

MOACIR LOPES DE ALMEIDA

**DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*
COM DIFERENTES ARQUITETURAS DE COPA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

MOACIR LOPES DE ALMEIDA

**DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*
COM DIFERENTES ARQUITETURAS DE COPA**

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

APROVADA: 27 de junho de 2003

Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Conselheiro)

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Conselheiro)

Prof. Aloísio Xavier

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto

Prof^a Maria das Graças Ferreira Reis
(Orientadora)

A Deus.

Aos meus pais e irmãos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida e ensinar a arte de viver.

Em especial aos meus Pais, José Anício de Almeida e Maria Lopes de Almeida e aos meus irmãos, Márcia, Moadir, Marcelo e Zezé, 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., em especial aos seus Diretores, ao Eng^o Florestal Roosevelt de Paula Almado, ao então Gerente da unidade do sul da Bahia Eng^o Florestal Élio Nunes e ao Técnico Geraldo Alves Silveira, pela disponibilização de recursos e ajuda, confiança e amizade e, também, aos demais funcionários da CAF que contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos órgãos financiadores de pesquisa CAPES e FAPEMIG, em especial, ao CNPq, pela bolsa de estudo.

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

Ao Prof. Carlos Pedro Boechat Soares, pela atenção, aconselhamento, sugestões e esclarecimentos, que tornaram possível a execução do presente trabalho.

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

Aos professores José Eduardo Macedo Pezzopane, Nairam Félix de Barros, Júlio César Lima Neves e Paulo Roberto Cecon pela ajuda e colaboração em decisões do trabalho.

A todos amigos, em especial aos companheiros de república e da pós-graduação, inestimável riqueza, por me permitir exercitar o incomparável sentido da amizade.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal e da Biblioteca da SIF, que sempre me ajudaram em horas de dificuldades.

À toda 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: José Humberto, Karina, Ana Paula, Ana Cláudia, Crodoaldo, Pedro, Fernanda, Henrique, Jonathan, Ivan, Marco Antônio, Rogério e Sílvia.

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

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

MOACIR LOPES DE ALMEIDA, filho de José Anício de Almeida e Maria Lopes de Almeida, nasceu em Mesquita, Minas Gerais, em 20 de fevereiro de 1977.

Em dezembro de 1995 graduou-se Técnico em Agropecuária, pela Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Inconfidentes, MG.

Em março de 1996, iniciou o Curso de Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, graduando-se em março de 2001.

Em Abril de 2001, iniciou o Programa 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 *Magister Scientiae* em 2003.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
Geral.....	3
Específicos	3
CAPÍTULO 1	5
CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA DE COPA DE PLANTAS DE CLONES DE <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>, NO EXTREMO SUL DA BAHIA	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Descrição da área de estudo.....	12
3.2. Coleta de dados	14
3.2.1. Parâmetros da arquitetura de copa	14
3.2.4. Manta orgânica.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Distribuição da matéria seca da copa por estrato	16
4.1.1. Clone 1265	16
4.1.2. Clone 1288	23
4.1.3. Clone 1270	32
4.2. Projeção de copa.....	40
5. CONCLUSÕES	45
CAPÍTULO 2	46
CRESCIMENTO DE CLONES DE <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> COM DIFERENTES ARQUITETURAS DE COPA SUBMETIDOS À DESRAMA ARTIFICIAL	46
1. INTRODUÇÃO	46

2. REVISÃO DE LITERATURA	48
3. MATERIAL E MÉTODOS	55
3.1. Descrição da área de estudo.....	55
3.2. Instalação do experimento	55
3.3. Metodologia de aplicação da desrama artificial.....	58
3.4. Avaliação do crescimento das plantas	58
3.5. Análise estatística.....	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1. Crescimento das plantas do clone 1265	60
4.1.1. Crescimento em diâmetro	60
4.1.2. Crescimento em altura	62
4.1.3. Produção volumétrica.....	63
4.2. Crescimento das plantas do clone 1288	65
4.2.1. Crescimento em diâmetro	65
4.2.2. Crescimento em altura	66
4.2.3. Produção volumétrica.....	68
4.3. Crescimento das plantas do clone 1270	70
4.3.1. Crescimento em diâmetro	70
4.3.2. Crescimento em altura	72
4.3.3. Produção volumétrica.....	74
4.4. Influência da desrama artificial na produção de madeira limpa para serraria.....	76
5. CONCLUSÕES	80
CAPÍTULO 3	82
CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DE POVOAMENTOS DE CLONES DE <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>, SUBMETIDOS A DESRAMA ARTIFICIAL, NO EXTREMO SUL DA BAHIA.....	82
1. INTRODUÇÃO	82
2. REVISÃO DE LITERATURA	84
3. MATERIAL E MÉTODOS	88
3.1. Descrição da área de estudo.....	88
3.2. Determinação do coeficiente de extinção por clone.....	88
3.3. Estimativa da transmissividade da RFA e do IAF por clone e tratamento de desrama.....	91
3.4. Análise dos dados	91
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	92
4.1. Caracterização do índice de área foliar (IAF).....	92
4.3. Caracterização do coeficiente de extinção.....	97
4.4. Índice de área foliar em povoamento de <i>Eucalyptus</i> submetido a desrama artificial.....	98
4.5. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (%) em povoamento de <i>Eucalyptus</i> submetido a desrama artificial.....	102
5. CONCLUSÕES	105
CONCLUSÕES GERAIS.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICE	116

RESUMO

ALMEIDA, Moacir Lopes de “MS”, Universidade Federal de Viçosa, junho de 2003. **Desrama artificial em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa.** Orientadora: Maria das Graças Ferreira Reis. Conselheiros: Geraldo Gonçalves dos Reis e Carlos Pedro Boechat Soares.

O presente estudo avaliou a intervenção de desrama artificial em povoa-mentos de três clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com diferentes arquiteturas de copa, denominados como 1265, 1288 e 1270, na área da CAF/Santa Bárbara Ltda., em Alcobaça, Bahia. Foram estabelecidos três experimentos, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos de desrama aplicados às plantas variaram em intensidade (altura de desrama), frequência (número de intervenções) e idades (época de realização da primeira intervenção de desrama). Foram avaliados os seguintes parâmetros por ocasião de cada intervenção de desrama e seis meses após a última intervenção: diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), altura total, volume das árvores, radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e índice de área foliar (IAF) medidos à 0,5 m de altura do solo, arquitetura de copa, acúmulo de matéria orgânica e coeficiente de extinção. Os resultados da arquitetura de copa evidenciaram a variação entre os clones na distribuição de biomassa de galhos e folhas ao longo do fuste. Por exemplo, até 3 m de altura

das plantas, aos 16 (clone 1265) e 14 (clones 1288 e 1270) meses de idade, estes clones apresentaram, 17,4; 48,3 e 32,7% de área foliar total, respectivamente. Até 6 m de altura das plantas, aos 22 (clone 1265) e 20 (clones 1288 e 1270) meses de idade essa proporção foi de 13,4; 20,9 e 29,3%, respectivamente. A projeção de copa das plantas indicou fechamento de dossel nos povoamentos estudados antes de 22 meses de idade, indicando que a primeira intervenção de desrama artificial deva ser realizada antes desta idade para estes clones, evitando-se formação de grande quantidade de galhos mortos. A aplicação de desrama em idades mais jovens promoveu redução do IAF e aumento da transmissividade da RFA, enquanto em idades mais avançadas mantiveram-se inalterados. Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre tratamentos de desrama para altura, DAP e volume das plantas, para os clones 1265 e 1288, enquanto para o clone 1270, houve diferença estatística significativa apenas para a altura, 19 meses após a primeira intervenção de desrama. O reduzido efeito da desrama sobre o crescimento destes clones pode estar associado a remoção relativamente baixa de área foliar bem como da capacidade de recuperação de sua copa. A remoção máxima (48,3%) de área foliar foi para o clone 1288, aos 14 meses de idade. Há, porém, necessidade de se avaliar o crescimento das plantas, em idades mais avançadas, uma vez que os efeitos da desrama podem surgir até dois anos após a última intervenção. Foi observado, aos 19 meses após a primeira intervenção de desrama, efeito benéfico sobre a produção de madeira limpa, isenta de nós, que constitui-se num parâmetro de qualidade da madeira para uso em serraria. Os resultados desse trabalho indicam a necessidade de definir a intensidade de desrama artificial, em povoamentos de *Eucalyptus*, com base no percentual de área foliar a ser removido, devendo este ser inferior a 40%.

ABSTRACT

ALMEIDA, Moacir Lopes de "MS", Universidade Federal de Viçosa, June 2003.
Artificial pruning of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clones with different crown architecture. Advisor: Maria das Graças Ferreira Reis.
Committee Members: Geraldo Gonçalves dos Reis and Carlos Pedro Boechat Soares.

Artificial pruning was evaluated in three *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clones (1265, 1288, and 1270) with different crown architecture, established in southeastern Bahia, Brazil. Three experiments were established in a completely randomized design with three replications. The pruning treatments varied in intensity (height of pruning), frequency (number of interventions), and ages of the first pruning intervention. The following parameters were evaluated at the time of every pruning intervention and six months after the last intervention: diameter at 1.30 m (DBH), total height, tree volume, photosynthetically active radiation (PAR) and leaf area index (LAI) measured at 0.5 m above the soil, crown architecture, total organic matter and extinction coefficient. It was observed that the clones varied significantly in crown architecture based on biomass distribution of branches and leaves along the trunk. For example, the clone 1265 at the age of 16 months and the clones 1288 and 1270 at the age of 14 months, presented 17.4, 48.3, and 32.7% of the total leaf area, up to a plant height of 3 m and, up to the height of 6 m, at the age of 22 (clone 1265) and

20 months (clones 1288 and 1270), they presented 13.4, 20.9, and 29.3%, respectively. Based on crown projection, the dossel could be considered closed before the plants reached the age of 22 months, indicating that the first artificial pruning intervention should be realized before this age, to avoid the formation of a great quantity of dead branches. Pruning treatments applied at young ages led to a substantial reduction in LAI and increase in PAR transmissivity, whereas these values were not altered at more advanced ages. No statistically significant differences were found among the pruning treatments for height, DBH and plant volume for the clones 1265 and 1288, while significant statistical differences were found for clone 1270 (height only), 19 months after the first pruning intervention. The reduced effect of pruning on growth might be due to the relative small amount of removed leaf area as well as the recovery capacity of the crown. The greatest percentage of leaf area (48,3%) was removed from clone 1288, at the age of 14 months. A beneficial effect of pruning on the production of clean wood (without knots) was observed 19 months after the first pruning intervention. Results of this study point out the need of defining the appropriate intensity of artificial pruning in *Eucalyptus* stands, based on the percentage of the leaf area to be removed, which must lie below 40%.

INTRODUÇÃO GERAL

As pressões, principalmente de ambientalistas, têm despertado para a necessidade de se manejar adequadamente os povoamentos florestais, de forma a otimizar o uso dos seus recursos. Deste modo, povoamentos florestais que, até então, tinham uso restrito, passaram a ter diversas finalidades, dentre elas, a produção de madeira serrada. Segundo MACEDO & MATTOS (1995), em países como Japão, Estados Unidos, Canadá e Suécia, têm ocorrido os mais altos índices de transformação de madeira bruta, gerando produtos sólidos mais valorizados, principalmente com adequação de *designs*, tornando esses produtos plásticos e bonitos e de ampla aceitação pela sociedade.

A implantação de florestas de rápido crescimento e de alta produtividade, manejadas com o propósito de produzir madeira serrada, além de ser uma atividade lucrativa, tem-se constituído numa alternativa para a conservação dos remanescentes de florestas nativas pela diminuição de pressões exercidas sobre estes.

Um dos problemas encontrados na madeira proveniente de reflorestamento para a produção de madeira serrada é a significativa ocorrência de defeitos, como os nós, que podem comprometer suas propriedades físicas e mecânicas, dentre outras (SCHILLING et al., 1998). Segundo SCHNEIDER et al. (1999), a presença de nós vivos ou mortos reduz sua resistência e prejudica a qualidade da madeira, comprometendo sua aceitação comercial.

A desrama natural eficiente pode ser obtida de materiais genéticos selecionados ou com a utilização de plantios adensados. No entanto, a desrama natural pode não promover melhoria na qualidade da madeira nem reduzir eficientemente o núcleo nodoso. Isto é possível conseguir através da desrama artificial adequadamente conduzida, que agrega melhoria de qualidade à madeira serrada em razão da produção de “madeira limpa”.

Vários estudos têm sido desenvolvidos sobre a aplicação da desrama artificial em povoamentos de coníferas (MONTAGNA et al., 1976, 1990; STOHR et al., 1982; LANGE et al., 1987; ENDO & MESA, 1992; SCHILLING et al., 1997, 1998; WEST, 1998; BANDARA et al., 1999; SCHNEIDER et al., 1999; PROE et al., 2000; dentre outros). Porém, os estudos sobre o efeito do uso dessa técnica em povoamentos de eucalipto são poucos. Dentre os principais estudos envolvendo a desrama artificial em eucalipto no Brasil, destacam-se os de PIRES (2000), VALE et al. (2002) e PULROLNIK (2002) realizados em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, e os de LUCKHOFF (1967), BREDENKAMP et al. (1980), GERRAND et al. (1997), PINKARD & BEADLE (1998a,b,c), PINKARD et al. (1999) e PINKARD (2002), em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e *E. nitens*, em outras partes do mundo.

Em razão da escassez de trabalhos sobre desrama artificial em *Eucalyptus*, torna-se necessário desenvolver trabalhos visando analisar o efeito desta técnica sobre o crescimento de plantas, bem como sobre a qualidade da madeira, para identificar tratamentos de desrama mais adequados para cada material genético.

OBJETIVOS

Geral

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de três clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa, quando submetidos à aplicação de desrama artificial, em áreas da Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda. (CAF Santa Bárbara Ltda.) situadas no Município de Alcobaça, no extremo Sul da Bahia.

Específicos

- a) Caracterizar os clones em função da dinâmica de crescimento da copa com base na distribuição de biomassa de folhas e de galhos vivos e mortos, projeção da copa, coeficiente de extinção e acúmulo de manta orgânica no solo;
- b) Avaliar o crescimento das plantas em resposta à aplicação de diferentes intensidades, frequências e idade de desrama, visando identificar, para cada clone, a melhor combinação destes fatores que apresente reduzido comprometimento do crescimento das plantas;

- c) Caracterizar a dinâmica de crescimento de copa através da estimativa do índice de área foliar (IAF) e da radiação fotossinteticamente ativa (RAF) em povoamentos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* submetidos a diferentes tratamentos de desrama artificial, para auxiliar na identificação do tratamento adequado de desrama artificial em função da disponibilidade energética;

- d) Avaliar o efeito da desrama artificial sobre a produção de “madeira limpa” em plantas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA DE COPA DE PLANTAS DE CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, NO EXTREMO SUL DA BAHIA

1. INTRODUÇÃO

Desde a introdução do eucalipto no Brasil até meados da década passada, a maior preocupação no manejo destas florestas era com a produção volumétrica de madeira sem se preocupar com a sua qualidade. Hoje, porém, os manejadores estão preocupados, também, em caracterizar a qualidade da madeira. Segundo REIS & REIS (1993) devem ser analisadas, também, as características da planta relacionadas com a produtividade de seus povoamentos, dentre elas, a dinâmica de copa das plantas, para planejar adequadamente a ocupação de espaço pelas plantas. Segundo KOZLOWSKI & PALLARDY (1997), o maior interesse pela forma da copa das árvores é sua influência no volume e qualidade de madeira produzida.

O crescimento das plantas é condicionado, dentre outros, pela disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa a nível de folhagem e pela eficiência de utilização dessa energia pelas folhas (LANDSBERG, 1997). Assim, o dossel das florestas pode determinar sua produtividade

(MEDHURST & BEADLE, 2001). Em vários estudos desenvolvidos em plantações de eucalipto foram constatadas que o tamanho, a forma e a profundidade da copa das plantas são extremamente variáveis, principalmente, com a idade das plantas, qualidade de sítio, espaçamento de plantio e material genético (BERNARDO et al., 1998; NEILSEN & GERRAND, 1999; MEDHURST & BEADLE, 2001; PINKARD & NEILSEN, 2003), dentre outros.

O conhecimento do formato e da dinâmica de copa das árvores possibilita, dentre outros, a adequação de tratamentos silviculturais para a produção de madeira de qualidade. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar a dinâmica de copa de plantas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, para auxiliar na tomada de decisões sobre o manejo do povoamento por ocasião da aplicação de tratamentos silviculturais, especialmente no que se refere à desrama artificial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O ambiente influencia o crescimento das plantas, principalmente, pela disponibilização do espaço, água, luz e nutrientes. O crescimento das plantas é, ainda, regulado por sua constituição genética (BROWN, 1977; OLIVER & LARSON, 1990) e a sua expressão fenotípica pode ser modificada pela utilização de práticas silviculturais específicas como espaçamento, desbaste, desrama, dentre outros (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1997). Segundo estes últimos autores, a dinâmica de copa das plantas pode afetar processos fisiológicos que regulam o crescimento das plantas. Ainda, no que se refere ao crescimento das plantas, o tamanho e a funcionalidade do dossel determina a produtividade das florestas pelo seu papel na interceptação da radiação solar (FORD, 1985; MEDHURST & BEADLE, 2001).

A distribuição vertical e horizontal de folhas e galhos nas plantas é conhecida como arquitetura de copa (LANDSBERG, 1997), que depende da natureza e do arranjo relativo de folhas e galhos e pode variar com sua idade. Cada modelo de arquitetura é definido pela combinação particular de fatores morfológicos apresentados pelas plantas. Embora o número dessas combinações aparenta ser muito alto, somente 23 modelos arquiteturais são relatados por BARTHELEMY et al. (1991).

A forma das árvores é determinada pela alongação diferencial do meristema apical do tronco e dos galhos (BROWN, 1977; OLIVER & LARSON, 1990) e o hábito particular de crescimento do vegetal está, comumente,

associado ao fenômeno da dominância apical (BROWN, 1977). A dominância apical e o controle epinástico das plantas determinam o comprimento e a orientação dos galhos laterais, de acordo com o tipo de material genético, vigor da planta e posição do galho (OLIVER & LARSON, 1990). Ainda, segundo este autor, o padrão de desenvolvimento das árvores pode variar entre espécies, entre indivíduos dentro de uma mesma espécie, dentro dos indivíduos em diferentes idades e ambientes.

O modelo arquitetural pode ser influenciado pela aplicação de técnicas silviculturais, como, por exemplo, espaçamento inicial de plantio (BERNARDO, 1995; LELES, 1995; CONTRERAS MARQUEZ, 1997; NEILSEN & GERRAND, 1999), aplicação de desrama artificial (PINKARD & BEADLE, 1998 b; PINKARD, 2002; PULROLNIK, 2002; LIMA, 2003) e desbaste (MEDHURST & BEADLE, 2001; MEDHURST et al., 2001).

Alterações na estrutura da copa das plantas em razão de mudanças ocorridas na densidade das plantações florestais tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores. O espaçamento inicial de plantio pode afetar a quantidade e a qualidade final de madeira produzida, em razão de sua influência na arquitetura de copa das plantas. É uma opção de manejo que varia em função, principalmente, do objetivo final de uso da madeira. Estudos desenvolvidos com diferentes espaçamentos iniciais de plantio, geralmente, tem focalizado as respostas sobre o crescimento em altura, diâmetro e volume das plantações (PINKARD & NEILSEN, 2003). Em geral, dentro de certos limites, tem sido indicado que a produção total de madeira aumenta com a densidade do povoamento, no entanto, ocorre a redução do incremento em volume de madeira por árvore com o aumento da densidade populacional (SCHONAU, 1984; SCHONAU & COETZEE, 1989; BERNARDO et al., 1998; NEILSEN & GERRAND, 1999; OLIVEIRA NETO et al., 2003).

A influência do espaçamento na dinâmica de copa das árvores, também, é relatada em alguns trabalhos, em razão de sua importância na produtividade da floresta. PINKARD & NEILSEN (2003), investigando o efeito de diferentes espaçamentos iniciais sobre as características de copa de plantações de *Eucalyptus nitens*, aos sete anos de idade, verificaram que menores densidades iniciais de plantio não afetou a produção de biomassa da parte aérea, por árvore, porém, aumentaram a partição de biomassa para o tronco. Estudos

com várias espécies florestais demonstraram que, em menores densidades de plantio, o crescimento em diâmetro do tronco por planta é aumentado significativamente quando em alta densidade de plantio, porém, ocorre maior desenvolvimento de galhos grossos (MALIMBWIE et al., 1992; NIEMISTO, 1995; NEILSEN & GERRAND, 1999). CONTRERAS MARQUEZ (1997) verificou que a produção de galhos foi, em média, 248 e 57% mais elevada para *E. pellita* e *E. camaldulensis*, respectivamente, nos espaçamentos 9 x 9 a 3 x 6 m, quando comparados com as plantas nos espaçamentos 3 x 3 a 3 x 1 m. BERNARDO (1995) verificou que o espaçamento modificou a arquitetura de copa de plantas de *E. urophylla*, *E. pellita* e *E. camaldulensis*, aos 41 meses de idade, sendo estas modificações observadas no espaçamento 3,0 x 1,5 m, com a redução da projeção de copa no sentido da linha de plantio.

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 & 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, e a relação entre o diâmetro e área foliar do galho das 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 plantas alocam, proporcionalmente, menos biomassa para as folhas e mais para o tronco, com o aumento de idade do povoamento. Em plantações de eucalipto, o incremento de biomassa de folhas ocorre rapidamente até a época de fechamento de dossel (CROMER & WILLIAMS, 1982), ocorrendo a seguir o declínio da área foliar (PINKARD & BEADLE, 1998 b). A dinâmica de copa das plantas é influenciada pela partição de biomassa entre os vários componentes das árvores. A alocação de biomassa na planta é regulada por mecanismos fisiológicos e o entendimento destes mecanismos é importante na tomada de decisão sobre a adoção de práticas silviculturais mais adequadas. A partição de biomassa da planta entre seus vários compartimentos (raízes,

tronco, galhos e folhas) foi investigada por vários pesquisadores (BELLOTE, 1979; REIS et al., 1985; PEREIRA, 1990; BERNARDO et al. 1998; LELES, 1995; OLIVEIRA NETO, 1996; CONTRERAS MARQUEZ, 1997; TANDON et al., 1988). Foi verificado que a alocação de biomassa entre diferentes drenos da árvore é afetada pela qualidade do local (REIS et al., 1985, 1987), idade das plantas (BELLOTE, 1979; TANDON et al., 1988; PEREIRA, 1990, LADEIRA et al., 2001), espaçamento de plantio (BERNADO, 1995; LELES, 1995; CONTRERAS MARQUEZ, 1997), dentre outros fatores.

A distribuição vertical das folhas no dossel da floresta, em geral, varia com a idade do povoamento e, mudanças marcantes podem ocorrer com o fechamento de dossel, em razão de alteração na disponibilidade energética (BEADLE, 1997). No entanto, estas relações podem mudar com intervenções silviculturais, como a desrama artificial. Por exemplo, PINKARD & BEADLE (1998 b), avaliando a biomassa em *E. nitens*, após aplicação de tratamentos de desrama artificial, observaram, durante os primeiros 12 meses, nas plantas que receberam desrama de 70% de remoção da copa viva, decréscimo da alocação de biomassa para o tronco e aumento para folhas e galhos. PULROLNIK (2002) observou, em povoamento de clone de *E. grandis*, após aplicação de desrama artificial aos 20 meses de idade, elevada redução da projeção de copa das árvores em razão da remoção de galhos grossos da base da copa. Porém, foi observado sua rápida recomposição.

Considerando a planta desde a germinação até sua morte, a análise arquitetural é essencialmente uma abordagem dinâmica do crescimento e desenvolvimento das plantas (BARTHELEMY et al, 1991). Essa análise pode ser realizada através do acompanhamento do índice de área foliar (IAF) definido como sendo a área total de folhas projetada por unidade de área do terreno (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1997; BEADLE, 1997). O IAF é uma medida da cobertura de folhas sobre a área ocupada pela planta (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1997), portanto, constitui-se num parâmetro da arquitetura de copa. SAMPSON & SMITH (1993), estudando o efeito da mudança da arquitetura de copa na penetração de luz, através de simulações realizadas em *Pinus contorta* var. *latifolia*, encontraram maior influência à penetração de luz, em ordem de importância, do IAF, da agregação da folhagem, do ângulo de inclinação das folhas e, por último, da sua distribuição vertical na copa.

Em conclusão, em florestas plantadas, o tamanho, a forma e a profundidade da copa das plantas variam de acordo com a idade das plantas, espaçamento de plantio, material genético e adoção de práticas silviculturais. Assim sendo, o estudo da dinâmica de copa é importante para caracterizar as modificações sofridas pela copa ao longo de seu ciclo de vida e fornecer informações para aplicação de práticas silviculturais com objetivo de favorecer a produção de produtos específicos.

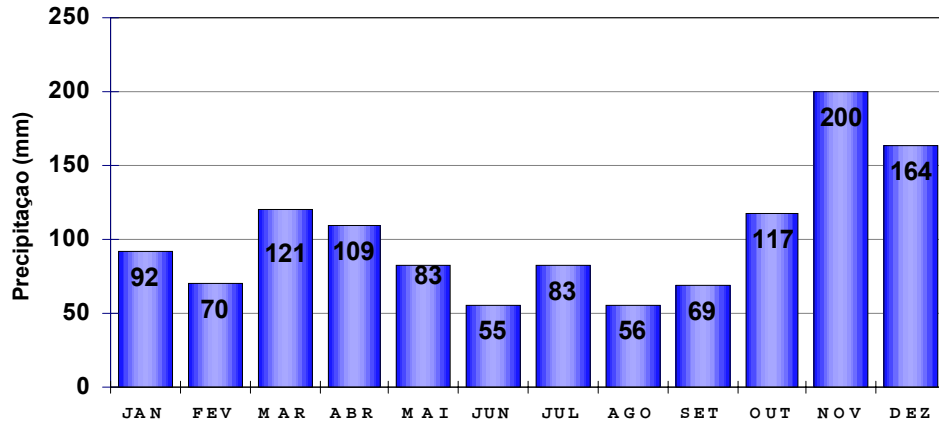
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O presente estudo foi realizado em três povoamentos de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, denominados como 1265, 1288 e 1270, pertencentes à Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda (CAF Santa Bárbara Ltda), situados no Município de Alcobaça, no extremo sul da Bahia. O clone 1265 foi implantado em junho de 1999 e os clones 1288 e 1270 em agosto de 1999, todos no espaçamento de 4,0 x 1,5 m (1667 plantas/ha).

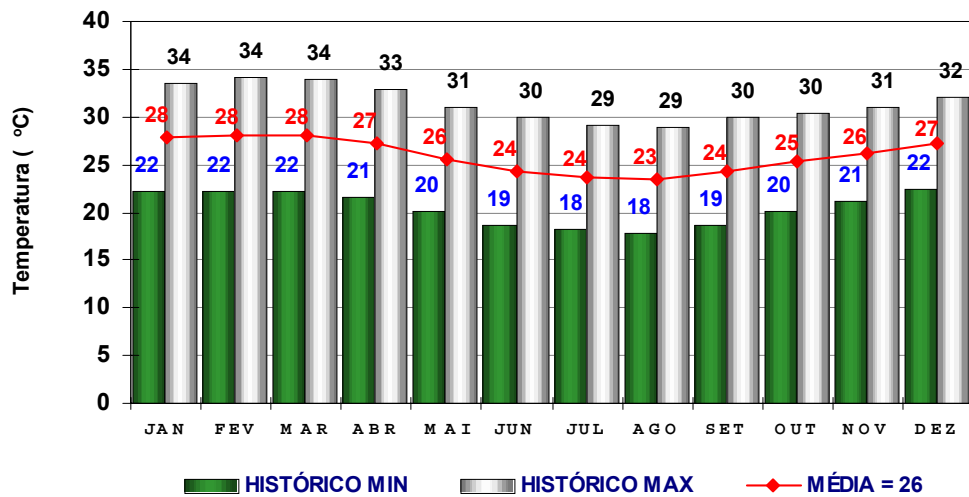
Com base nos resultados obtidos junto à Bahia Sul Celulose S.A. (Figuras 1 e 2), a região de estudo apresenta temperatura média anual de 25,8 °C, temperatura média do mês mais frio de 18 °C e do mês mais quente de 34 °C e, precipitação média anual de 1220 mm.

Para os três povoamentos, foram adotados os mesmos procedimentos durante o plantio. O preparo de solo foi realizado utilizando queimada para limpeza da área e subsolagem entre 40 e 60 cm de profundidade na linha de plantio. Na adubação de plantio foram aplicados 100 g/planta do adubo N:P:K (06:30:06) mais 10 g/planta de bórax. A adubação de cobertura foi realizada aos 12 meses após o plantio com aplicação de 100 g/planta do adubo N:P:K (10:05:30). A manutenção dos povoamentos foi realizada através de monitoramento e controle de formigas e da mato-competição.



Fonte: Bahia Sul Celulose S/A

Figura 1 - Precipitação média mensal referente ao período de 1980 a 2001, no Município de Alcobaça, Bahia.



Fonte: Bahia Sul Celulose S/A

Figura 2 - Temperaturas mínima, média e máxima mensal, referentes ao período de 1980 a 2001, no Município de Alcobaça, Bahia.

Por ocasião da instalação do experimento (outubro de 2000) foram coletadas amostras de solo nos três talhões (clone 1265, 1288 e 1270) nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Os resultados da análise química são apresentados no Quadro 1. Os clones 1288 e 1270 foram implantados em talhões contíguos, razão de maior similaridade nas características químicas dos solos, em comparação com aquela da área de implantação do clone 1265.

Quadro 1 - Características químicas do solo, no início do experimento, nos povoamentos dos clones 1265, 1288 e 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Profundidade (cm)	Clone 1265		Clone 1288		Clone 1270	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH ^{H2O}	5,60	5,00	5,80	5,40	6,20	6,00
C (%)	1,40	0,63	1,47	0,81	1,20	0,79
M.O.	2,41	1,09	2,53	1,40	2,07	1,36
P (ppm)	1,00	1,00	4,00	1,00	5,00	2,00
Ca + Mg (meq/100 g)	2,55	1,44	3,74	2,00	3,79	2,36
K (meq/100 g)	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01
K (ppm)	11,00	7,00	14,00	6,00	7,00	3,00
Al (meq/100 g)	0,17	0,93	0,13	0,13	0,13	0,04
Na (meq/100 g)	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03	0,03
H+Al (meq/100 g)	0,86	1,49	0,63	0,71	0,03	0,87
SB (meq/100 g)	2,61	1,50	3,81	2,03	3,34	2,40
CTCtotal (meq/100 g)	3,47	2,99	4,44	2,74	3,87	3,27
V (%)	75,22	50,17	85,81	74,09	99,22	73,39
Al/(Al+SB)	6,12	38,27	3,30	6,02	3,27	1,64
Ca/Mg	3,81	2,60	8,35	4,88	7,42	4,90
Ca (meq/100 g)	2,02	1,04	3,34	1,66	3,34	1,96
Mg (meq/100 g)	0,53	0,40	0,40	0,34	0,45	0,40

Fonte: CAF/Santa Bárbara.

