

JONATHAN JAMES STOCKS

**DINÂMICA DE COPA, CRESCIMENTO E VIABILIDADE ECONÔMICA
DE UM POVOAMENTO DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA E
DESBASTE**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007**

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

T

S865d
2007

Stocks, Jonathan James, 1981-

Dinâmica de copa, crescimento e viabilidade econômica
de um povoamento de eucalipto submetido a desrama e
desbaste / Jonathan James Stocks. – Viçosa, MG, 2007.
x, 77f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Eucalipto - Crescimento. 2. Eucalipto - Desbaste.
3. Eucalipto - Desrama. 4. Florestas - Medição.
5. Florestas - Aspectos econômicos. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

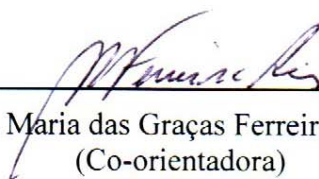
CDO adapt. CDD 634.953

JONATHAN JAMES STOCKS

**DINÂMICA DE COPA, CRESCIMENTO E VIABILIDADE ECONÔMICA
DE UM POVOAMENTO DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA E
DESBASTE**

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

APROVADA: 28 de Novembro de 2007.



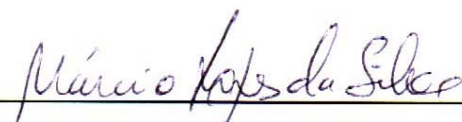
Prof.^a. Maria das Graças Ferreira Reis
(Co-orientadora)




Prof. Helió Garcia Leite
(Co-orientador)



Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto



Prof. Márcio Lopes da Silva



Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais Judy e Thomas e meu irmão Richard, pelo incentivo, confiança e amor incondicional. Serei eternamente grato pelas lições de vida.

À minha linda Gabrielle e nosso pequeno Nathan, minhas paixões.

À minha segunda família, Esther, Gerziel, André e Fernando pelo apoio, principalmente com a vinda do Nathan.

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

Ao professor Hélio Garcia Leite, pela atenção e colaboração na realização deste trabalho.

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

À Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda., pelo apoio para a realização da presente pesquisa.

À ArcelorMittal Jequitinhonha, pelo apoio na fase final de desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal (Chiquinho, Rose, Jamile, Ritinha e Rita).

Ao Marco, Ivan e Formiga pelos bons tempos das viagens de coleta de dados, e pelas “saideiras” das tardes e noites de Viçosa. Obrigado pelo apoio e auxílio indispensáveis.

À equipe de estudantes do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, pela amizade, confiança, pelo auxílio e esforço na coleta e no processamento dos dados, em especial ao Ernani, Frederico, Diego, Filipe, Felipe, Filipe (são três mesmo!) e Hortênsia e a outros que passaram por este laboratório: Henrique, Crodoaldo, Karina, Ana Paula, Luciana, Mila, Sumami, Sílvia e Pedro.

Aos amigos de república, Rodrigo Baiano, Claudinho, Willian, Wellington, Vinícius, Fabrício e Tulinho, pelos incontáveis bons momentos e pelo companheirismo.

À Jessie, Tibbles e Pebbles pela alegria e companhia.

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

BIOGRAFIA

JONATHAN JAMES STOCKS, filho de Thomas Edward Stocks e Judith Mary Stocks, nasceu em Morrinhos, Goiás, em 19 de Agosto de 1981.

Cursou seu primeiro grau no International School of the Algarve, em Portugal, e o segundo grau em colégios de Caldas Novas, GO, Porto Seguro, BA e Além Paraíba, MG.

Em julho de 2004 graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, após a realização de um intercâmbio estudantil em que realizou um semestre letivo, no período de janeiro a maio de 2004, na University of Georgia, Athens, nos Estados Unidos da América.

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

Em novembro de 2006 ingressou na ACESITA ENERGÉTICA, empresa integrante da multinacional produtora de aços ArcelorMittal.

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

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
ESTRUTURA DO DOSSEL DE POVOAMENTO DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> DESRAMADO E SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES DE DESBASTE.....	7
Introdução.....	9
Material e métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	24
Referências.....	24
CAPÍTULO 2.....	27
CRESCIMENTO DE PLANTAS DESRAMADAS DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> SUBMETIDAS A DESBASTE.....	27
Introdução.....	28
Material e métodos.....	30
Resultados e discussão.....	35
Conclusões.....	43
Referências.....	43
CAPÍTULO 3.....	47
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM POVOAMENTO DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES DE DESRAMA E DESBASTE.....	47

Introdução	48
Material e métodos.....	50
Resultados e discussão	57
Conclusões	63
Referências.....	64
CONCLUSÕES GERAIS	66
Anexo I	67
Anexo II	71

RESUMO

STOCKS, Jonathan James, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2007. **Dinâmica de copa, crescimento e viabilidade econômica de um povoamento de eucalipto submetido a desrama e desbaste.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-orientadores: Maria das Graças Ferreira Reis e Hélio Garcia Leite.

A estrutura do dossel e o crescimento de plantas desramadas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a diferentes intensidades e freqüências de desbaste (0%, 35% aos 55 meses e aos 81 meses e, 70% aos 81 meses, com e sem eliminação da brotação das cepas remanescentes) foram avaliados entre 81 e 102 meses de idade, em povoamentos localizados em uma região de cerrado, em Minas Gerais. O índice de cobertura de dossel (ICD) foi obtido a partir de fotografias digitais e o índice de área foliar (IAF) foi obtido com analisador de dossel. Foram definidas dezesseis prescrições, variando época e intensidade de desbaste. O valor econômico para cada prescrição foi estimado pelo valor presente líquido (VPL), utilizando taxas de desconto de 5, 8 e 12% a.a. Foi observada uma correlação linear significativa entre o ICD e o IAF e, aos 102 meses, uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) desses índices entre os tratamentos de desbaste. Aos 102 meses, a área não-desbastada apresentou IAF 22% menor do que aos 81 meses e um aumento médio de 30% no IAF nos tratamentos de 35% de desbaste, e de 19 e 56% nos tratamentos de 70% de desbaste aos 81 meses, sem e com brotação, respectivamente. O ICD não variou entre 81 e 102 meses de idade no tratamento sem desbaste e no de desbaste de

35% aos 81 meses. Nos demais tratamentos foram observados aumentos de 30 a 50%. O IAF foi considerado um parâmetro mais sensível para detecção de variações na estrutura do dossel. Aos 102 meses de idade, foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o diâmetro, altura total, volume com casca, incremento periódico anual pós-desbaste (IPA) e incremento médio anual (IMA), entre os tratamentos. O IPA foi mais elevado ($p \leq 0,05$) para o tratamento de desbaste de 35% aos 81 meses e o volume com casca mais elevado ($p \leq 0,05$) no povoamento sem desbaste. Ao final de um ciclo de 21 anos, obteve-se maior produção ($416 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) na prescrição sem desbaste, com corte a cada sete anos. Nas demais prescrições a produção variou de 265 a $392 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. O maior VPL foi obtido para a prescrição que inclui desbaste de 70% do número total de indivíduos remanescentes aos 81 meses (6,8 anos), com manutenção da brotação e corte final aos 21 anos.

ABSTRACT

STOCKS, Jonathan James, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November of 2007. **Crown dynamics, growth and economic viability of a pruned eucalypt clone stand submitted to thinning.** Adviser: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-advisers: Maria das Graças Ferreira Reis and Hélio Garcia Leite.

Canopy structure and growth of pruned *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden clone plants submitted to thinning at different intensities and frequencies (0%, 35% at the age of 55 months and at 81 months, 70% at 81 months, with and without sprouts removal of the thinned plants) were evaluated between 81 and 102 months of age, in the cerrado region. The canopy coverage index (CCI) was obtained from digital photographs and the leaf area index (LAI) was obtained with a canopy analyzer. For the economical analysis, nine prescriptions were defined in a 21 year planning horizon, varying thinning age and intensity and, clearfell age. The income was determined according to the thinning and clearfell volume, using tax rates of 5, 8 and 12% a year. The CCI was significantly correlated to the LAI at all evaluation ages (81, 86, 93 and 102 months). At the age of 102 months, there was significant difference ($p \leq 0.05$) for LAI and CCI between thinning treatments. At the age of 102 months, the unthinned treatment presented LAI 22% smaller than at the age of 81 months due to a possible decrease in site quality, and a LAI mean increase of 30% during this period was observed for both 35% thinning treatments and of 19% and 56% for the 70% thinning at 81 months without and with sprouts, respectively. The CCI did not vary between 81 and 102 months of age in the unthinned and in the 35%

thinning at 81 months, and, there was an increase of 30 to 50% for the other treatments. The leaf area index was considered a more sensitive parameter to detect variation in the canopy structure. At 102 months, a significant difference ($p \leq 0.05$) was observed for the diameter at breast height, total height, volume outside bark, periodic annual increment after thinning (PAI) and mean annual increment (MAI) between thinning treatments. The PAI was superior ($p \leq 0.05$) in the treatment of 35% thinning, at 81 months and the outside bark volume was larger ($p \leq 0.05$) in the unthinned area at the age of 102 months. At the end of a 21 year cycle, a larger volumetric production ($416 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) was obtained in the unthinned prescription, involving clearfell every seven years. The wood volume for the other prescriptions varied from 265 to $392 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The largest Net Present Value was obtained for the prescription that included a 70% thinning intensity at the age of 81 months (6.8 years), taking into account the sprouts and clearfell only at the age of 21 years.

INTRODUÇÃO GERAL

Grandes áreas de plantios de eucalipto têm sido estabelecidas em várias regiões do mundo nas últimas décadas e a expansão da área plantada cresce rapidamente. No Brasil, em 2006, foram plantados 627.000 ha de florestas em sua maioria com eucalipto (SBS, 2006). Esta expansão tem sido acompanhada por pesquisas de tendência de crescimento destes povoamentos, especificação de modelos e adoção de métodos silviculturais que modificam o ambiente e otimizam a taxa de crescimento (POTTS et al., 1995; ATTIWILL e ADAMS, 1996; SOARES, et. al., 2004; GORGENS et al., 2006).

O crescimento de povoamentos florestais é influenciado por fatores genéticos e ambientais, e por tratamentos silviculturais. A produtividade atual da maioria das florestas plantadas é menor do que o potencial produtivo destas, definido pelo clima que prevalece na região, porque o fornecimento e a captura de luz, água e nutrientes é menor do que o ideal. A identificação e a amenização dos fatores que influenciam o crescimento, como o tipo de cultivo do solo e de manejo de resíduos, tipo e época de aplicação de fertilizantes, controle de plantas invasoras, regime de desrama e desbaste, tem sido tema de muitos trabalhos (LIMA, 2003; GONÇALVES et al., 2004; MEDHURST e BEADLE, 2005; CHAVES, 2005; MONTE, 2006).

A desrama artificial tem se destacado como uma prática silvicultural capaz de promover melhoria na qualidade da madeira principalmente em razão da redução na quantidade de nós (PIRES, 2000; ALMEIDA, 2003; MONTAGU et al., 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003; PINKARD, 2003; POLLI et al., 2006). No entanto, as intervenções de desrama devem ser realizadas sem afetar o crescimento das plantas, uma vez que para a produção de madeira serrada as toras devem apresentar diâmetro elevado, o que é possível obter principalmente quando estas têm capacidade de recuperação rápida de sua copa, bem como com a utilização adequada da intensidade e frequência da desrama (LIMA, 2003; PULROLNIK et al. 2005; POLLI et al., 2006).

Para a obtenção de toras de qualidade com maior valor agregado em povoamentos manejados através da desrama, é importante que se realize o desbaste, favorecendo a obtenção de toras de maior diâmetro (DIAS et al., 2005; LEITE et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2005). A avaliação dos efeitos do desbaste sobre os povoamentos desramados tem se intensificado recentemente (BAUHUS et al., 2001; PINKARD, 2001; ROBINSON, 2001; FORRESTER et al., 2003; MEDHURST e BEADLE, 2005; CHAVES, 2005; MONTE, 2006).

Mudanças na disponibilidade de recursos (radiação, água e nutrientes) através de tratamentos silviculturais como a desrama e o desbaste influenciam os processos na copa e são refletidos no crescimento da árvore. Entender sobre a fisiologia e morfologia da copa das árvores poderá ajudar no desenvolvimento de modelos que poderão prever o funcionamento das florestas (MEDHURST e BEADLE, 2005).

LESCH e SCOTT (1997) mencionaram que o desbaste é uma prática essencial para a silvicultura moderna e que é aplicado para redistribuir o potencial de crescimento do plantio para que a quantidade, a qualidade e o retorno econômico da madeira sejam otimizados. Além disso, os desbastes possibilitam o aproveitamento das árvores que morreriam naturalmente, possibilitando, assim, rendas intermediárias durante o ciclo de corte do povoamento (NOGUEIRA, 1999). Do ponto de vista da mensuração florestal, o desbaste é realizado com finalidade específica de antecipar a mortalidade regular e concentrar os fatores de crescimento para as “melhores” árvores (CAMPOS e LEITE, 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica de copa, o crescimento das plantas e a viabilidade econômica de diferentes prescrições de manejo envolvendo desrama e desbaste de um povoamento de clone de eucalipto.