3.2. Coleta de dados

Foram realizadas medições de parâmetros das copas das plantas e avaliações da manta orgânica, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade para os clones 1288 e 1270 e aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade para o clone 1265.

3.2.1. Parâmetros da arquitetura de copa

Para a caracterização da dinâmica de copa dos clones, foram realizadas medições da biomassa total de folhas e galhos das plantas, do número de galhos e da projeção de copa das plantas, em quatro idades.

A biomassa das árvores foi determinada em seis árvores de DAP médio, de cada clone. Após o abate das árvores, os galhos e as folhas foram removidos, separadamente, em estratos de 0,5 m, a partir do solo, até o terminal da árvore. O peso fresco das folhas e galhos foi determinado para cada estrato, no

campo, e uma amostra foi levada ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LEF/DEF/UFV), onde foram determinados a área foliar e o peso da matéria seca.

O número de galhos vivos e mortos foi determinado, também, em estratos de 0,5 m de altura, a partir do solo, até 3,5 m de altura na árvore, por classe de diâmetro do galho, subdivididos em galhos finos (<1,0 cm), galhos médios (1,0 a 2,0 cm) e galhos grossos (> 2,0 cm). Foi também determinada a projeção de copa nas árvores de cada clone, a 0,50 m do solo, medindo-se o raio de projeção em oito posições ortogonais, com o auxílio de uma trena, a partir da linha de plantio.

3.2.4. Manta orgânica

A manta orgânica foi, também, coletada nas quatro idades utilizando-se de um gabarito de 1 m². Para cada clone e época (idade) foram retiradas seis amostras aleatoriamente dentro dos povoamentos. Após a coleta da manta orgânica, o peso fresco das folhas e dos galhos foi determinado separadamente no campo e uma amostra levada para o LEF/DEF/UFV, onde foi determinado o peso da matéria seca do material.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição da matéria seca da copa por estrato

4.1.1. Clone 1265

Verificou-se, aos 16 meses de idade (Figuras 3, 4 e 5), que as plantas do clone 1265 apresentavam elevada biomassa de copa no estrato de 0 a 0,5 m de altura, devido à presença de galhos mais grossos nessa porção da planta (Quadro 2), que ainda se encontravam vivos, sendo também a razão de se observar elevada biomassa de folhas neste estrato (Figura 4). Entre 0,5 e 3,0 m de altura, observou-se redução da biomassa total da copa (Figura 3), especialmente decorrente da senescência e abscisão de folhas e morte e desrama natural de galhos mais finos, em resposta ao fechamento do dossel. Além disso, observou-se que até os 3,0 m de altura a maior parte dos galhos apresentavam diâmetro inferior a 1 cm (Quadro 2). Acima de 3,0 m, a copa apresenta formato ovalado com predominância de biomassa da copa entre 4 e 7 m de altura (Figura 3). Todos os galhos, nesta porção superior da copa, estavam vivos e com elevada biomassa foliar devido, principalmente, a maior incidência de radiação nestes estratos.

Quadro 2 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Idade	Estrato da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
		0 - 1		1 - 2		> 2	
		Vivo	Morto	Vivo	Morto	Vivo	Morto
16	0,0-0,5	0,8	0,7	0,0	8,3	0,3	0,0
	0,5-1,0	2,0	1,0	0,2	3,7	0,0	0,0
	1,0-1,5	3,7	0,5	0,2	2,5	0,0	0,0
	1,5-2,0	5,3	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0
	2,0-2,5	5,2	0,7	0,0	3,5	0,0	0,0
	2,5-3,0	4,7	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0
22	0,0-0,5	0,0	0,0	0,0	4,8	2,0	0,6
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,8	0,0
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	3,4	1,6	0,0
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,0	3,6	2,4	0,0
	2,5-3,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,4	0,0
29	0,0-0,5	0,0	0,0	0,0	4,2	1,8	0,8
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	3,5	1,5	0,2
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	2,1	1,4	0,2
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,0	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,0	1,6	1,4	0,4
	2,5-3,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,6	0,4
35	0,0-0,5	0,0	0,0	0,0	3,5	1,3	0,9
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,1	0,3
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	2,0	1,2	0,4
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,9	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,5
	2,5-3,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	0,6

Aos 22 meses de idade, observa-se que, até 3 m de altura, a biomassa refere-se apenas a galhos mortos ou galhos vivos sem folhas (Figuras 4 e 5). Os galhos vivos sem folhas são na sua totalidade galhos grossos com diâmetro maior que 2cm (Quadro 2). A incidência da radiação nestes estratos era baixa em consequência do fechamento rápido do dossel, razão da senescência foliar ter sido elevada. A maior concentração da biomassa da copa (folhas e galhos) passou a ser observada entre 7 e 10 m de altura (Figura 3) onde, possivelmente, está localizada a maior parte de galhos grossos e longos.

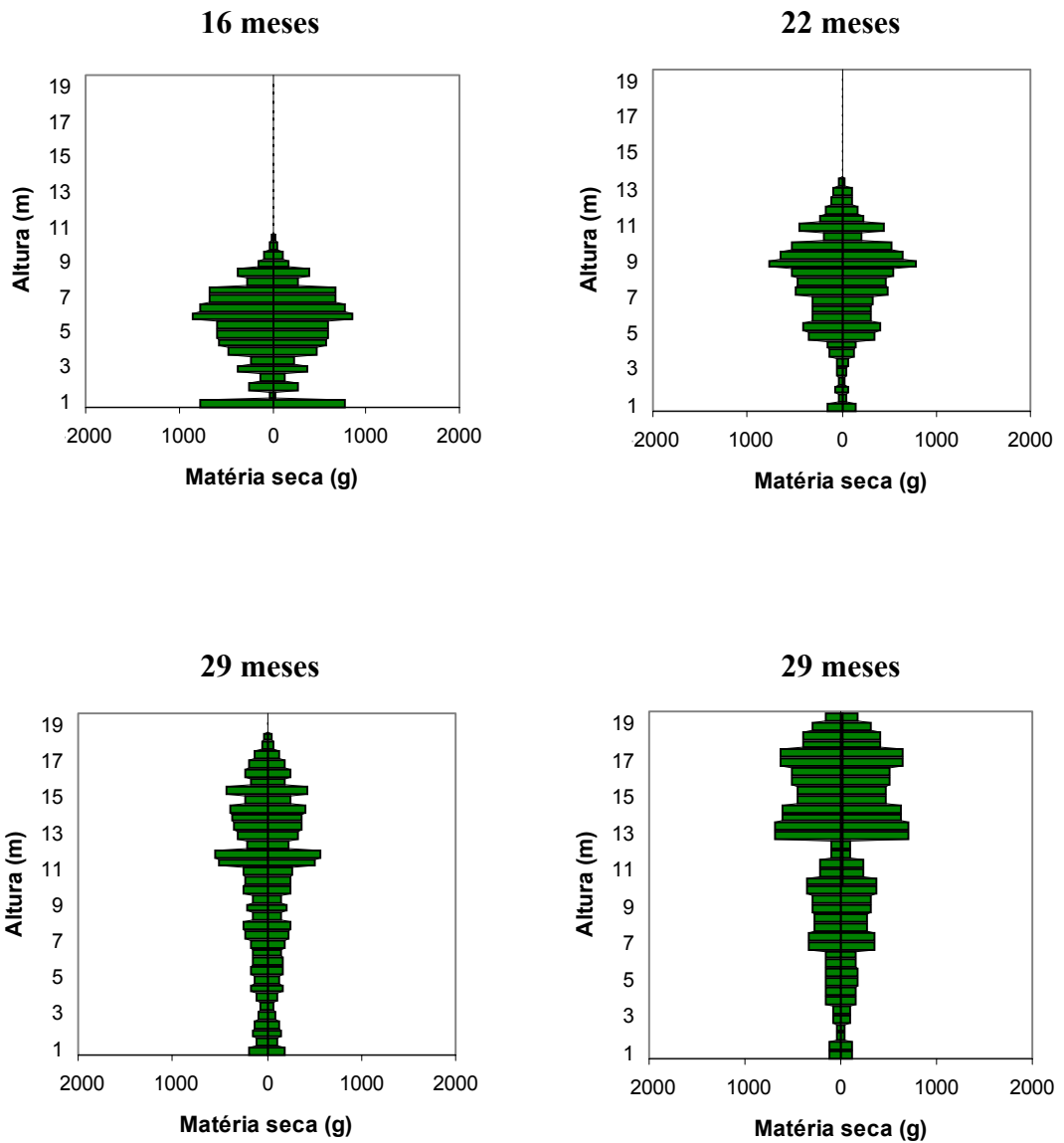


Figura 3 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

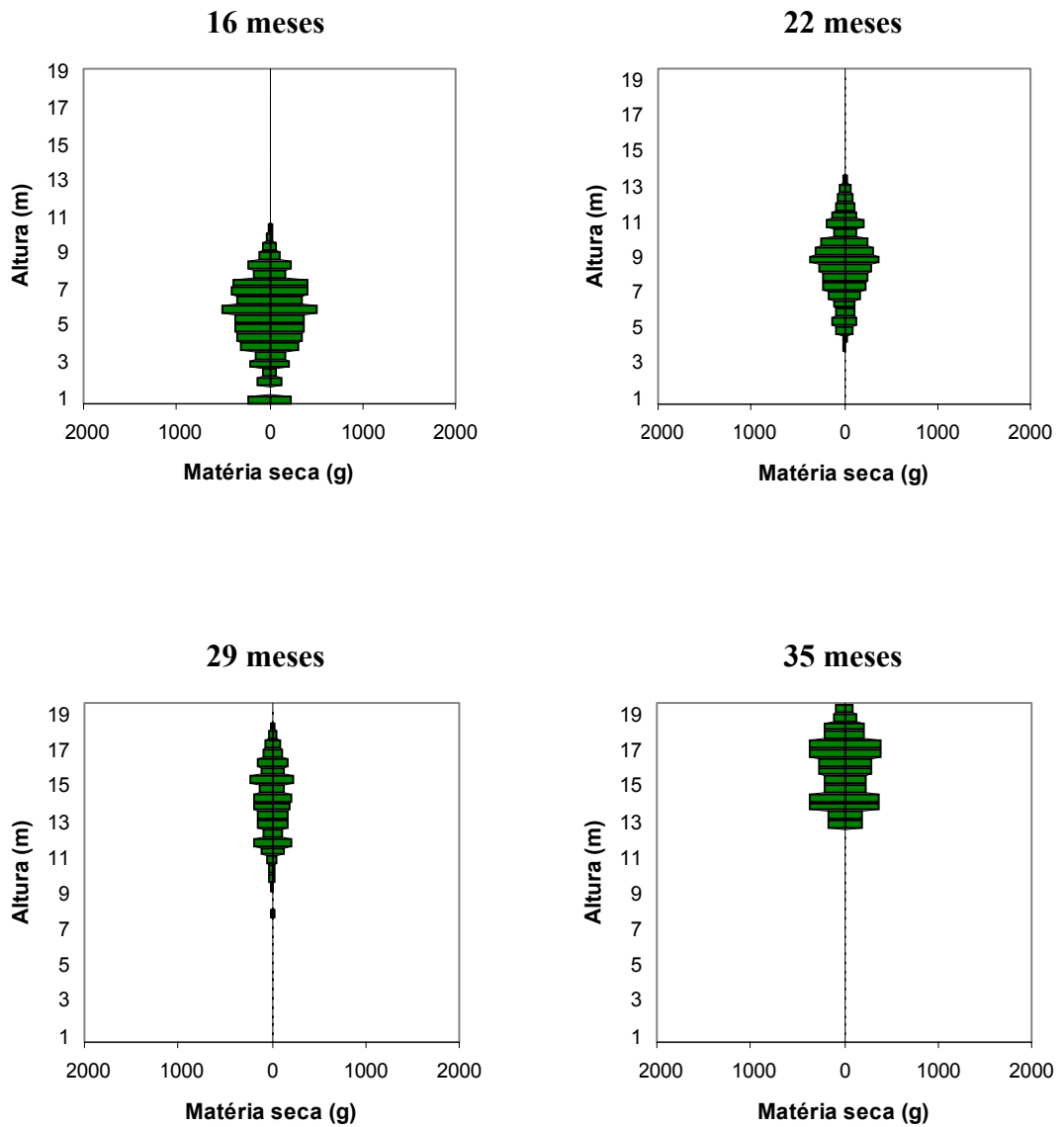


Figura 4 - Matéria seca de folhas aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

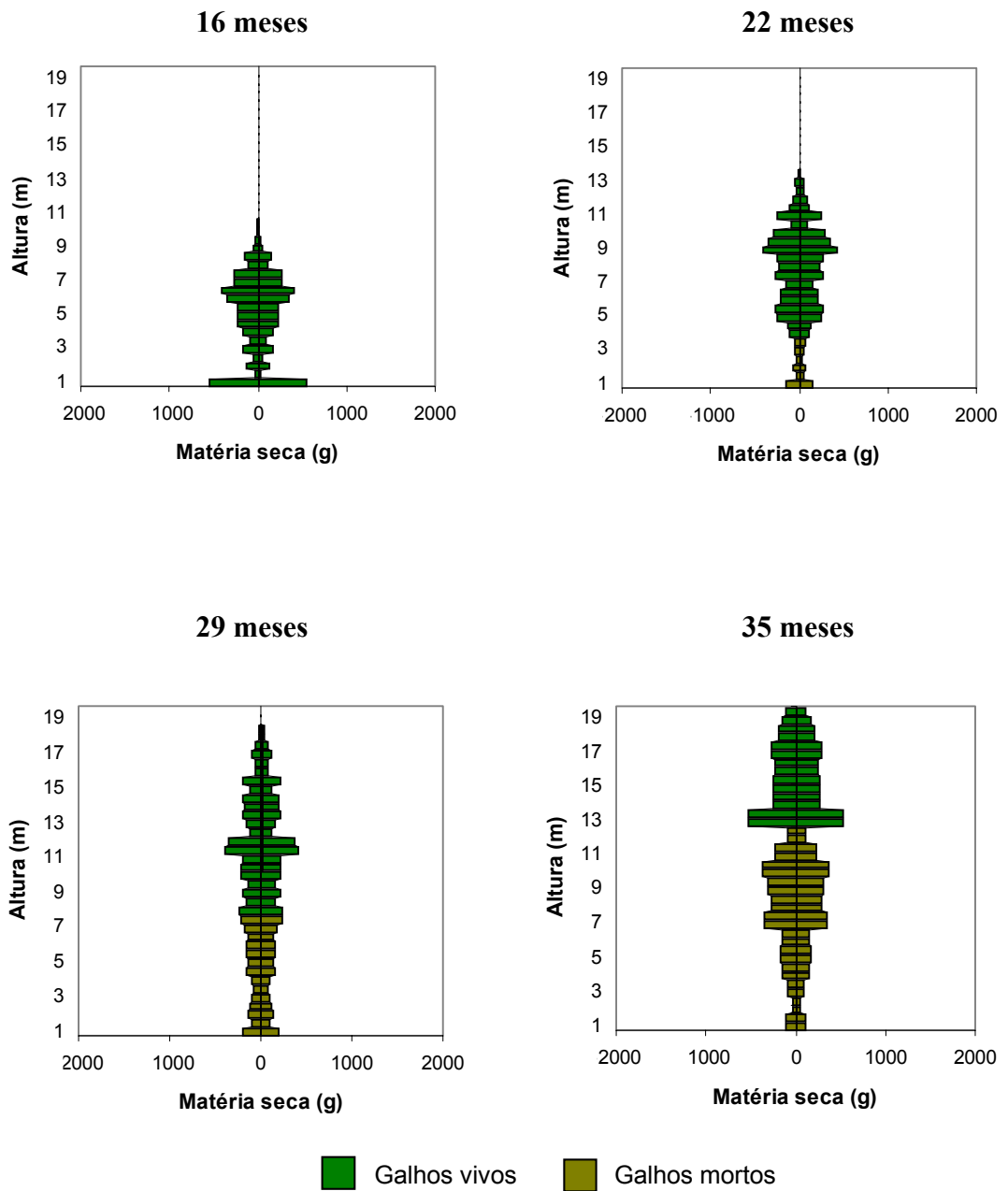


Figura 5 - Matéria seca de galhos vivos e mortos aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Aos 29 meses de idade, verifica-se que não existiam folhas até a altura de 7 m (Figura 4c), ou seja, a biomassa apresentada na Figura 3c constitui-se apenas de galhos vivos e mortos até esta altura. Até a altura de 3m, todos os galhos vivos apresentavam diâmetro superior a 2cm (Quadro 2). Conforme observações de campo, os galhos com diâmetro inferior a 2 cm se encontravam mortos e os superiores a esse valor estavam predominantemente vivos. Entre 7 e 11 m, as plantas exibiram, apenas, uma pequena quantidade de biomassa de folhas (Figura 4c). O clone 1265 pode ser caracterizado por apresentar, nesta idade, a maior concentração de biomassa entre 11 e 15 m (Figura 3c), sendo que os galhos grossos e longos predominavam entre 11 e 12 m de altura da árvore (Figura 5c).

Aos 35 meses de idade, as plantas do clone 1265 apresentaram uma porção significativa da biomassa de folhas e galhos entre 13 e 18 m de altura (Figura 3d), com a ocorrência de galhos mortos ou, vivos com ausência de folhas, se estendendo até 12 m de altura (Figuras 4 d e 5d). A maior parte dos galhos grossos estava presente entre 12 e 14 m (Figura 5d), coincidindo com a base da copa viva das plantas, nesta idade.

Ao longo da seqüência de idade em que as plantas do clone 1265 foram avaliadas, foi observada uma redução rápida da biomassa de folhas das plantas até os 29 meses, com um ligeiro aumento entre 29 e 35 meses de idade (Figuras 4a, 4b, 4c e 4d). Vários trabalhos têm relatado redução da área foliar de árvores em relação ao total de biomassa da parte aérea das plantas, com o aumento da idade (BELLOTE, 1979; TANDON et al., 1988; PEREIRA, 1990; LADEIRA et al., 2001). Segundo OLIVEIRA NETO (1996), em idades mais jovens, a biomassa de folhas constituiu grande parte da biomassa seca total das plantas e, com o aumento da idade, a proporção entre a biomassa foliar e a de tronco alterou-se, em favor da biomassa de tronco. Em estudo realizado em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, com idade entre um e sete anos, foi observado que, no primeiro ano, o tronco representava 33,4% da biomassa da parte aérea, enquanto as folhas e galhos, 64,2%. Aos sete anos de idade, apenas o tronco contribuiu com 94,8% de toda a matéria seca da parte aérea da planta (BELLOTE, 1979).

A distribuição percentual da área foliar e da biomassa de galhos nos primeiros nove metros de altura nas plantas do clone 1265 é apresentada nas

Figuras 6a e 6b. Aos 16 meses de idade, o percentual cumulativo de área foliar até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura corresponde a 7,8; 17,4; 40,1; 68,2; 90,5 e 99,5%, respectivamente. Aos 22 meses de idade, nas alturas acima mencionadas, as plantas apresentam 0; 0; 3,7; 13,4; 35,2 e 68,5% de área foliar. Aos 29 meses apresentam, apenas, 0,9% até os 9 m e, 0% de área foliar, aos 35 meses de idade (Figura 6a).

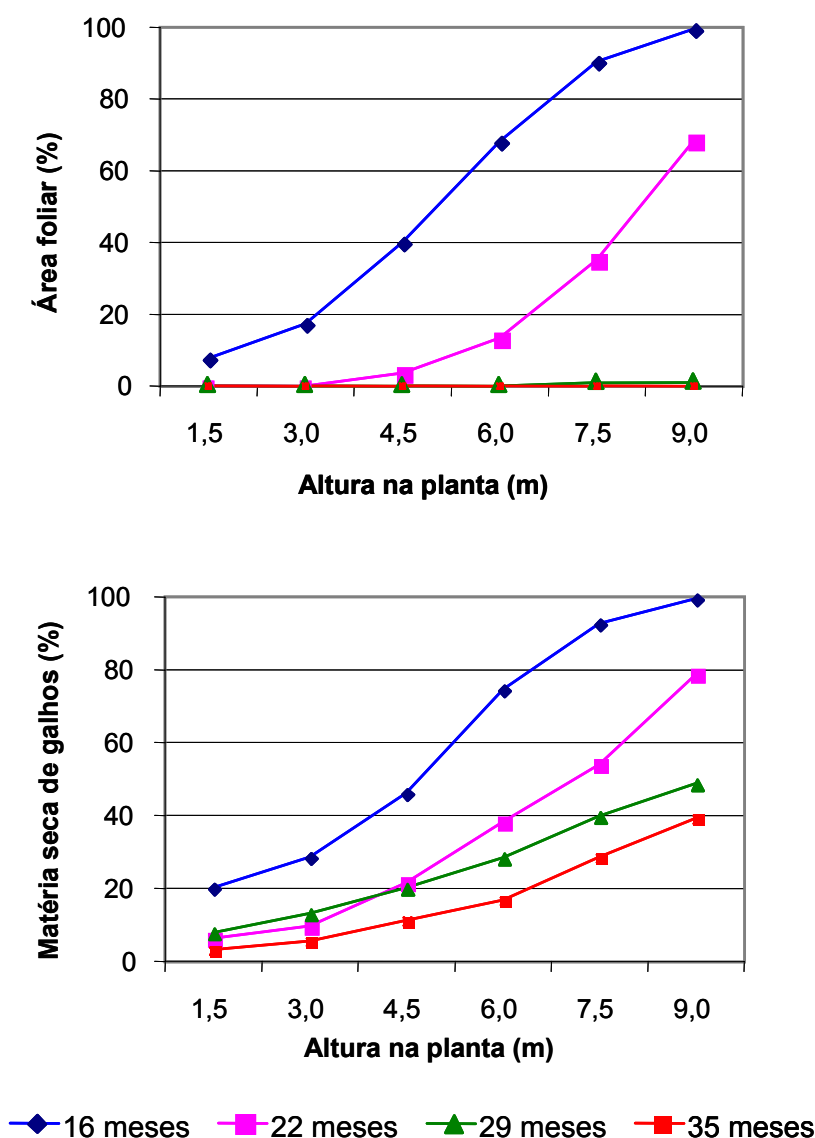


Figura 6 - Distribuição percentual cumulativa de área foliar e matéria seca de galhos, até nove metros de altura, aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

A distribuição percentual de matéria seca de galhos até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura das plantas corresponde a 20,2; 28,7; 46,2; 74,5; 92,7 e 99,4%, aos 16 meses, 6,4; 9,7; 21,5; 38,3; 54,1 e 78,8%, aos 22 meses, 7,9; 13,2; 20,3; 28,5; 39,9 e 48,7%, aos 29 meses e, 3,1; 5,7; 11,3; 16,9; 28,5 e 39,2%, aos 35 meses de idade, respectivamente (Figura 6b).

A distribuição percentual da área foliar e biomassa de galhos está apresentada detalhadamente no Quadro 3, em estratos de 0,5 m de altura, até a altura total das árvores, nas quatro idades de avaliação.

Estes resultados mostram que o clone 1265 apresenta senescência foliar intensa e precoce, antes das plantas completarem 22 meses de idade, em razão de predominância de galhos finos. Por essa razão, a aplicação de desrama deve ser realizada em idades mais jovens para evitar o comprometimento da qualidade da madeira pela presença de grande quantidade de galhos mortos. Segundo ZOBEL & VAN BUIJTENEN (1994), os galhos mortos levam à formação de nós mortos e soltos os quais podem apresentar acúmulo de resinas, modificando a cor e a resistência da madeira.

4.1.2. Clone 1288

Aos 14 meses de idade (Figuras 7, 8 e 9), as plantas do clone 1288 apresentavam copa com o formato tendendo para a forma cônica (Figura 7). Porém, observa-se que entre 2 e 3 m de altura e, aproximadamente, aos 6 m existe uma maior proporção de matéria seca, em razão da presença de galhos grossos vivos e, conseqüentemente, de maior quantidade de folhas neste estrato da planta. Até a altura de 2 m, observa-se presença considerável de biomassa de folhas na parte basal das plantas, indicando não ter ocorrido o completo fechamento do dossel desse povoamento. Porém, analisando-se as Figuras 8 e 9 verifica-se que a senescência foliar já está ocorrendo nesta idade, pois, apesar da biomassa elevada de galhos na base da copa, a biomassa de folhas encontra-se reduzida. Conforme observações de campo, verificou-se que as folhas na base da copa predominavam na ponta dos galhos em razão de redução de radiação no interior da copa. Pode-se observar pelo Quadro 4 que este clone apresentava, até 1,5 m de altura, galhos grossos vivos com diâmetro maior que 2 cm.

Quadro 3 - Área foliar total (m²/planta) e matéria seca de galhos (g/planta) e sua distribuição percentual cumulativa, em estratos de 0,5 m, aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade das plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Altura (m)	Área foliar				Matéria seca de galhos			
	Idade (meses)				Idade (meses)			
	16	22	29	35	16	22	29	35
Total								
	38,22	30,43	21,79	22,74	3486	4060	5539	8240
Distribuição percentual								
0,5	5,0	-	-	-	15,6	3,8	3,5	1,3
1,0	5,0	-	-	-	16,4	4,8	5,4	2,6
1,5	7,8	-	-	-	20,2	6,4	7,9	3,1
2,0	9,5	-	-	-	21,7	7,0	10,1	3,6
2,5	13,9	-	-	-	26,3	8,3	11,8	4,6
3,0	17,4	-	-	-	28,7	9,7	13,2	5,7
3,5	24,1	0,4	-	-	33,3	12,4	15,0	7,5
4,0	31,7	0,9	-	-	39,8	15,4	17,9	9,3
4,5	40,1	3,7	-	-	46,2	21,5	20,3	11,3
5,0	48,5	7,5	-	-	52,6	28,1	23,2	13,2
5,5	60,0	10,3	-	-	62,6	33,2	26,0	15,0
6,0	68,2	13,4	-	-	74,5	38,3	28,5	16,9
6,5	77,4	19,0	-	-	82,2	42,0	31,7	21,0
7,0	86,6	26,9	-	-	89,8	48,6	35,7	25,2
7,5	90,5	35,2	0,9	-	92,7	54,1	39,9	28,5
8,0	95,7	44,9	0,9	-	97,1	60,3	42,5	31,9
8,5	98,1	57,6	0,9	-	98,6	70,5	46,1	35,5
9,0	99,5	68,5	0,9	-	99,4	78,8	48,7	39,2
9,5	100,0	76,8	2,3	-	100,0	85,7	52,6	43,6
10,0		80,9	3,6	-		87,7	56,4	48,0
10,5		87,8	6,0	-		93,7	60,1	50,7
11,0		92,1	11,5	-		96,2	67,2	53,4
11,5		95,4	21,2	-		97,9	73,6	54,6
12,0		97,8	25,8	-		98,8	75,7	55,7
12,5		99,5	33,7	5,0		99,8	78,4	62,0
13,0		100,0	41,2	10,0		100,0	82,0	68,3
13,5			50,4	20,8			85,3	71,4
14,0			60,2	31,6			88,7	74,4
14,5			66,1	38,0			90,8	77,4
15,0			77,0	44,3			94,4	80,4
15,5			82,4	52,4			95,5	83,2
16,0			90,2	60,4			96,6	86,1
16,5			94,5	71,3			98,3	89,3
17,0			97,6	82,3			99,4	92,5
17,5			99,4	88,2			99,8	94,8
18,0			100,0	94,2			100,0	97,1
18,5				97,5				98,8
19,0				100,0				100,0

Quadro 4 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Idade	Estrato da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
		0 - 1		1 - 2		> 2	
		Vivo	Morto	Vivo	Morto	Vivo	Morto
14	0,0-0,5	0,2	2,0	0,6	6,6	2,4	0,0
	0,5-1,0	0,6	3,4	0,8	1,6	0,4	0,0
	1,0-1,5	1,6	1,8	0,6	1,0	0,4	0,0
	1,5-2,0	1,8	2,8	0,0	0,4	0,0	0,0
	2,0-2,5	0,6	4,0	0,0	0,4	0,0	0,0
	2,5-3,0	0,6	3,8	0,6	0,0	0,0	0,0
20	0,0-0,5	0,0	0,0	0,2	4,2	2,5	0,2
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,5	0,2
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,2	3,0	1,3	0,2
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,5	0,0
	2,0-2,5	0,0	0,5	0,0	3,3	1,5	0,0
	2,5-3,0	0,0	0,8	0,2	2,0	1,5	0,0
27	0,0-0,5	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,8	0,3
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	2,8	0,5	0,2
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,8	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,0	3,2	1,3	0,0
	2,5-3,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,5	0,0
33	0,0-0,5	0,0	0,0	0,0	4,8	2,0	0,6
	0,5-1,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,8	0,0
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	3,4	1,6	0,0
	1,5-2,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,0	3,6	2,4	0,0
	2,5-3,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,4	0,0

Aos 20 meses de idade, observa-se, até os 5 m de altura, redução drástica da biomassa de folhas em razão do fechamento do dossel do povoamento (Figura 8). A maior concentração de biomassa ocorreu entre 5 e 10 m de altura representando 67% da biomassa total da copa (Quadro 5). Verifica-se, ainda, a presença de galhos grossos vivos (diâmetro superior a 2 cm) no primeiro metro de altura das árvores (Quadro 4), evidenciado pela manutenção de biomassa nesta porção das plantas (Figura 9). As folhas que ainda estavam presentes, até 1 m de altura, se encontravam praticamente na ponta dos galhos.

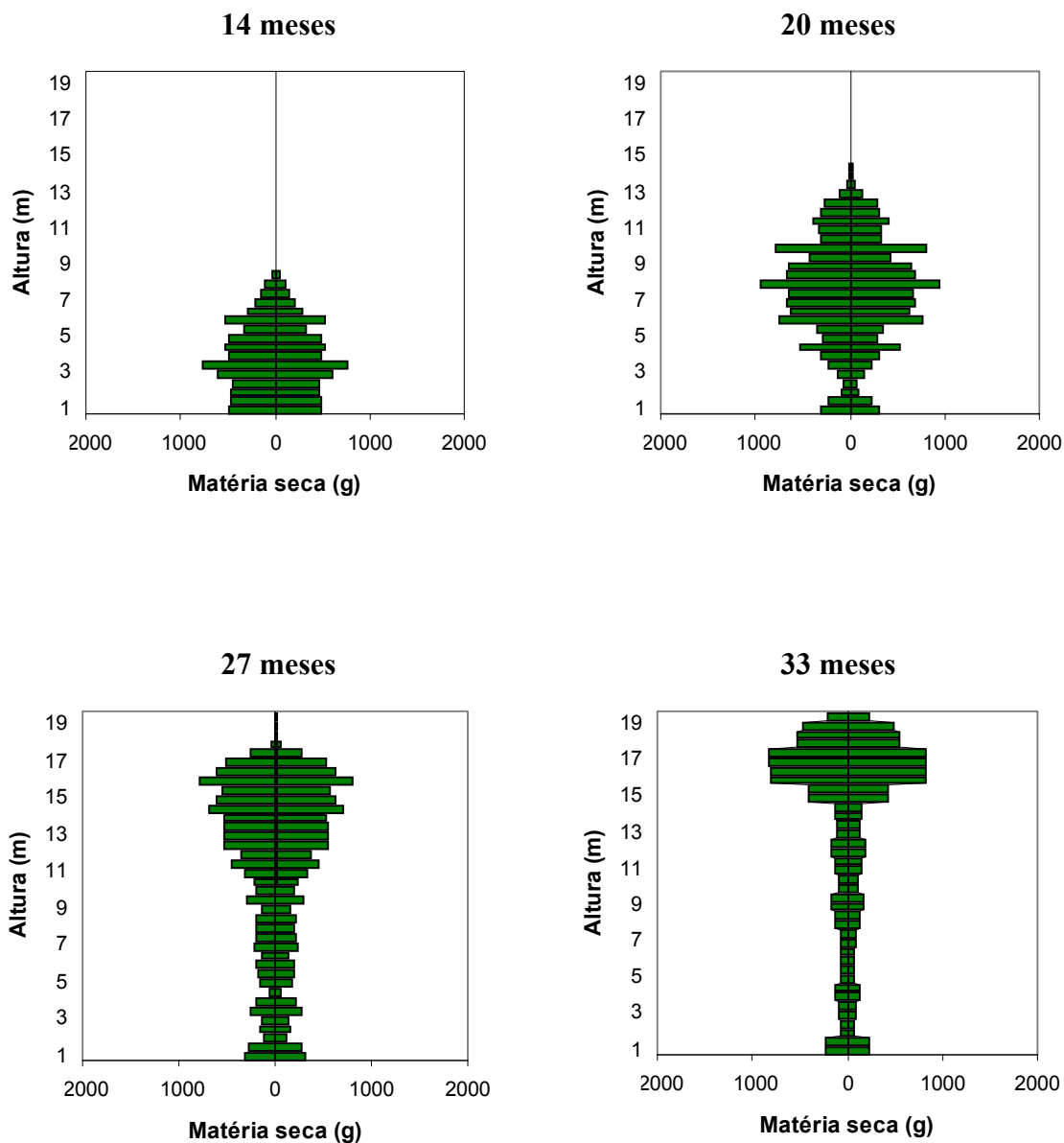


Figura 7 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

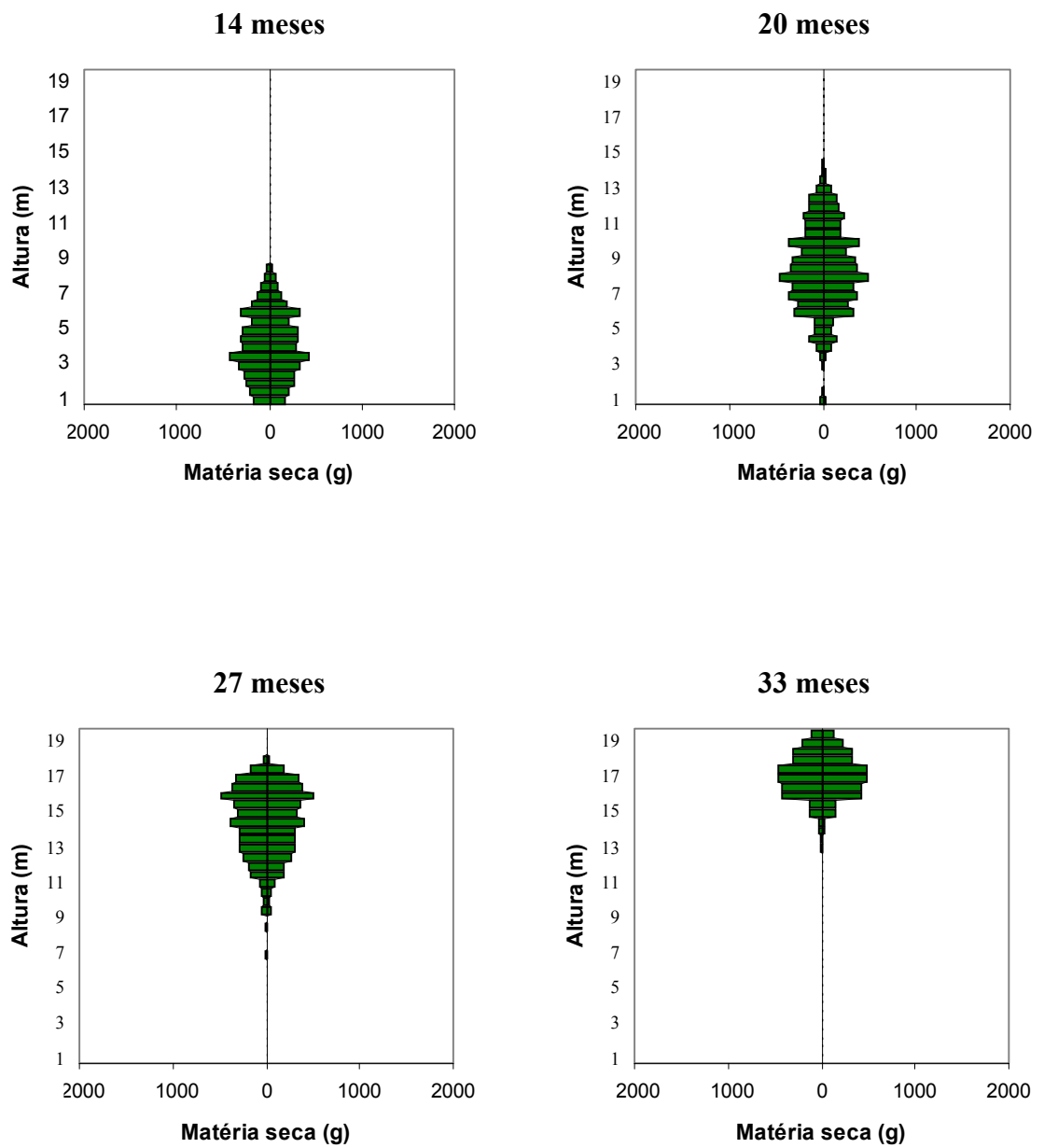


Figura 8 - Matéria seca de folhas aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

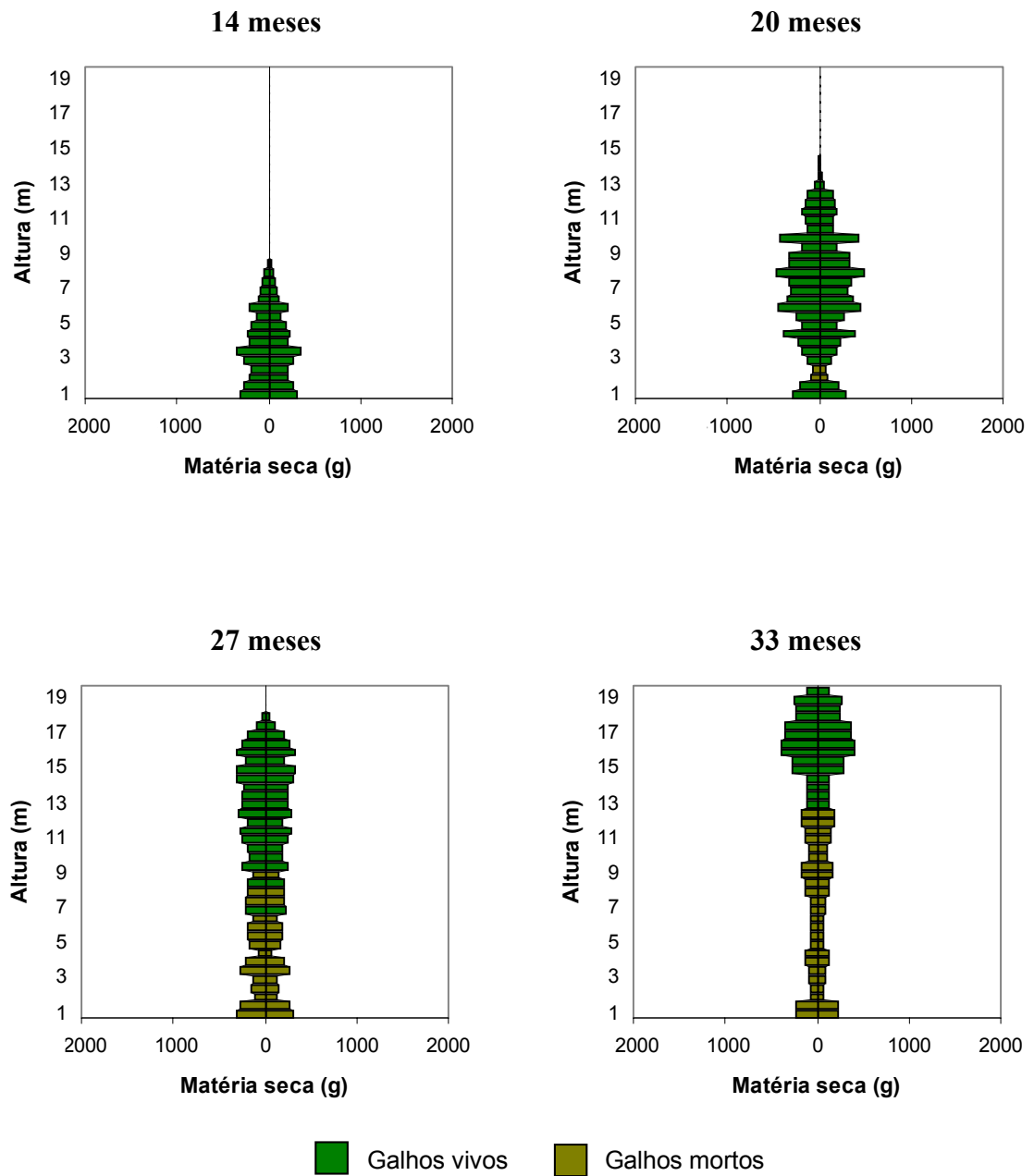


Figura 9 - Matéria seca de galhos vivos e mortos aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Quadro 5 - Área foliar total (m²/planta) e matéria seca de galhos (g/planta) e sua distribuição percentual cumulativa, em estratos de 0,5 m, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Altura (m)	Área foliar				Matéria seca de galhos			
	Idade (meses)				Idade (meses)			
	14	20	27	33	14	20	27	33
Total								
	30,79	40,20	40,36	26,37	2879	6024	7103	6131
Distribuição percentual								
0,5	5,1	0,4	-	-	10,6	4,7	4,4	3,7
1,0	11,0	0,5	-	-	20,1	8,3	8,2	7,5
1,5	18,6	0,5	-	-	27,4	9,9	9,8	8,5
2,0	26,2	0,5	-	-	34,3	11,0	12,0	9,6
2,5	35,8	0,7	-	-	43,8	13,2	13,9	11,0
3,0	48,3	1,3	-	-	55,7	16,4	17,6	12,5
3,5	56,5	2,8	-	-	62,9	20,1	20,5	14,4
4,0	65,3	5,6	-	-	70,7	26,6	21,3	16,4
4,5	73,3	7,4	-	-	77,3	29,7	23,6	17,6
5,0	78,7	9,3	-	-	81,5	33,9	26,2	18,7
5,5	87,3	15,5	-	-	88,8	41,2	28,9	19,9
6,0	92,1	20,9	-	-	92,6	47,1	30,7	21,1
6,5	95,6	29,3	0,2	-	95,6	52,2	33,8	22,3
7,0	97,8	36,7	0,2	-	98,0	57,8	36,6	23,6
7,5	99,4	47,7	0,2	-	99,5	65,7	39,3	25,7
8,0	100,0	55,8	0,4	-	100,0	71,1	42,1	27,8
8,5		63,4	0,4	-		76,4	44,0	30,5
9,0		68,8	1,4	-		79,6	47,6	33,3
9,5		77,4	2,0	-		86,6	50,0	34,8
10,0		81,6	3,0	-		88,8	52,5	36,3
10,5		85,7	4,8	-		91,2	56,0	38,5
11,0		90,6	9,0	-		94,1	59,8	40,8
11,5		94,1	13,5	-		96,7	62,3	43,6
12,0		97,4	19,7	-		98,9	66,3	46,4
12,5		99,1	26,8	0,1		99,7	69,6	48,2
13,0		99,7	33,9	0,2		99,9	73,1	50,0
13,5		99,9	41,1	0,9		99,9	76,3	51,9
14,0		100,0	50,7	1,6		100,0	80,6	53,7
14,5			58,2	6,1			84,9	58,1
15,0			66,9	10,6			87,7	62,5
15,5			78,7	24,3			92,1	69,0
16,0			87,6	38,0			95,7	75,4
16,5			95,4	53,5			98,3	81,1
17,0			99,5	69,0			99,6	86,8
17,5			100,0	79,3			100,0	90,4
18,0				89,6				94,1
18,5				96,6				98,2
19,0				100,0				100,0

As plantas, aos 27 meses de idade, apresentavam, até a altura de 11 m, reduzida biomassa de folhas, devido a intensa abscisão foliar até 6 m de altura (Figura 8). A maior concentração de biomassa de folhas e galhos se encontra entre 11 e 17 m (Figura 7) e os galhos mortos e vivos sem folhas são observados até a altura de 8 m (Figura 9). Observa-se, que até a idade de 27 meses a biomassa de galhos, até 5 m de altura, é praticamente mantida desde a idade de 14 meses, em razão da existência de galhos grossos vivos na base (Quadro 4), o que retarda a sua morte e queda.

Aos 33 meses de idade (Figuras 7, 8 e 9), observa-se que as plantas apresentavam a maior parte da biomassa de folhas e galhos entre 15 e 17 m de altura (Figura 7), sendo que os galhos mortos se estendem até, aproximadamente, 12 m de altura e a maior parte dos galhos grossos está presente acima dos 15 m (Figura 9). Nessa idade, a altura até a base da copa viva das plantas é de 12 m (Figura 8). Observa-se, também, no primeiro metro de altura a presença, ainda, de galhos grossos vivos (Quadro 4).

Analisando-se o comportamento da biomassa de folhas ao longo das idades avaliadas, verifica-se que a redução da área foliar das plantas foi substancial a partir dos 20 meses de idade (Figura 8). A diminuição da proporção de biomassa de copa em relação à biomassa total tem sido observada em outros estudos. LADEIRA et al. (2001) 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. Ou seja, a dinâmica de copa é altamente modificada em função da competição entre as plantas, principalmente por luz.

A distribuição percentual da área foliar e da biomassa de galhos nos primeiros nove metros de altura nas plantas do clone 1288 é apresentada nas Figuras 10a e 10b. O percentual de área foliar até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura corresponde, respectivamente, a 18,6; 48,3; 73,3; 92,1; 99,4 e 100 %, aos 14 meses de idade e, a 0,5; 1,3; 7,4; 20,9; 47,7 e 68,8 %, aos 20 meses de idade. Aos 27 meses de idade, até a altura de 9 m, as plantas apresentavam apenas 1,4 % de área foliar e, aos 33 meses, não apresentavam área foliar até essa altura (Figura 10a).

O percentual de matéria seca de galhos até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura das plantas correspondeu a 27,4; 55,7; 77,3; 92,6; 99,5 e 100 %, aos

14 meses; 9,9; 16,4; 29,7; 47,1; 65,7 e 79,6%, aos 20 meses; 9,8; 17,6; 23,6; 30,7; 39,3 e 47,6%, aos 27 meses e, 8,5; 12,5; 17,6; 21,1; 25,7 e 33,3%, aos 33 meses de idade, respectivamente (Figura 10b). Verifica-se pequena variação na distribuição percentual de galhos na base da copa, entre 20 e 33 meses de idade, em razão da presença de alguns galhos grossos que permaneceram vivos por um período mais longo (Quadro 5), com um número muito reduzido de folhas ou mesmo totalmente sem folhas.

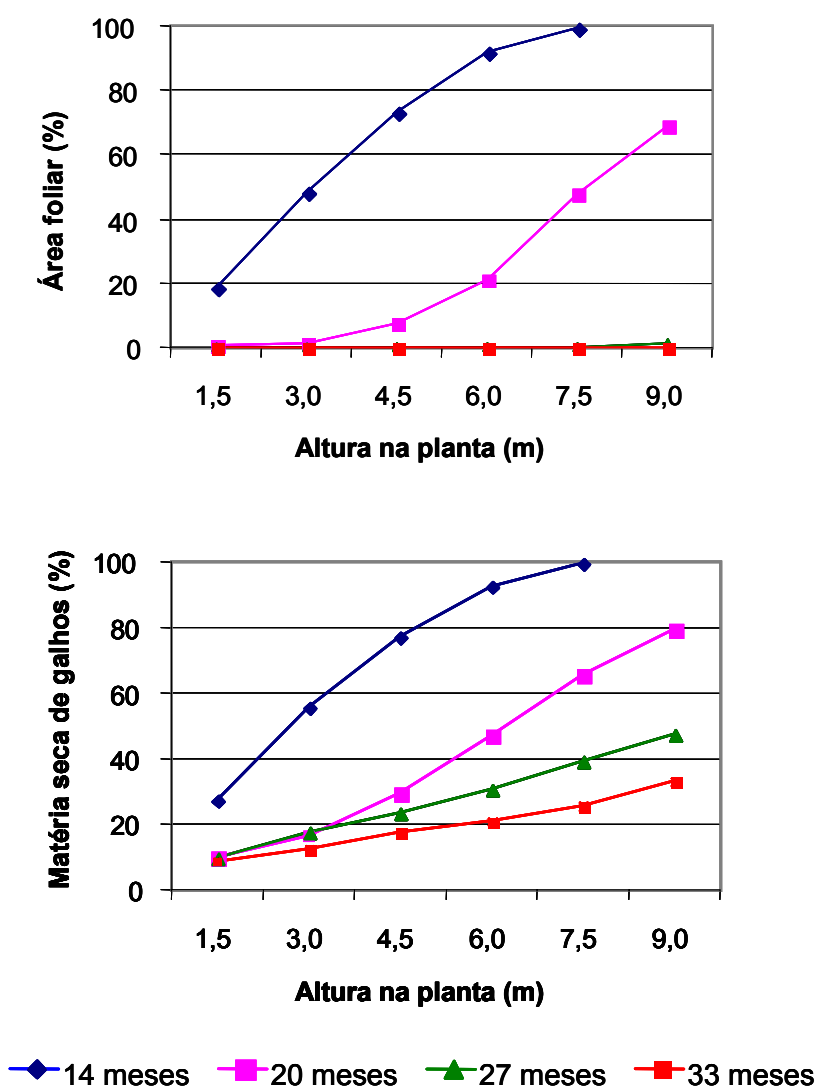


Figura 10 - Distribuição percentual cumulativa de área foliar e matéria seca de galhos, até nove metros de altura, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Essa distribuição percentual da área foliar e da biomassa de galhos está apresentada detalhadamente no Quadro 5, em estratos de 0,5 m de altura, até a altura total das árvores, nas quatro idades em que foram realizadas as avaliações.

O clone 1288, em comparação com o clone 1265, apresenta, aos 14 meses de idade, maior proporção de área foliar e de matéria seca de galhos até os 3,0 m de altura das plantas, em razão, principalmente, da arquitetura de copa que tende para uma forma cônica e pelo maior número de galhos grossos na base da copa. Este clone apresenta, até 3,0 m de altura, menor número de galhos finos que o clone 1265 (Quadros 2 e 4). Ou seja, a aplicação de técnicas silviculturais como desrama e desbaste e, a escolha de espaçamento para implantação destes clones, devem ser específicas para cada material genético, em razão dessas diferenças em arquitetura de copa.

4.1.3. Clone 1270

A proporção de alocação de matéria seca de folhas e galhos, em diferentes estratos das árvores do clone 1270, também variou em função da idade. Verificou-se, aos 14 meses de idade (Figuras 11, 12 e 13), que as plantas apresentavam biomassa de copa muito elevada entre 2,5 e 4,0 m de altura, em razão da presença de grande quantidade de galhos vivos grossos e longos nessa porção da copa da planta. Apresentavam, ainda, até 0,5 m de altura, uma quantia expressiva de biomassa, especialmente, de galhos (Figura 13), em razão da maior proporção de galhos de tamanho médio e grossos em relação ao número de galhos finos (Quadro 6). A biomassa de folhas até 2 m de altura já se encontrava consideravelmente reduzida, indicando o início do fechamento de dossel do povoamento (Figura 12).

Aos 20 meses de idade, observa-se que a maior concentração de biomassa está localizada entre 7 e 9 m de altura (Figura 11) e que, até 4 m de altura, praticamente não há biomassa de folhas (Figura 12). Porém, as plantas mantêm, até 0,5 m de altura, praticamente a mesma biomassa de galhos observada aos 14 meses, indicando a localização de galhos grossos vivos (Quadro 6) que se mantêm vivos por período mais longo, apenas com algumas folhas nas pontas dos galhos (Figura 13), conforme já discutido.

Quadro 6 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Idade	Estrato da Planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
		0 - 1		1 - 2		> 2	
		Vivo	Morto	Vivo	Morto	Vivo	Morto
14	0,0-0,5	0,0	2,3	0,3	10,5	2,3	0,0
	0,5-1,0	0,8	2,5	0,3	7,8	1,5	0,0
	1,0-1,5	1,8	2,3	0,0	5,8	1,0	0,0
	1,5-2,0	2,3	2,5	0,0	1,3	0,5	0,0
	2,0-2,5	2,8	3,5	0,5	0,8	0,0	0,0
	2,5-3,0	2,3	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0
20	0,0-0,5	0,0	0,2	0,2	12,0	1,5	0,0
	0,5-1,0	0,0	0,2	0,3	10,3	1,0	0,0
	1,0-1,5	0,0	0,0	0,0	8,0	1,2	0,0
	1,5-2,0	0,0	0,2	0,3	5,7	1,3	0,0
	2,0-2,5	0,0	0,0	0,8	5,3	1,3	0,0
	2,5-3,0	0,0	0,3	0,7	6,0	0,3	0,0
27	0,0-0,5	0,3	0,3	8,7	1,7	0,8	0,1
	0,5-1,0	0,3	0,3	8,3	1,3	0,7	0,1
	1,0-1,5	0,0	0,0	5,3	1,0	0,9	0,0
	1,5-2,0	0,0	0,3	2,3	4,7	0,8	0,0
	2,0-2,5	0,3	1,0	2,7	2,7	0,8	0,1
	2,5-3,0	0,0	0,7	4,0	1,0	0,0	0,0
33	0,0-0,5	0,0	0,0	4,2	2,0	0,8	0,0
	0,5-1,0	0,0	0,1	5,1	1,2	0,6	0,0
	1,0-1,5	0,0	0,0	4,1	1,0	0,7	0,1
	1,5-2,0	0,0	0,2	1,4	4,8	0,5	0,2
	2,0-2,5	0,0	0,5	1,3	2,3	0,3	0,4
	2,5-3,0	0,0	0,3	2,1	1,1	0,0	0,0

Aos 27 meses de idade, as plantas do clone 1270 apresentaram alteração na distribuição da biomassa como resultado de perda intensa de folhas, ocasionada por um distúrbio fisiológico, ocorrido entre 23 e 25 meses de idade, em povoamentos estabelecidos com esse clone na região. Observa-se uma redução do incremento em altura das plantas entre as idades de 20 e 27 meses (Figuras 11 e 11). Houve, ainda, aumento da biomassa até os 4 m de altura (Figura 11), provavelmente, pela formação de galhos, principalmente, de galhos com diâmetro maior que 1 cm (Quadro 6), devido à ativação de gemas epicórmicas que estavam dormentes, em resposta ao desbalanço hormonal

ocasionado pelo distúrbio ocorrido nas plantas. A emissão de novas brotações ocorreu tanto ao longo do tronco principal quanto ao longo dos galhos grossos que permaneceram vivos durante o período de estresse da planta. As plantas apresentam reduzida quantidade de matéria seca de folhas (Figura 12) uma vez que, em sua maioria, eram constituídas de folhas em crescimento, com elevado teor de água. Houve, uma grande concentração de biomassa entre 5 e 7 m de altura (Figura 11), em razão da presença de galhos grossos nessa porção da planta (Figura 13).

Aos 33 meses de idade, as plantas apresentavam uma visível recuperação da biomassa das folhas que entraram em abscisão, promovida pelo distúrbio, ocorrido antes de 27 meses de idade, conforme evidenciado na Figura 12. No entanto, parece, ainda, não ter havido a recuperação integral do padrão de partição de biomassa, uma vez que o crescimento novo localiza-se acima dos 13 m de altura. Verifica-se que as plantas apresentam reduzida quantidade de biomassa de folhas até os 10 m de altura e, uma maior proporção de biomassa de galhos entre os estratos de 0 a 1, 4 a 5, 9 a 10 e 13 a 14 m de altura (Figura 13).

A caracterização da distribuição percentual da área foliar e da biomassa de galhos nos primeiros nove metros de altura para as plantas do clone 1270 é apresentada nas Figuras 14a e 14b. Aos 14 meses de idade, o percentual de área foliar até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 m de altura correspondeu a 8,6; 32,7; 72,8; 94,5 e 100%, respectivamente. Até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura as plantas apresentaram 1,2; 2,4; 7,3; 29,3; 62,5 e 86% de área foliar total, aos 20 meses; 1,3; 4,2; 6,7; 9,4; 38,9 e 53,7%, aos 27 meses e, 0,8; 1,5; 2,8; 4,6; 5,7 e 9,8%, aos 33 meses de idade (Figura 14a).

A distribuição percentual de matéria seca de galhos até 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 m de altura das plantas correspondeu a 16,8; 46,0; 78,8; 95,6 e 100%, aos 14 meses, 10,8; 17,3; 31,2; 49,2; 73,8 e 90,8%, aos 20 meses, 10; 22,9; 40,9; 54,1; 84,1 e 92,9%, aos 27 meses e, 9,6; 13,7; 22,7; 30,9; 37,7 e 48,8%, aos 33 meses de idade, respectivamente (Figura 14b).

A distribuição percentual da área foliar e biomassa de galhos está apresentada no Quadro 7, em estratos de 0,5 m de altura, até a altura total das árvores, nas quatro idades de avaliação.

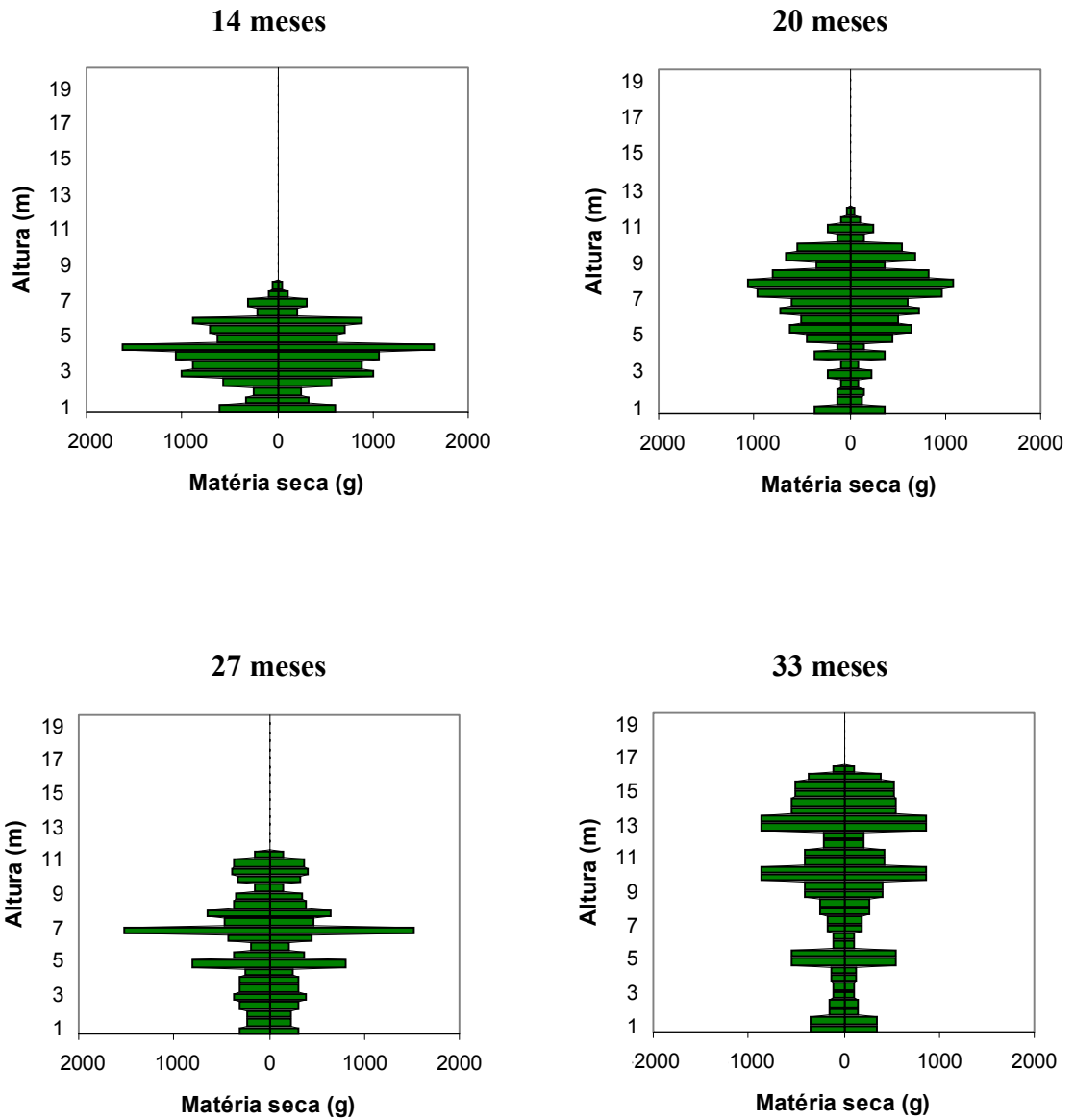


Figura 11 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5m, no Município de Alcobaça, Bahia.