Referências

- ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- ATTIWILL, P.M.; ADAMS, M.A. (Eds.) **Nutrition of eucalypts**. CSIRO, Australia, 440 p, 1996.
- BAUHUS, J.; AUBIN, I.; MESSIER, C.; CONNELL, M. Composition, structure, light attenuation and nutrient content of the understorey vegetation in a *Eucalyptus sieberi* regrowth stand 6 years after thinning and fertilization. **Forest Ecology and Management**, v.144, p.275-286, 2001.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Editora UFV, Viçosa, 2006, 2 Ed. 470 p.
- CHAVES, R.A. **Crescimento e dinâmica de copa em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. submetidas a desrama artificial e desbaste**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- DIAS, A.N.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F. de. Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.731-739, 2005.
- DONNELLY, R.; FLYNN, R.; SHIELD, E. The global eucalyptus wood industry: A progress report on achieving higher value utilization. **Dana**, New Zealand. 2003.
- FORRESTER, D.; BAUHUS, J.; CONNELL, M. Competition in thinned Silvertop ash (*Eucalyptus sieberi* L. Johnson) stands from early coppice growth. **Forest Ecology and Management**, v.174, p.459–475, 2003.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.45-61, 2004.
- GORGENS, E.B.; LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; DIAS, A.N. Tendência de crescimento de povoamento de eucalipto após aplicação de desbaste. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.879-885, 2007.
- LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; CAMPOS, J.C.C.; SOUZA, A.L. de; CARVALHO, A. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.271-280, 2005.
- LESCH, W.; SCOTT, D.F. The response in water yield to the thinning of *Pinus radiata*, *Pinus patula* and *Eucalyptus grandis* plantations. **Forest Ecology and Management**, v.99, p.295-307, 1997.

- LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN)**: efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- MEDHURST, J.L.; BEADLE, C.L. Photosynthetic capacity and foliar nitrogen distribution in *Eucalyptus nitens* is altered by high- intensity thinning. **Tree Physiology**, v. 25, p.981–991, 2005.
- MONTAGU, K.D.; KEARNEY, D.E.; SMITH, R.G.B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production: a review. **Forest Ecology and Management**, v.179, p.1-13, 2003.
- MONTE, M.A. **Estrutura do dossel e crescimento após desbaste em povoamento de clone de eucalipto desramado**. 2006.67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- NOGUEIRA, G.S. **Determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto**. 1999. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; CARVALHO, A.F.; SOUZA, A.L. de. Modelo de distribuição diamétrica para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.579-589, 2005.
- PINKARD, E.A. Physiological and growth responses related to pattern and severity of green pruning in young *Eucalyptus globulus*. **Forest Ecology and Management**, v.182, p.231-245, 2003.
- PINKARD, E.A.; NEILSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, v.172, p.215-227, 2003.
- PIRES, B.M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria e fabricação de móveis**. 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- POLLI, H.Q.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; VITAL, B.R.; PEZZOPANE, J.E.M.; FONTAN, I.C.I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.557-566, 2006.
- POTTS, B.M.; BORRALHO, N.M.G.; REID, J.B.; CROMER, R.N.; TIBBITS, W.N.; RAYMOND, C.A. (Eds.), Eucalypt plantations: improving fibre yield and wood quality. Proceedings of the CRC for Temperate Hardwood Forestry-IUFRO Conference. Hobart, Australia, 1995. 488 pp.
- PULROLNIK, K.; REIS, G.G. dos.; REIS, M.G. F.; MONTE, M.A.; FONTAN, I.C.I. Crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex maiden]

submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região de cerrado. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.495-505, 2005.

SOARES, C.P.B.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA, M.L.R. Especificação de um modelo de crescimento e produção florestal. **Revista Árvore**, v.28, n.6, 2004.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar diferentes regimes de desbaste em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* desramado para produção de madeira com reduzida quantidade de nós e para a obtenção de madeira sólida de qualidade para usos diversos.

Específicos

1. Avaliar a dinâmica de dossel de um povoamento desramado de clone de eucalipto sob diferentes regimes de desbaste, por meio do índice de área foliar e do índice de cobertura de dossel obtido a partir de fotografia digital.
2. Avaliar o crescimento de plantas desramadas de um clone de eucalipto em resposta à aplicação de diferentes prescrições de manejo com e sem aplicação de desbaste.
3. Avaliar retorno econômico dos regimes de desbaste em povoamento desramado de clone de eucalipto, de acordo com a produção distinta de madeira sólida limpa e madeira para carvão.

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA DO DOSSEL DE POVOAMENTO DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* DESRAMADO E SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES DE DESBASTE.

Resumo – A estrutura do dossel de povoamentos de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, desramados e submetidos a diferentes intensidades e frequências de desbaste (35% aos 55 meses, 35% aos 81 meses, 70% aos 81 meses, com (CB) e sem (SB) eliminação da brotação das cepas das árvores desbastadas) foi avaliada entre 81 e 102 meses de idade, na região de cerrado. O índice de cobertura de dossel (ICD) foi obtido a partir de fotografias digitais nas dimensões de 640x480 e 1280x960 pixels e classificadas através do software Sidelook 1.1 e o índice de área foliar (IAF) foi obtido com analisador de dossel da LI-COR. Esses índices foram significativamente correlacionados entre si, em todas as idades de avaliação (81, 86, 93 e 102 meses). Aos 102 meses de idade, para o IAF e o ICD, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos de desbaste. Nesta idade, a área não desbastada apresentou IAF 22% menor do que aos 81 meses, indicando estagnação e declínio com diminuição substancial da cobertura do dossel. Foi observado um aumento médio de 30% no IAF, neste período, nos tratamentos de 35% de desbaste e de 19 e 56% nos tratamentos de 70% aos 81 meses sem brotação e 70% aos 81 meses com brotação, respectivamente. O ICD não indicou mudança na cobertura do dossel no tratamento

sem desbaste e no tratamento 35% 81m e aumentou 30 a 50% nos outros tratamentos. O índice de área foliar foi considerado um parâmetro mais sensível para detecção de variações na estrutura do dossel.

Palavras-chave: Índice de cobertura de dossel, índice de área foliar, desbaste, estrutura de dossel.

Abstract – Canopy structure of pruned *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden clone plants submitted to thinning at different intensities and frequencies (0%, 35% at the age of 55 months and at 81 months, 70% at 81 months, with and without sprouts removal from the thinned plants), were evaluated between 81 and 102 months of age, in the cerrado region. The canopy coverage index (CCI) was obtained from digital photographs in 640x480 and 1280x960 pixels dimensions and classified using Sidelook 1.1 software. The leaf area index was obtained with LI-COR canopy analyzer. The CCI and LAI were significantly correlated at all evaluation ages (81, 86, 93 and 102 months). At the age of 102 months there was significant difference ($p \leq 0.05$) for LAI and CCI between thinning treatments. During the period from 81 to 102 months of age, a decrease of 22% of the LAI was observed in the unthinned area, indicating stagnation and decline with considerable reduction in the canopy coverage. A LAI mean increase of 30% during this period was observed for the 35% thinning treatments and of 19% and 56% for the 70% 81m SB (without sprouts) and 70% 81m CB (with sprouts), respectively. The CCI did not vary between 81 and 102 months of age in the unthinned treatment and in the 35% 81m treatment, and there was an increase of 30 to 50% in the other treatments. The leaf area index was considered a more sensitive parameter to detect variation in the canopy structure.

Key words: Canopy coverage index, leaf area index, thinning, canopy structure.

Introdução

A estrutura do dossel se refere à distribuição de posições, orientações, áreas e formas dos órgãos da copa da planta (WELLES e COHEN, 1996) e deve ser caracterizada para investigar e explicar seus efeitos nos processos ecológicos e biofísicos. Devido ao crescimento ou manejo, a estrutura do dossel das árvores se modifica constantemente no tempo e no espaço. As informações sobre estrutura do dossel facilitam a identificação de interações competitivas em ecossistemas florestais, o que permite orientar a definição de técnicas de manejo, principalmente no que se refere à desrama e ao desbaste em florestas plantadas (LIMA, 2003; MONTE et al, 2006; CHAVES et al., no prelo).

Existem métodos diretos e indiretos para a obtenção de informações sobre a estrutura do dossel. Os atributos do dossel, tais como a área foliar e a interceptação de luz, que podem ser medidas indiretamente usando instrumentos óticos variados, em particular a fotografia (ESCOBAR et al., 2005). O índice de área foliar (IAF), obtido, também indiretamente, por meio de sensores que medem a radiação transmitida através do dossel, pode ser definido como sendo a área foliar total projetada por unidade de área de terreno e tem sido estudado em povoamentos florestais (CHEN et al., 1991; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; CHAVES et al., no prelo). É um importante parâmetro da estrutura do dossel devido sua forte ligação com a produtividade primária, através da interceptação da radiação e da evapotranspiração, bem como pela interceptação da chuva e poluentes (PEREIRA et al., 1997).

ESCOBAR et al. (2005) estimaram o índice de cobertura do dossel definido como a área do dossel das árvores projetado no chão horizontal abaixo, usando máquinas digitais, especificamente, a Kodak DC-120 e a Canon EOS DI, e encontraram similaridade na precisão do cálculo desse índice, tanto entre as duas câmeras como na comparação com aquela fornecida pelo analisador de dossel Li-Cor LAI 2000. CHAVES et al. (2005) observaram diferenças significativas no índice de cobertura do dossel, através de análise de fotografias digitais, entre povoamento desbastado e não-desbastado, porém, este autor destacou a necessidade de aprimoramento do uso da fotografia digital, em função do reduzido custo da sua utilização.

Comparações das estimativas de índice de cobertura de dossel (ICD) utilizando filme ou fotografia digital hemisférica mostraram que a resolução das imagens, compressão dos arquivos, exposição e heterogeneidade na luminosidade do céu determinam a exatidão das estimativas fotográficas (CHEN et al., 1991; MACFARLANE et al., 2000, ZHANG et al., 2005). MONTE et al. (2007) relataram que a metodologia de processamento dos dados obtidos de câmera digital também influencia a qualidade destes dados. A estimativa do ICD utilizando câmeras digitais é uma alternativa para o método em que se utiliza analisador de dossel porque é mais econômico e fornece, também, um arquivo visual permanente do que foi mensurado.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica do dossel de um povoamento de clone de eucalipto submetido à desrama e ao desbaste, para avaliar a capacidade de recomposição do dossel após intervenções de manejo, utilizando-se dados de índice de área foliar obtido com analisador de dossel e de índice de cobertura de dossel obtido com fotografias digitais, analisando, inclusive, a correlação entre estes dois métodos de obtenção indireta da cobertura do dossel.

Material e métodos

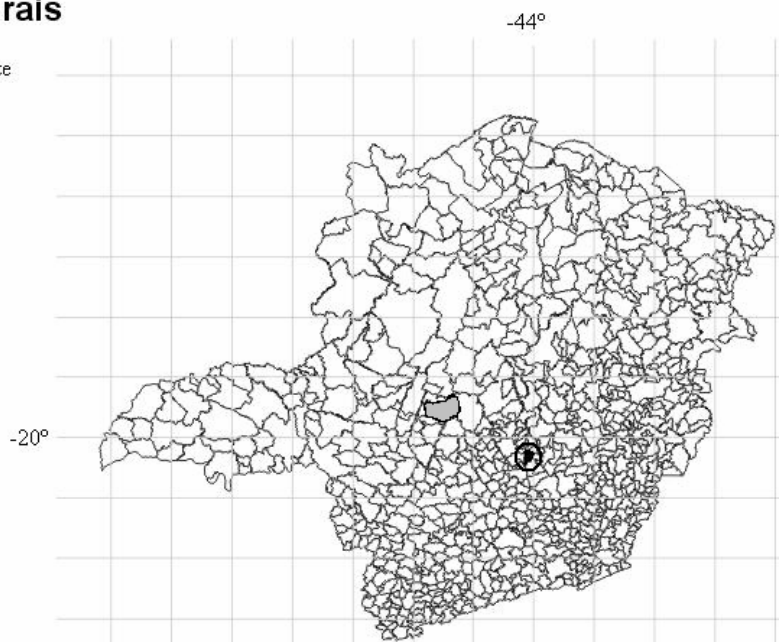
Os dados para conduzir este estudo foram obtidos em um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (clone 24504) estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento inicial de 3 x 3 m, no Município de Abaeté, MG, região de cerrado, situado na latitude de 19°15'94''S, longitude de 45°44'56''O (Figura 1). Os solos da região são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo (LIMA, 2003). O relevo varia de plano a suavemente ondulado e a altitude média do local do experimento é 798 m (MOREIRA, 1997). Com base em dados fornecidos pela empresa para o período de 1999 a 2005, a temperatura média anual é de 20,74°C, a precipitação média anual de 1.350 mm, o déficit hídrico anual de 142 mm (abril e outubro) e a evapotranspiração potencial anual média de 1.216 mm (Figura 2).

Antes do plantio, foi efetuada subsolagem na profundidade de 50 a 60 cm em toda a área do experimento. A adubação, na cova, constituiu-se de 100 g/planta de NPK (6-30-6). Após 30 dias do plantio, foi feita adubação em cobertura à base de NPK (6-30-6) com adição de bórax e zinco. Em outubro de 2001 foi aplicado KCL (cloreto de potássio) na quantidade de 100 g/planta (LIMA, 2003). Não foi realizada

nenhuma adubação complementar após a realização dos desbastes aos 55 e 81 meses. Os resultados da análise química do solo para cada ano de coleta estão na Tabela 1.

Minas Gerais

- Belo Horizonte
- Abaeté



Adaptado: IBGE

Fonte: http://www.ibge.gov.br/ibteen/mapas/imagens/mg_mapa_gde.gif (Acesso em 11/11/2006)

Figura 1 - Mapa de localização do município de Abaeté, MG, onde foi instalado o experimento.