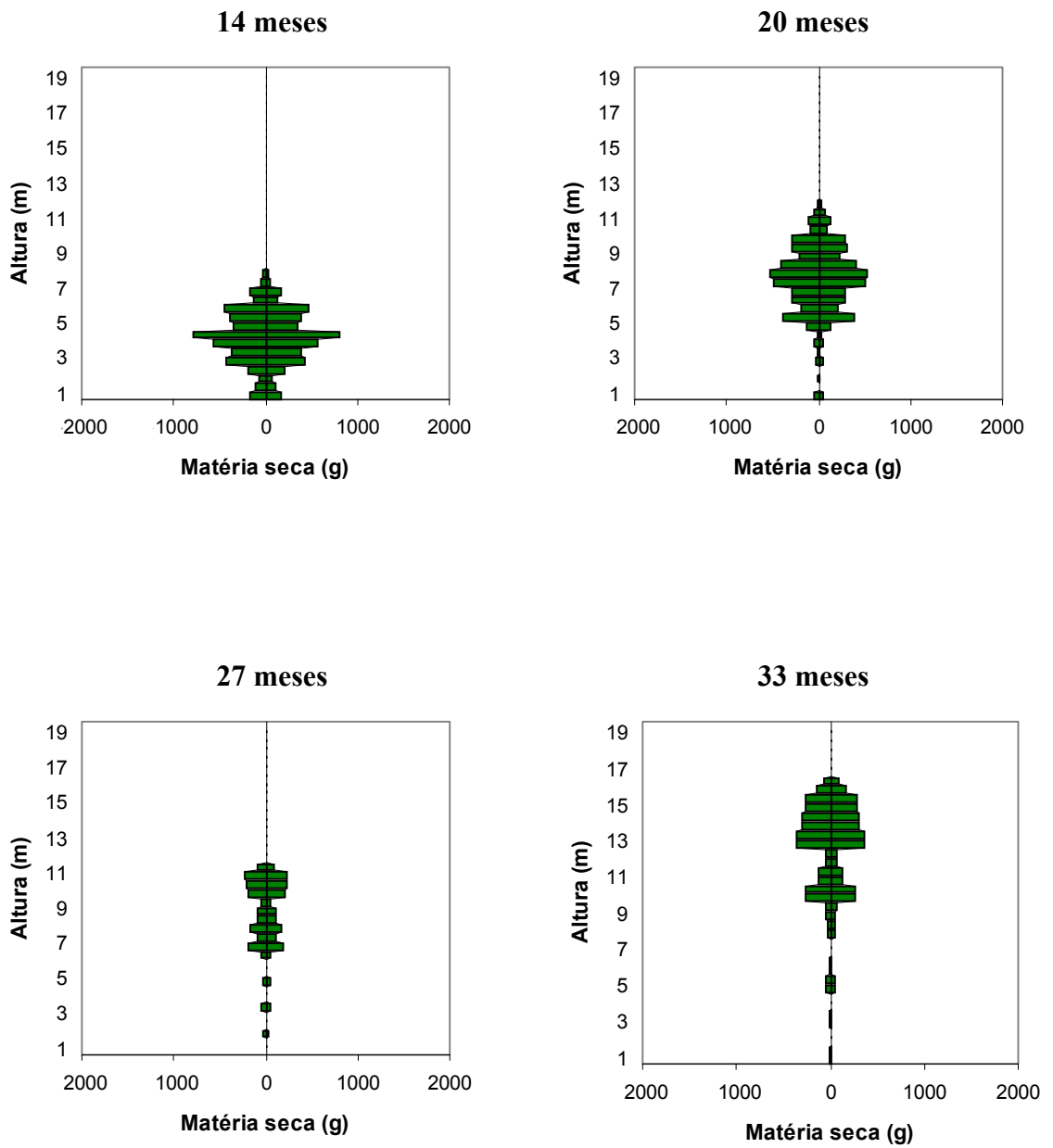


Figura 12 - Matéria seca de folhas aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

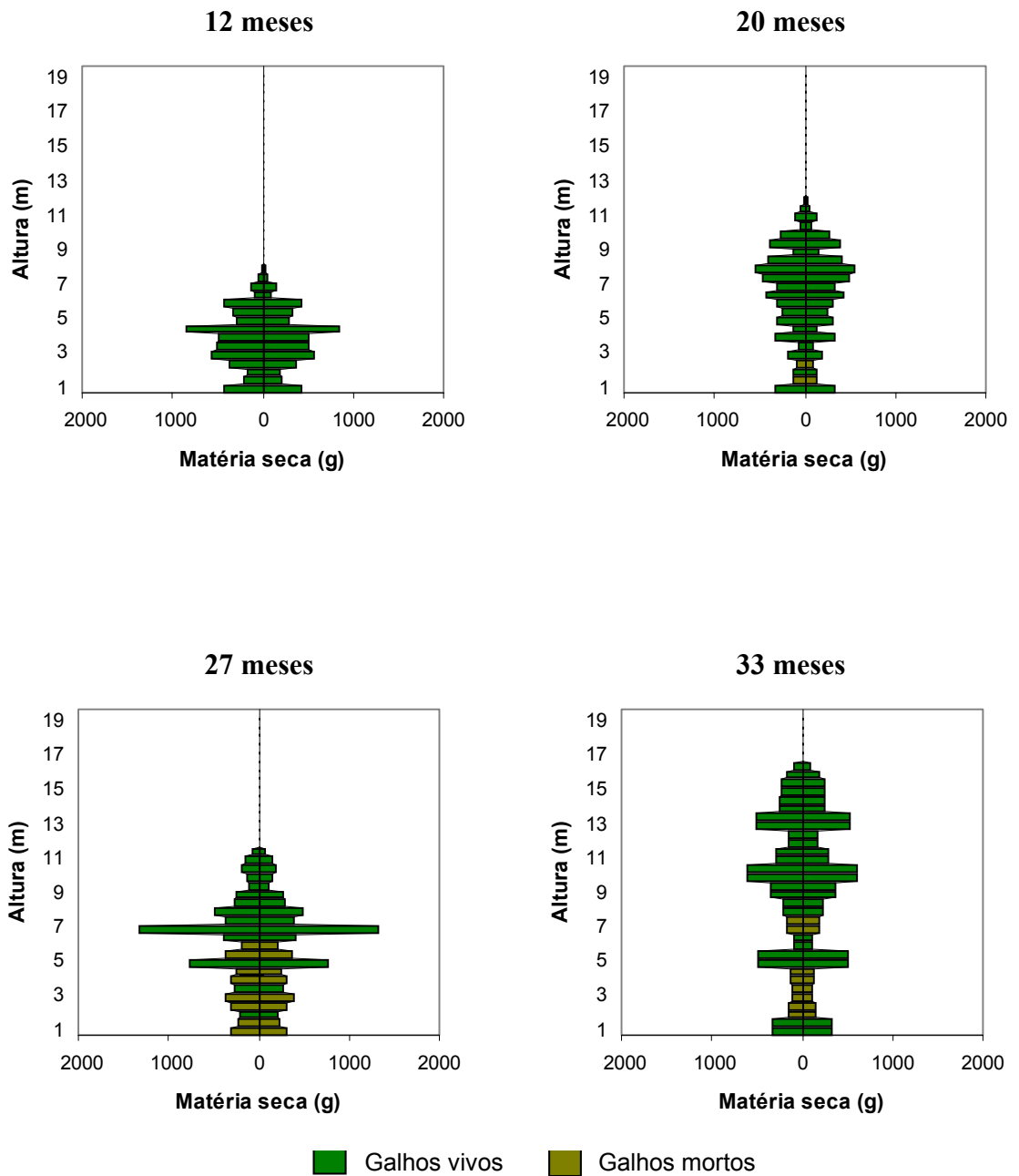
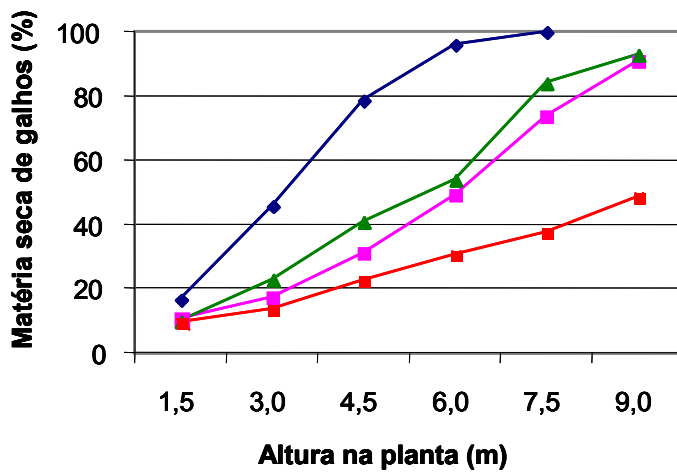
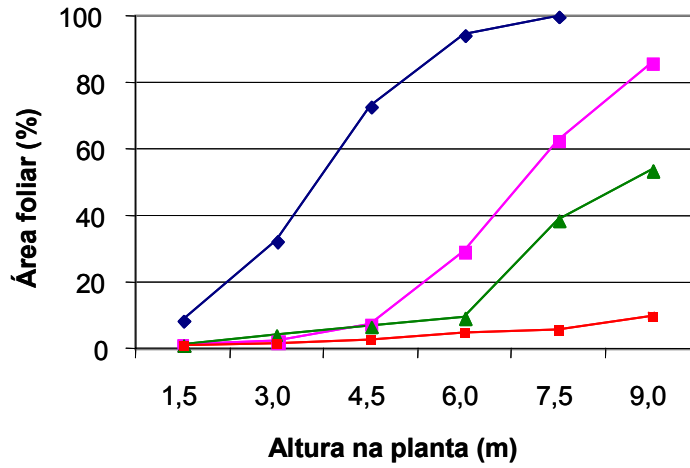


Figura 13 - Matéria seca de galhos vivos e mortos aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.



◆ 14 meses ■ 20 meses ▲ 27 meses ■ 33 meses

Figura 14 - Distribuição percentual cumulativa de área foliar e matéria seca de galhos, até nove metros de altura, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Quadro 7 - Área foliar total (m²/planta) e matéria seca de galhos (g/planta) e sua distribuição percentual cumulativa, em estratos de 0,5 m, aos 14, 20, 27 e 33 meses de idade das plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5m, no Município de Alcobaça, Bahia

Altura (m)	Área foliar				Matéria seca de galhos			
	Idade (meses)				Idade (meses)			
	14	20	27	33	14	20	27	33
Total								
	41,39	38,74	17,16	22,22	4939	5431	7263	8426
Distribuição percentual								
0,5	4,3	1,0	-	0,4	8,7	6,1	4,2	3,9
1,0	6,8	1,0	-	0,8	13,1	8,4	7,3	7,9
1,5	8,6	1,2	1,3	0,8	16,8	10,8	10,0	9,6
2,0	13,4	1,2	1,3	0,8	24,0	12,4	14,2	11,3
2,5	23,6	2,2	1,3	1,1	35,6	15,8	19,3	12,5
3,0	32,7	2,4	4,2	1,5	46,0	17,3	22,9	13,7
3,5	46,1	3,5	4,2	1,5	56,0	23,3	27,1	15,3
4,0	65,1	3,9	4,2	1,5	72,9	25,5	30,4	16,8
4,5	72,8	7,3	6,7	2,8	78,8	31,2	40,9	22,7
5,0	81,5	17,0	6,7	4,1	85,4	35,7	46,0	28,6
5,5	91,7	22,0	6,7	4,4	94,1	41,3	48,6	29,8
6,0	94,5	29,3	9,4	4,6	95,9	49,2	54,1	30,9
6,5	98,3	36,6	21,8	4,6	98,7	55,0	72,3	33,0
7,0	99,5	49,2	28,0	4,6	99,6	63,7	77,5	35,1
7,5	100,0	62,5	38,9	5,7	100,0	73,8	84,1	37,7
8,0		72,9	45,1	6,7		81,3	87,9	40,3
8,5		78,5	51,1	8,3		83,8	91,4	44,6
9,0		86,0	53,7	9,8		90,8	92,9	48,8
9,5		93,1	66,1	17,8		95,8	94,8	55,9
10,0		95,3	80,1	25,7		96,7	97,2	63,1
10,5		100,0	94,5	29,6		100,0	99,2	66,5
11,0			100,0	33,5			100,0	69,9
11,5				35,0				71,7
12,0				36,5				73,6
12,5				47,4				79,6
13,0				58,3				85,7
13,5				67,4				88,6
14,0				76,5				91,5
14,5				84,8				94,2
15,0				93,2				97,0
15,5				97,5				99,1
16,0				100,0				100,0

Aos 14 meses de idade este clone apresenta aproximadamente 40% da biomassa de folhas até 50% de altura da copa viva, sendo este valor similar ao observado para o clone 1265, aos 16 meses de idade. Estes dois clones, porém, diferenciam-se quanto à altura em que se concentra a maior proporção de folhas, sendo que no clone 1270 ocorre entre 2,5 e 4,0 m e para o clone 1265 entre 4,0 e 7,0 m. O clone 1288 apresenta, aos 14 meses de idade, 65,3% de sua área foliar localizada até a altura de 4,0 m, o que corresponde a 50% da altura da copa viva da planta. Ou seja, este clone apresenta maior proporção de folhas na base da árvore em comparação com os demais clones. O clone 1270 apresentou, ainda, aos 14 meses de idade, até 3,0 m de altura, maior proporção de área foliar e de matéria seca de galhos em comparação com o clone 1265 e menor em comparação ao 1288. Apresenta, também, até 3,0 m de altura, maior número de galhos grossos em relação aos clones 1265 e 1288.

A presença de galhos grossos interfere no crescimento, competindo em relação à distribuição de assimilados. O clone estudado por PULROLNIK (2002) foi caracterizado pela ocorrência de galhos basais de elevado diâmetro, constituindo fortes drenos de assimilados e concorrendo por demanda de reservas com o fuste da árvore. Esta autora recomenda a remoção destes galhos o mais cedo possível para favorecer o crescimento do tronco das árvores e aumentar a quantidade de madeira limpa.

4.2. Projeção de copa

Para os três clones estudados, observa-se aumento da projeção da copa da primeira para a segunda época de avaliação (Figura 15). Esta expansão da copa das árvores no povoamento é justificada por, ainda, não estar ocorrendo competição da parte aérea por espaço entre as plantas no povoamento, em razão de, ainda, não ter ocorrido o fechamento do dossel. Entretanto, da segunda para a terceira época de avaliação da projeção de copa, verifica-se que houve redução da projeção da copa, igualmente, para os três clones. De acordo com estes resultados, é possível definir claramente que o momento de fechamento do dossel dos povoamentos estudados ocorreu, aproximadamente, aos 20 meses de idade. Com o fechamento do dossel houve redução de área

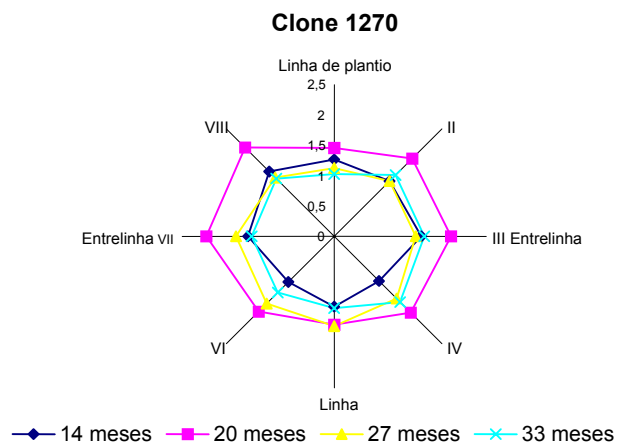
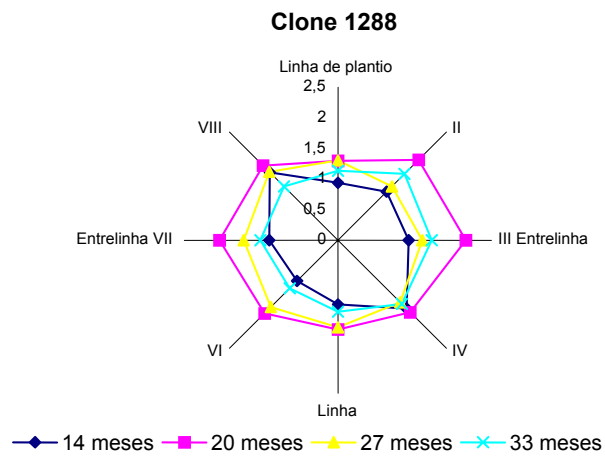
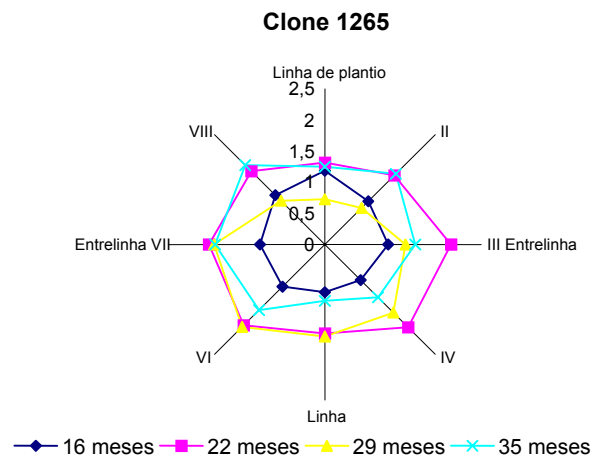


Figura 15 - Projeção da copa (m), a partir de oito posições ortogonais do raio da copa de plantas dos clones 1265, 1288 e 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

foliar e elevação da base da copa das plantas, em razão do sombreamento ocasionado pelo fechamento do dossel, acentuando-se a senescência de folhas e a desrama natural na copa. Na quarta e última época de avaliação da projeção de copa, aos 33 meses de idade, para os clones 1288 e 1270, e, aos 35 meses, para o clone 1265, observou-se que as plantas apresentavam tendência de manutenção da projeção de copa em relação à mensuração anterior.

O espaçamento de plantio (4,0 x 1,5 m) afetou a arquitetura de copa, em razão de maior interação entre copas no sentido da linha de plantio das árvores do povoamento (menor espaçamento). Nota-se que, na linha de plantio, houve um estreitamento da copa devido ao menor espaçamento e competição entre as plantas. No entanto, na entrelinha, observa-se um maior comprimento de copa, em razão do maior espaçamento e disponibilidade de luz. Inclusive, foi observado, para o clone 1265, mudança na direção dos galhos produzidos na linha, tendo ocorrido torção de até 90° em direção à entrelinha, que apresentava distância maior entre plantas. Da mesma forma, BERNARDO (1995) observou modificações na arquitetura de copa de plantas de *E. urophylla*, *E. pellita* e *E. camaldulensis*, aos 41 meses de idade, sendo estas modificações observadas no espaçamento 3,0 x 1,5 m, com a redução da projeção de copa no sentido da linha de plantio.

4.3. Caracterização da manta orgânica

Observa-se, no Quadro 8, que o maior acúmulo de manta orgânica nos povoamentos estudados ocorre em torno de 20 meses de idade, o que coincide com o final do período chuvoso nessa região, bem como com o fechamento do dossel dos povoamentos. Segundo REIS e BARROS (1990), a queda de "litter" ocorre, predominantemente, nos períodos de temperatura e precipitação mais elevadas. Os três clones, porém, apresentam padrões diferenciados em relação ao acúmulo de manta orgânica. Verifica-se que o clone 1265, aos 16 meses de idade, apresentava apenas 2,6 t/ha de manta orgânica acumulada, tendo aumentado para 6,6 t/ha nos seis meses subsequentes. Conforme discutido anteriormente, este clone apresenta galhos finos e curtos na base e galhos mais longos e grossos acima de 5 m de altura. O decréscimo no

acúmulo de manta orgânica para o clone 1265 pode ser decorrente de taxa elevada de decomposição. O clone 1288 já apresentava o acúmulo de 8,0 t/ha, aos 14 meses. Este clone apresenta galhos longos na base com elevada densidade foliar. Com o início do fechamento do dossel, grande quantidade de folhas caem ao solo aumentando o acúmulo de manta orgânica. O povoamento do clone 1270, em virtude da intensa desfolha ocorrida entre 23 e 25 meses de idade, apresentou uma maior taxa de acúmulo de manta orgânica até 20 meses de idade, tendo ocorrido aumento na taxa de deposição de folhas e galhos até 33 meses, principalmente, em razão do aumento na senescência foliar. Verificou-se que o povoamento do clone 1265 foi o que apresentou menor acúmulo de manta orgânica tanto de folhas quanto de galhos. Isto reflete a característica do clone de apresentar grande proporção de galhos finos e copa menos densa.

Independentemente do clone e da idade de avaliação dos povoamentos, verifica-se que a maior parte da manta orgânica é constituída pelas folhas. Estes resultados estão de acordo com REIS e BARROS (1990), que relatam que as folhas constituem a maior proporção da biomassa que cai ao solo. Ainda, segundo estes autores, esta proporção cresce com a idade, até um certo ponto, e depois diminui devido ao aumento na queda de galhos e casca.

Quadro 8 - Matéria seca de folhas e galhos presentes na manta orgânica, nas quatro idades avaliadas, nos povoamentos dos clones 1265, 1288 e 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Clone	Idade (meses)	Matéria Seca (t/ha)		
		Folha	Galho	Total
1265	16	2,348	0,274	2,622
	22	5,282	1,349	6,631
	29	3,286	0,504	3,790
	35	1,970	0,407	2,377
1288	14	7,079	0,970	8,050
	20	7,165	2,511	9,676
	27	6,528	1,476	8,004
	33	5,713	2,504	8,217
1270	14	3,325	0,190	3,515
	20	5,764	3,320	9,084
	27	7,559	1,867	9,426
	33	8,160	3,323	11,483

CONTRERAS MARQUEZ (1997) observou, aos sete anos de idade, em povoamentos de *E. camaldulensis* e *E. pellita*, que a manta orgânica produzida por árvore apresentou tendência decrescente com a redução da área útil disponível por planta. Verificou, ainda, que a quantidade de manta orgânica por hectare variou com o espaçamento, entretanto, não observou diferença entre as duas espécie estudadas, tendo sido os valores médios de 12,97 e 12,64 t/ha para *E. camaldulensis* e *E. pellita*, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

- Os clones estudados apresentaram diferenças em arquitetura de copa. Até 3 m de altura das plantas, aos 16 (clone 1265) e 14 (clones 1288 e 1270) meses de idade, estes clones apresentaram 17,4; 48,3 e 32,7% de área foliar total, respectivamente. Até 6 m de altura das plantas, aos 22 (clone 1265) e 20 (clones 1288 e 1270) meses de idade, essa proporção foi de 13,4; 20,9 e 29,3%, respectivamente. O clone 1288 apresentou, aos 14 meses de idade, maior proporção de área foliar na base da copa em comparação com os demais clones estudados. Desta forma, a adoção de técnicas silviculturais, especialmente, a desrama artificial, em idades jovens, pode comprometer o crescimento das plantas e a produtividade das florestas;

- A projeção de copa das plantas indicou que até 22 meses de idade já havia ocorrido o fechamento de dossel para os três clones estudados, indicando que a primeira intervenção de desrama artificial deve ser realizada antes desta idade para estes clones, evitando-se formação de grande quantidade de galhos mortos;

- Em razão das diferenças em arquitetura de copa, especialmente, no que se refere à alocação de folhas ao longo da copa das plantas dos clones estudados, há necessidade do estabelecimento de programas de desrama artificial para cada clone.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO DE CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* COM DIFERENTES ARQUITETURAS DE COPA SUBMETIDOS Á DESRAMA ARTIFICIAL, NO EXTREMO SUL DA BAHIA

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, alguns materiais genéticos de *Eucalyptus* utilizados, principalmente na produção de carvão vegetal e de celulose, começam a se destacar como produtores de madeira de qualidade para o setor de produtos sólidos. REZENDE et al. (2002) destacam que a madeira de eucalipto é, no momento, uma alternativa viável pelo menos para substituição parcial das madeiras serradas provenientes das florestas nativas.

Diante de um mercado exigente e de uma elevada demanda por produtos sólidos de madeira, é crescente a busca pelo uso múltiplo das florestas plantadas, agregando maior valor ao produto final. A melhoria da qualidade da madeira de eucalipto para serraria depende, principalmente, da seleção de materiais genéticos e de manejo adequado dos povoamentos, com destaque especial para a adoção de desrama artificial e desbaste. A desrama artificial, quando conduzida adequadamente, promove melhoria substancial das

propriedades físicas e mecânicas da madeira, podendo, por exemplo, reduzir a conicidade de toras, o número e o tamanho de fendas, as bolsas de resina e o encurvamento de tábuas, principalmente, pela redução do número e tamanho de nós vivos e mortos (PIRES, 2000; PULROLNIK, 2002). No entanto, como a adoção da desrama artificial implica na remoção de área foliar, o que pode influenciar o crescimento das árvores (PIRES, 2000), a prescrição desta técnica silvicultural demanda conhecimento acerca da influência sobre a produção de madeira.

Nesse contexto, uma preocupação dos manejadores é com a adequação da intensidade e frequência da desrama artificial e idade da planta em que deve ocorrer essa intervenção, de maneira a maximizar a qualidade de madeira para serraria, com o mínimo de comprometimento do crescimento das plantas e, a custos reduzidos. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência de diferentes níveis de desrama artificial no crescimento e produção de madeira limpa de plantas de três clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com diferenças em arquitetura de copa, implantados no Município de Alcobaça, no extremo Sul da Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A desrama artificial é uma técnica silvicultural de grande importância no manejo de povoamentos florestais para produção de madeira serrada. Consiste na retirada dos galhos, vivos e mortos, rente ao tronco da árvore até uma altura pré-determinada, fazendo com que os nós fiquem restritos ao interior de um cilindro central do fuste, de pequeno diâmetro (PINKARD et al., 1998; VALE, 2000), possibilitando a obtenção de maior quantidade de madeira livre de nós, de elevada qualidade, a redução da conicidade de toras e, a redução de fendas, bolsas de resina e encurvamento de tábuas (PIRES, 2000). Segundo SCHILLING et al. (1998), a desrama artificial, quando bem conduzida, evita a formação de nós mortos, reduz o diâmetro do núcleo nodoso e possibilita a obtenção de um fuste mais cilíndrico. Pode, também, diminuir riscos de incêndio, além de facilitar outras operações silviculturais dentro dos povoamentos (EVANS, 1992).

Vários trabalhos desenvolvidos sobre desrama artificial têm enfatizado, principalmente, os efeitos de diferentes níveis de desrama sobre o crescimento das árvores, objetivando identificar um nível ótimo de aplicação da técnica. Em geral, faz-se a remoção de galhos em bases percentuais, em função da altura da copa viva da árvore (LUCKHOFF, 1967; STOHR et al., 1982; MAJID & PAUDYAL, 1992; PINKARD & BEADLE, 1998a, b, c; PIRES, 2000; REIS et al., 2001) ou a remoção de galhos a diferentes alturas, consideradas a partir

do nível do solo (BREDENKAMP et al., 1980; SCHILLING et al., 1997; SCHNEIDER et al., 1999; VALE, 2000; PULROLNIK, 2002).

A determinação do momento de se proceder à intervenção de desrama em povoamentos florestais, visando obtenção de madeira de qualidade, envolve a análise de vários fatores. Segundo SCHNEIDER et al. (1999), nos programas de desrama artificial, o maior interesse é a produção de uma maior camada externa de madeira livre de nós, ou seja, manutenção de um tamanho mínimo de núcleo nodoso, o que é obtido controlando-se a intensidade da desrama e a idade em que essa operação se inicia. Esses autores recomendam que seja observado o diâmetro do fuste da planta, por ocasião da aplicação da desrama, para se obter um reduzido diâmetro de núcleo nodoso, ou seja, as plantas não devem apresentar diâmetro muito elevado para beneficiar-se da desrama, maximizando a produção de madeira limpa.

Para PINKARD & BEADLE (1998a) e PIRES (2000), a prescrição da desrama deve considerar um balanço entre o máximo de ganho em qualidade da madeira com reduzido impacto negativo no crescimento das plantas, ou seja, deve-se identificar uma ocasião em que haja um mínimo de comprometimento do crescimento da planta. Para isto, há necessidade de se analisar a estrutura da copa das plantas para avaliar a proporção de área foliar removida em substituição aos critérios de proporção da copa viva com base na altura da planta ou da copa viva e diâmetro de tronco das árvores.

A idade de aplicação da desrama, os níveis de desrama, a qualidade de sítio dos diferentes povoamentos utilizados nos estudos sobre desrama artificial e a idade de avaliação do crescimento após a desrama, dentre outros, são bastante variáveis, o que dificulta a comparação de resultados. TUOMELA et al. (1996), estudando o efeito da desrama artificial, com remoção de todos os galhos até a altura de 2 m, aplicada aos oito meses de idade em plantas de *Acacia mangium*, verificaram redução de 30% no crescimento volumétrico das plantas desramadas e, concluíram que a desrama artificial realizada aos oito meses de idade não deveria ser recomendada para esta espécie. Segundo SCHNEIDER et al. (1999), o inconveniente na aplicação precoce da desrama seria a necessidade de maior freqüência de interferências, até se atingir o comprimento desejado da tora.

PIRES (2000) verificou influência negativa da desrama artificial sobre o crescimento em altura, diâmetro e volume das plantas de *Eucalyptus grandis*. Este autor observou, aos 92 meses de idade, redução de 17,71 e 45,16% no volume das plantas que receberam, respectivamente, aplicação de desrama de 50 e 75% da altura da copa viva aos 11 meses de idade. VALE (2000) avaliou o efeito da remoção de galhos até 2,0; 4,0 e 6,0 m de altura da planta, desde o solo, aplicada aos três anos de idade, sobre o crescimento de clones de eucalipto, implantados no espaçamento de 10 x 4 m, em sistema agrossilvipastoril, no Município de Paracatu, MG, na região de cerrado. Este autor verificou influência negativa da desrama apenas no crescimento em altura, um ano após a aplicação dos tratamentos, não tendo sido observada influência sobre o crescimento em diâmetro. PINKARD & BEADLE (1998a), avaliando o efeito de três níveis de desrama (0, 50 e 70% de remoção da altura da copa viva), aplicados aos três anos de idade, em plantações de *Eucalyptus nitens*, na Tasmânia, verificaram que aos dois anos após a aplicação da desrama a remoção de 50% da altura da copa viva não afetou o incremento em diâmetro e altura das plantas. Entretanto, com a remoção de 70% houve redução no incremento em altura e diâmetro das plantas. STOHR et al. (1982), estudando o efeito de aplicação de desrama (0, 20, 40 e 60% da altura da copa viva), realizada aos oito anos de idade, em plantas de *Pinus taeda*, verificou, quatro anos após a aplicação da desrama, que a remoção de 20, 40 e 60% da copa viva, quando comparado à testemunha, resultou na redução do incremento volumétrico em 5, 11 e 14%, respectivamente e, o incremento diamétrico correspondeu a 91, 86 e 79% do incremento observado em plantas da testemunha, respectivamente. Segundo STOHR et al. (1982), o momento para se proceder a desrama em povoamentos de *Pinus taeda* não depende necessariamente da idade do povoamento, mas da altura e diâmetro das árvores. É certo que na aplicação da desrama artificial deva, também, ser considerado a qualidade do sítio e, principalmente, o material genético a ser trabalhado.

Verifica-se, com base nestes estudos, que existe grande variação quanto à idade e intensidade de aplicação da desrama. A idade do povoamento pode não ser totalmente confiável na demarcação da época em que a desrama deva ser aplicada às plantas. Ainda, a avaliação dos efeitos da desrama artificial sobre o crescimento tem sido realizada em diferentes idades após a

aplicação da desrama, variando de um (VALE, 2000) a seis anos (PIRES, 2000). O tempo transcorrido desde a aplicação da desrama e a idade das plantas por ocasião da avaliação dos efeitos da desrama pode influenciar os resultados, pois, segundo PIRES (2000), que fez análise anual do crescimento das plantas por seis anos, os efeitos da desrama sobre o crescimento ficaram evidentes dois anos após sua aplicação.

A prática da desrama artificial parece afetar mais o crescimento das plantas em diâmetro do que em altura (CAMPOS et al., 1984; MONTAGNA et al., 1976). Segundo KRAMER & KOZLOWSKI (1972), o crescimento em altura processa-se às expensas dos hidratos de carbono produzidos mais na vizinhança do lançamento terminal, enquanto o crescimento em diâmetro do tronco depende dos hidratos de carbono provenientes de folhas e ramos situados num determinado nível acima dele, do que daqueles ramos mais basais, em sua maioria, em processo de senescência. CAMPOS et al. (1984), avaliando o efeito de três níveis de desrama (remoção de 25, 50 e 75% da altura total da planta) sobre o crescimento de *Pinus taeda*, constataram que a remoção de copa em 75% da altura total da planta afetou apenas o crescimento em diâmetro, 15 anos mais tarde. MONTAGNA et al. (1976), estudando o efeito de remoção de galhos a 0%, 15%, 30%, 45%, 60% e 75% da altura total das árvores, no crescimento de *Pinus elliottii*, aplicada aos seis anos de idade, verificaram que a desrama de até 45% de altura total das árvores não afetou o crescimento em diâmetro, após quatro anos de observações. Entretanto, com as intensidades de desrama de 60 e 75% ocorreu uma redução do crescimento em diâmetro das plantas. SILVA (1998) avaliou os efeitos do desfolhamento sucessivo no crescimento de *Eucalyptus grandis* na fase inicial de estabelecimento do plantio e verificou, também, que o crescimento em diâmetro foi mais afetado que o crescimento em altura. KOZLOWSKI (1963) explica que o efeito mais acentuado da desrama sobre o crescimento em diâmetro deve-se, também, ao fato das árvores utilizarem, principalmente, os produtos da fotossíntese corrente e apenas secundariamente as reservas de carboidratos. Para o crescimento em altura, são utilizadas as reservas presentes, armazenadas anteriormente.

Segundo KOZLOWSKI et al. (1990), a desrama artificial envolvendo a remoção de galhos presentes entre 30 e 40% da altura total das plantas

produzem os melhores resultados e remoções mais intensas reduzem o crescimento das árvores e sua produção. Esses autores não especificam a extensão da copa viva e área foliar da planta removida. Conforme apresentado por REIS et al. (2001), a remoção, aos 11 meses de idade, de 25% e 50% da copa viva de *Eucalyptus grandis* eliminou 43% e 81% da área foliar da planta, respectivamente, em razão do material genético estudado apresentar galhos longos e grossos na base da copa. Do mesmo modo, OLIVEIRA (1996) analisou a área foliar removida com diferentes níveis de desfolha em *Eucalyptus grandis*, aplicados aos seis meses de idade, e verificou que desfolhas parciais de 25, 50 e 75% da altura a partir da parte apical da copa das plantas representaram 11,5; 30,6 e 54,3% de remoção de biomassa foliar, respectivamente. O autor concluiu que as desfolhas estudadas não resultaram em perdas significativas de crescimento em altura e diâmetro, após oito meses da aplicação dos tratamentos, quando comparadas às plantas não desfolhadas. Porém, deve-se ressaltar que os efeitos da redução de área foliar sobre o crescimento foi observado por PIRES (2000) dois anos após a aplicação da desrama artificial.

As comparações de resultados dos efeitos da desrama artificial sobre o crescimento da planta, em diâmetro e altura, dependem da quantidade de área foliar removida, informação usualmente disponível em poucos trabalhos sobre desrama artificial, como observado em PIRES (2000) e PINKARD (2002).

A capacidade produtiva de um sítio influencia a idade de aplicação da desrama bem como a capacidade de resposta da planta após essa intervenção, pela disponibilização de recursos de crescimento. PIRES (2000), estudando o efeito da intensidade de desrama em árvores de *Eucalyptus grandis*, em Dionísio, MG, não verificou diferenças significativas de crescimento em diâmetro e altura das plantas que tiveram a remoção de 25% e 50% da copa viva, em razão da ligeira vantagem da qualidade do solo no tratamento onde houve 50% de remoção da altura de copa viva. O autor menciona, ainda, que a capacidade de suportar diferentes intensidades de desrama está relacionada ao índice de local, de maneira que sítios de melhor qualidade suportam intervenções mais drásticas, em razão da possibilidade de recuperação mais rápida das plantas. SILVA (1998), avaliando os efeitos do desfolhamento sucessivo no crescimento de *Eucalyptus grandis*, durante a fase inicial de estabelecimento do plantio, em dois locais distintos, verificou que as árvores no

local de pior qualidade tiveram maiores perdas no crescimento em altura (9 a 54%, dependendo do nível de desfolha) em comparação às aquelas desfolhadas em local de melhor qualidade. SCHNEIDER et al. (1999) estudaram o efeito da intensidade de desrama sobre a produção de madeira de *Pinus elliottii*, implantado em solo pobre e recomendaram remoção inferior a 40% da altura total das árvores, justificada por menores perdas de produção e melhoria da qualidade da madeira. Por exercer fortes influências nas respostas de crescimento das árvores desramadas, é aconselhável precaução na utilização de desrama artificial em povoamentos situados em sítios de menor capacidade produtiva.

Vários autores têm definido a altura a ser alcançada com a desrama com base na porcentagem da altura total das plantas (SPELTZ & DISSMANN, 1980; LANGE et al., 1987; ENDO & MESA, 1992; SCHILLING et al., 1997, 1998; SCHNEIDER et al., 1999; VALE, 2000; PINKARD & BEADLE, 1998a) e outros, com base na proporção de copa viva a ser removida. Operacionalmente, a altura de remoção dos galhos em cada intervenção é uma variável que deve ser planejada com antecedência, em função das características do material genético, para cada sítio, levando-se em conta os objetivos da empresa em relação ao comprimento de tora limpa desejada para processamento e dos custos operacionais. Como os custos da desrama aumentam acentuadamente com a altura a ser alcançada com a desrama, STOHR et al. (1982) recomendaram a desrama de árvores de *Pinus taeda* até uma altura que permita a obtenção de duas toras para a laminação, o que correspondeu a 6 m em seu estudo. O ideal seria conciliar a altura total de desrama das plantas com a bitola da serraria associados à viabilidade econômica desta operação.

Vale ressaltar a dificuldade em estabelecer um consenso sobre os níveis adequados de desrama artificial para as plantações florestais, em razão das diferentes condições em que os povoamentos são desenvolvidos e da variabilidade de materiais genéticos disponíveis. Assim, seria necessário o desenvolvimento de programas de desrama específicos para cada situação e material genético. Na Tasmânia, para povoamentos de *E. nitens* estabelecidos com o objetivo de produzir madeira limpa a uma altura na planta de 6,4 m, e núcleo nodoso com diâmetro central de no máximo 15 cm, são recomendadas as seguintes intervenções de desrama: a primeira até 2,7 m de altura na planta,

entre 3 e 4 anos de idade, a segunda e terceira, atingindo alturas de 4,5 e 6,4 m, respectivamente, em intervalos de um a dois anos (PINKARD & BEADLE, 1998a). A fixação de idade e intensidade para a desrama é crítica porque, por exemplo, um ciclo com baixa precipitação pode promover redução drástica do crescimento das plantas, o que promoverá mudanças na reação das plantas à remoção de sua área foliar.

A desrama, a depender de sua intensidade, pode ocasionar redução no crescimento das plantas, podendo o efeito permanecer por um longo período. Por exemplo, LUCKHOFF (1967) observou que a remoção de 40 a 50% da copa viva de *Eucalyptus grandis* afetou o crescimento das plantas apenas por dois anos após a aplicação da desrama. Do mesmo modo, COWN (1973), estudando a influência de vários níveis de desrama combinados ou não com a realização de desbastes em *Pinus radiata*, verificou que a remoção de 60% da copa das plantas mostrou uma redução inicial de 75% no incremento em diâmetro em relação à testemunha, porém, a recuperação do crescimento após as intervenções foi bastante rápida. Por outro lado, PIRES (2000) verificou que a aplicação de desrama, aos 11 meses de idade, em plantas de *Eucalyptus grandis* afetaram o crescimento das plantas por um longo período, sendo que, após 81 meses da aplicação da desrama, a redução do incremento volumétrico das plantas desramadas até 50 e 75% da altura da copa viva, em comparação com a testemunha, foi de 17,71 e 45,16%, respectivamente. LANGE et al. (1987), estudando os efeitos de diferentes intensidades de desrama no crescimento de *Pinus radiata*, na África do Sul, verificaram que a desrama de 50% da copa viva, aplicada aos três anos de idade, reduziu o incremento volumétrico médio anual em 20%, num período de dez anos.

Em razão do exposto acima, verifica-se que a recomendação da desrama artificial para povoamentos florestais, especialmente de eucaliptos, deva levar em consideração a idade, o espaçamento de plantio, a qualidade do sítio e o material genético das florestas. A avaliação destes parâmetros, em conjunto com a análise econômica, auxiliará nas prescrições de intensidade e frequência de aplicação da desrama.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

A área experimental deste estudo é a mesma do Capítulo I, portanto, todas as condições ambientais, tratos culturais, dentre outros, são apresentadas no Capítulo I. O clone 1265 foi estabelecido em junho de 1999 e os clones 1288 e 1270, em agosto de 1999. Por ocasião da implantação do experimento, as plantas dos clones 1265, 1288 e 1270 apresentavam altura média de 6,76; 6,92 e 8,10 m e, DAP médio de 6,46; 6,35 e 8,17 cm, respectivamente.

3.2. Instalação do experimento

As variações observadas na dinâmica de crescimento dos clones 1265, 1288 e 1270 justificaram que o presente estudo se compusesse de três experimentos, um para cada clone. Esses experimentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições; combinando diferentes intensidades (altura de remoção dos galhos a partir do solo), freqüências (número de desramas até atingir 6 m de altura livre de galhos na planta) e idade de aplicação de desrama, conforme apresentado nos Quadros 1, 2 e 3. As parcelas experimentais foram marcadas em outubro de 2000. Como o objetivo era produzir no mínimo duas toras de 3 m de comprimento, isentas de nós, os tratamentos de desrama foram definidos em altura fixa, a partir do solo, parcelando-se a intensidade de desrama

(altura no tronco que houve a remoção dos galhos) em até três aplicações, iniciando-se em diferentes idades do povoamento, de maneira a permitir definir a melhor combinação entre a intensidade e a frequência de aplicação da desrama artificial em cada clone.

Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas de plantio, de 18 plantas cada, com bordadura simples (Figura 1). A área útil de cada parcela para a análise de parâmetros ecofisiológicos e do crescimento das plantas foi constituída pelas duas linhas centrais de 10 árvores cada, a partir da quarta árvore da linha, desde a bordadura.

Quadro 1 - Tratamentos de desrama artificial aplicados a partir dos 16 meses de idade às plantas do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura da desrama (m)			Altura total de desrama (m)
	Out/00 16 meses	Abr/01 22 meses	Nov/01 29 meses	
1 (testemunha)	0	0	0	0
2	1,0	2,0	3,0	6,0
3	1,5	1,5	3,0	6,0
4	3,0	0	3,0	6,0
5	0	4,5	1,5	6,0
6	0	1,5	4,5	6,0
7	0	3,0	3,0	6,0

Quadro 2 - Tratamentos de desrama artificial aplicados a partir dos 14 meses de idade às plantas do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura da desrama (m)			Altura total de desrama (m)
	Out/00 16 meses	Abr/01 22 meses	Nov/01 29 meses	
1 (testemunha)	0	0	0	0
2	1,0	2,0	3,0	6,0
3	1,5	1,5	3,0	6,0
4	3,0	0	3,0	6,0
5	0	0	6,0	6,0
6	0	1,5	4,5	6,0
7	0	3,0	3,0	6,0

Quadro 3 - Tratamentos de desrama artificial aplicados a partir dos 14 meses de idade às plantas do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura da desrama (m)			Altura total de desrama (m)
	Out/00 16 meses	Abr/01 22 meses	Nov/01 29 meses	
1 (testemunha)	0	0	0	0
2	1,5	1,5	3,0	6,0
3	3,0	0	3,0	6,0
4	0	0	6,0	6,0
5	0	1,5	4,5	6,0
6	0	3,0	3,0	6,0

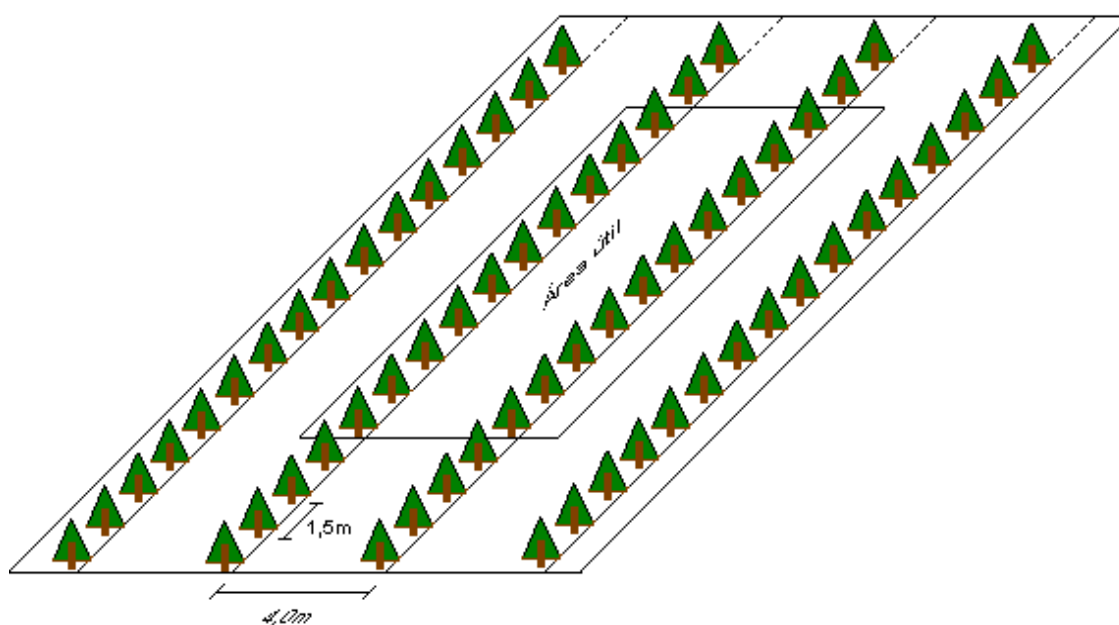


Figura 1 - Croqui representando a área útil da parcela experimental.

O início da aplicação dos tratamentos de desrama ocorreu em outubro de 2000, quando as plantas do clone 1265 apresentavam 16 meses de idade e dos clones 1288 e 1270 estavam com 14 meses de idade. A segunda intervenção de desrama foi realizada em abril de 2001 e a terceira em novembro de 2001, conforme detalhado nos Quadros 1, 2 e 3.

3.3. Metodologia de aplicação da desrama artificial

A desrama artificial, conduzida no presente estudo, foi aplicada apenas nas árvores de qualidade superior, em razão dos custos envolvidos na operação, ou seja, foi realizada uma desrama seletiva escolhendo-se aproximadamente 60% das árvores, nas intervenções de desrama até 3,0 m de altura e, do total de árvores do povoamento, apenas, 30% foram selecionadas para permanecer no povoamento até a rotação final, recebendo desrama até 6,0 m de altura. A seleção das plantas a serem desramadas baseou-se na retidão de fuste; ausência de bifurcação; dominância (árvores com maior diâmetro) e de preferência equidistantes das outras a serem desramadas, de modo a evitar a formação de grandes clareiras ou de grandes grupos de árvores remanescentes por ocasião do desbaste final.

A ferramenta usada na operação é denominada de “podão” (serra de ponta curvada). Nas intervenções até atingir 3 m de altura da árvore foram utilizados cabos de 2,0 m de comprimento e, para alcançar 6 m de altura, usou-se cabo de 4,5 m. As equipes de desrama eram orientadas sobre a forma adequada para realizar a operação de desrama evitando-se danos às árvores desramadas e, conseqüentemente, redução na qualidade da madeira.

3.4. Avaliação do crescimento das plantas

Foram realizadas medições de DAP, altura total da árvore e altura de inserção do primeiro galho vivo das plantas da área útil da parcela (20 plantas em duas linhas centrais). Essas avaliações foram realizadas antes da aplicação da desrama, em outubro de 2000, abril e novembro de 2001 e, seis meses após a última intervenção (maio de 2002), correspondendo às idades de 14, 20, 27 e 33 meses, para os povoamentos dos clones 1288 e 1270 e, às idades de 16, 22, 29 e 35 meses, para o clone 1265.

O volume de madeira com casca de cada parcela, nas quatro idades de avaliação, foi estimado utilizando-se uma equação de volume, para cada clone, ajustada a partir de dados obtidos de cubagem rigorosa realizada em maio de 2002, pelo método de Smalian, conforme descrito em PIRES (2000).

3.5. Análise estatística

Para verificar o efeito da desrama artificial sobre o crescimento das plantas dos clones estudados, as características de crescimento avaliadas (altura, DAP e volume) foram submetidas à análise de variância.

Quando os efeitos dos tratamentos apresentaram-se significativos pelo teste de F, foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Essas análises estatísticas foram feitas empregando-se o sistema de análise estatística (SAEG).

Visando avaliar o crescimento das plantas dos três clones, submetidos a diferentes tratamentos de desrama artificial, foram ajustadas equações de regressão para estimar o diâmetro (DAP), a altura total (H) e o volume (V), em função da idade (I). O modelo utilizado e avaliado, entre os tratamentos, para cada clone foi:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 (1/x) + \varepsilon$$

em que

$$y = \text{DAP, H e V}$$

$$x = \text{Idade}$$

Para verificar a possibilidade de se empregar, sem prejuízo nas estimações, equações comuns a dois ou mais tratamentos de desrama, foi utilizado o teste de identidade de modelos de regressão, a 5% de probabilidade. Para o ajuste das equações utilizou-se o software STATÍSTICA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento das plantas do clone 1265

4.1.1. Crescimento em diâmetro

A análise de variância (Quadro 4) indicou não haver diferenças significativas no crescimento diamétrico das árvores entre os tratamentos de desrama, ou seja, a aplicação das diferentes intensidades e frequências de desrama não afetou o crescimento em diâmetro das plantas. A primeira intervenção de desrama, aplicada no povoamento do clone 1265, aos 16 meses de idade, representou 14,8; 22,2 e 44,4% da altura total das árvores, a partir do solo, com a remoção de galhos a 1,0; 1,5 e 3,0 m, respectivamente. A remoção mais drástica de copa, até 3,0 m de altura (tratamento 4), aos 16 meses de idade, removeu 17,4% da área foliar das plantas e a segunda e terceira intervenções de desrama para completar 3 m de altura, nos demais tratamentos (aos 22 meses de idade) e 6 m (aos 29 meses de idade), removeu apenas galhos vivos desprovidos de folhas ou alguns galhos finos mortos, não havendo portanto nenhuma remoção de área foliar, o que certamente não comprometeu o crescimento das árvores.

Conforme apresentado no Capítulo I, o maior número de galhos, até a altura de 3 m, apresentam diâmetro na base menor que 1 cm, favorecendo a senescência foliar precoce. Assim, a desrama artificial pode ser realizada até maiores alturas em idades mais jovens. Segundo PULROLNIK (2002), quando a desrama é realizada em plantas apresentando troncos com casca mais

verde, ou seja, em plantas mais jovens, o processo de cicatrização dos ferimentos provenientes de desrama é mais rápido, ou seja, é vantajoso aplicar a primeira intervenção de desrama artificial em idades mais jovens do clone 1265 sem prejuízo ao crescimento das plantas.

Por não terem sido observadas diferenças significativas de crescimento em diâmetro entre os tratamentos, apenas a equação de regressão $\ln \text{DAP} = 3,01073 - 18,4503 * (1/I)$, com $R^2 = 0,6680$, foi selecionada para estimar o DAP (cm) das árvores do clone 1265 em função da idade.

Nota-se, pelos resultados médios de crescimento em diâmetro apresentados no Quadro 5, que não existe nenhuma tendência de efeito negativo da aplicação dos níveis de desrama sobre o crescimento. Assim, qualquer um dos tratamentos de desrama artificial pode ser recomendado para aplicação no povoamento deste clone sem que haja o comprometimento do crescimento em diâmetro das plantas desse clone.

Quadro 4 - Resumo da análise de variância do DAP de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	16		22		29		35	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	0,2163 ^{ns}	6	0,1649 ^{ns}	6	0,2749 ^{ns}	6	0,2254 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)	9,96		6,97		5,87		5,42	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 5 - Médias de DAP (cm) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			
	16	22	29	35
1 Testemunha	6,65	9,31	11,27	12,33
2 1,0+2,0+3,0	6,44	9,11	10,86	11,89
3 1,5+1,5+3,0	6,45	9,11	10,94	12,07
4 3,0+0,0+3,0	6,01	8,61	10,38	11,50
5 0,0+4,5+1,5		9,04	10,92	11,97
6 0,0+1,5+4,5		9,23	11,13	12,09
7 0,0+3,0+3,0		9,26	11,24	12,26
Média	6,39	9,10	10,96	12,02

4.1.2. Crescimento em altura

A análise de variância mostrou que o crescimento em altura das plantas do clone 1265 não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de desrama (Quadros 6 e 7). Ou seja, os diferentes níveis de intervenção de desrama não promoveram comprometimento no crescimento em altura das plantas. Por não ter sido observado diferenças significativas entre os tratamentos, a equação de regressão $\ln H = 3,848098 - 31,6334^* (1/I)$, com $R^2 = 0,5680$, foi selecionada para estimar a altura, em metros, das árvores do clone 1265, em função da idade.

Quadro 6 - Resumo da análise de variância da altura total de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	16		22		29		35	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	0,1364 ^{ns}	6	0,2087 ^{ns}	6	0,1522 ^{ns}	6	0,1598 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)	8,97		6,57		4,74		4,69	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 7 - Médias da altura total (m) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamentos	Idade (meses)			
	16	22	29	35
1 Testemunha	6,88	11,03	16,17	19,21
2 1,0+2,0+3,0	6,61	10,76	16,11	18,90
3 1,5+1,5+3,0	6,69	10,82	16,10	19,42
4 3,0+0,0+3,0	6,37	10,51	15,75	18,90
5 0,0+4,5+1,5		11,03	16,15	18,82
6 0,0+1,5+4,5		11,17	16,24	18,79
7 0,0+3,0+3,0		11,28	16,51	18,98
Média	6,64	10,94	16,15	19,00

PINKARD et al. (1999) recomendam intervenção de desrama no momento de fechamento do dossel de povoamentos de *Eucalyptus*, para minimizar a redução de crescimento e evitar a dominância de árvores vizinhas não desramadas. Segundo estes autores, a intervenção de desrama, antes do fechamento de dossel, remove galhos que contribuem para o crescimento das árvores, ocasionando, provavelmente, redução da taxa de crescimento das plantas. Entretanto, conforme apresentado no capítulo anterior, aos 16 meses de idade, ainda não havia ocorrido o fechamento de dossel do povoamento deste clone e mesmo assim o nível mais severo de remoção de copa viva não promoveu efeito detrimental ao crescimento das árvores.

4.1.3. Produção volumétrica

De acordo com o resultado de análise de variância, constata-se que o crescimento volumétrico das plantas do clone 1265 não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de desrama (Quadro 8 e 9). Ou seja, assim como verificado para o crescimento em DAP e altura, a aplicação da desrama artificial nas diferentes intensidades e frequências e, idades estudadas no presente trabalho pode ser conduzida sem comprometimento do crescimento das plantas deste clone. A equação de regressão $\ln V = 7,286551 - 71,9448 * (1/I)$, com $R^2 = 0,7750$, foi selecionada para estimar o volume (m^3/ha) do povoamento do clone 1265, em função da idade, para todos os tratamentos.

Notavelmente, os níveis de desrama artificial aplicados ao povoamento deste clone removeram um baixo percentual de área foliar de forma que, até mesmo em idades futuras, dificilmente ocorrerá perdas de crescimento das plantas em virtude da aplicação da desrama. Quando a desrama é aplicada na parte funcional da copa das plantas o crescimento do fuste é prejudicado, no entanto, quando aplicada em ramos basais que contém folhas em senescência, o crescimento do fuste pode ser favorecido.

Os resultados apresentados para o clone 1265 estão em consonância com a arquitetura de copa deste clone. Conforme apresentado no Capítulo I, a proporção de folhas na base da copa deste clone é reduzida porque os galhos são curtos e finos, praticamente sem a presença de ramos de segunda ordem

à exceção de alguns galhos localizados entre 0,0 e 0,5 m de altura, que são longos, mais grossos, e com ramificações de segunda e até de terceira ordem.

Quadro 8 - Resumo da análise de variância do volume de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	16		22		29		35	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	12,440 ^{ns}	6	51,279 ^{ns}	6	201,841 ^{ns}	6	201,835 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)	26,65		18,76		14,48		13,11	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 9 - Médias do volume (m³/ha) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			
	16	22	29	35
1 Testemunha	19,76	63,12	142,74	208,89
2 1,0+2,0+3,0	17,92	59,68	133,21	192,20
3 1,5+1,5+3,0	18,04	59,06	132,73	200,73
4 3,0+0,0+3,0	14,86	51,62	119,95	183,45
5 0,0+4,5+1,5		61,07	136,81	197,10
6 0,0+1,5+4,5		62,26	138,17	193,21
7 0,0+3,0+3,0		63,93	144,86	202,26
Média	17,65	60,11	135,50	196,83

Em função dos resultados de arquitetura de copa observados e apresentados no Capítulo I, sugere-se a aplicação de desrama até a altura de 3 m, em idade em torno de 16 meses, para o clone 1265, no Sul da Bahia ou em áreas com condições similares de sítio e espaçamento de plantio, uma vez que não houve redução no crescimento das plantas.

4.2. Crescimento das plantas do clone 1288

4.2.1. Crescimento em diâmetro

Os resultados da análise de variância apresentados no Quadro 10 mostraram que o crescimento em diâmetro das plantas do clone 1288 não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de desrama artificial, aplicados com diferenças em intensidade, frequência e, em três idades. Observa-se, inclusive, através dos resultados apresentados no Quadro 11 que não existe tendência de um tratamento se sobressair em relação aos demais. Isso implica que a desrama, nos níveis aplicados, possa ser usada sem detrimento para o crescimento em diâmetro das árvores.

Quadro 10 - Resumo da análise de variância do DAP de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	14		20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	0,0413 ^{ns}	6	0,1100 ^{ns}	6	0,1323 ^{ns}	6	0,1374 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)		7,43		4,27		2,49		1,98

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 11 - Médias de DAP (cm) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			
	14	20	27	33
1 Testemunha	6,11	8,22	10,35	11,52
2 1,0+2,0+3,0	6,33	8,35	10,53	11,65
3 1,5+1,5+3,0	6,34	8,46	10,78	12,04
4 3,0+0,0+3,0	6,15	8,27	10,46	11,53
5 0,0+0,0+6,0			10,96	11,95
6 0,0+1,5+4,5		8,59	10,52	11,54
7 0,0+3,0+3,0		8,72	10,68	11,75
Média	6,23	8,43	10,61	11,71

Os tratamentos relativos à primeira intervenção de desrama artificial, aplicada aos 14 meses de idade no povoamento do clone 1288, em que houve remoções de galhos até a altura de 1,0; 1,5 e 3,0 m, representou 14,5; 21,7 e 43,3% da altura total das árvores, a partir do solo, respectivamente.

A maior severidade de aplicação da desrama aos 14 meses de idade foi verificada com a remoção de 3,0 m de altura de copa, a partir do solo, tendo ocorrido remoções de 45,3% da altura de copa viva das plantas, correspondente a 48,3% de remoção de sua área foliar, conforme resultados apresentados no Capítulo I. Os resultados do presente trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por PULROLNIK (2002). PINKARD e BEADLE (1998a), também, concluíram em seus estudos que a remoção, aos três anos de idade, de 50% de altura de copa viva de *Eucalyptus nitens*, pode ser conduzida sem haver comprometimento no incremento em altura e diâmetro das árvores.

PINKARD & BEADLE (1998a), ainda, mencionam que o nível de desrama artificial que pode ser sustentado por um povoamento florestal sem comprometimento do crescimento das plantas está relacionado com a taxa de crescimento do material genético, a idade, a frequência e a severidade de aplicação da desrama e ressaltam que a tolerância a esse nível de desrama artificial não tem sido observada em outras espécies. Por exemplo, PIRES (2000) encontrou redução no incremento diamétrico com a remoção de 12,5; 25; 50 e 75% da altura de copa viva de plantas de *E. grandis*.

Em razão dos tratamentos de desrama artificial não terem apresentado diferenças significativas, a 5% de probabilidade pelo teste F, foi selecionada, apenas, a equação de regressão $\text{Ln DAP} = 2,9295 - 15,6780 * (1/I)$ com $R^2 = 0,7632$, para estimar o crescimento em diâmetro das árvores do clone 1288, em função da idade.