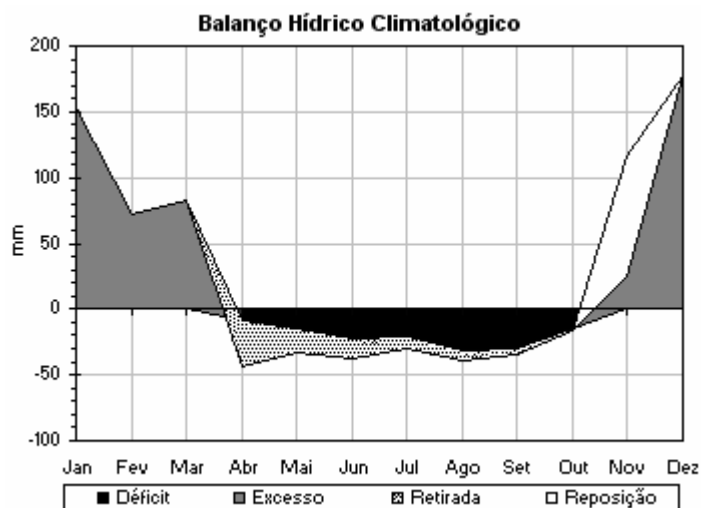


Figura 2 - Balanço hídrico da área experimental entre os anos de 1999 e 2006, utilizando o BHídrico GD 4.0 (D'ANGIOLELLA e VASCONCELLOS, 2004). Dados fornecidos pela empresa.

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo da área experimental em (2000, 2003 e 2006), na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté, MG

Variável	Profundidade do solo (cm)					
	Julho de 2000 ¹		Junho de 2003 ¹		Setembro de 2006	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,40	4,30	4,66	4,62	4,49	4,55
P (mg/dm ³)	23,20	5,20	31,82	6,69	1,05	0,95
K (mg/dm ³)	14,10	9,40	17,78	10,89	11,93	7,40
Ca ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,23	0,09	0,10	0,04	0,07	0,06
Mg ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,08	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01
Al ³⁺ (Cmol _c /dm ³)	1,35	1,09	1,29	1,53	1,59	1,33
H + Al (Cmol _c /dm ³)	11,08	8,74	7,19	6,23	7,84	7,08
SB (Cmol _c /dm ³)	0,35	0,18	0,15	0,07	0,12	0,06
(t) (Cmol _c /dm ³)	1,70	1,27	1,43	1,61	1,77	1,41
(T) (Cmol _c /dm ³)	11,43	8,92	7,33	6,31	8,16	7,15
V (%)	3,05	2,03	2,00	1,11	1,47	0,73
m (%)	79,64	85,84	90,00	95,56	93,27	95,60

SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases, m = Índice de Saturação de Alumínio; ¹Fonte: LIMA (2003).

As plantas desse povoamento foram submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, combinando diferentes alturas de remoção dos galhos a partir do solo e número de intervenções necessárias para atingir três ou seis metros de fuste livre de galhos na planta, perfazendo seis tratamentos de desrama, tendo ocorrido a primeira intervenção aos 16 meses de idade (Tabela 2). A desrama foi realizada em todas as plantas da linha de plantio ao longo do povoamento, perfazendo aproximadamente 120 plantas por linha.

A desrama até a altura de 6 m foi realizada apenas em 30% das árvores superiores, levando-se em conta a qualidade do fuste e o crescimento das plantas, em diâmetro. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras, com 20 plantas cada. A área da parcela útil foi de 180 m² e constituiu de 20 plantas, distribuídas nas duas linhas centrais (10 plantas em cada linha), a partir da quinta planta em cada linha (LIMA, 2003).

Tabela 2 - Tratamentos de desrama aplicados em árvores de um clone de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura ¹ parcial de desrama (m)				Altura total de desrama (m)
	16 meses	20 meses	28 meses	45 meses ²	
T1 - Testemunha	----	----	----	----	----
T2 - 0,5+0,5+2,0+3,0	0,5	0,5	2,0	3,0	6,0
T3 - 0,5+1,0+1,5+3,0	0,5	1,0	1,5	3,0	6,0
T4 - 1,0+1,0+1,0+3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0
T5 - 1,0+0,0+2,0+3,0	1,0	----	2,0	3,0	6,0
T6 - 1,5+0,0+1,5+3,0	1,5	----	1,5	3,0	6,0

¹Altura de desrama a partir do nível do solo. FONTE: LIMA (2003);

²Desrama realizada apenas em 30% das árvores superiores.

Na mesma área onde foi instalado o experimento de desrama artificial, foram realizados também tratamentos de desbaste, com o objetivo de reduzir a competição entre plantas e produzir árvores com maiores diâmetros. Para realização do desbaste foram eliminadas as árvores que apresentavam tortuosidade, injúrias, bifurcação ou que obtiveram crescimento inferior às demais árvores do povoamento, sendo que as falhas foram também consideradas como planta eliminada. Foi analisada, também, a distribuição espacial das plantas eliminadas, para evitar a formação de grandes clareiras.

Foram aplicadas três intensidades de desbaste (0, 35 e 70% do número total de árvores em cada parcela, considerando as falhas) (Tabela 3). O tratamento de 35% de desbaste foi aplicado em duas idades (55 e 81 meses após o plantio). As brotações emitidas pelas cepas das árvores cortadas para o desbaste foram totalmente eliminadas nestes tratamentos, conforme metodologia adotada pela empresa. Para melhor aproveitamento principalmente da radiação disponibilizada com o nível de 70% de desbaste, foram adotados dois métodos de manejo da brotação: eliminação total da brotação e, condução da brotação para um broto por cepa, visando à produção de madeira para carvão, que deverá ser colhida por ocasião do corte das árvores para produção de madeira sólida para fins diversos.

Tabela 3 – Intensidade e idade de realização do desbaste, manejo do broto e sigla de cada tratamento e número de árvores por hectare após desbaste realizado em povoamentos de clone de *E. grandis* desramados, em Abaeté, MG

	Intensidade	Idade	Manejo do broto	Sigla	Árv./ha
1	0%	-	-	SD ¹	1111
2	35%	55 meses	Eliminação total	35% 55m	722
3	35%	81 meses	Eliminação total	35% 81m	722
4	70%	81 meses	Eliminação total	70 % 81m SB ²	330
5	70%	81 meses	Com condução	70% 81m CB ²	330

¹Sem desbaste; ²SB- Sem brotação, CB – Com brotação.

A coleta de dados do índice de área foliar e a tomada de fotografias foram realizadas em dois pontos de cada uma das 18 parcelas, totalizando 36 pontos de amostragem para cada tratamento de desbaste. Em cada parcela, os pontos de amostragem foram localizados na entrelinha, entre a segunda e a terceira e, entre a oitava e a nona árvores, entre as duas fileiras de plantas da área útil.

O índice de área foliar (IAF) foi estimado com o analisador de dossel (Licor, LAI-2000), utilizando dois sensores LI-2050. Um dos sensores foi instalado em área aberta próximo às parcelas e, o outro, usado para obtenção dos dados no interior do povoamento. As leituras foram realizadas sob luz difusa, ao amanhecer e ao final da tarde. O índice de cobertura de dossel (ICD) foi calculado a partir da tomada de fotografias digitais coloridas, obtidas a, aproximadamente, 0,5 m do solo nos mesmos pontos de amostragem do IAF. A câmera foi colocada sobre um tripé de madeira e orientada na direção da entrelinha, com a lente apontada para o céu. Aos 81 e 86 meses de idade, as fotografias foram obtidas com a câmera Sony MVC FD88, com dimensão de 640x480 pixels, ao passo que, aos 93 e 102 meses, foi utilizada a câmera Sony W7, sendo as fotografias obtidas com dimensão de 1280x960 pixels, no modo automático. As fotografias foram obtidas na parte da manhã, entre 7 e 9h30 e, na parte da tarde, entre 16 e 17h30, evitando-se obtê-las quando havia elevada incidência de radiação solar e, também, quando usualmente havia influência de ventos fortes, que movimentavam a copa das árvores.

As fotografias digitais foram processadas utilizando o software Sidelook 1.1 (NOBIS, 2005) utilizando o método de classificação (separação entre pixels que representam o céu e o dossel) considerando tonalidades de cinza e limiarização automática, levando-se em conta o ponto máximo do valor de borda, utilizando a

função “next” para obtenção do ICD. A escolha desta ferramenta para obtenção deste parâmetro foi realizada com base no estudo realizado por MONTE et al. (2007), na qual os autores constataram que o uso da tonalidade cinza, com limiarização automática, foi o método mais adequado para a classificação das fotografias digitais apresentando valores de ICD que melhor se correlacionam com o IAF. Os ICDs foram obtidos pela razão entre a quantidade de pixels que representavam a cobertura vegetal e o total de pixels da fotografia.

Aos 102 meses de idade foi feito o abate de árvores desramadas até 6 m de altura para a determinação do número de galhos e da biomassa de galhos e folhas, separadamente, em seções de 2 m, a partir de 6 m de altura da árvore, o que corresponde à porção que não recebeu o tratamento de desrama, até o terminal da árvore. Foram abatidas oito árvores que apresentavam valores médios de diâmetro e altura, sendo quatro provenientes dos tratamentos de desrama e quatro do tratamento sem desrama. Nos tratamentos com remoção de 35% das árvores aos 55 e 81 meses e, no tratamento sem desbaste, foram amostrados quatro indivíduos considerados como árvores superiores e que permaneceriam no povoamento após o segundo desbaste, e quatro indivíduos dentre aquelas árvores que seriam removidas no segundo desbaste. Nos tratamentos envolvendo remoção de 70% das árvores, foram abatidas quatro árvores de diâmetro e altura médios, dois representando os tratamentos de desrama e dois representando o tratamento sem desrama. Nas árvores correspondentes à testemunha, foram coletados folhas e galhos da base até o terminal, pois estas árvores não receberam tratamento de desrama. O peso da matéria seca das folhas e galhos foi determinado para cada seção, no campo, e uma amostra foi levada ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LEF/DEF/UFV), onde foram determinados, para cada amostra, a área foliar, por meio de um medidor de área foliar portátil LI-3000, marca LI-COR e, o peso da matéria seca após secagem em estufa.

As árvores abatidas para a determinação de biomassa estavam localizadas além da bordadura das parcelas selecionadas, não interferindo sobre as árvores da área útil das parcelas.

Os dados de IAF e ICD foram comparados aos 102 meses de idade por meio de análise de variância (teste F) e teste Tukey (quando as pressuposições da Anova não foram atendidas). Foi estimado e avaliado o coeficiente de correlação de Pearson, a 5% de probabilidade, para comparar o IAF e os valores de ICD.

Resultados e Discussão

Aos 102 meses de idade não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para o índice de área foliar (IAF) entre os tratamentos de desrama e, também, a interação desrama x desbaste não foi significativa. Porém, entre os tratamentos de desbaste foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) (Tabela 4). Os resultados para a desrama confirmam os relatos de Lima (2003), Chaves (2005) e Monte (2006), que também não observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos de desrama e na interação desrama x desbaste para o IAF nas idades de avaliação de 45 a 93 meses. Entretanto, Monte (2006) observou diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para o IAF entre idades de início de aplicação da desrama.

Aos 102 meses, o povoamento não-desbastado apresentou redução de 22% no IAF aos 81 meses, indicando que houve diminuição substancial da cobertura do dossel neste período, indicando declínio da qualidade de sítio da área de estudo. Os dados de análise de solos (Tabela 3) confirmam esta redução na qualidade de sítio. O fósforo reduziu de 23,20 mg/dm³ em 2000 para 1,05 em 2006 e a soma de bases decresceu de 0,35 cmol_c/dm³ para 0,12 cmol_c/dm³. Estes resultados indicam que, em razão da elevada densidade populacional no povoamento sem desbaste e do declínio na qualidade de sítio, esta floresta deveria ter sido explorada em idades mais jovens. Analisando-se os dados de IAF obtidos por Lima (2003), Chaves et al. (no prelo) e Monte (2006) para este mesmo povoamento em idades mais jovens, observa-se IAF máximo aos 68 meses de idade, aproximadamente, e, posterior declínio até a idade de 102 meses. Por outro lado, para todos os tratamentos em que houve desbaste, foi verificado aumento no IAF para o período de 81 a 102 meses. Nos tratamentos de desbaste de 35% 55m, 35% 81m, 70% 81m SB e 70% 81m CB em 29,31%, 31,03%, 18,93% e 56,00%, respectivamente. Este resultado indica que com o desbaste houve redução suficiente na cobertura do dossel para permitir maior incidência de radiação na copa das árvores remanescentes.

O IAF é afetado pela qualidade do sítio, espaçamento, espécie, tratamentos silviculturais como fertilização, desrama e desbaste e idade do povoamento, entre outros. O diâmetro e o comprimento dos galhos, bem como o comprimento da copa, diminuem em áreas de menor espaçamento (CONTRERAS-MARQUEZ, 1997; MEDHURST et al., 2001). Bernardo et al. (1995) encontraram menor direcionamento da biomassa para a copa em três espécies de eucalipto, em povoamentos adensados. Chaves (2005) e Monte (2006) constataram que o IAF aos 55 e 93 meses, no povoamento submetido a tratamento de desbaste de 35% aos 55 meses, foi 28,60% e 11,70%, respectivamente, menor do que o observado no povoamento não-desbastado, comprovando que povoamentos mais adensados possuem menos biomassa de copa, como mostrado adiante.