4.2.2. Crescimento em altura

Observa-se, pelo Quadro 12, que o crescimento em altura das plantas do clone 1288 não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de desrama artificial. Conforme pode ser observado no Quadro 13, não existe nenhuma tendência, até o presente momento, de um tratamento se sobressair, conforme também verificado para o crescimento em diâmetro. Isso significa que os níveis de desrama aplicados às plantas não apresentaram efeito

negativo sobre o crescimento em altura das árvores, nas condições em que o experimento foi realizado. Do mesmo modo, PULROLNIK (2002) observou, aos 40 meses de idade, que a aplicação de diferentes níveis de desrama artificial, com a primeira intervenção iniciando-se em duas idades, quando as plantas apresentavam 20 e 28 meses de idade, não causou redução no crescimento em altura das árvores.

Em razão dos tratamentos de desrama artificial não terem apresentado diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste F, foi selecionada, apenas, a equação de regressão $\ln H = 3,6556 - 24,3278^* (1/I)$ com $R^2 = 0,9392$, para estimar o crescimento em altura das árvores do clone 1288, em função da idade.

Quadro 12 - Resumo da análise de variância da altura total de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	14		20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	0,1690 ^{ns}	6	0,4931 ^{ns}	6	0,4259 ^{ns}	6	0,4229 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)	11,84		5,28		2,28		2,66	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 13 - Médias da altura total (m) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			
	14	20	27	33
1 Testemunha	6,57	11,20	15,26	17,88
2 1,0+2,0+3,0	7,12	11,44	15,76	18,07
3 1,5+1,5+3,0	6,76	11,19	15,76	18,35
4 3,0+0,0+3,0	6,70	11,40	15,33	18,12
5 0,0+0,0+6,0			16,23	18,88
6 0,0+1,5+4,5		12,17	16,12	18,80
7 0,0+3,0+3,0		11,94	16,00	18,48
Média	6,79	11,56	15,78	18,37

Pode-se observar no Quadro 13 que, antes da aplicação da desrama, aos 14 meses de idade, o povoamento apresentava altura homogênea, o que é característico dos plantios clonais. Apesar dessa homogeneidade não ter sido alterada 19 meses após a aplicação da primeira intervenção da desrama artificial é possível, de acordo com as constatações de PIRES (2000), que em idades futuras possam ocorrer diferenças significativas entre os tratamentos de desrama. Porém, vale ressaltar que no presente estudo, bem como no de PULROLNIK (2002), foram utilizados clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* que, possivelmente, têm capacidade de apresentar uma rápida recuperação de crescimento da copa após a intervenção de desrama, sendo esta recuperação mais elevada do que em plantas provenientes de sementes. PULROLNIK (2002) observou que cinco meses após a aplicação de desrama, aos 20 meses de idade, as plantas já haviam recuperado sua copa, com base nos estudos de projeção de copa.

4.2.3. Produção volumétrica

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos de desrama artificial para o volume das árvores do clone 1288, conforme também, observado para o crescimento em altura e diâmetro (Quadro 14). Ou seja, os tratamentos de desrama não influenciaram a produção volumétrica das árvores contrastando, em parte, com os resultados de PIRES (2000), uma vez que este autor somente observou diferenças na produção volumétrica, dois anos após a aplicação da desrama. Do mesmo modo, PULROLNIK (2002) também não verificou perdas significativas no crescimento volumétrico quando realizou a desrama artificial aos 20 meses e sua avaliação aos 40 meses de idade, em plantas de clones de *Eucalyptus grandis*, estabelecidas na região de cerrado.

De acordo com o teste de identidade de modelos não foi possível selecionar uma equação comum a todos os tratamentos. Assim, foram selecionadas equações para grupos de tratamentos, sendo ajustada a equação de regressão $\ln V = 6,3205 - 41,2707 * (1/l)$, com $R^2 = 0,8000$, para estimar o volume (m^3/ha) das árvores do clone 1288, para os tratamentos 1, 2, 4 e 6 e a equação $\ln V = 6,4199 - 41,6700 * (1/l)$ com $R^2 = 0,7989$ foi ajustada para os tratamentos 3, 5 e 7. O fato de não ser possível obter equação única para

todos os tratamentos indica estar havendo diferenciação entre os tratamentos, com variações nas respostas das plantas ao longo do tempo. Observa-se, no Quadro 15, aos 14 meses de idade, antes da aplicação da desrama, que as plantas que receberam remoções de galhos até a altura de 1,5 m (tratamento 3), desde o solo, apresentavam o quarto maior volume, entretanto, após a aplicação da desrama artificial, aos 33 meses de idade, apresentavam o maior volume de madeira por hectare. Essa tendência reforça o possível efeito positivo da desrama, quando aplicada em níveis adequados, de promover um melhor aproveitamento de fotoassimilados, especialmente, um maior direcionamento destes para o crescimento do tronco.

Quadro 14 - Resumo da análise de variância do volume de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)							
	14		20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	3	5,614 ^{ns}	6	47,995 ^{ns}	6	111,445 ^{ns}	6	155,145 ^{ns}
Resíduo (a)	8		14		14		14	
CV (%)	18,32		10,76		6,12		4,89	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 15 - Médias do volume (m³/ha) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			
	14	20	27	33
1 Testemunha	30,73	68,06	123,49	164,50
2 1,0+2,0+3,0	33,41	70,05	128,36	167,93
3 1,5+1,5+3,0	33,42	72,06	135,26	180,96
4 3,0+0,0+3,0	31,47	68,76	126,12	163,76
5 0,0+0,0+6,0			141,21	179,30
6 0,0+1,5+4,5		75,61	128,52	165,20
7 0,0+3,0+3,0		78,10	133,69	173,28
Média	32,26	72,11	130,95	170,70

Por outro lado, a desrama quando aplicada com maior severidade, pode acarretar perdas acentuadas de crescimento das plantas. Por exemplo, observa-se que o tratamento 4 (remoção de galhos até a altura de 3 m aos 14 meses de idade) está tendendo a apresentar redução de volume. Isso ocorreu, provavelmente, pelo forte direcionamento de fotoassimilados para a produção de folhas em detrimento ao crescimento do tronco afim de promover a recomposição da copa. Apesar de ainda não se constituir em uma perda estatisticamente significativa, por se tratar de plantas jovens, essa tendência de menor crescimento, observada nesse nível de remoção de galhos, pode se agravar com a idade das plantas.

4.3. Crescimento das plantas do clone 1270

4.3.1. Crescimento em diâmetro

O crescimento em diâmetro das plantas do clone 1270 variou significativamente entre os tratamentos de desrama artificial (Quadro 16). Verifica-se no Quadro 17, que aos 20 meses de idade (seis meses após a primeira intervenção de desrama) havia diferenças significativas entre os tratamentos de desrama, o que mostra a provável heterogeneidade do povoamento no início do experimento. Porém, 19 meses após a primeira intervenção (aos 33 meses de idade), observa-se que estas diferenças desapareceram. A primeira intervenção de desrama aplicada aos 14 meses de idade representou remoções de 22,2 e 44,3% da altura total da copa das árvores, a partir do solo, para os tratamentos de desrama até 1,5 e 3,0 m de altura, respectivamente. A maior severidade de aplicação da desrama neste clone foi observada com a remoção de galhos até 3,0 m de altura, aos 14 meses de idade (tratamento 3), com remoção de 32,7% da área foliar, conforme os resultados mencionados no Capítulo 1.

O clone 1270 é caracterizado pela presença de galhos grossos (maior que 2 cm de diâmetro) em várias alturas da árvore, havendo grande variabilidade entre árvores quanto à quantidade e altura de inserção dos mesmos, conforme observado no campo. PULROLNIK (2002) avaliou o efeito da desrama sobre o crescimento de plantas de um clone de *E. grandis* que

apresentava pelo menos um galho muito grosso até a altura de 0,5 m, a partir do solo e vários outros galhos grossos entre 1,0 e 2,0 m de altura. Esta autora destaca a importância da remoção destes galhos, em razão da competição dos mesmos com o crescimento do dreno principal, que é o tronco, bem como em razão da sua influência sobre a qualidade da madeira.

Quadro 16 - Resumo da análise de variância do DAP de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)					
	20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	4	0,7090 *	5	0,7614 *	5	0,2753 ^{ns}
Resíduo (a)	10		12		12	
CV (%)	2,96		3,28		2,80	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 17 – Médias de DAP (cm) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Tratamento	Idade (meses)			Equações	R ²
	20	27	33		
1 Testemunha	10,18 a	11,42 ab	12,45	LnD=2,8184-10,0449*(1/I)	0,8602
2 1,5+1,5+3,0	09,92 ab	11,06 ab	12,18	LnD=2,7948-10,1191*(1/I)	0,8975
3 3,0+0,0+3,0	09,29 b	10,41 b	11,80	LnD=2,8045-11,7101*(1/I)	0,9306
4 0,0+0,0+6,0		11,60 a	12,16	LnD=2,7680-8,76280*(1/I)	0,8294
5 0,0+1,5+4,5	10,63 a	11,83 a	12,62	LnD=2,7948-8,65810*(1/I)	0,9571
6 0,0+3,0+3,0	09,93 ab	11,02 ab	11,96	LnD=2,7544-9,28040*(1/I)	0,7868
Média	9,99	11,22	12,20		

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

As equações de regressão selecionadas para estimar o DAP das plantas deste clone, em função da idade, para os tratamentos de desrama, são apresentadas no Quadro 17. Em razão das diferenças significativas de

diâmetro entre os tratamentos, não foi possível a utilização de uma única equação para os tratamentos de desrama.

Nota-se, pela Figura 2 que, apesar da maior variação em diâmetro, aos 14 meses de idade, entre as plantas que receberam os tratamentos de desrama, houve uma redução da amplitude de variação do diâmetro das árvores, aos 33 meses de idade. Estes dados mostram que aos 33 meses de idade ocorreu a recuperação de crescimento das plantas que sofreram perdas de área foliar com as intervenções de desrama e, também, devido ao distúrbio sofrido entre 23 e 25 meses de idade. O fato do tratamento 3 (remoção até 3 m de altura) estar recuperando o seu crescimento pode significar que com maior altura de desrama, maior número de galhos grossos foram eliminados, reduzindo a competição com o dreno principal que é o tronco, favorecendo o crescimento em diâmetro.

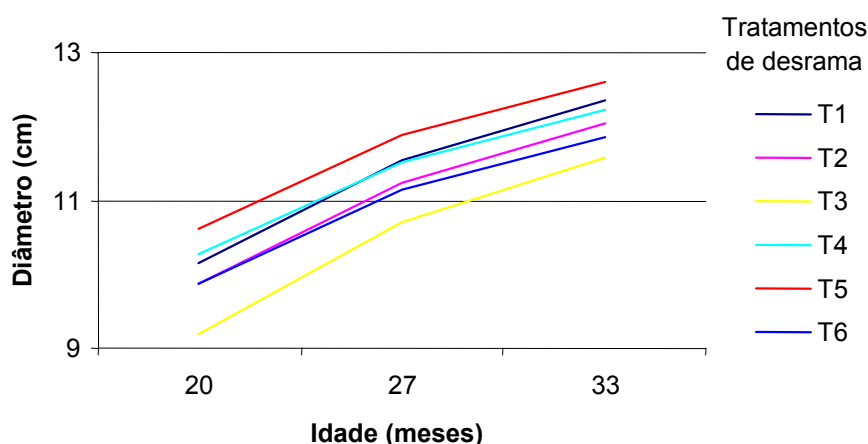


Figura 2 - Curvas de crescimento em diâmetro (cm) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

4.3.2. Crescimento em altura

De acordo com a análise de variância (Quadro 18), verifica-se que houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos de desrama artificial em todas as idades avaliadas. Conforme resultados apresentados no Quadro 19, nota-se que aos 20 meses de idade, seis meses após a primeira intervenção de desrama, as plantas já manifestavam diferenças significativas entre

os tratamentos de desrama para o crescimento em altura. Contudo, verifica-se que as plantas que não receberam intervenção de desrama artificial não foram as que apresentaram o maior crescimento em altura. No entanto, essas diferenças observadas entre os tratamentos são atribuídas a problemas de adaptação do clone nessa região, o qual ocasionou uma intensa desfolha, aproximadamente, aos 25 meses de idade.

As equações de regressão selecionadas para estimar a altura das plantas do clone 1270, em função da idade, para os tratamentos de desrama, são apresentadas no Quadro 19. Da mesma forma que para o DAP, não foi possível utilizar uma única equação para os tratamentos de desrama.

Quadro 18 - Resumo da análise de variância da altura total de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)					
	20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	4	0,3182 *	5	0,8118 *	5	0,7211 *
Resíduo (a)	10		12		12	
CV (%)	2,79		2,00		2,68	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 19 - Médias da altura total (m) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			Equações	R ²
	20	27	33		
1 Testemunha	10,72 ab	13,80 ab	16,35 ab	LnH=3,4247-21,1684*(1/l)	0,9724
2 1,5+1,5+3,0	10,38 ab	13,45 abc	15,98 ab	LnH=3,4165-21,6558*(1/l)	0,9745
3 3,0+0,0+3,0	10,13 b	12,79 c	15,37 b	LnH=3,3432-20,7380*(1/l)	0,9788
4 0,0+0,0+6,0		14,03 a	16,39 ab	LnH=3,4055-21,1086*(1/l)	0,9511
5 0,0+1,5+4,5	10,97 a	14,15 a	16,68 a	LnH=3,4444-21,0856*(1/l)	0,9917
6 0,0+3,0+3,0	10,41 ab	13,21 bc	15,69 ab	LnH=3,3604-20,4956*(1/l)	0,9650
Média	10,52	13,57	16,07		

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

Verifica-se pela Figura 3 que, no início do experimento, aos 14 meses de idade, o povoamento já não apresentava homogeneidade em altura e, aos 33 meses observa-se que a remoção de galhos até 3,0 m (tratamento 3), aos 14 meses de idade, maior severidade de remoção de copa, contribuiu, ainda mais, para agravar a redução do incremento em altura das plantas. Analisando-se o diâmetro das plantas (Figura 2), observa-se que o benefício da desrama até 3 m de altura é oposto ao observado para o crescimento em altura. Entre 23 e 25 meses de idade este clone apresentou distúrbio fisiológico, com senescência intensa de folha. É possível que a presença de galhos na base da copa tenha inibido a emissão de brotação nesta região, havendo, possivelmente, maior emissão de folhas na porção superior da copa, beneficiando o crescimento em altura.

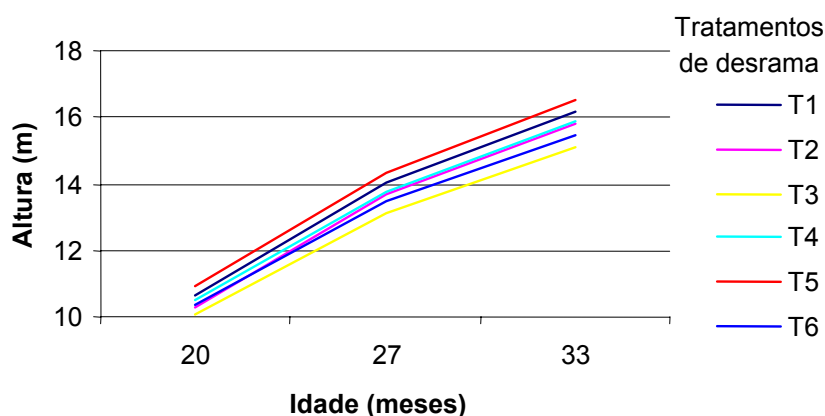


Figura 3 - Curvas de crescimento em altura (m) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

4.3.3. Produção volumétrica

De acordo com a análise de variância (Quadro 20), verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos de desrama artificial, apenas aos 20 e 27 meses de idade. Verifica-se, pelo Quadro 21, que a desrama aplicada aos 14 meses não apresentou nenhum efeito negativo no volume de madeira produzida pelas plantas aos 33 meses de idade. Porém, diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas aos 20 e

27 meses de idade. Estas diferenças parecem estar mais relacionadas ao distúrbio fisiológico sofrido pelo clone na região, conforme discutido anteriormente, do que pela remoção de parte da copa pela desrama. Além do mais, o tratamento 3, onde houve a mais drástica remoção de área foliar (32,7%), aos 14 meses de idade, apresentou 233% de crescimento entre 20 e 33 meses enquanto a testemunha apresentou 221% de crescimento neste mesmo período. As plantas do tratamento 3 apresentaram o menor crescimento em volume aos 20, 27 e 33 meses de idade, embora não tenha sido observada diferença significativa aos 33 meses de idade.

Quadro 20 - Resumo da análise de variância do volume de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)					
	20		27		33	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamento (T)	4	151,212 *	5	384,875 *	5	263,323 ^{ns}
Resíduo (a)	10		12		12	
CV (%)	8,25		8,10		7,55	

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Quadro 21 - Médias do volume (m³/ha) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Idade (meses)			Equações	R ²
	20	27	33		
1 Testemunha	78,06 ab	124,15 ab	172,82	LnV=6,3316-39,8065*(1/l)	0,9421
2 1,5+1,5+3,0	73,47 ab	117,01 ab	166,47	LnV=6,3190-40,7846*(1/l)	0,9681
3 3,0+0,0+3,0	66,84 b	104,27 b	155,45	LnV=6,2614-41,6780*(1/l)	0,9575
4 0,0+0,0+6,0		129,56 ab	166,95	LnV=6,3331-39,9123*(1/l)	0,9070
5 0,0+1,5+4,5	86,31 a	136,43 a	182,42	LnV=6,3319-37,6416*(1/l)	0,9864
6 0,0+3,0+3,0	75,17 ab	116,04 ab	161,05	LnV=6,2000-38,0428*(1/l)	0,8556
Média	75,97	121,24	167,53		

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

No Quadro 21, também, são apresentadas as equações de regressão selecionadas para estimar o volume das plantas do clone 1270, em função da idade, para os tratamentos de desrama. Da mesma forma que para o DAP e altura, não foi possível utilizar equações simultâneas para estimar o volume para os tratamentos de desrama desse clone. Nota-se pela Figura 4, que em todas as idades as plantas que foram submetidas aos tratamentos 3 e 5 apresentaram os menores e maiores crescimentos, respectivamente.

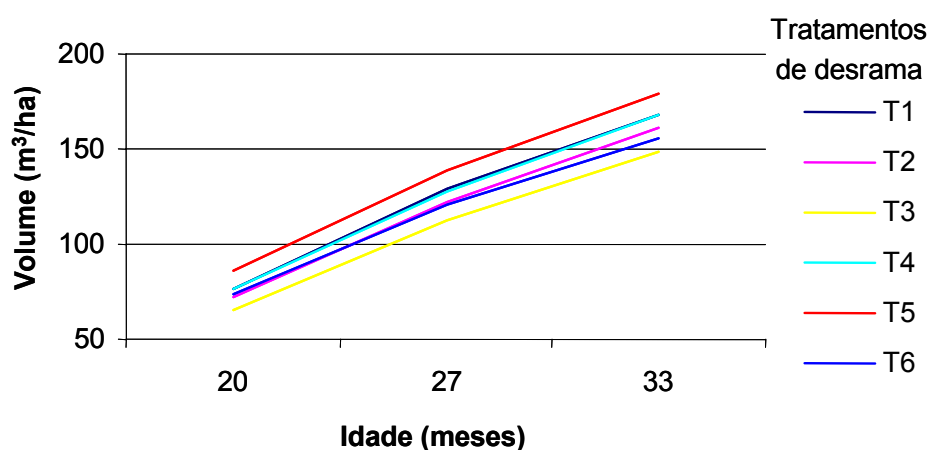


Figura 4 - Curvas de crescimento volumétrico (m^3/ha) de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

4.4. Influência da desrama artificial na produção de madeira limpa para serraria

A influência da desrama artificial sobre a produção de madeira limpa, pode ser observada em cortes de árvores desramadas (Figuras 5b, 5d, 6b, 6d e 7b) em comparação com cortes de árvores que não receberam desrama artificial (Figuras 5a, 5c, 6a, 6c e 7a).

Observa-se melhoria da qualidade da madeira dos clones estudados, 19 meses após a primeira intervenção de desrama, pela formação de madeira limpa, isenta de nós (Figuras 5b, 5d, 6b, 6d e 7b). O diâmetro do tronco no momento da intervenção de desrama define o diâmetro do núcleo nodoso central. Para os clones 1265, 1288 e 1270, o DAP no momento da primeira

intervenção era de 6,46; 6,35 e 8,17, respectivamente. Após 19 meses da aplicação da desrama os clones apresentavam os seguintes diâmetros: 12,02; 11,71 e 12,20. Assim, era de se esperar, na altura de 1,30 m, respectivamente, para os clones mencionados acima, formação de 5,56; 5,36 e 4,03 cm de diâmetro de madeira limpa. Entretanto, a produção de madeira limpa só se inicia após a completa oclusão da ferida promovida pela desrama (PULROLNIK, 2002). Além disso, a qualidade durante a operação de desrama interfere no início da produção de madeira limpa e, conseqüentemente, na qualidade da madeira.

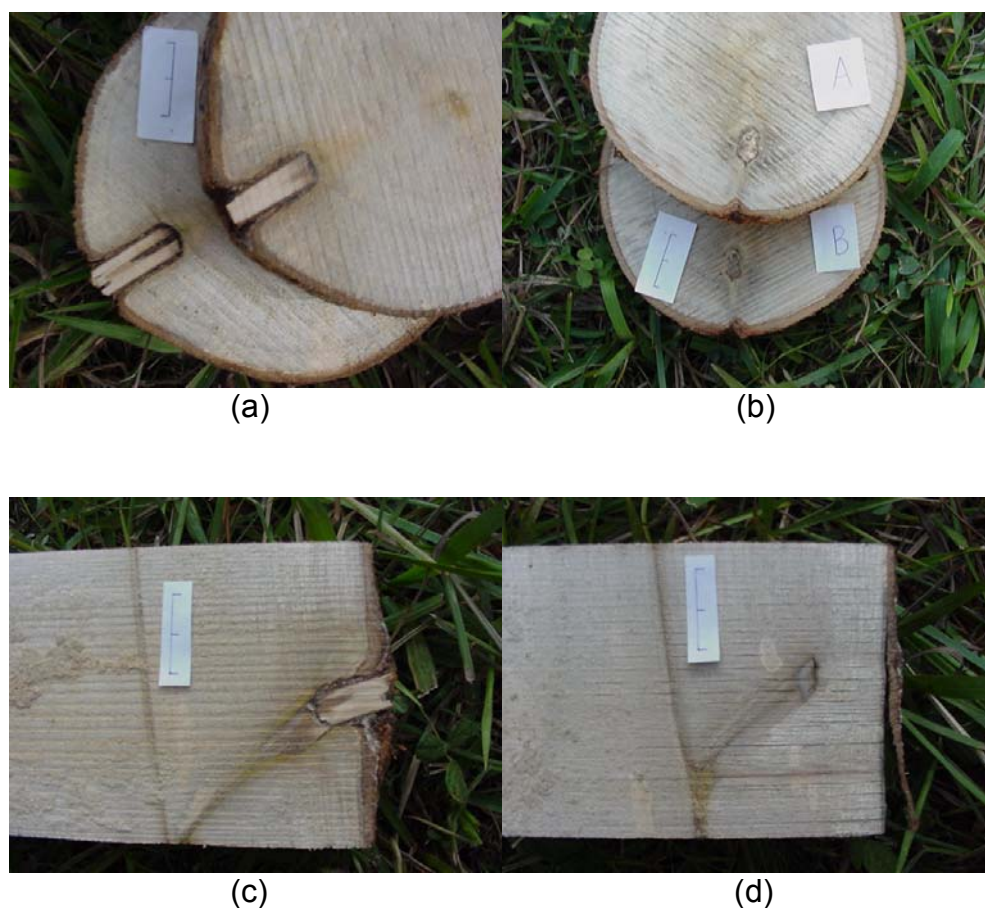
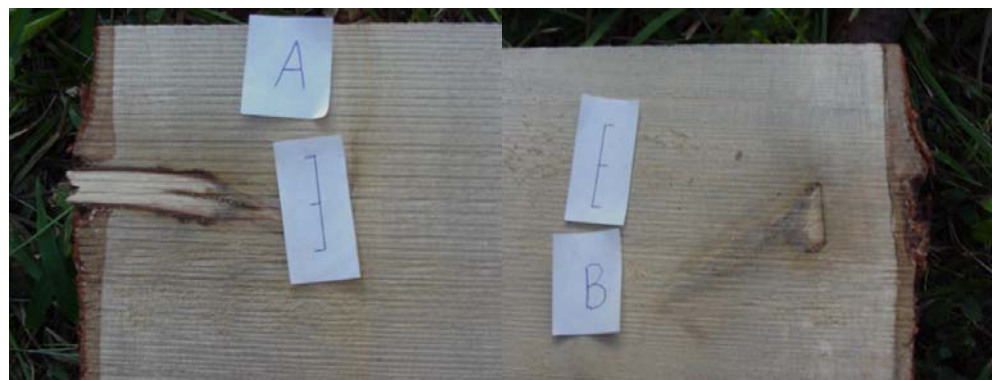


Figura 5 - Cortes transversais (a; b) e longitudinais (c; d) da madeira na região de inserção de galhos de árvores do clone 1265, aos 35 meses de idade, em plantas não desramadas (a; c) e 19 meses após desrama (b; d).



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 6 - Cortes transversais (a; b) e longitudinais (c; d) da madeira na região de inserção de galhos de árvores do clone 1288, aos 33 meses de idade, em plantas não desramadas (a; c) e 19 meses após desrama (b; d).



(a)

(b)

Figura 7 - Cortes longitudinais da madeira na região de inserção de galhos de árvores do clone 1270, aos 33 meses de idade, em plantas não desramadas (a) e 19 meses após desrama (b).

PULROLNIK (2002) observou que, aos 20 meses após a desrama, a extensão da cicatrização vertical de feridas provenientes de desrama era de 0,8 cm e, para se saber o diâmetro, a partir do qual a madeira seria considerada limpa após a desrama, deveria somar, no mínimo, 1,6 cm ao diâmetro médio das árvores, no momento da desrama, para plantas crescendo na região de cerrado, em Minas Gerais.

Pode-se observar, pela Figura 7 b, que o distúrbio fisiológico apresentado pelo clone 1270 interferiu sobre o seu crescimento, produzindo menor extensão de madeira limpa.

O clone 1265, por apresentar maior quantidade de galhos finos em relação aos outros dois clones, apresentou maior extensão de madeira limpa, 19 meses após a desrama, em razão do menor tempo de cicatrização das feridas (Figura 6 b). Segundo PULROLNIK (2002), os ferimentos provenientes de galhos médios e grossos apresentam maior velocidade de cicatrização, no entanto, observou menor tempo para o fechamento de feridas produzidas, a partir da remoção de galhos finos. PIRES (2000), analisando a extensão de corte limpo em tábuas provenientes de árvores de *E. grandis* desramadas, verificou maior extensão de madeira limpa correlacionada com as maiores intensidades de desrama artificial.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

- Em razão das diferenças em arquitetura de copa dos clones estudados, a remoção de copa até a altura de 3 m, quando da primeira intervenção de desrama, entre 14 e 16 meses de idade, promoveu remoção de 48,3, 17,4 e 32,7 % da área foliar total das plantas dos clones 1288, 1265 e 1270, respectivamente.
- Para os três clones, não houve diferença significativa no crescimento em diâmetro e volume das plantas 19 meses após a primeira intervenção de desrama. Desta forma, em locais com condições de crescimento similares ao do presente estudo, recomendam-se duas intervenções de desrama, para alcançar 6 m de altura na planta, sendo a primeira antes de 16 meses e a segunda entre 20 e 29 meses de idade, até uma altura que remova um percentual de área foliar inferior a 40%, em cada intervenção. Vale observar que entre 14 e 16 meses havia grande quantidade de galhos mortos na base da planta e, para obtenção de maior extensão de madeira limpa, a época da primeira intervenção de desrama pode ser antecipada.
- Recomenda-se, para povoamentos de *Eucalyptus*, que a intensidade de desrama artificial seja definida com base no percentual de remoção de área foliar. Ou seja, a altura de desrama bem como a idade da planta para realização da intervenção deverá variar com a arquitetura de copa do material

genético, havendo, então, necessidade de se determinar a área foliar por estrato na planta em diferentes idades.

- A desrama artificial aumentou a extensão de madeira limpa, melhorando a qualidade da madeira para uso em serraria, pela redução de nós na madeira. Ou seja, a desrama artificial deve ser realizada mais cedo possível em povoamentos de eucalipto manejados para produção de madeira serrada visando obtenção de maior extensão de madeira limpa.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DE POVOAMENTOS DE CLONES DE *E. grandis* x *E. urophylla*, SUBMETIDOS A DESRAMA ARTIFICIAL, NO EXTREMO SUL DA BAHIA

1. INTRODUÇÃO

O microclima de uma floresta caracteriza-se, primeiramente, pela modificação sofrida na intensidade e qualidade da radiação que penetra através da cobertura das árvores. Segundo BACARIN (1992), esta radiação tem importância tanto para os processos fisiológicos quanto para os processos físicos, principalmente, no que se refere ao balanço de energia ao nível do solo, afetando as temperaturas do ar e do solo e a evaporação, dentre outros.

O crescimento das plantas é governado pela quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) absorvida pela folhagem no dossel da floresta e pela eficiência com que as folhas usam essa radiação para produção de fotoassimilados (LANDSBERG, 1997). A área foliar está associada à eficiência de crescimento das plantas, que, de alguma forma, vai sinalizar sobre a eficiência fotossintética das plantas, sendo importante na avaliação das respostas de crescimento das plantas, em razão das folhas representarem a principal fonte de assimilados (CONTRERAS MARQUEZ, 1997).

A desrama artificial pode afetar diretamente o crescimento das plantas por promover redução de sua área foliar e, conseqüentemente, da área fotossintética (PIRES, 2000; PULROLNIK, 2002). Assim, o conhecimento sobre a interceptação de radiação que é, em parte, determinada pelo índice de área foliar, é importante para o entendimento da variação de crescimento das plantas e dos processos competitivos existentes em comunidades vegetais. Esses conhecimentos são importantes para auxiliar nas decisões de adoção de práticas silviculturais em povoamentos florestais, de forma a não comprometer o seu crescimento, sua produtividade e a qualidade dos produtos advindos da floresta.