Ao comparar os povoamentos que foram submetidos a um desbaste de 35% do número indivíduos, porém, em diferentes idades (55 e 81 meses), foi observada uma recuperação rápida da cobertura do dossel do povoamento desbastado aos 81 meses, tendo o IAF atingido valor similar ao do povoamento desbastado, aos 102 meses de idade (Tabela 4). No povoamento desbastado aos 55 meses há um decréscimo no ritmo de aumento do IAF, indicando a possibilidade de realização imediata do segundo desbaste neste tratamento em que o primeiro desbaste foi realizado mais cedo. Chaves et al. (no prelo) observaram aumento do IAF imediatamente após o desbaste, correspondente a 57% entre 55 e 68 meses. Estes autores observaram que, aos 68 meses, o IAF do povoamento desbastado era inferior ao do não desbastado. Segundo Kotze e Luckhoff (2007), a intensidade do desbaste deve ser suficiente para permitir o crescimento livre da árvore por pelo menos um ano.

A recomposição do dossel após as intervenções de desrama e de desbaste pode ser explicada pela alteração da quantidade de luz que chega à copa das árvores remanescentes após o desbaste em povoamentos florestais que já se encontram com o dossel fechado (WANG et al. 1995; TANG et al. 1999). O aumento da taxa fotossintética após o desbaste tem sido atribuído à maior disponibilidade de radiação solar para a copa em *Pinus taeda* L. (GINN et al. 1991; TANG et al. 1999) e *Betula papyrifera* Marsh. (WANG et al. 1995). Este aumento praticamente desaparece com o fechamento do dossel (GRAVATT et al. 1997), fornecendo mais evidências de que a radiação solar é um fator crucial na resposta dos povoamentos ao desbaste.

A estagnação do IAF no povoamento que foi desbastado aos 55 meses de idade e o decréscimo no povoamento sem desbaste se deve, possivelmente, à diminuição na taxa fotossintética devido à maior competição por luz ocasionada pelo fechamento do dossel associado à falta de adubação complementar na ocasião do desbaste. Medhurst e Beadle (2005) constataram que o IAF de um povoamento de *Eucalyptus nitens* (Dean and Maiden) desbastado ultrapassou os valores totais do povoamento não desbastado. É provável que esta superioridade do povoamento do povoamento desbastado tenha ocorrido em função da decomposição dos resíduos do desbaste especialmente se as folhas apresentam elevado teor de nutriente, favorecendo assim o aumento de qualidade do sítio.

A identificação dos mecanismos que influenciam o crescimento e a recomposição da estrutura do dossel é difícil devido a mudanças simultâneas na disponibilidade de radiação solar e de nutrientes e, pelo aumento no consumo de água (SHOETTLE e SMITH, 1999). A recomposição do dossel e o crescimento pós-desbaste poderiam ter sido maiores do que o observado se na ocasião tivesse sido realizada a adubação complementar. Sugere-se, inclusive, que sejam realizados experimentos envolvendo a adubação e desbaste para avaliar a possibilidade de aumento de ganhos no crescimento das árvores remanescentes.

O IAF está diretamente relacionado com a produtividade e a evapotranspiração de ecossistemas florestais e o aumento na disponibilidade de nutrientes pode aumentar a produtividade se o nutriente em questão está limitando o ganho em carbono (SHERIFF, 1996). De acordo com Raven et al. (1986), o nitrogênio tem um impacto grande na assimilação de carbono por ser um componente essencial da clorofila.

Nos povoamentos que sofreram desbaste de 70%, logo após a intervenção, o IAF na área em que a brotação foi mantida foi menor do que na área sem brotação, possivelmente por existir diferenças na qualidade do local, que influencia na estrutura do dossel. Já, aos 86, 93 e 102 meses, o IAF do povoamento que sofreu desbaste de 70%, com manutenção da brotação, foi maior do que no povoamento sem a brotação. Ao analisar os resultados obtidos pela medição direta de área foliar, em m² por planta (Tabela 4), observa-se que a área foliar do povoamento 70% 81m CB é menor em relação ao povoamento 70% 81m SB, possivelmente pelo crescimento do broto afetar a disponibilidade de nutrientes para as árvores remanescentes, interferindo no desenvolvimento de suas copas.

Tabela 4 - Índice de área foliar (IAF), índice de cobertura do dossel (ICD), área foliar (m²) e coeficiente de correlação linear entre os mesmos, para cada tratamento de desbaste, e para todos os dados independentemente do tratamento de desbaste, em povoamento de clone de *E. grandis* submetido a desrama e desbaste, em Abaeté, MG.

Tratamento de Desbaste ¹	81 meses			86 meses			93 meses			102 meses			Área Foliar (m ²)
	Ø IAF	Ø ICD	Coeficiente de Correlação	Ø IAF	Ø ICD	Coeficiente de Correlação	Ø IAF	Ø ICD	Coeficiente de Correlação	Ø IAF	Ø ICD	Coeficiente de Correlação	
Sem Desbaste	2,08	0,68	-0,04	2,05	0,71	0,47	1,95	0,64	0,58	1,62 c	0,68 d	0,83	27,97
35% 55m	1,23	0,64	0,38	1,68	0,66	-0,09	1,72	0,58	0,66	1,74 b	0,62 c	0,49	29,01
35% 81m	1,94 (1,20)	0,67 (0,56)	0,30 (0,20)	1,42	0,55	0,27	1,66	0,55	0,16	1,74 b	0,56 b	0,54	24,55
70% CB 81m	1,93 (0,77)	0,66 (0,27)	0,26 (0,11)	0,88	0,26	0,017	1,36	0,40	0,47	1,75 b	0,54 b	0,64	31,44
70% SB 81m	2,07 (1,07)	0,71 (0,33)	0,23 (0,36)	1,04	0,34	0,37	1,10	0,38	0,09	1,32a	0,47a	0,01	41,04
Todos			0,71			0,91			0,87			0,51	

¹ 55 e 81m representam a idade de realização de desbaste, em meses; Números entre parênteses representam valores de IAF e ICD e respectivo coeficiente de correlação após desbaste realizado aos 81 meses; CB - Sistema de manejo deixando uma brotação dominante conforme método utilizado pela empresa; SB - Sistema de manejo eliminando a brotação; Números em negrito indicam correlação significativa ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

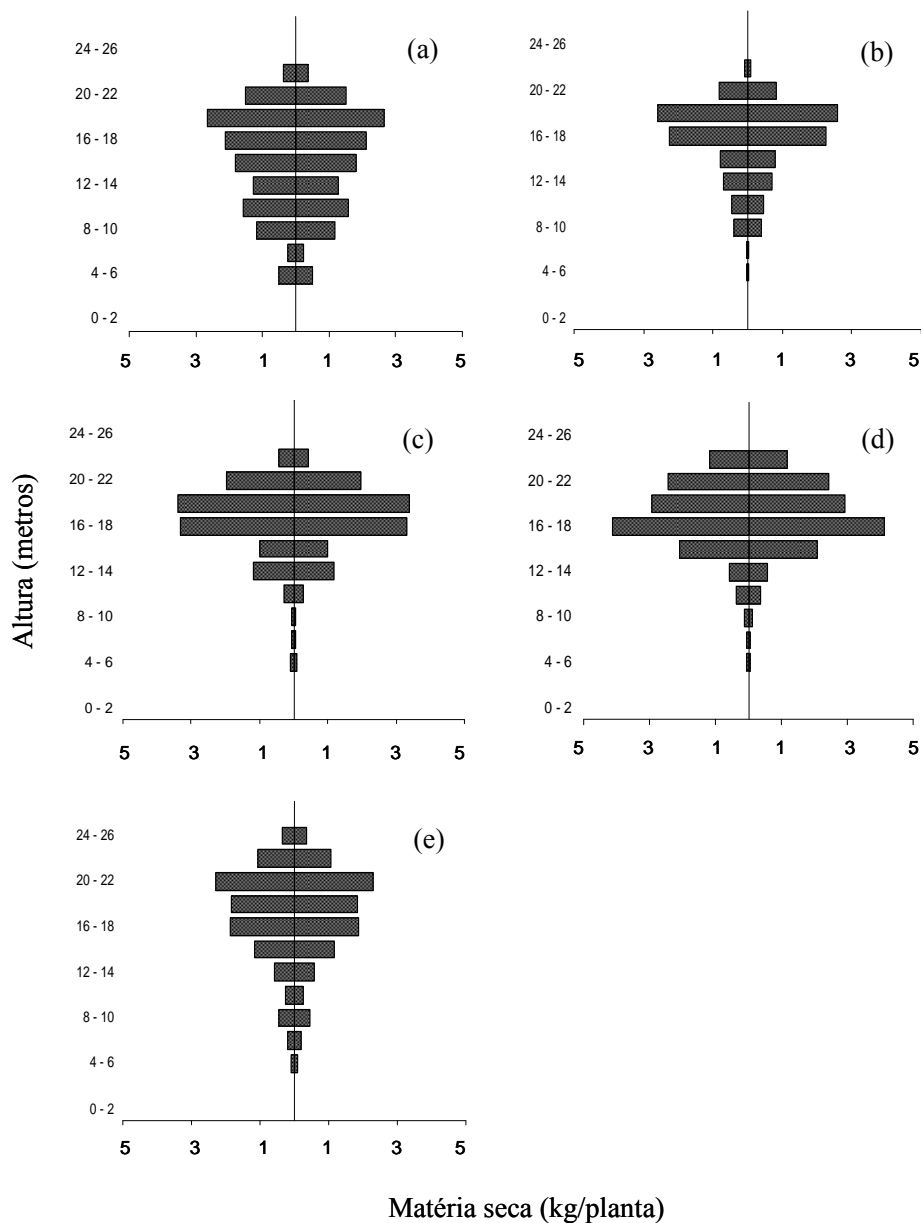


Figura 3 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de todas as árvores desramadas e não desramadas, superiores, nas áreas submetidas ao tratamento de desbaste 35% 55m (a), 35% 81m (b), 70% 81m CB (c), 70% 81m SB (d) e SD (e), aos 102 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* em Abaeté, MG.

A Figura 3 mostra a distribuição da biomassa total por estrato (galhos vivos, mortos e folhas). No povoamento com maior intensidade de desbaste (70%) é nítido o maior desenvolvimento dos componentes da copa. A manutenção da brotação pode ser uma alternativa para o controle da mato-competição uma vez que a sombra proporcionada pelo broto pode impedir o desenvolvimento acentuado de gramíneas

como foi observado principalmente no povoamento desbastado em 70% com a eliminação da brotação.

Para as áreas de intensidade de desbaste de 35% (55 e 81 meses), observa-se que onde houve intervenção aos 55 meses (Figura 3a) ocorreu maior desenvolvimento da porção mediana e inferior da copa. Os resultados obtidos para IAF e ICD indicam que houve recomposição do dossel em decorrência da aplicação do desbaste. O coeficiente de correlação entre IAF e ICD para todos os dados em todas as idades (81, 86, 93 e 102 meses) foi sempre significativo (Tabela 4), mas ao analisar o coeficiente de correlação para cada tratamento de desbaste percebe-se que estes melhoram acompanhando o fechamento do dossel (Tabela 4), com exceção do tratamento 70% 81m SB que, aos 102 meses, que não apresentou correlação significativa entre IAF e ICD.

Isto pode ser explicado pelo fato do sensor do IAF ser constituído de cinco fotodiodos, cujas superfícies ativas estão arranjas em anéis concêntricos (0-13°, 16-28°, 32-43°, 47-58° e 61-74°). A imagem do dossel, em forma quase hemisférica, é projetada dentro desses anéis, o que permite, para cada intervalo angular, a medição da radiação na banda e no ângulo zenital conhecido. Para o ICD, a imagem que se forma reflete apenas aquela porção do dossel visível pela lente da máquina digital (ângulo zenital 0°), que é bem mais limitado do que aquela obtida pelo aparelho de IAF proveniente de múltiplos ângulos zenitais. Dessa forma, para o tratamento 70% 81m SB, como existem poucas árvores remanescentes, a lente do aparelho de IAF capta um ângulo maior de informações do dossel, inclusive, a de árvores mais distantes, os quais a lente da câmera digital não vislumbra, ocorrendo diferenças entre estes índices e a conseqüente falta de correlação entre os mesmos.

Macfarlane et al. (2006) compararam a obtenção do índice de área foliar utilizando lentes hemisféricas e lentes não hemisféricas e encontraram estimativas precisas em ambos os casos, porém, ao analisar o dossel através de imagens obtidas por lentes não hemisféricas em dois ângulos zenitais (0° e 57°) os autores afirmam que as frações “gap” (espaços vazios) são estimadas com maior exatidão. De acordo com os autores isto se deveu à pequena área do dossel representado nestas fotos, uma vez que a lente não era hemisférica (olho de peixe) e a maior resolução destas, facilitando a distinção dos pixels que representam o céu e o dossel. Inoue et al. (2004) e Nobis e Hunziker (2005) também observaram diferenças significativas entre

as dimensões da imagem, em relação à maior precisão e acurácia de captura das estruturas da copa, como folhas e galhos.

O comportamento foi semelhante em todas as idades de avaliação, porém, aos 102 meses, os resultados para o ICD no povoamento sem desbaste indicam valores maiores do que para o IAF neste mesmo povoamento (Figura 4). Os valores de correlação entre todos os dados (Tabela 4) e a visualização dos dados plotados (Figura 4) indicam que o uso da fotografia digital não hemisférica permite a análise geral do comportamento da floresta em termos de abertura e fechamento do dossel, porém, ao estudar detalhadamente cada tratamento verificou-se que o IAF foi mais sensível às variações na estrutura do dossel, principalmente nos tratamentos de maior intensidade de desbaste (70% do número total de indivíduos). É provável que com a tomada de fotografias apenas na posição central entre duas linhas de plantio, onde foi obtido o IAF com o analisador de dossel, não seja suficiente para representar o povoamento com elevada intensidade de desbaste, havendo necessidade de tirar maior número de fotografias.