O presente estudo teve por finalidade caracterizar o índice de área foliar e a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa em povoamentos de clones de eucalipto com diferenças em arquitetura de copa e submetido a tratamentos de desrama artificial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A interceptação de luz pelo dossel das florestas e a eficiência de conversão em matéria seca podem afetar significativamente a produção de um povoamento florestal (McCRADY & JOKELA, 1998). Segundo CANNELL (1989), existe uma relação linear entre a produção de biomassa e a interceptação de radiação pelo dossel da floresta. Assim, o entendimento do desenvolvimento e da dinâmica de copa das plantas são básicos para o estabelecimento e manejo das plantações. De acordo com ROSENBERG et al. (1983), do total de radiação que incide sobre o dossel de uma floresta parte é absorvida, parte é refletida e parte é transmitida através de seu perfil. A radiação que é refletida retorna à atmosfera na forma de ondas curtas sendo determinada por seu albedo ou coeficiente de reflexão.

Em plantações de coníferas, a radiação é fortemente reduzida, mas pouco modificada qualitativamente. Em florestas de folhosas ocorre absorção seletiva de radiação, que lhe dá tonalidade amarela esverdeada quando as árvores estão com folhas. Numa floresta temperada, a radiação ao nível do solo pode chegar a 2 % da radiação que atinge um terreno descoberto e, na floresta tropical, a transmissividade da radiação ao nível do sub-bosque varia entre 0,1 e 1 % (DAJOZ, 1978).

SCHUMACHER & POGGIANI (1993) fizeram a caracterização microclimática no interior de talhões de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*, em Anhembi, SP. Os resultados mostraram que o povoamento de

E. camaldulensis apresentou maior transmissividade da radiação solar global, deixando o sub-bosque com maior intensidade lumínica, enquanto que *E. torelliana* interceptou maior quantidade de radiação solar e deixou o sub-bosque com menos luminosidade. Em talhões de *E. grandis*, em relação às outras duas espécies, os autores observaram valores intermediários de radiação solar global e intensidade lumínica a nível de sub-bosque.

Segundo LARCHER (1995), a atenuação ou interceptação da radiação em um povoamento florestal depende da densidade da folhagem e do arranjo das folhas na planta. A densidade da copa, por sua vez, pode ser expressa quantitativamente pelo índice de área foliar (IAF). O IAF indica o total de área de folhas projetada sobre uma determinada área do terreno. É um parâmetro estrutural do dossel, em razão de sua influência direta na produtividade, através da interceptação da radiação e da chuva (GHOLZ, 1982; MARSHALL & WARING, 1986; LARCHER, 1995; BEADLE, 1997; PEREIRA et al., 1997; CHERRY et al., 1998).

O índice de área foliar de uma floresta pode variar com o genótipo, tamanho e idade das plantas, qualidade do sítio, espaçamento de plantio e fatores que influenciam o número e tamanho das folhas. Além disso, o clima exerce uma forte influência sobre o IAF e o de desenvolvimento do dossel de uma floresta (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1997). PULROLNIK (2002) encontrou em povoamento de *E. grandis*, estabelecido no espaçamento 3 x 3 m, na região de cerrado em Minas Gerais, IAF de 1,66; 2,73 e 1,84 aos 20, 28 e 33 meses de idade, respectivamente. CONTRERAS MARQUEZ (1997), estudando o comportamento silvicultural de *E. camaldulensis* e *E. pellita* na região de cerrado em Minas Gerais, verificou que em todos os espaçamentos estudados, *E. pellita* apresentou área foliar e IAF superior aos apresentados por *E. camaldulensis*. Observou, ainda, aumento do IAF com a redução do espaçamento entre plantas. Para *E. pellita*, o IAF variou de 2,61 no espaçamento 9 x 9 m a 6,60 no espaçamento 3 x 1 m e, *E. camaldulensis* apresentou IAF de 1,63 e 2,97 nos espaçamentos 9 x 9 m e 3 x 2 m, respectivamente.

Práticas silviculturais podem promover modificações no IAF e no potencial de produtividade do sítio (BEADLE, 1997). A desrama artificial afeta diretamente o IAF em razão da remoção de copa das plantas. Por exemplo, PINKARD et al. (1999), estudando a influência de mudanças na área foliar

sobre a recuperação do crescimento após a desrama em plantas de *E. 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. Na região de cerrado, em Minas Gerais, PULROLNIK (2002) encontrou, em povoamento de *E. grandis*, estabelecido no espaçamento 3 x 3 m, redução média de 50% do IAF após a aplicação de diferentes intensidades de desrama artificial. Esta autora observou, no entanto, uma elevada capacidade de recuperação da copa das plantas desramadas.

KOZLOWSKI (1971) cita que o crescimento em diâmetro, após a desrama, tende a diminuir a depender da intensidade de redução da copa e, por consequência, redução do IAF. PIRES (2000) observou redução de 26,76% no crescimento em diâmetro, 28,09% em altura e 41,16% em volume, aos 92 meses, em plantas que receberam a desrama de 75% da copa viva e, atribuiu esta acentuada redução de volume das plantas em razão à redução drástica da sua superfície fotossintética, ou seja, redução do IAF. JACKSON et al. (2000), estudando o efeito de desrama em plantações de *Grevillea robusta*, no Kênia, verificaram que a desrama ocasionou redução do índice de área foliar e aumento da 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 (aumento do IAF), esta evaporação tendeu a diminuir em razão do recobrimento do solo pela copa das árvores.

A qualidade de sítio é outro fator que pode afetar o índice de área foliar pela influência na disponibilização de recursos de crescimento às plantas. Segundo BEADLE et. al., (1995), plantações de eucalipto em solos de boa fertilidade, com IMA maior que 30 m³/ha/ano, geralmente, apresentam IAF entre 4,5 e 6 e, segundo CHERRY et al., (1998), em solo pobre o IAF pode ser menor que 2.

O efeito da estrutura do dossel sobre a interceptação e atenuação da radiação fotossinteticamente ativa tem sido comumente modelado como uma exponencial da produção do IAF acumulado e um coeficiente de extinção de luz. Este coeficiente de extinção representa uma mensuração da taxa de decréscimo da irradiância, através do dossel do povoamento florestal, o qual

pode ser empiricamente determinado usando mensurações da transmis-sividade do dossel e estimativa do IAF (McCRADY & JOKELA, 1998). Segundo BEADLE (1997), o coeficiente de extinção mede a fração de fótons absorvidos por unidade de área foliar. O nível de interceptação de luz é uma função exponencial do produto $k \cdot \text{IAF}$. Se um valor de 0,5 é atribuído para k , isto mostraria que 95% de interceptação de luz ocorre quando $k \cdot \text{IAF}$ é igual a 3, o qual equivale a um IAF de 6. O coeficiente de extinção não é constante e varia com a inclinação solar, com a distribuição angular da radiação difusa durante o tempo de mensuração, mudanças na estrutura do dossel e pela inclinação e orientação das folhas (BEADLE, 1997; McCRADY & JOKELA, 1998). Uma comparação entre espécies realizada por BEADLE (1997) baseada na mensuração de radiação, com ângulo solar máximo, mostrou que as florestas têm um coeficiente de extinção variando de 0,3 a 0,8. No entanto, segundo LANDSBERG (1997), o coeficiente de extinção pode variar entre 0,3 e 1,5 em florestas, sendo 0,5 uma boa aproximação do valor do coeficiente de extinção para muitas espécies florestais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

A área experimental deste estudo, também, é a mesma descrita no Capítulo I, portanto, todas as condições ambientais, tratamentos culturais, dentre outros, são apresentadas no Capítulo I. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado com três repetições, conforme discutido no capítulo II. Foram realizadas avaliações do índice de área foliar (IAF), transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e determinação do coeficiente de extinção de luz, nos meses de outubro de 2000, abril e novembro de 2001 e maio de 2002 correspondendo, respectivamente à 14, 20, 27 e 33 meses de idade para as plantas dos clones 1288 e 1270 e à 16, 22, 29 e 35 meses de idade para as plantas do clone 1265. As medições em sequência de idades foram realizadas com o objetivo de melhor entender a dinâmica de crescimento de copa dos diferentes materiais genéticos.

3.2. Determinação do coeficiente de extinção por clone

O coeficiente de extinção de luz (k) foi determinado empiricamente a partir dos valores da transmissividade da RFA do dossel (t) e da estimativa do índice de área foliar (IAF) mensurados em estratos de 1,0 m de altura, a partir de 0,5 m do solo, até 3,5 m de altura, através da seguinte equação:

$$I_2/I_0 = \text{Exp} (-k \cdot \text{IAF})$$

em que I_2/I_0 = transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa.

A estimativa do índice de área foliar (IAF) foi realizada a partir de dados coletados em seis árvores da testemunha, de cada clone, utilizando-se dois sensores (LI-2050) conectados a dataloggers (LI-2000 da LI-COR). Um dos sensores foi instalado em uma área aberta, próxima aos povoamentos e, outro, foi usado para a coleta dos dados no interior do povoamento. As leituras foram tomadas nas plantas em estratos de 1,0 m de altura, a partir de 0,5 m do solo, até 3,5 m de altura, na linha e entrelinha de plantio, em pontos a 1/2 e 1/4 da distância entre plantas. Na Figura 1, são apresentadas as localizações dos pontos de leitura do IAF, na linha e na entrelinha de plantio.

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi medida no interior do povoamento, na linha e na entrelinha de plantio tendo como ponto central o tronco da árvore (Figura 2), em seis plantas do tratamento testemunha de cada clone. Foram utilizados sensores lineares, modelo LI-191, marca LI-COR, conectados a registradores automáticos, sendo as leituras realizadas, aproximadamente, entre 11:00 e 13:00 h, preferencialmente em dias com reduzida nebulosidade, em estratos de 1,0 m de altura, a partir de 0,5 m do solo até 3,5 m de altura na planta. Em área aberta, próxima às parcelas, foi instalado um sensor pontual, modelo LI-190, marca LI-COR, a fim de se obter a RFA a céu aberto, para o cálculo do percentual de transmissividade do dossel. Cada medida, no interior e exterior da floresta foi o resultado de leitura dos sensores durante dois minutos em cada ponto. A transmissividade da RFA do dossel foi obtida a partir da seguinte fórmula:

$$t = \frac{(RFA_{int} \times 100)}{RFA_{ext}}$$

em que

t = transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (%);

RFA_{int} = radiação fotossinteticamente ativa no interior do talhão;

RFA_{ext} = radiação fotossinteticamente ativa no exterior do talhão.

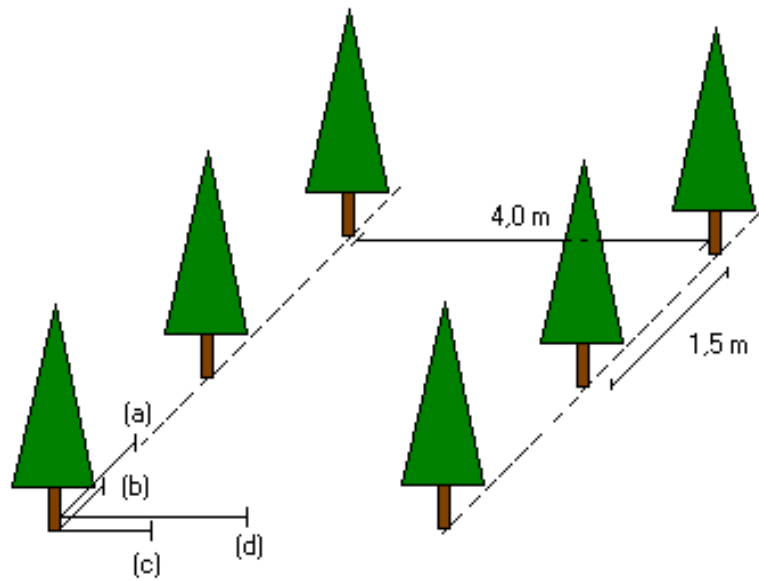


Figura 1 - Posicionamento do analisador de dossel em pontos onde foram realizadas as medições do IAF, na linha (a e b) e na entrelinha (c e d), a um quarto (b e c) e metade (a e d) da distância entre plantas.

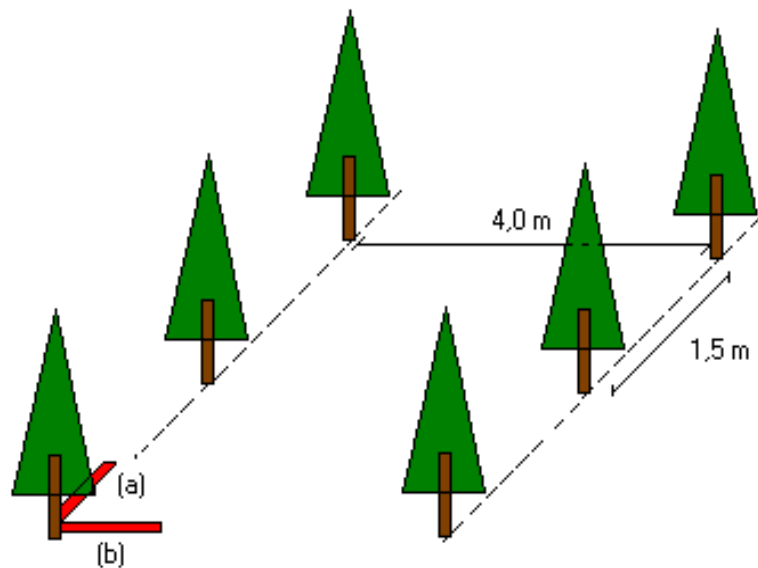


Figura 2 - Posicionamento dos sensores lineares para medição da RFA na linha (a) e na entrelinha (b) de plantio.

3.3. Estimativa da transmissividade da RFA e do IAF por clone e tratamento de desrama

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi medida no interior do povoamento, na linha e na entrelinha de plantio tendo como ponto central o tronco da árvore (Figura 2), nas duas primeiras árvores de cada parcela da testemunha e, nas duas primeiras árvores desramadas nos demais tratamentos (mesmas parcelas que receberam desrama artificial, mencionadas no Capítulo II). Foram utilizados sensores lineares, modelo LI-191, marca LI-COR, conectados a registradores automáticos e as leituras foram realizadas aproximadamente entre 11:00 e 13:00 h, preferencialmente em dias com reduzida nebulosidade, a 0,5 m do solo. Em área aberta, próxima às parcelas, foi instalado um sensor pontual, modelo LI-190, marca LI-COR, a fim de se obter a RFA a céu aberto, para o cálculo do percentual de transmissividade do dossel. Cada medida, no interior e exterior da floresta foi o resultado de leitura dos sensores durante dois minutos em cada ponto. A transmissividade da RFA do dossel foi obtida a partir da fórmula, mencionada no item anterior.

A estimativa do índice de área foliar (IAF) foi realizada a partir de dados coletados nas duas primeiras árvores de cada parcela, de cada clone (mesmas parcelas que receberam desrama artificial, mencionadas no Capítulo II), utilizando-se dois sensores (LI-2050) conectados a dataloggers (LI-2000 da LI-COR). Um dos sensores foi instalado em uma área aberta, próxima aos povoamentos e, outro, foi usado para a coleta dos dados no interior do povoamento. Em cada árvore as leituras foram tomadas a 0,5 m de altura do solo, na linha e entrelinha de plantio, em pontos a 1/2 e 1/4 da distância entre plantas. Na Figura 1, são apresentadas as localizações dos pontos de leitura do IAF, na linha e na entrelinha de plantio.

3.4. Análise dos dados

Para verificar o efeito da desrama artificial sobre o índice de área foliar e transmissividade da RFA nos povoamentos estudados foram realizadas análises de variância e comparações de médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Essas análises estatísticas foram feitas empregando-se o sistema de análise estatística (SAEG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização do índice de área foliar (IAF)

Foram observadas variações no IAF dos povoamentos, nas diferentes idades e estratos avaliados (Figuras 3, 4 e 5), possivelmente, em razão dos clones estudados apresentarem diferenças em arquitetura de copa.

Pela Figura 3, observa-se que o IAF médio no povoamento do clone 1265 estimado à 0,5 m de altura do solo foi de 2,9; 3,4; 2,9 e 2,7 aos 16, 22, 29 e 35 meses de idade, respectivamente. Assim, pode-se concluir que dos 16 aos 22 meses as plantas deste clone estavam ainda acumulando biomassa foliar e, a partir dos 22 meses iniciou-se redução de IAF. Aos 16 meses de idade, quando ainda não havia ocorrido redução drástica de biomassa foliar, até 3,5 m de altura, observa-se maior valor de IAF no estrato inferior (0,5 m) decrescendo gradativamente para os estratos superiores. Para as idades de 22, 29 e 33 meses, a redução do valor do IAF com a altura da planta não é expressiva em razão das plantas apresentarem ausência de folhas acima dos 3,5 m de altura, nessas idades.

A caracterização do IAF de povoamentos florestais pode constituir-se numa ferramenta de importância para o manejo florestal. O IAF é característico de cada material genético e, ao longo do tempo, pode ser alterado, devido à mudanças da estrutura da floresta.

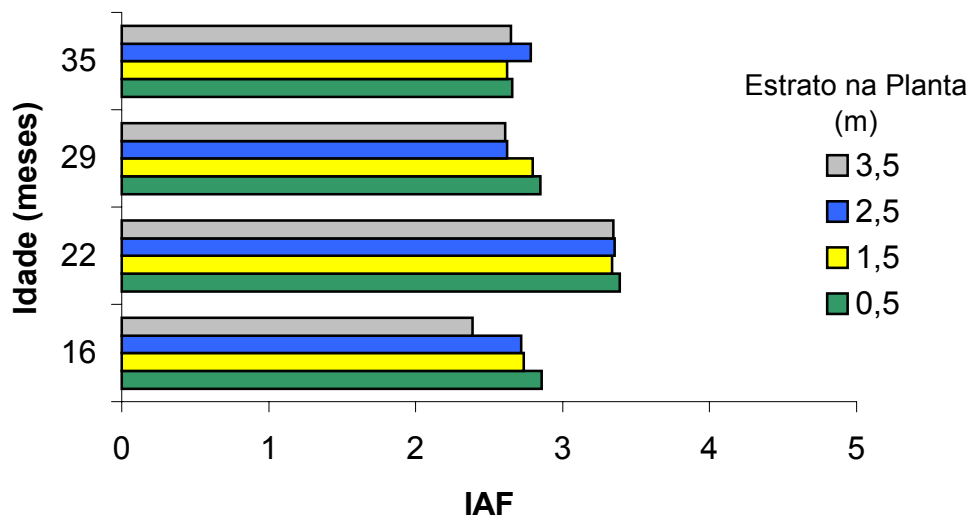


Figura 3 - Índice de área foliar (IAF) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura da planta) em povoamentos do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

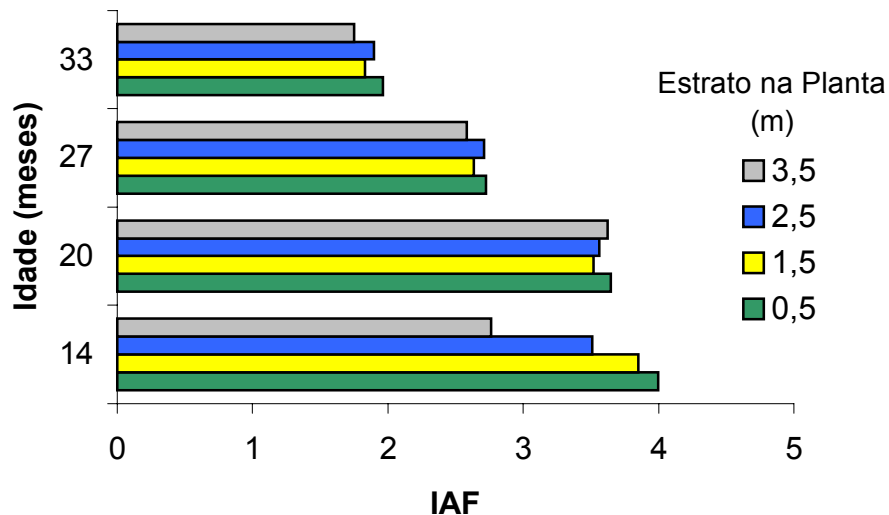


Figura 4 - Índice de área foliar (IAF) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura) em povoamentos do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Para o clone 1288 (Figura 4), aos 14 meses de idade verificou-se que o IAF ao longo dos estratos avaliados seguiu comportamento esperado decrescendo do estrato inferior (0,5 m) para o estrato superior (3,5 m). A partir dos 20 meses de idade já não se observa um padrão definido do valor do IAF entre os estratos, em função das plantas não apresentarem folhas até 3,5 m de altura. As diferenças observadas entre os estratos são devidas à interceptação de luz por galhos e também do posicionamento dos sensores de coleta de dados. É interessante observar que a estimativa do IAF medido a 0,5 m de altura do solo reduziu gradativamente com a idade do povoamento atingindo uma redução de aproximadamente 50% dos 14 para os 33 meses de idade. Essa redução acentuada apresentada por este clone mostra a perda de área foliar que ocorre por ocasião do fechamento do dossel da floresta.

Verifica-se, pela Figura 12b do Capítulo 1, que as plantas do clone 1270, aos 20 meses de idade, praticamente não apresentavam folhas até 3,5 m de altura. Assim, as diferenças observadas no valor do IAF médio entre os estratos avaliados são em razão da interceptação de luz pelos galhos e pelo posicionamento dos sensores de mensuração do IAF, no momento da coleta de dados. Observa-se que o IAF estimado à 3,5 m de altura do solo foi de 2,3; 1,6 e 2,0 aos 20, 27 e 33 meses de idade, respectivamente. Esse menor valor de IAF aos 27 meses de idade foi devido à abertura do dossel do povoamento, ocorrido em função do problema de desfolha com o clone nessa época.

4.2. Caracterização da radiação fotossinteticamente ativa (RAF)

No povoamento do clone 1265 a transmissividade média da RAF (Figura 6) medida a 0,50 m do solo foi de 19,0; 8,2 e 12,9% aos 16, 22 e 35 meses de idade, respectivamente. Observa-se que dos 16 para os 22 meses houve uma redução da transmissividade da RAF ocorrido em função do aumento do IAF e, dos 22 para os 35 meses ocorreu aumento da transmissividade em razão da redução do IAF. Entre os estratos, verifica-se que aos 16 meses, o maior valor de transmissividade foi de aproximadamente 24% a 1,5 e 2,5 m de altura, aos 22 meses foi de 19,7% a 3,5 m de altura e aos 35 meses foi de 26,8% a 3,5 m de altura.

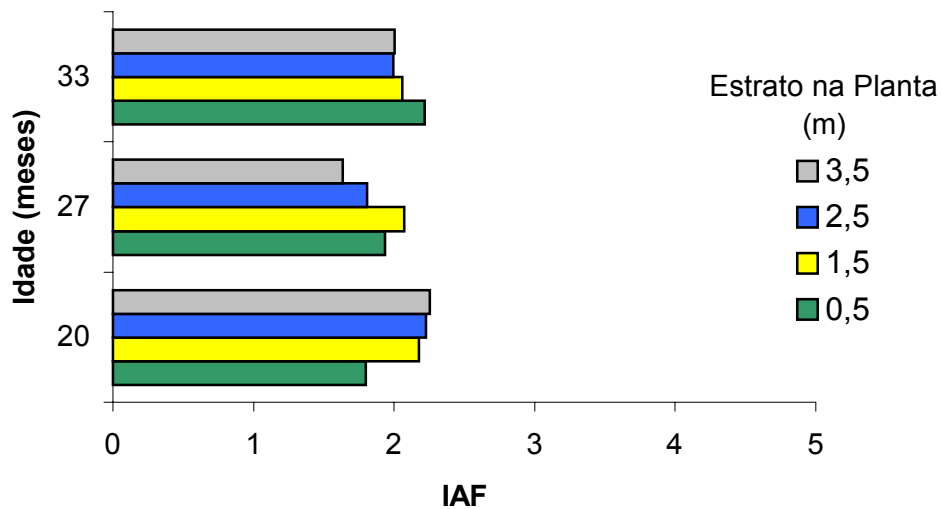


Figura 5 - Índice de área foliar (IAF) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura) em povoamentos do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

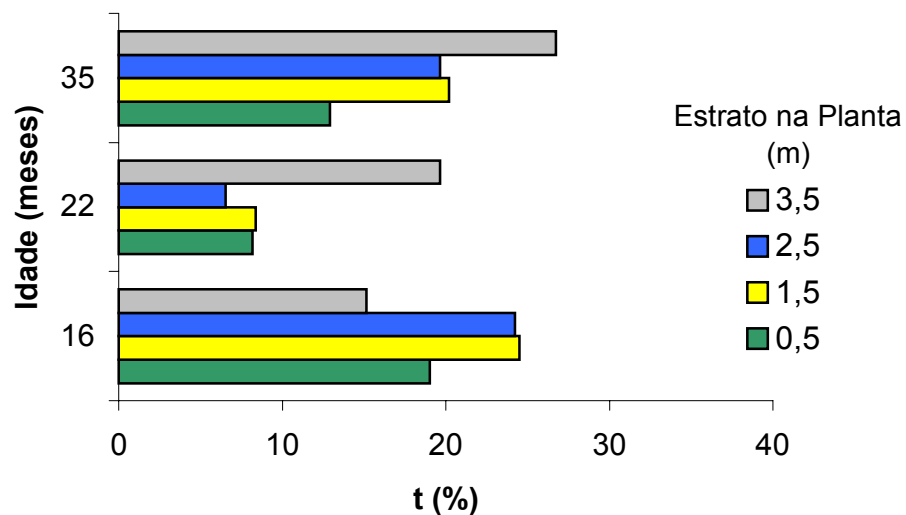


Figura 6 - Transmissividade (t) da radiação fotossinteticamente ativa (RAF) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura) em povoamentos do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

Para o povoamento do clone 1288 a transmissividade média da RAF (Figura 7) medida a 0,50 m de altura do solo seguiu comportamento esperado ao longo da idade do povoamento, isto é, a medida que a idade da floresta aumentava, maior era a quantidade de luz que chegava ao sub-bosque do povoamento. A transmissividade passou de 7,8% aos 14 meses para 10,1; 12,0 e 19,7% aos 20, 27 e 33 meses, respectivamente. Aos 14 meses o maior valor de transmissividade foi de 8,5% a 3,5 m de altura devido ao menor valor de IAF deste estrato. A partir dos 20 meses de idade, em razão das plantas não apresentarem folhas abaixo dos 3,5 m, verifica-se que as diferenças encontradas entre os estratos avaliados ocorreram devido ao posicionamento dos sensores lineares, horário de medição e condições de nebulosidade.

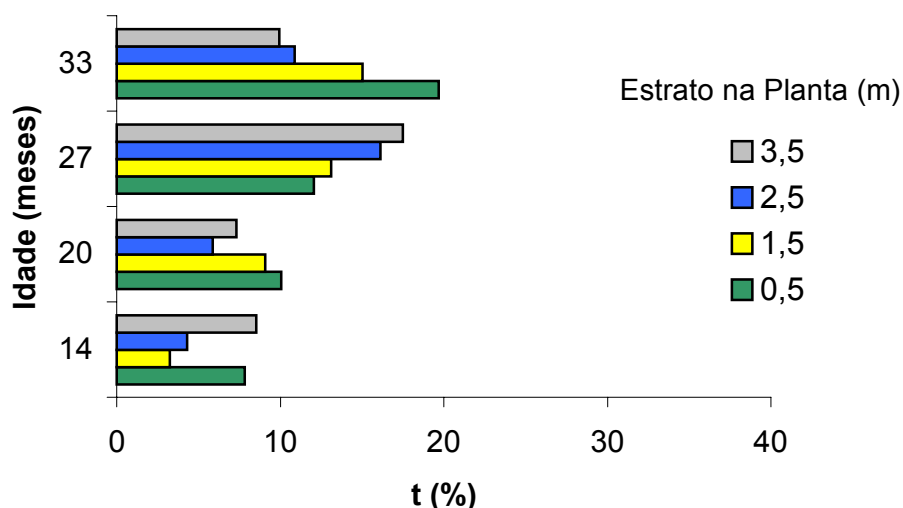


Figura 7 - Transmissividade (t) da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura) em povoamentos do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

A transmissividade média da RAF (Figura 8) medida a 0,5 m do solo, no povoamento do clone 1270 foi de 8,2; 31,8 e 18,2% aos 20, 27 e 33 meses de idade, respectivamente. Nota-se que o maior valor de transmissividade ocorreu aos 27 meses, idade que ocorreu intensa redução da área foliar devido a distúrbio fisiológico que resultou na completa desfolha das plantas.

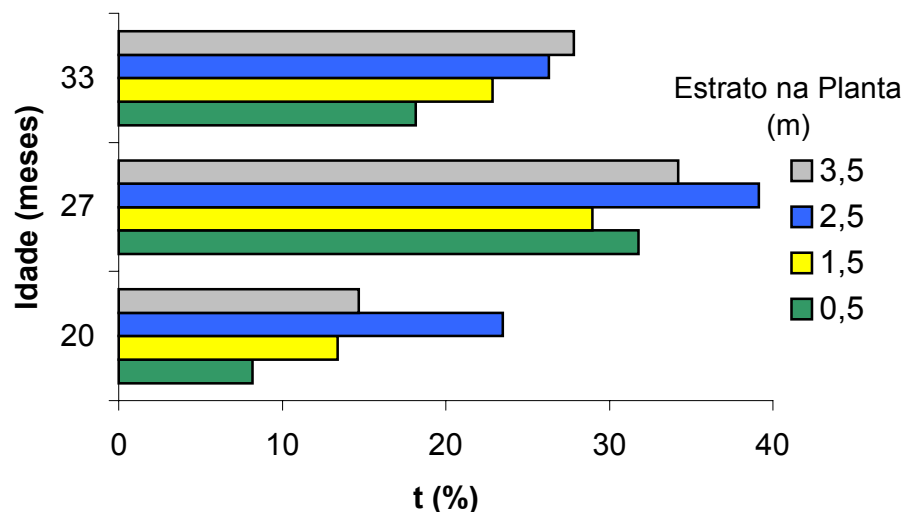


Figura 8 - Transmissividade (t) da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em diferentes idades e estratos (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m de altura) em povoamentos do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia.

4.3. Caracterização do coeficiente de extinção

No Quadro 1 são apresentados os dados do coeficiente de extinção da RFA para os três clones estudados. O clone 1265, em comparação com os outros dois clones, apresentou os menores valores de coeficiente de extinção, exceto aos 22 meses de idade. Os valores médios do coeficiente de extinção, em cada época de avaliação, foram de 0,64, 0,72 e 0,62 aos 16, 22 e 35 meses de idade, respectivamente. O clone 1288 apresentou o maior (1,13) e o menor (0,54) coeficiente de extinção médio aos 33 e 20 meses, respectivamente. Na segunda avaliação, realizada no mês de abril de 2001, quando os clones 1288 e 1270 apresentavam 20 meses de idade e o clone 1265, 22 meses de idade, verificou-se que o clone 1270 apresentou o maior coeficiente de extinção (0,99).