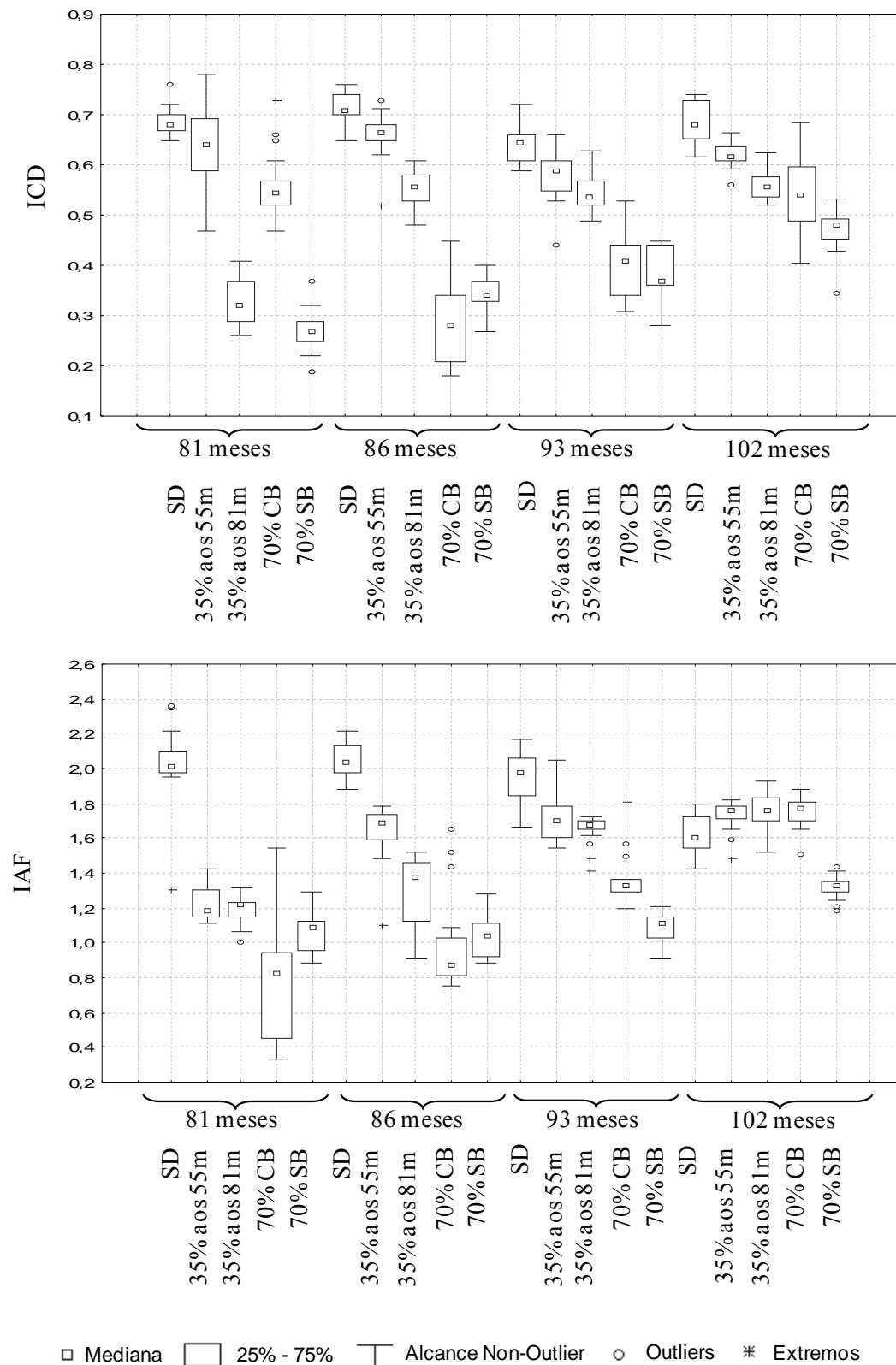


Figura 4 – Gráfico Box-Whisker dos valores de Índice de Área Foliar (IAF) e Índice de Cobertura de Dossel (ICD) aos 81, 86, 93 e 102 meses de idade para cada tratamento de desbaste em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama, em Abaeté-MG.

Conclusões

1. O clone estudado tem elevada capacidade de recomposição de copa após aplicação de desbaste.
2. O índice de área foliar é um parâmetro mais sensível do que o índice de cobertura do dossel para detectar variações na estrutura do dossel de árvores em povoamentos submetidos à desrama e ao desbaste.
3. O índice de área foliar e o índice de cobertura do dossel podem ser utilizados em estudos de avaliação da dinâmica de copa, estando associados às alterações da copa.
4. É necessário desenvolver testes com fotografia digital não hemisférica no que diz respeito à tomada de fotos em dois ou mais ângulos zenitais.

Referências

- ALMEIDA, M. L. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade federal de Viçosa.. 2003.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- CHAVES, R.A. **Crescimento e dinâmica de copa em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e desbaste**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- CHAVES, R.A.; M.G.F.; REIS, G.G.; PEZZOPANE, J.E.M.; MONTE, M.A. Dinâmica de cobertura de dossel de povoamentos de clone de *Eucalyptus grandis* w. Hill ex-Maiden submetidos a desrama artificial e desbaste. **Revista Árvore (prelo)**.
- CHEN, J.M.; BLACK, T.A.; ADAMS, R.S. Evaluation of hemispherical photography for determining plant area index and geometry of a forest stand. **Agricultural Forest Meteorology**, v.56, p.129–43, 1991.

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

D'ANGIOLELLA, G.L.B.; VASCONCELLOS, V.L.D. BHÍDRICO GD 4.0-2004: planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico. **Revista Bahia Agrícola**, v.6, n.3, p.14-16, 2004.

ESCOBAR, A.G.; TELLEZ, J.; SOSA, E.G. Use of digital photography for analysis of canopy closure. **Agroforestry Systems**, v.65, p.175–185, 2005.

GINN, S.E.; SEILER, J.R.; CAZELL, B.H.; KREH, R.E. Physiological and growth responses of eight-year-old loblolly pine stands to thinning. **Forest Science**, v.37, p.1030–1040, 1991.

GRAVATT, D.A.; CHAMBERS J.L.; BARNETT J.P. Temporal and spatial patterns of net photosynthesis in 12-year-old loblolly pine five growing seasons after thinning. **Forest Ecology Management**, v.97, p.73–83, 1997.

INOUE, A.; YAMAMOTO, K.; MIZOUE, N.; KAWAHARA, Y. Effects of image quality, size and camera type on forest light environment estimates using digital hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.126, p.89-97, 2004.

KOTZE, H.; LUCKHOFF, J. **A new thinning regime for *Eucalyptus grandis* sawtimber in Komatiland forests**. In: IUFRO 2007 DURBAN - Eucalypts and diversity: Balancing productivity and sustainability, 2007, Durban. Conference Papers. Durban: IUFRO, 2007. 12p. (CD)

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

MACFARLANE C.; COOTE M.; WHITE D.A.; ADAMS D.A. Photographic exposure affects indirect estimation of leaf area in plantations of *Eucalyptus globulus* Labill. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.100, p.155–168, 2000.

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. Photosynthetic capacity and foliar nitrogen distribution in *Eucalyptus nitens* is altered by high- intensity thinning. **Tree Physiology**, v.25, p.981–991, 2005.

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

MONTE, M.A.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; LEITE, H.G.; STOCKS, J.J. Métodos indiretos de estimação da cobertura de dossel em povoamentos de clone de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.769-775, 2007.

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

NOBIS, M. **SideLook 1.1**: Imaging software for the analysis of vegetation structure with true-colour photographs. 2005. Disponível em: <<http://www.appleco.ch>>. Acesso em: 20 set. 2006.

NOBIS, M.; HUNZIKER, U. Automatic thresholding for hemispherical canopy-photographs based on edge detection. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.128, p.243-250, 2005.

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.

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

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biology of plants**. 4th Edn. Worth Publishers, New York, 775 p. 1986.

SCHOETTLE, A.W.; SMITH, W.K. Interrelationships among light, photosynthesis and nitrogen in the crown of mature *Pinus contorta* ssp. *latifolia*. **Tree Physiology**, v.19, p.13–22, 1999.

SHERIFF, D.W. Responses of carbon gain and growth of *Pinus radiata* stands to thinning and fertilizing. **Tree Physiology**, v.16, p.527–536, 1996.

TANG, Z.; CHAMBERS, J.L.; GUDDANTI, S.; BARNETT, J.P.; Thinning, fertilization, and crown position interact to control physiological responses of loblolly pine. **Tree Physiology**, v.19, p.87–94, 1999.

WELLES J.M.; COHEN S. Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation. **Journal of Experimental Botanical**, v.47, p.1335–1342, 1996.

WANG, J.R.; SIMARD S.W.; KIMMINS J.P. Physiological responses of paper birch to thinning in British Columbia. **Forest Ecology Management**, v.73, p.177–184, 1995.

ZHANG, Y.; CHEN, J.M.; MILLER, J.R. Determining digital hemispherical photograph exposure for leaf area index estimation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.133, p.166-181, 2005.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO DE PLANTAS DESRAMADAS DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* SUBMETIDAS A DESBASTE

Resumo – O crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden desramadas e submetidas a diferentes intensidades e frequências de desbaste (35% aos 55 meses, 35% aos 81 meses, 70% com e sem eliminação da brotação das cepas das árvores desbastadas), foi avaliado entre 81 e 102 meses de idade, na região de cerrado. Aos 102 meses de idade, foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o diâmetro a 1,3 m de altura (DAP), altura total (Ht), volume com casca, incremento periódico anual pós-desbaste (IPA) e incremento médio anual (IMA) entre os tratamentos de desbaste. A altura total variou ($p \leq 0,05$) em função do desbaste, tendo sido maior no povoamento não-desbastado. Aos 102 meses de idade, foi observado maior número de indivíduos em classes de diâmetro maiores para os povoamentos com tratamento de desbaste 35% 55m, 35% 81m, 70% 81m CB e SB, e, para o povoamento sem desbaste, menor número de indivíduos nas classes superiores, com amplitude maior de classes de diâmetro, conforme distribuição Weibull. O IPA foi mais elevado ($p \leq 0,05$) para o povoamento 35% 81m e o volume com casca mais elevado ($p \leq 0,05$) no povoamento SD. O aumento da intensidade e da

idade de realização do desbaste resultou em uma postecipação da idade técnica de corte (ITC).

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*, crescimento de plantas, desbaste, desrama.

Abstract – Growth of pruned *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden clone submitted to thinning at different intensities and frequencies (0%, 35% at the age of 55 months and at 81 months, 70% at 81 months, with and without sprouts removal from the thinned plants) were evaluated between 81 and 102 months of age, in the cerrado region. At 102 months, a significant difference ($p > 0,05$) was observed for diameter at breast height (DBH), total height (Ht), volume outside bark, periodic annual increment after thinning (PAI) and mean annual increment (MAI) between thinning treatments. Total height was larger ($p \leq 0,05$) in the unthinned area. In the thinned areas a larger number of individuals were observed in larger diameter classes and in the unthinned area less individuals in more diameter classes, as seen in the Weibull distribution. The PAI was larger ($p \leq 0,05$) in the 35% 81m stand and the outside bark volume larger ($p \leq 0,05$) in the unthinned area at the age of 102 months. By increasing the intensity and age of thinning, the technical rotation age is set forward. The ITC in the thinned stands was reached later than in the unthinned area.

Key words: *Eucalyptus grandis*, plant growth, thinning, pruning.

Introdução

O sucesso do manejo de florestas plantadas com espécies de rápido crescimento, para a obtenção de produtos sólidos poderá ser alcançado com a realização de intervenções silviculturais específicas, destacando-se a utilização de desrama artificial e do desbaste. A desrama artificial possibilita a obtenção de madeira serrada livre de nós (PIRES, 2000; ALMEIDA, 2003; MONTAGU et al., 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003; PINKARD, 2003; POLLI et al., 2006), agregando valor ao produto. Porém, a definição da intensidade, da frequência de desrama e da idade das plantas para aplicação da desrama, para manter o núcleo nodoso reduzido favorecendo a produção de madeira limpa, deve, também, levar em conta o seu efeito sobre o crescimento das plantas, evitando-se redução da

produtividade da floresta (LIMA, 2003; POLLI et al., 2006). Pires et al. (2002) observaram redução de crescimento de 26,7% para o diâmetro, 28% para altura e 45% para o volume com remoção de 75% da altura da copa viva das plantas, em relação às plantas não desramadas de *Eucalyptus grandis* com desrama aos 11 meses de idade, principalmente, em razão de drástica remoção da área foliar. Porém, em trabalhos mais recentes, desenvolvidos em povoamentos de clone de eucalipto, com elevada capacidade de recomposição de copa, não tem sido observada redução do crescimento das plantas desramadas (ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; PULRONILK et al., 2005; PINKARD, 2003).

O desbaste, que favorece a obtenção de árvores com maior diâmetro, deve ser aplicado em povoamentos desramados para a obtenção de toras com maior proporção de madeira limpa (CHAVES, 2005). O desbaste influencia diretamente no tamanho e distribuição espacial das copas e, conseqüentemente, na interceptação de luz pelas folhas aumentando a disponibilidade de nutrientes e água para as plantas remanescentes, favorecendo o seu crescimento, especialmente em diâmetro.