O clone 1265 apresentou aos 35 meses coeficiente de extinção decrescente, gradativamente, da menor para a maior altura avaliada, a partir do solo. Aos 16 e 22 meses apresentou, ainda, maior coeficiente aos 2,5 m de altura e menor aos 1,5 e 3,5 m de altura, respectivamente.

Quadro 1 - Coeficiente de extinção em diferentes idades e altura a partir do solo (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 m) em povoamentos dos clones 1265, 1288 e 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidos no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Clone	Idade (meses)	Altura a partir do solo (m)				Média
		0,5	1,5	2,5	3,5	
1265	16	0,58	0,51	0,78	0,71	0,64
	22	0,74	0,74	0,81	0,58	0,72
	35	0,77	0,61	0,58	0,50	0,62
1288	14	0,77	0,89	0,90	1,02	0,90
	20	0,58	0,58	0,51	0,48	0,54
	27	1,09	1,12	1,05	1,01	1,07
	33	1,10	1,03	1,13	1,26	1,13
1270	20	1,39	0,92	0,78	0,85	0,99
	27	0,59	0,60	0,52	0,66	0,59
	33	0,87	0,81	0,80	0,78	0,82

O clone 1288 apresentou na primeira mensuração, aos 14 meses idade, valores crescentes do coeficiente de extinção de 0,5 para 3,5 m de altura. Entretanto, na segunda medição, aos 20 meses de idade, apresentou valores decrescentes de 0,5 para 3,5 m de altura.

Os maiores valores do coeficiente de extinção no povoamento do clone 1270, aos 20 e 33 meses de idade foram observados à 0,5 m de altura, no entanto aos 27 meses foi verificado a 3,5 m de altura.

Estes dados estão de acordo com LANDSBERG (1997) que relata que o coeficiente de extinção pode variar entre 0,3 e 1,5 em florestas, sendo que 0,5 uma boa aproximação do valor do coeficiente de extinção para muitas espécies florestais.

4.4. Índice de área foliar em povoamento de *Eucalyptus* submetido a desrama artificial

Verifica-se pelo Quadro 2 que a desrama artificial aplicada aos 16 meses de idade no povoamento do clone 1265 promoveu redução do IAF de 3,4, 19,3 e 33,8 % para os tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente, quando comparados com as plantas da testemunha. Aos 22 meses, antes da segunda desrama, observa-se uma recomposição de folhas pelas plantas que sofreram a aplicação de desrama aos 16 meses, igualando-se estatisticamente em IAF àquelas

plantas que não foram submetidas à desrama artificial. É interessante ressaltar, que mesmo aquelas plantas que tiveram redução de 33,8 % do IAF, apresentaram capacidade de recomposição foliar, após o período de 6 meses, principalmente, por ter ocorrido no período chuvoso. É importante lembrar, também, que apesar de ter ocorrido redução drástica de IAF após a primeira desrama, não foram observadas diferenças significativas no crescimento em DAP, altura e volume das plantas, conforme discutido no capítulo anterior. A segunda intervenção de desrama, aplicada aos 22 meses de idade, promoveu maior redução de IAF (19,8% em relação à testemunha) para as plantas que receberam remoção de mais 2 m de altura de copa. Aos 29 meses, antes da terceira intervenção de desrama, verifica-se que as plantas que receberam desrama aos 22 meses já apresentaram recuperação do IAF, igualando-se estatisticamente às demais plantas. Aos 29 meses, após a terceira intervenção de desrama, observa-se que a aplicação da desrama não reduziu significativamente o IAF, em razão das plantas apresentarem nessa idade poucas folhas até os 6 m de altura. Aos 35 meses observa que não existe diferenças significativa de IAF entre as plantas em todos os tratamentos. Verifica-se, ainda, que houve uma redução do IAF de 29 para os 35 meses, em razão da redução natural do comprimento de copa das plantas.

Quadro 2 - Índice de área foliar médio, em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)					
		16 (DD)	22 (AD)	22 (DD)	29 (AD)	29 (DD)	35
1	Testemunha	2,96 a	3,39	3,39 ab	3,01	3,01	2,56
2	1,0+2,0+3,0	2,86 a	3,58	2,72 b	3,07	2,59	2,30
3	1,5+1,5+3,0	2,39 ab	3,32	3,02 ab	3,06	2,65	2,13
4	3,0+0,0+3,0	1,96 b	3,30	3,30 ab	2,99	2,67	2,22
5	0,0+4,5+1,5			3,43 ab	3,26	2,70	2,01
6	0,0+1,5+4,5			3,64 a	2,85	2,86	2,07
7	0,0+3,0+3,0			3,81 a	2,89	2,73	2,05
	Média	2,54	3,42	3,33	3,02	2,74	2,19

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A desrama aplicada aos 14 meses de idade no povoamento do clone 1270 (Quadro 3) representou redução de 23,6 e 41,6 % do IAF das plantas que receberam os tratamentos 2 e 3, respectivamente. Entretanto, essa redução foi compensada aos 20 meses quando as plantas submetidas aos tratamentos 2 e 3 apresentaram incremento do IAF de 42,6 e 78,8 % no intervalo de 6 meses. Aos 20 meses, após a segunda intervenção de desrama, não verificou-se diferenças significativas no IAF entre as plantas dos diferentes tratamentos. Isso mostra que nessa idade o clone apresenta baixo valor de área foliar até os 3 m de altura. De 20 para os 27 meses de idade observa-se que houve uma redução do IAF, por não ter ocorrido intervenção de desrama nesse período. Nota-se que essa redução trata-se de uma desfolha intensa ocorrida nessa época no povoamento deste clone, em razão de problemas de sua adaptação às condições locais. Aos 27 meses, após a terceira intervenção de desrama, observa-se que houve ainda mais redução significativa do IAF, chegando as plantas do tratamento 6 apresentarem IAF de 1,24. Aos 33 meses, observa-se que as plantas não apresentam diferenças significativas no IAF mostrando, ainda, recuperação de crescimento e recomposição de área foliar.

Quadro 3 - Índice de área foliar médio, em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)					
		14 (DD)	20 (AD)	20 (DD)	27 (AD)	27 (DD)	33
1	Testemunha	2,67 a	2,74	2,74	1,93 ab	1,93 a	2,20
2	1,5+1,5+3,0	2,04 b	2,91	2,62	2,33 a	1,75 ab	1,83
3	3,0+0,0+3,0	1,56 c	2,79	2,79	2,12 ab	1,64 ab	1,91
4	0,0+0,0+6,0				1,86 ab	1,59 ab	1,76
5	0,0+1,5+4,5			2,84	1,69 b	1,35 ab	1,77
6	0,0+3,0+3,0			2,78	2,05 ab	1,24 b	1,89
	Média	2,09	2,81	2,75	1,99	1,58	1,89

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No povoamento do clone 1288 (Quadro 4) observou-se aos 14 meses de idade, após a aplicação da primeira intervenção de desrama, que houve

redução no IAF de 22,0; 30,4 e 50% em comparação com as plantas testemunhas para os tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente. Aos 20 meses, antes da segunda intervenção de desrama, nota-se que o IAF não difere estatisticamente entre os tratamentos de desrama indicando que houve nesse intervalo de 14 para os 20 meses de idade uma recomposição foliar, mesmo para aquelas plantas que sofreram redução de 50% do IAF. O incremento do IAF, após a desrama, foi de 8, 25 e 63 % dos 14 para os 20 meses para os tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente. Assim, observa-se que com o aumento da remoção de área foliar ocorre maior disponibilização de fotoassimilados em favor do desenvolvimento de folhas. É importante mencionar que esse intervalo ocorreu no período chuvoso. Aos 20 meses, após aplicação dos tratamentos de desrama, observa-se pequena redução no IAF, menor que 15%, em razão da remoção de poucas folhas pela aplicação da desrama. Aos 27 meses, antes da terceira intervenção de desrama, as plantas que foram desramadas já apresentaram recomposição da área foliar e, assim, apresentaram o IAF não diferindo estatisticamente das demais plantas. Aos 27 meses, após a terceira intervenção de desrama, verifica-se que o IAF não apresenta diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos de desrama, isto porque as plantas nessa idade já não apresentam mais folhas até os 6 m de altura.

Quadro 4 - Índice de área foliar médio, em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)					
		14 (DD)	20 (AD)	20 (DD)	27 (AD)	27 (DD)	33
1	Testemunha	4,04 a	3,65	3,65 a	2,76	2,76	2,29 ab
2	1,0+2,0+3,0	3,16 ab	3,41	3,19 b	2,58	2,25	2,67 a
3	1,5+1,5+3,0	2,81 bc	3,52	3,11 b	2,57	2,33	2,50 ab
4	3,0+0,0+3,0	2,01 c	3,27	3,27 ab	2,62	2,30	2,69 a
5	0,0+0,0+6,0				2,70	2,25	1,84 b
6	0,0+1,5+4,5			3,48 ab	2,61	2,30	2,09 ab
7	0,0+3,0+3,0			3,15 b	2,43	2,21	1,81 b
	Média	3,01	3,46	3,31	2,61	2,34	2,27

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) em povoamento de *Eucalyptus* submetido a desrama artificial

A transmissividade média da RFA (Quadro 5), medida aos 14 meses de idade, após aplicação da desrama, aumentou de 7,82% nas parcelas das plantas testemunhas para 11,8; 16,0; e 39,3% nas parcelas que receberam remoções de 1, 1,5 e 3m de altura a partir do solo, respectivamente. Aos 20 meses, antes da segunda intervenção de desrama, observa-se que a transmissividade reduziu drasticamente, com valores inferiores a 5% nas parcelas desramadas aos 14 meses, em razão da recomposição foliar ocorrida durante esse intervalo de tempo. Aos 20 meses, após a segunda intervenção de desrama, verifica-se que, apenas nos tratamentos 6 e 7 ocorreram um maior aumento da transmissividade, sendo de 17,99 e 20,69 %, respectivamente. Aos 27 meses, antes da terceira intervenção de desrama, observa-se um aumento geral da transmissividade em todas as parcelas estudadas ocorrido devido à redução do IAF do povoamento. Aos 27 meses, após a terceira intervenção de desrama, nota-se que houve uma contribuição ainda maior da remoção, principalmente, de galhos para o aumento da transmissividade. Aos 33 meses não se verificaram diferenças significativas de transmissividade entre todas as parcelas estudadas e, que ocorre uma redução da transmissividade de 27 para os 33 meses em decorrência do fechamento de dossel do povoamento.

Quadro 5 - Transmissividade média da radiação fotossinteticamente ativa (t%), em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)					
		14 (DD)	20 (AD)	20 (DD)	27 (AD)	27 (DD)	33
1	Testemunha	7,82 b	8,13	8,13 ab	12,05 b	12,05 b	13,35
2	1,0+2,0+3,0	11,77 b	3,55	9,88 ab	25,42 ab	31,25 a	20,37
3	1,5+1,5+3,0	16,02 b	4,93	5,03 b	13,39 b	34,08 a	21,16
4	3,0+0,0+3,0	39,31 a	4,99	4,99 b	14,77 b	35,02 a	19,53
5	0,0+0,0+6,0				27,94 ab	35,53 a	10,37
6	0,0+1,5+4,5			17,99ab	29,46 ab	20,98 ab	14,41
7	0,0+3,0+3,0			20,69 a	40,51 a	36,87 a	7,17
	Média	18,73	5,40	11,11	23,36	29,39	15,19

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se no povoamento do clone 1270, aos 20 meses de idade, antes da aplicação da segunda intervenção de desrama, que não existem diferenças significativas de transmissividade da RFA entre as parcelas estudadas (Quadro 6). As plantas que receberam a primeira intervenção de desrama aos 14 meses de idade apresentaram recomposição foliar, conforme discutido no item 4.4, igualando-se, assim, a transmissividade com as parcelas onde as plantas não foram desramadas. Aos 20 meses, após a segunda intervenção de desrama, observa-se maior aumento da transmissividade para os tratamentos 5 e 6 com valores 25,3 e 14,6%, respectivamente. Aos 27 meses, em razão da desfolha ocorrida em decorrência do distúrbio fisiológico apresentado pelo clone, notou-se um elevado aumento na transmissividade do povoamento chegando a 57% nas parcelas do tratamento 2. Aos 33 meses, com a recuperação de crescimento e recomposição da área foliar das plantas, observa-se que ocorre a redução da transmissividade.

Quadro 6 - Transmissividade média da radiação fotossinteticamente ativa (%), em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)			
		20 (AD)	20 (DD)	27 (AD)	33
1	Testemunha	8,17	8,17 b	32,48 b	19,51
2	1,5+1,5+3,0	7,66	7,09 b	57,24 a	17,42
3	3,0+0,0+3,0	8,88	8,88 b	44,10 ab	17,37
4	0,0+0,0+6,0			31,79 b	29,73
5	0,0+1,5+4,5		25,31 a	41,55 ab	26,60
6	0,0+3,0+3,0		14,67 ab	30,80 b	16,67
	Média	8,24	12,82	39,66	21,22

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 16 meses de idade, após a primeira intervenção de desrama, nota-se que a transmissividade da RAF (Quadro 7) passou de 15,34 % na testemunha para 23,39, 21,27, e 28,66 % para as parcelas dos tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente. Aos 22 meses, antes da segunda intervenção de desrama,

nota-se que em todas as parcelas não existem diferenças estatísticas na transmissividade, em razão da recomposição foliar apresentada pelas plantas que sofreram remoção de copa pela aplicação da desrama. Aos 22 meses observa-se, ainda, após a aplicação da segunda intervenção de desrama, que não ocorreu aumento significativo da transmissividade em razão, principalmente, do clone apresentar poucas folhas até a altura em que houve a remoção de copa. Aos 35 meses observa-se a transmissividade variando de 13,8 a 20,6% o que estatisticamente não representa diferenças significativas.

Quadro 7 - Transmissividade média da radiação fotossinteticamente ativa (t%), em diferentes idades de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

Tratamento	Altura de desrama (m)	Idade (meses)			
		16 (DD)	22 (AD)	22 (DD)	35
1	Testemunha	15,34 b	8,18	8,18	14,87
2	1,0+2,0+3,0	23,39 ab	9,02	10,17	17,97
3	1,5+1,5+3,0	21,27 ab	10,02	10,54	13,80
4	3,0+0,0+3,0	28,66 a	8,63	8,63	17,06
5	0,0+4,5+1,5			9,33	20,59
6	0,0+1,5+4,5			9,26	19,82
7	0,0+3,0+3,0			10,49	23,49
	Média	22,17	8,96	9,51	18,23

AD = Antes da desrama; DD = Depois da desrama; Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

- O índice de área foliar, a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa e o coeficiente de extinção de luz variaram entre os materiais genéticos, em razão das diferenças em arquitetura de copa, havendo, assim, necessidade de avaliar estas características para cada material separadamente a fim de subsidiar a adoção de técnicas de manejo do povoamento.

- A intervenção de desrama artificial, em idades mais jovens, promoveu redução substancial do índice de área foliar e aumento da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, sendo estas proporcionais à intensidade de desrama, enquanto que em idades mais avançadas mantiveram-se inalterados.

- Mesmo com remoções drásticas do IAF (reduções de até 50%), as plantas apresentaram alta capacidade de recomposição de seu índice de área foliar, sendo este um dos motivos de não observar redução significativa de crescimento das plantas submetidas a desrama artificial.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

- O estudo da dinâmica de copa das plantas dos clones indicou a necessidade de estabelecimento de programas de desrama artificial para cada clone, em razão das diferenças em arquitetura de copa, especialmente, a alocação distinta de folhas ao longo dos estratos das árvores. Ou seja, o momento ideal para proceder à intervenção de desrama artificial, em povoamentos de *Eucalyptus*, deve ser determinado com base no percentual de remoção de área foliar, em razão da variabilidade de copa entre os materiais genéticos, em substituição aos métodos até então adotados que considera proporção da altura da árvore ou da altura da copa viva.

- A intervenção de desrama artificial, nos diferentes níveis de remoção de galhos do presente estudo, não comprometeu o crescimento das plantas dos clones estudados, até 19 meses após a primeira intervenção. Assim, conclui-se que remoções de copa com até 40% da área foliar não compromete o crescimento das plantas. Porém, recomenda-se que sejam realizadas novas avaliações de parâmetros de crescimento para verificar a possibilidade de mudança no comportamento das plantas em idades mais avançadas;

- Mesmo com remoções drásticas do IAF, as plantas apresentam alta capacidade de recomposição de suas copas, tendo sido a possível razão de não se observar efeito detrimental significativo da desrama sobre o crescimento

das plantas. Com base nos resultados obtidos até o presente momento (19 meses após a primeira intervenção de desrama), para os clones 1265, 1288 e 1270 recomendam-se apenas duas intervenções para a desrama até a altura de 6 m, em razão do custo elevado para esta operação, sendo a primeira antes de 16 meses e a segunda entre 20 e 29 meses de idade, até uma altura que remova um percentual de área foliar inferior a 40%, em cada intervenção. Vale observar que entre 14 e 16 meses havia grande quantidade de galhos mortos na base da planta e, para obtenção de maior extensão de madeira limpa, a época da primeira intervenção de desrama pode ser antecipada.

- A desrama artificial aumentou a extensão de madeira limpa, elevando a qualidade da madeira para uso em serraria, pela redução de nós.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

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

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: 1997. p. 169-245.

BEADLE, C. L.; HONEYSETT, J. L.; TURNBULL, C. R. A.; WHITE, D. A. Site limits to achieving genetic potential. In: POTTS, B. M. et al. (Eds.) **Eucalypt Plantations: Improving fibre yield and quality**. Cooperative Research Centre for Temperate Hardwood Forestry-IUFRO. 1995. p. 325-330.

BELLOTE, A. F. J. **Concentração, acúmulo e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* em função da idade.** 1979. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia florestal) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

- BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas gerais.** 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- 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.
- 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**, v. 114., p. 29-34, 1980.
- BROWN, C. L. Growth and form. In: ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L. (Eds.) **Trees structure and function**. New York: Springer-Verlag, 1977. p. 125-167.
- CAMPOS, W. O.; SPELTZ, G. E.; CORDEIRO, J. A. O efeito de três níveis de desrama sobre o crescimento volumétrico e forma do fuste em *Pinus taeda* Linn. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: (s.n.), 1984. p.1-12.
- CANNELL, M. G. R. Physiological basis of wood production. **Scandinavaian Journal of Forest Research**, v. 4, p. 459-490, 1989.
- CHERRY, M.; HINGSTON, A.; BATTAGLIA, M.; BEADLE, C. Calibrating the LI-COR LAI-2000 for estimating leaf area index in eucalypt plantations. **Tasforests**, v. 10, p. 75-82, 1998.
- CONTRERAS MARQUES, C. E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais.** 1997. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- COWN, D. J. Effects of severe thinning and pruning treatments on the intrinsic wood properties of young radiata pine. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 3, p. 379-89, 1973.
- CROMER, R. N.; WILLIAMS, E. R. Biomass and nutrient accumulation in a planted *E. globules* (Labill.) fertilizer trial. **Australian Journal of Botany**, v. 30, p. 265-278, 1982.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral.** 3.ed. Petrópolis: Vozes, 1978. 472 p.
- 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.

FORD, E. D. Branching, crown structure and the control of timber production. In: CANNELL, M. G. R.; JACKSON, J. E. (Eds.) **Attributes of trees as crop plants**, p. 228-252, 1985.

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

GHOLZ, H. Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area, and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest. **Ecology**, v. 63, p. 469-481, 1982.

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.

KOZLOWSKI, T. T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press, v.2, 1971. 541 p.

KOZLOWSKI, T. T. Growth characteristics of forest trees. **Journal of Forestry**, v. 61, p. 655-662, 1963.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, R. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1990. 657 p.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 411 p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 638 p.

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

LADEIRA, B. C.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2001.

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

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

- LELES, P. S. S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos.** 1995. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- LIMA, A. P. L. **Aplicação de desrama em clone de *Eucalyptus grandis* em diferentes épocas e intensidade: efeitos sobre o crescimento e dinâmica de copa.** 2003. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- LUCKHOFF, H. A. Pruning of *Eucalyptus grandis*. **Forest South African**, v. 8, p. 75-85, 1967.
- MACEDO, A. R. P.; MATTOS, R. L. G. **Produtos florestais: madeira em tora, madeira serrada e painéis: Panorama 1980/1992.** S.L.: BNDES/FINAME/BNDESPAR, 1995. 41 p.
- MAJID, N. M.; PAUDYAL, B. K. Pruning trial for *Acacia mangium* Wild. plantation in Peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management**, v. 47, p. 285-293, 1992.
- MALIWBWIE, R.E.; PERSSON, A.; IDDI, S.; CHAMSHAMA, S.A.O.; MWIHOMEKE, S.T. Effects of spacing on yield and some wood properties of *Pinus patula* at Rongai, Northern Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v. 53, p. 297-306, 1992.
- MARSHALL, J. D.; WARING, R. H. Comparison of methods of estimating leaf-area index in old-growth Douglas-fir. **Ecology**, v. 67, p. 975-979, 1986.
- MCCRADY, R. L.; JOKELA, E. J. Canopy dynamics, light interception, and radiation use efficiency of selected loblolly pine families. **Forest Science**, v. 44, p. 64-72, 1998.
- MEDHURST, J. L.; BEADLE, C. L. Crown structure and leaf area index development in thinned and unthinned *Eucalyptus nitens* plantations. **Tree Physiology**, v. 21, p. 989-999, 2001.
- MEDHURST, J. L.; BEADLE, C. L.; NEILSEN, W. A. Early-age and later-age thinning affects growth, dominance, and intraspecific competition in *Eucalyptus nitens* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p. 187-197, 2001.
- MONTAGNA, R. G.; 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.

- 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.
- NIEMISTO, P. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). **Scandinavaian Journal of Forest Research**, v. 10, p. 245-255, 1995.
- OLIVEIRA NETO, S. N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento**. 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, p. 15-23, 2003.
- OLIVEIRA, M. A. **Identificação de formigas cortadeiras e avaliação do dano simulado em *Eucalyptus grandis***. Viçosa: Imprensa Universitária, 1996. 61 p.
- OLIVER, C. D.; LARSON, B. C. **Forest stand dynamics**. New York: McGraw-Hill, Inc. 1990. 467 p.
- PEREIRA, A. R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden) e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado**. 1990. 167 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.
- PEREIRA, J. M. C.; TOMÉ, M.; CARREIRAS, J. M. B. Leaf area estimation from tree allometrics in *Eucalyptus globulus* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 27, p. 166-173, 1997.
- PINKARD, E. A.; BATTAGLIA, M.; BEADLE, C. L.; SANDS, P. J. Modelling the effect of physiological responses to green pruning on net biomass production of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **Tree Physiology**, v. 19, p. 1-12, 1999.
- PINKARD, E. A. Effects of pattern and severity of pruning on growth and branch development of pre-canopy closure *Eucalyptus nitens*. **Forest Ecology and Management**, v. 157, p. 217-230, 2002.
- PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, v. 172, p. 215-227, 2003.
- 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. Aboveground biomass partitioning and crown architecture of *Eucalyptus nitens* following green pruning. **Canadian Journal of Research**, v. 28, p. 1419-1428, 1998c.
- PINKARD, E. A.; BEADLE, C. L.; DAVIDSON, N. J. 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.** 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- PROE, M. F.; MEAD, D. J.; BYRNE, D. Effects of pruning on nitrogen dynamics within crowns of *Pinus radiata*. **Tree Physiology**, v. 20, p. 653-661, 2000.
- PULROLNIK, K. **Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira para serraria de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetido à desrama artificial.** 2002. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., Belo Horizonte. **Anais ...** Viçosa, MG: SIF/UFV, 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. (Eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: 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.; 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.
- REIS, M. G. F.; PIRES, B. M.; REIS, G. G.; ALMADO, R. P. **Effect of artificial pruning on *Eucalyptus grandis* growth in southeastern Brazil.** In: IUFRO INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Developing the eucalypt of the future, Valdivia, Chile, 10-15 Set 2001. Valdivia, 7p (CD).

REZENDE, J. L. P.; COELHO Jr.; L. M.; OLIVEIRA, A. D. A economia florestal mineira vis-à-vis a economia florestal brasileira. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: 2002. p.1-63.

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

SAMPSON, D. A.; SMITH, F. W. Influence of canopy architecture on light penetration in lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 64, p. 63-79, 1993.

SCHILLING, A. C.; SCHNEIDER, P. R.; HASELEIN, C. R.; FINGER, C. A. G. Influência da desrama sobre a densidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. **Revista Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 77-89, 1997.

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.

SCHONAU, A. P. G. Silvicultural consideration for high productivity of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v. 9, p. 295-314, 1984.

SCHONAU, A. P. G.; COETZEE, J. Initial spacing, stand density and thinning in eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 29, p. 245-266, 1989.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 1993.

SILVA, M. A. **Simulação do ataque de formigas cortadeiras e seus efeitos no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis***. 1998. 66 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

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

STOHR, G. W. D.; BAGGIO, D.; FABER, J. Influência da poda verde no incremento em altura, diâmetro e volume de um povoamento de *Pinus taeda* com 8 anos de idade no sul do Brasil. Curitiba: FUPEF, 1982. (Série técnica, 10).

TANDON, V. N.; PANDE, M. C.; SINGH, R. Biomass estimation and distribution of nutrients in five different aged *Eucalyptus grandis* plantation ecosystems in Kerala State. **The Indian Forest**, v. 114, n. 4, p. 184-199, 1988.

TUOMELA, K.; OTSAMO, A.; KUSIPALO, J. Effect of provenance variation and singling and pruning on early growth of *Acacia mangium* plantation on *Imperata cylindrica* dominated grassland. **Forest Ecology and Management**, v. 84, p. 241-249, 1996.

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

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.

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.

ZOBEL, B. J., VAN BUIJTENEN, J. P. **Wood variation** - Its causes and control. New York: Suny College of Environmental Science and Forestry, 1994. 349 p.

APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo da análise de variância do IAF de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	16	3	0,6287*
Resíduo	16	8	
CV (%)	16		9,14
Tratamento	22 (AD)	3	0,0373 ^{ns}
Resíduo	22 (AD)	8	
CV (%)	22 (AD)		6,04
Tratamento	22 (DD)	6	0,405*
Resíduo	22 (DD)	14	
CV (%)	22 (DD)		12,51
Tratamento	29 (AD)	6	0,0559 ^{ns}
Resíduo	29 (AD)	14	
CV (%)	29 (AD)		6,03
Tratamento	29 (DD)	6	0,0615 ^{ns}
Resíduo	29 (DD)	14	
CV (%)	29 (DD)		3,19
Tratamento	35	6	0,1116 ^{ns}
Resíduo	35	14	
CV (%)	35		8,45

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.

Quadro 2A - Resumo da análise de variância do IAF de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	14	3	2,1197*
Resíduo	14	8	
CV (%)	14		11,32
Tratamento	20 (AD)	3	0,076 ^{ns}
Resíduo	20 (AD)	8	
CV (%)	20 (AD)		5,40
Tratamento	20 (DD)	5	0,1349*
Resíduo	20 (DD)	12	
CV (%)	20 (DD)		4,40
Tratamento	27 (AD)	6	0,0328 ^{ns}
Resíduo	27 (AD)	14	
CV (%)	27 (AD)		6,41
Tratamento	27 (DD)	6	0,1055 ^{ns}
Resíduo	27 (DD)	14	
CV (%)	27 (DD)		9,71
Tratamento	33	6	0,4091*
Resíduo	33	14	
CV (%)	33		14,10

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância do IAF de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	14	2	0,9273*
Resíduo	14	6	
CV (%)	14		4,97
Tratamento	20 (AD)	2	0,0236 ^{ns}
Resíduo	20 (AD)	6	
CV (%)	20 (AD)		10,78
Tratamento	20 (DD)	4	0,0208 ^{ns}
Resíduo	20 (DD)	10	
CV (%)	20 (DD)		8,88
Tratamento	27 (AD)	5	0,1477*
Resíduo	27 (AD)	12	
CV (%)	27 (AD)		10,60
Tratamento	27 (DD)	5	0,1975*
Resíduo	27 (DD)	12	
CV (%)	27 (DD)		17,08
Tratamento	33	5	0,0776 ^{ns}
Resíduo	33	12	
CV (%)	33		6,82

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância da transmissividade da RFA de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1265 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	16	3	90,9706*
Resíduo	16	8	
CV (%)	16		31,41
Tratamento	22 (AD)	3	1,8497 ^{ns}
Resíduo	22 (AD)	8	
CV (%)	22 (AD)		49,69
Tratamento	22 (DD)	6	2,5438 ^{ns}
Resíduo	22 (DD)	14	
CV (%)	22 (DD)		31,35
Tratamento	35	6	34,0308 ^{ns}
Resíduo	35	14	
CV (%)	35		39,91

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.

Quadro 5 – Resumo da análise de variância da transmissividade da RFA de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1288 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	14	3	598,17*
Resíduo	14	8	
CV (%)	14		31,67
Tratamento	20 (AD)	3	11,2437 ^{ns}
Resíduo	20 (AD)	8	
CV (%)	20 (AD)		38,23
Tratamento	20 (DD)	5	134,41*
Resíduo	20 (DD)	12	
CV (%)	20 (DD)		45,35
Tratamento	27 (AD)	6	328,88*
Resíduo	27 (AD)	14	
CV (%)	27 (AD)		34,53
Tratamento	27 (DD)	6	261,10*
Resíduo	27 (DD)	14	
CV (%)	27 (DD)		21,11
Tratamento	33	6	86,45 ^{ns}
Resíduo	33	14	
CV (%)	33		45,29

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.

Quadro 6A - Resumo da análise de variância da transmissividade da RFA de plantas, submetidas à desrama artificial, do clone 1270 de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* estabelecidas no espaçamento 4,0 x 1,5 m, no Município de Alcobaça, Bahia

FV	Idade (meses)	GL	QM
Tratamento	20 (AD)	2	1,1145 ^{ns}
Resíduo	20 (AD)	6	
CV (%)	20 (AD)		25,28
Tratamento	20 (DD)	4	172,03*
Resíduo	20 (DD)	10	
CV (%)	20 (DD)		37,32
Tratamento	27 (AD)	5	314,60*
Resíduo	27 (AD)	12	
CV (%)	27 (AD)		16,21
Tratamento	33	5	92,51 ^{ns}
Resíduo	33	12	
CV (%)	33		37,81

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo; AD = antes da desrama; DD = depois da desrama.