Ao comparar a aplicação de um desbaste de 35% aos 55 meses com um povoamento não-desbastado, Monte (2006) encontrou que o volume, o incremento periódico anual pós-desbaste (IPA) e o incremento médio anual (IMA) foram mais elevados para o povoamento desbastado, indicando resposta positiva ao desbaste. A resposta de crescimento após o desbaste foi quantificado, também, para *E. grandis* (BIRK e TURNER, 1992), *Eucalyptus delegatensis* R.T. Bak. (HORNE e ROBINSON, 1990), *E. regnans* F. J. Muell. (McKENZIE e HAWK, 1999), *Eucalyptus saligna* Sm. (WILLIAMSON, 1979), *E. nitens* (Deane & Maiden) Maiden (GERRAND et al., 1997) e *Eucalyptus obliqua* L'Her. (BROWN, 1997), entre outros. No Brasil, vários estudos sobre desbaste têm sido desenvolvidos, recentemente, para povoamentos de eucalipto, porém, com enfoque maior na modelagem e avaliação de seus efeitos (NOGUEIRA et al., 2001; DIAS et al., 2005; LEITE et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2005),

As árvores remanescentes após o desbaste ficam mais expostas à radiação, sendo capazes de interceptar mais luz e fixar o carbono necessário para promover aumento da taxa de crescimento. Segundo Gonçalves et al. (2004), sob condições favoráveis de crescimento, as copas se desenvolvem rapidamente, atingindo tamanhos maiores, o que implicará em maior crescimento das árvores. MEDHURST e BEADLE (2001) verificaram aumento da taxa média de copa viva após a aplicação

do desbaste em plantações de *Eucalyptus nitens*. Tang et al. (1999) relatam que o aumento na taxa de fotossíntese das folhas pós desbaste de *Pinus taeda* pode ser atribuído à maior disponibilidade de radiação.

Considerando que a aplicação de desrama e de desbaste resulta em mudanças na estrutura da copa, é importante estudar os efeitos destas intervenções na dinâmica e funcionamento da copa, visando explicar as variações no crescimento das plantas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de um povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* desramado e submetido a diferentes intensidades e idades de desbaste, em Abaeté, Minas Gerais.

Material e métodos

Os dados para conduzir este estudo foram obtidos em um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (clone 24504) estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento inicial de 3 x 3 m, no Município de Abaeté, MG, região de cerrado, situado na latitude de 19°15'94''S, longitude de 45°44'56''O (Figura 1). Os solos da região são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo (LIMA, 2003). O relevo varia de plano a suavemente ondulado e a altitude média do local do experimento é 798 m (MOREIRA, 1997). Com base em dados fornecidos pela empresa para o período de 1999 a 2005, a temperatura média anual é de 20,74°C, a precipitação média anual de 1.350 mm, o déficit hídrico anual de 142 mm (abril e outubro) e a evapotranspiração potencial anual média de 1.216 mm (Figura 2).

Para a análise de solos em 2006 foram coletadas, para cada tratamento de desbaste, amostras nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, compondo três amostras compostas para cada profundidade e tratamento de desbaste. Os resultados analíticos para macronutrientes, capacidade de troca de cátions, soma de bases, saturação de bases e alumínio, acidez, matéria orgânica e fósforo remanescente são apresentados na Tabelas 1.

As plantas desse povoamento foram submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, combinando diferentes alturas de remoção dos galhos a partir do solo e número de intervenções necessárias para atingir seis metros de fuste livre de galhos na planta, perfazendo seis tratamentos de desrama, sendo a primeira intervenção aos

16 meses de idade (Tabela 2). A desrama foi realizada em todas as plantas da linha de plantio ao longo do talhão, perfazendo aproximadamente 120 plantas por linha.

Tabela 1 – Resultados analíticos das amostras de solo para a profundidade de 0-20 cm e 20-40 cm, para cada tratamento de desbaste, em povoamento desramado do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

Tratamento	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol _c /dm ³	Al ³⁺ cmol _c /dm ³	H+AL	SB	CTC(t) cmol _c /dm ³	CTC(T)	V %	M %	MO dag/kg	
0-20cm														
1	35% 55m	4,57	1,20	9,00	0,17	0,07	1,53	7,48	0,26	1,92	8,07	3,33	86,0	1,95
2	35% 81m	4,53	1,00	7,67	0,07	0,00	1,67	7,48	0,09	1,79	7,85	1,33	94,7	2,00
3	70% 81m CB ¹	4,33	1,00	14,00	0,07	0,00	1,33	8,80	0,10	1,54	9,29	1,00	93,3	2,17
4	70% 81m SB ¹	4,50	1,00	14,33	0,00	0,00	1,50	7,26	0,04	1,54	7,30	0,33	97,3	1,82
5	SD	4,50	1,07	14,67	0,07	0,00	1,93	8,19	0,11	2,04	8,30	1,33	95,0	2,22
20-40cm														
1	35% 55m	4,57	1,07	7,67	0,17	0,07	1,40	7,15	0,02	1,46	6,68	0,00	98,3	1,51
2	35% 81m	4,60	0,87	5,67	0,07	0,00	1,23	6,71	0,08	1,32	6,80	1,33	93,3	1,28
3	70% 81m CB	4,40	1,00	7,67	0,03	0,00	1,27	8,36	0,05	1,32	8,41	0,33	96,0	1,95
4	70% 81m SB	4,60	0,87	8,00	0,03	0,00	1,30	6,49	0,06	1,36	6,55	0,67	96,0	1,60
5	SD	4,57	0,93	8,00	0,00	0,00	1,43	6,66	0,08	1,58	7,29	1,33	94,3	1,55

pH em água, KCL e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P – Na – K – Extrator Mehlich I; Ca – Mg – Al – Extrator: KCL – 1mol/L; H+Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0; ¹CB – Com broto, SB – Sem broto. SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC(t) – Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC(T) – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V= índice de saturação de bases; M= índice de saturação de alumínio; MO = C.Org x 1,724 (Walkley Black).

Tabela 2 - Tratamentos de desrama aplicados em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura ¹ parcial de desrama (m)				Altura total de desrama (m)
	16 meses	20 meses	28 meses	45 meses	
T1 - Testemunha	----	----	----	----	----
T2 - 0,5+0,5+2,0+3,0	0,5	0,5	2,0	3,0	6,0
T3 - 0,5+1,0+1,5+3,0	0,5	1,0	1,5	3,0	6,0
T4 - 1,0+1,0+1,0+3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0
T5 - 1,0+0,0+2,0+3,0	1,0	----	2,0	3,0	6,0
T6 - 1,5+0,0+1,5+3,0	1,5	----	1,5	3,0	6,0

¹Altura de desrama a partir do nível do solo. FONTE: LIMA (2003)

As parcelas para avaliações do crescimento das plantas foram constituídas de quatro fileiras, com 20 plantas cada. A área da parcela útil foi de 180 m² e constituiu de 20 plantas, distribuídas nas duas linhas centrais (10 plantas em cada linha), a partir da quinta planta em cada linha (LIMA, 2003).

Com o desbaste, foram eliminadas árvores com tortuosidade, injúria, bifurcação ou que apresentaram crescimento inferior às demais árvores do povoamento. As falhas foram também consideradas como plantas eliminadas. Foi analisada, também, a distribuição espacial das plantas a serem eliminadas.

Foram aplicadas três intensidades de desbaste (0, 35 e 70% do número total de árvores em cada parcela, considerando as falhas) (Tabela 3). O tratamento de 35% de desbaste foi aplicado em duas idades (55 e 81 meses após o plantio). As brotações emitidas pelas cepas das árvores cortadas para o desbaste foram totalmente eliminadas nestes tratamentos, conforme metodologia adotada pela empresa. Para melhor aproveitamento principalmente da radiação disponibilizada com o nível de 70% de desbaste, foram adotados dois métodos de manejo da brotação: eliminação total da brotação e, condução da brotação para um broto por cepa, visando à produção de madeira para carvão, que deverá ser colhida por ocasião do corte das árvores para produção de madeira sólida para fins diversos.

O crescimento das plantas foi avaliado através de medições de diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e da altura total (Ht) das árvores, aos 55, 68, 81, 93 e 102 meses de idade para as áreas sem a ocorrência de desbaste e desbaste de 35% aos 55 meses. As áreas com intensidade de desbaste de 35% e 70% (com e sem brotação) realizado aos 81 meses de idade, tiveram medições de diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e da altura total (Ht) das árvores realizadas aos 81, 93 e 102 meses de idade.

Tabela 3 – Intensidade e idade de realização do desbaste, manejo do broto e sigla de cada tratamento e número de árvores por hectare após desbaste realizado em povoamentos de clone de *E. grandis* desramados, em Abaeté, MG

	Intensidade	Idade	Manejo do broto	Sigla	Árv./ha
1	0%	-	-	SD ¹	1111
2	35%	55 meses	Eliminação total	35% 55m	722
3	35%	81 meses	Eliminação total	35% 81m	722
4	70%	81 meses	Eliminação total	70 % 81m SB ²	330
5	70%	81 meses	Com condução	70% 81m CB ²	330

¹Sem desbaste; ²SB- Sem brotação, CB – Com brotação.

A partir de dados de cubagem de 12 árvores-amostra para os tratamentos com desbaste de 35% e sem desbaste, e oito árvores-amostra para os tratamentos com desbaste de 70%, procedeu-se à determinação do volume com casca, pelo método de Smalian, sendo ajustado o modelo de Schumacher e Hall (1937), para determinação do volume para as demais plantas. Determinaram-se, também, o incremento periódico anual (IPA), após a realização do desbaste, e o incremento médio anual (IMA). A cubagem foi feita com medição do diâmetro com casca em secções de um metro.

Os dados de DAP, Ht, volume com casca, IPA e IMA foram comparados aos 102 meses por meio da análise de variância (teste F) e gráficos Box-Whisker foram elaborados para visualização da dispersão dos dados em cada tratamento de desbaste. A distribuição de frequência de árvores por classes de diâmetro, para cada tratamento de desbaste, aos 102 meses de idade, foi avaliada pelo ajuste da distribuição de Weibull.

Com o objetivo de estimar a produção volumétrica para os povoamentos desbastados e não-desbastados, em função da idade, ajustou-se o seguinte modelo:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 I^{-1} + \varepsilon$$

Em que:

Y = volume com casca ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$);

I = idade do povoamento, em meses;

β_0 e β_1 = parâmetros do modelo; e

ε = erro aleatório, $e \sim N(0, \sigma^2)$.

Resultados e discussão

Aos 102 meses de idade não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para o diâmetro a 1,3 m de altura (DAP) e para a altura, entre os tratamentos de desrama e para a interação desrama–desbaste. Porém, entre tratamentos de desbaste foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para estas variáveis (Tabela 4). Os resultados para a desrama confirmam os relatos de Lima (2003), Polli (2005), Chaves (2005) e Monte (2006), que não observaram diferenças significativas entre os tratamentos de desrama artificial no mesmo povoamento (tratamentos SD e 35% 55m) aos 45, 55, 68 e 93 meses de idade, respectivamente. Porém, Pires (2000), estudando diferentes intensidades de remoção de copa viva em *E. grandis*, verificou redução do crescimento diamétrico, principalmente quando se removeu 75% da copa viva, tendo o crescimento diamétrico reduzido em 26,7% em relação à testemunha. Outros autores também verificaram redução no diâmetro com a aplicação de desrama artificial (LANG et al., 1987; PINKARD e BEADLE, 1998a; SCHNEIDER et al., 1999). Beadle et al. (2006), observaram diferença significativa para o incremento em diâmetro com a desrama de *Acacia mangium*.

Pinkard (2002) e Almeida (2003) consideraram que a remoção de área foliar capaz de reduzir o crescimento das plantas varia consideravelmente entre materiais genéticos. Segundo Pinkard (2002) pode haver redução dos efeitos da remoção de folhas no crescimento através de mudanças fisiológicas na taxa fotossintética, translocação de recursos em favor do crescimento do tronco, mudanças no desenvolvimento dos galhos e na produção de biomassa.

Ao analisar todos os indivíduos do povoamento e os indivíduos superiores, que correspondem a 30% das árvores com melhor fuste até 6m de altura e maior diâmetro, que permanecerão até o final do ciclo, foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o incremento periódico anual pós-desbaste (IPA), entre os tratamentos de desbaste (Tabelas 4 e 5). O IPA variou de 16,80 (SD) a 26,37 (70% 81m CB).

Tabela 4 - Diâmetro a 1,3 m de altura (DAP), altura total (Ht), volume com casca por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$), incremento periódico anual pós-desbaste (IPA) e incremento médio anual (IMA), aos 81, 93 e 102 meses de idade, dos indivíduos superiores¹ em povoamento desramado do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes regimes de desbaste, em Abaeté, MG.

Tratamento de desbaste	81 meses					93 meses					102 meses				
	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA	IMA	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA ¹	IMA	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA ²	IMA
35% 55m	15,24	22,28	56,50	-	8,37	16,35	23,14	64,38	2,01	10,82	17,04	24,60	90,69	8,73a	10,67 b
35% 81m	14,08	22,86	46,28	-	6,86	15,30	23,46	58,69	12,41	7,57	15,94	23,36	70,55	13,87 b	8,30a
70% 81m CB	13,89	22,76	45,87	-	6,80	15,49	22,63	56,90	11,04	7,34	16,25	22,29	83,94	21,76 d	9,88 b
70%81m SB	14,76	23,41	52,38	-	7,76	16,45	24,04	61,20	8,82	7,90	17,22	23,26	84,86	18,56 c	9,98 b
Sem desbaste	15,10	24,32	53,88	-	7,98	16,45	25,16	65,33	2,92	8,43	17,12	25,51	88,36	8,80a	10,40 b

¹Árvores que permanecerão até o final da rotação; ²Refere-se ao incremento periódico anual a partir dos 81 meses de idade até a idade de avaliação. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

36

Tabela 5 - Diâmetro a 1,3 m de altura (DAP), altura total (Ht), volume com casca por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$), incremento periódico anual pós-desbaste (IPA) e incremento médio anual (IMA), aos 81, 93 e 102 meses de idade, de todos os indivíduos (superiores e de segundo desbaste), em povoamento desramado do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes regimes de desbaste, em Abaeté, MG.

Tratamento de desbaste	81 meses					93 meses					102 meses				
	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA	IMA	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA ¹	IMA	DAP	HT	$m^3 \cdot ha^{-1}$	IPA ¹	IMA
35% 55m	14,52	22,08	109,35	-	16,20	15,63	22,92	125,23	4,35	16,16	16,29 b	24,36 c	175,15	16,80a	20,61 c
35% 81m	13,78	22,67	96,97	-	14,37	14,91	23,35	120,29	23,33	15,52	15,48a	23,11ab	143,12	26,37 c	16,84 b
70% 81m CB	13,89	22,76	45,87	-	6,80	15,49	22,63	56,90	11,04	7,34	16,25 b	22,29ab	83,94	21,76 b	9,88a
70%81m SB	14,76	23,41	52,38	-	7,76	16,45	24,04	61,20	8,82	7,90	17,22 c	23,26a	84,86	18,56ab	9,98a
Sem desbaste	13,73	23,19	131,43	-	19,47	14,82	23,88	155,00	6,02	20,00	15,38a	24,12 bc	209,58	19,95ab	24,66 d

¹Refere-se ao incremento periódico anual a partir dos 81 meses de idade até a idade de avaliação; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Esta diferença pode ser explicada pelo aumento no espaçamento entre as árvores do povoamento com o desbaste, provocando mudanças simultâneas na disponibilidade de luz e nutrientes e maior disponibilidade de água. Dessa forma, é de se esperar que as árvores remanescentes cresçam a uma taxa superior à de indivíduos em um espaçamento adensado.

Para o período de 81 a 93 meses de idade, o IPA considerando-se todos os indivíduos remanescentes no tratamento de desbaste de 35% aos 81 meses indica que este povoamento respondeu bem à aplicação desta intensidade de desbaste, sendo que, aos 102 meses, apresenta IPA significativamente superior ao restante dos tratamentos ($p \leq 0,05$) (Tabela 5). Ao comparar desbaste de 35% aos 55 meses com um povoamento não desbastado, Monte (2006) encontrou que o volume, o IPA e o IMA foram, respectivamente, 7,9, 23,0 e 7,3% mais elevados para o povoamento desbastado em relação ao não desbastado, e afirma que a elevada diferença do IPA e do IMA indica que as árvores estão respondendo positivamente à aplicação de desbaste.

As árvores do povoamento sem desbaste possuem DAP médio 5,92%, 0,65% 5,66% e 11,96% menor (Tabela 5) do que nos povoamentos com tratamento de desbaste de 35% 55m, 35% 81m, 70% 8 m CB e 70% 81 SB, respectivamente, na idade de 102 meses. O efeito positivo do desbaste mais intenso no incremento em diâmetro pode ser observado ao compararmos, aos 81 meses de idade, os tratamentos 35% 81 meses e 70% 81m CB com os valores observados aos 102 meses (Tabela 5), em que houve incremento em diâmetro de 11,67% e 14,52%, respectivamente, com diferença significativa ($p \leq 0,05$). Pinkard e Neilsen (2003), ao estudarem as características de povoamento e de copa de *Eucalyptus nitens* em resposta ao espaçamento inicial, encontraram volume total por árvore maior em povoamentos com espaçamento menor.

A altura das plantas superiores (Tabela 4) no povoamento não-desbastado foi mais elevada do que nos tratamentos em que houve desbaste, sendo 3,57%, 8,43%, 12,62% e 8,82 % mais elevada do que nos tratamentos 35% 55m, 35% 81m, 70% 81m CB e 70% 81 SB, respectivamente. Isto pode ser explicado pela maior competição, principalmente por luz, entre plantas no povoamento não-desbastado. Monte (2006) para *Eucalyptus grandis*, Jaakkola et al. (2006), para *Picea abies* (L.) Karst., Medhurst e Beadle. (2001), para *Eucalyptus nitens* Maiden, e Schneider e

Finger (1993), para *Pinus elliottii* Engelm., também observaram maior crescimento em altura de plantas em povoamento não-desbastado.

A análise do solo feita na área experimental (Tabela 1) indica a existência de várias condições desfavoráveis às plantas. O solo possui valores de pH abaixo de 4,6, o que restringe bastante o crescimento, pois isto pode indicar pobreza de Ca e Mg, altos teores de alumínio, deficiência de fósforo e, ou, elevada fixação do fósforo aplicado, já que os íons fosfato se combinam com Fe e Al, formando compostos de baixa solubilidade, portanto indisponível para as plantas (LUCHESE et al., 2002). Os valores baixos do índice de saturação de bases (V%), soma de bases trocáveis (SB) e capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T) (Tabela 3) comprovam a baixa fertilidade do solo. É conhecido também que solos com saturação de alumínio (M%) maior que 50% (solos álicos) prejudicam o desenvolvimento das plantas (LUCHESE et al., 2002). Os solos dos cinco tratamentos de desbaste apresentam M% acima de 85%. Os valores baixíssimos de V% indicam que o solo é distrófico e pobre em Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} .

Jaakkola et al. (2006), ao estudarem a resposta de diferentes tratamentos de desbaste e fertilização em *Picea abies* na Noruega, constataram que os efeitos destes tratamentos no crescimento radial e na densidade da madeira são aditivos e, não encontraram diferença significativa na interação desbaste-fertilização. De acordo com estes mesmos autores, as melhores respostas para o crescimento radial vieram da combinação da fertilização com $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N e do desbaste de 60% do número total de árvores. Fertilizações mais intensas ($300\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) não resultaram em crescimento radial adicional. Há relatos de efeito positivo de dosagens de até $600\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N sobre o crescimento das plantas (MALM e MOLLER, 1974; KUKKOLA e SARAMAKI, 1983).

Para os dois povoamentos em que foram realizados tratamentos de desbaste com intensidade de 70% (CB e SB), há diferença significativa ($p\leq 0,05$) para o DAP aos 102 meses. Existem estudos que mostram que, em sítios de baixa qualidade, o crescimento do broto pode interferir no desenvolvimento das árvores remanescentes (FORRESTER et al., 2003). A Figura 2 mostra que o volume ($\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) e a idade técnica de corte são ligeiramente superiores para o tratamento 70% 81m CB, indicando que a presença da brotação pode estar reduzindo o incremento destes indivíduos. É de se esperar, porém, maior volume final de madeira ao final de um ciclo de 14 anos, apesar da baixa capacidade produtiva, para o tratamento com a

manutenção da brotação. A brotação do tratamento de desbaste de 70% 81m CB, com 21 meses de idade, apresenta DAP, altura e volume com casca de 6,31cm, 10,98m e 11,79 m³ha⁻¹, respectivamente. Forrester et al. (2003), ao estudarem os efeitos da intensidade de desbaste e capacidade produtiva no crescimento da brotação em um povoamento de *Eucalyptus sieberi* L. Johnson, com 18-23 anos de idade, na Austrália, encontraram uma relação inversamente proporcional, no sítio de pior qualidade, entre área basal do broto e área basal e área foliar das árvores remanescentes. Os resultados do trabalho destes autores mostram que ao eliminar a brotação as árvores remanescentes em sítios de média e baixa capacidade produtiva podem ser favorecidas. Para o presente estudo, os sítios em que se encontram os tratamentos de desbaste podem ser considerados de baixa qualidade, pela análise do solo (Tabela 1) e pelas condições climáticas da região, que apresenta déficit hídrico prolongado durante o ano.

A frequência de árvores por hectare, aos 102 meses de idade (Figura 1), para os povoamentos com tratamento de desbaste 70% 81m CB e SB, mostra que há um maior número de indivíduos em classes de diâmetro menores no tratamento de desbaste com a presença do broto.

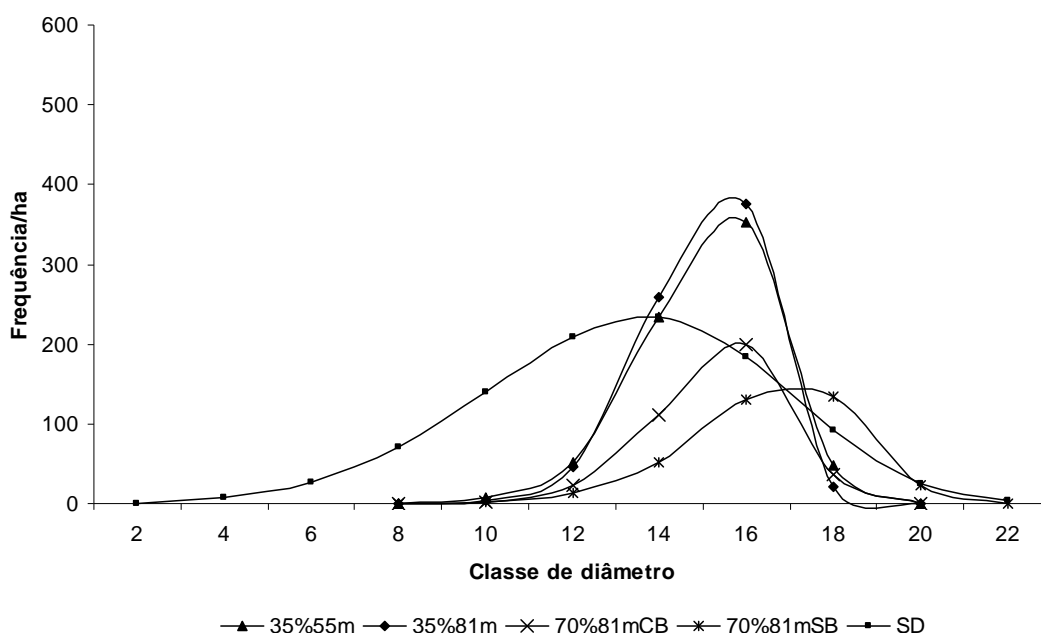


Figura 1 – Distribuição de frequência de árvores por hectare, aos 102 meses de idade, estimadas pela distribuição Weibull ajustada a dados de um povoamento desramado de um clone de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes regimes de desbaste, em Abaeté, MG.

Ao aumentar a intensidade e época de desbaste verifica-se a postecipação da idade técnica de corte (ITC). Ao comparar a ITC para cada tratamento de desbaste, observou-se que, nos povoamentos desbastados, essa idade foi atingida mais tarde do que no povoamento não-desbastado. Para o tratamento sem desbaste e, com desbaste de 35% aos 55 meses, a ITC foi de 102 e 120 meses, respectivamente, enquanto para os tratamentos 35% 81m e 70% 81m CB e SB, a ITC foi de 156, 175 e 179 meses, respectivamente (Tabela 6 e Figura 2).

Tabela 6 - Equações ajustadas para a produção volumétrica (V), em m³, em função da idade, em meses (I), e os respectivos coeficientes de determinação (\bar{r}^2) de plantas desramadas em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes regimes de desbaste, em Abaeté, MG

Tratamentos de desbaste	Equação		\bar{r}^2	Equação		\bar{r}^2
	Árvores Superiores			Todas as Árvores		
35% 55m	Ln(V)=5,55210-119,95912 (I ⁻¹)	0,87	Ln(V)=6,19945-119,15420 (I ⁻¹)	0,82		
35% 81m	Ln(V)=5,76731-155,88203 (I ⁻¹)	0,79	Ln(V)=6,43954-151,97653 (I ⁻¹)	0,79		
70% 81m CB	Ln(V)=5,95118-174,86686 (I ⁻¹)	0,80	Ln(V)=5,95118-174,86686 (I ⁻¹)	0,80		
70% 81m SB	Ln(V)=6,12521-179,35824 (I ⁻¹)	0,61	Ln(V)=6,12521-179,35824 (I ⁻¹)	0,61		
SD	Ln(V)=5,32695-101,64332 (I ⁻¹)	0,69	Ln(V)=6,15360-96,67153 (I ⁻¹)	0,76		

\bar{r}^2 = coeficiente de determinação ajustado; V = volume com casca (m³.ha⁻¹); I = idade em meses

Para o DAP e altura total plotados em gráfico Box-whisker (Figura 3), há para os tratamentos de maior intensidade de desbaste, valores de DAP maiores e altura total menores, sendo que a altura total para os tratamentos de 35% 55m e SD apresentaram valores significativamente maiores (Tabela 5). A Figura 3 mostra bem a variação dos parâmetros ao longo do tempo (81 a 102 meses de idade).

A produção total de um povoamento submetido a desbaste não deve ser diferente da produção total (PIENNAR, 1986; CAMPOS e LEITE, 2006). No entanto, a produção líquida obtida no corte final do povoamento submetido a desbaste pode resultar em um valor de mercado maior e em um menor custo de colheita (CLUTTER et.al., 1983).

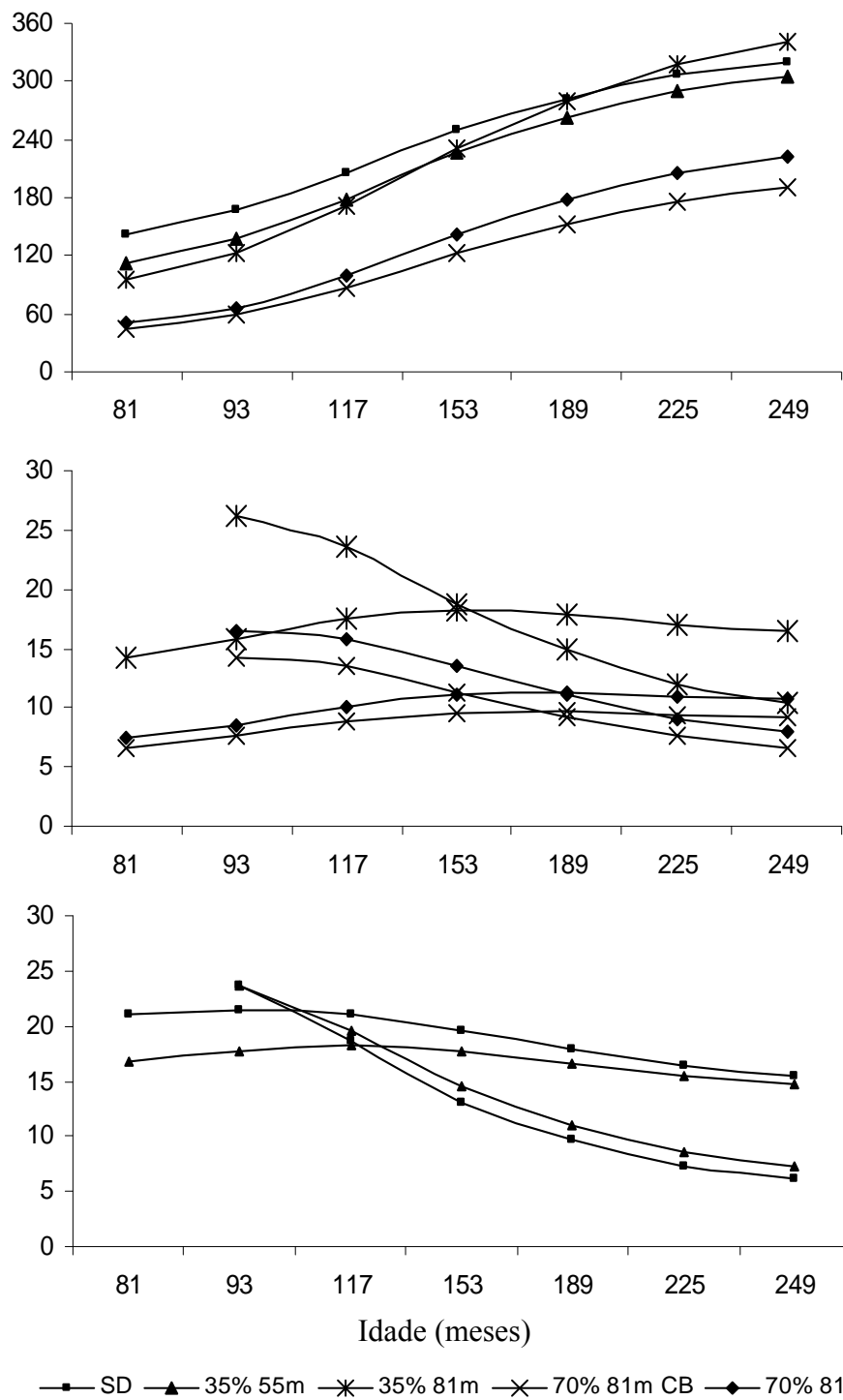


Figura 2 – Curvas de produção líquida, taxa de crescimento e produtividade média para um povoamento desramado de clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido diferentes regimes de desbaste, em Abaeté-MG. *IMA*= incremento médio anual ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); *ICA* = Incremento corrente anual ($m^3 \cdot ha^{-1}$).

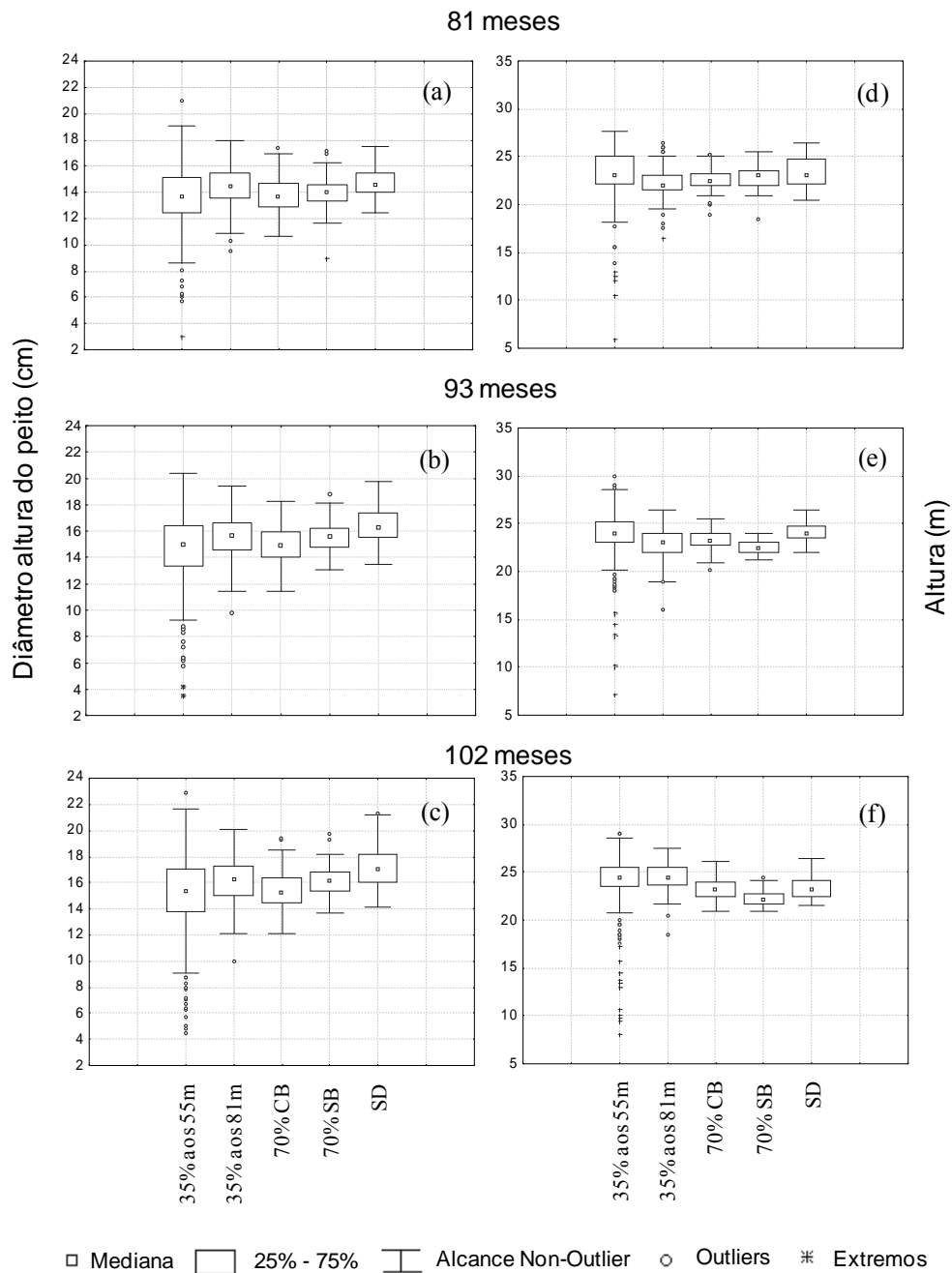


Figura 3 – Gráfico Box-Whisker dos valores de diâmetro a 1,3m de altura (DAP) e Altura Total, de todos os indivíduos, aos 81, 93 e 102 meses de idade para cada tratamento de desbaste em povoamento desramado de um clone de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

Conclusões

1. O desbaste para o material genético e as condições ambientais do presente estudo deve ser realizado a fim de obter maior volume de madeira com dimensões adequadas para uso em serraria, no corte final.
2. As intensidades de desbaste utilizadas no presente estudo podem ser aplicadas em povoamentos do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*.
3. A falta de adubação pós-desbaste tornou menos visível o efeito dos desbastes no crescimento, principalmente para os tratamentos de desbaste de maior intensidade.
4. Conduzir a brotação é uma forma de manejo possivelmente melhor em termos de retorno econômico, pela maior produção volumétrica ao final do ciclo. Isto pode ser potencializado se houver adubações pós-desbaste que forneçam um ambiente favorável tanto para o desenvolvimento do broto, como para o crescimento das árvores remanescentes.

Referências

- ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade federal de Viçosa.
- BIRK, E.M.; TURNER, J. Response of flooded gum (*E. grandis*) to intensive cultural treatments: biomass and nutrient content of eucalypt plantations and native forests. **Forest Ecology and Management**, v.47, p.1–28, 1992.
- BROWN, G. Growth responses to thinning in eucalypt regrowth forests. **Tasforest**, v.9, p.105-122, 1997.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 470p.
- CHAVES, R.A. **Crescimento e dinâmica de copa em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e desbaste**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- DIAS, A.N.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F. Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.731-739, 2005.

FORRESTER, D.; BAUHUS, J.; CONNELL, M. Competition in thinned silvertop ash (*Eucalyptus sieberi* L. Johnson) stands from early coppice growth. **Forest Ecology and Management**, v.174, p.459-475, 2003.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.45-61, 2004.

HORNE, R.; ROBINSON, G. Growth response following variable espacement of 28-year-old alpine ash regeneration in New South Wales. **Australian Forestry**, v.53, p.280–289, 1990.

JAAKKOLA, T.; MÄKINEN, H.; SARANPÄÄ, P. Wood density of Norway spruce: responses to timing and intensity of first commercial thinning and fertilization. **Forest Ecology and Management**, v.237, p.513–521, 2006.

KUKKOLA, M., SARAMAKI, J., 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. *Commun. Institute of Forestry Fennology*. 114, 55.

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

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

LUCHESE, E. B. , FAVERO, L. O. B. , LENZI, E. **Fundamentos da Química do Solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002.

MALM, D.; MOLLER, G., 1975. Differences in volume growth increase after fertilization with urea and ammonium nitrate fertilizer. Foreningen Skogstradsforadling. **Institutet for Skogsforbattring**, 1974, 46p.

MCKENZIE, H.; A. HAWKE. Growth response of *Eucalyptus regnans* dominant trees to thinning in New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.29, p.301–310, 1999.

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.

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

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

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

NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; SOUZA, A.L.; COUTO, L. Determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto, utilizando o método dos ingressos percentuais. **Scientia Forestalis**, n.59, p.51-59, 2001.

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

PIENNAR, L. V.; SHIVER, B. D. Basal area prediction and projection equations for pine plantations. **Forest Science**, v.32, n.3, p.626-633, 1986.

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

PINKARD, E.A. 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. Physiological and growth responses related to pattern and severity of green pruning in young *Eucalyptus globulus*. **Forest Ecology and Management**, v.182, p.231-245, 2003.

PINKARD, E.A.; NEILSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, v.172, p.215-227, 2003.

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

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

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

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Influência da intensidade do desbaste sobre o crescimento em altura de *Pinus elliottii*. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, p.171-184, 1993.

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.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber volume. *Journal of Agricultural Research*, v. 47, n.9, p. 719-734, 1937.

TANG, Z.; CHAMBERS, J.L.; GUDDANTI, S.; BARNETT, J.P. Thinning, fertilization, and crown position interact to control physiological responses of loblolly pine. **Tree Physiology**, v.19, p.87-94, 1999.

WILLIAMSON, M.J. Growth of *Eucalyptus saligna* in a thinning trial at Waipoua. **New Zealand Journal of Forestry**, v.26, p.245-250, 1979.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM POVOAMENTO DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES DE DESRAMA E DESBASTE

Resumo – No presente estudo avaliou-se economicamente um povoamento desramado de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, submetido a diferentes intensidades e frequências de desbaste (35% aos 55 meses, 35% aos 81 meses, 70%, aos 81 meses, com e sem eliminação da brotação das cepas das árvores desbastadas), na região de cerrado. Para a análise econômica foram definidas dezesseis prescrições para inúmeros horizontes de planejamento, variando época e intensidade de desbaste e idade do corte final. Determinaram-se as receitas segundo o volume de madeira proveniente dos desbastes e da madeira de corte final, com uso múltiplo, havendo maior aproveitamento da árvore para madeira sólida a depender da idade do corte. As taxas de juros utilizadas foram de 5, 8 e 12% ao ano. Obteve-se maior produção volumétrica, ao final do ciclo de 21 anos, na prescrição sem desbaste, com corte a cada sete anos, com $416\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ e, os demais tratamentos apresentaram valores variando de 137 a $392\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$. O maior benefício período equivalente B(C)PE foi obtido para a prescrição que inclui desbaste aos 6,8 anos, com manutenção da brotação, corte final aos 21 anos e aproveitamento de 6 metros

de tora para madeira sólida, com valor de R\$ 242,00 por hectare, com taxa real de desconto de 5% a.a..

Palavras-chave: Avaliação econômica, eucalipto, uso múltiplo, desbaste, desrama.

Abstract – The objective of this study was to evaluate the economic viability of thinning at different intensities and frequencies (35% at the age of 55 months and at 81 months, 70% at 81 months, with and without sprouts removal from the thinned plants) in a pruned *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden clone, in the cerrado region, in Brazil. The economical analysis was undertaken for nine prescriptions defined in a 21 year planning horizon, varying thinning age and intensity and clearfell age. The income was determined according to the thinning and clearfell volume, with multiple use of the wood and price differentiation according to the proportion for clear wood obtained for saw timber amount used for solid wood. The tax rates were 5, 8 and 12% a year. At the end of the 21 year cycle, a larger volumetric production ($416 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$) was obtained for the unthinned prescription, involving clearfell every seven years. The production for the other prescriptions varied from 137 to $392 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. The largest Periodic Equivalent Value (PEV) was R\$ 242,00 per hectare obtained for the prescription that included a 70% thinning intensity at the age of 6,8 years, with coppice regrowth from the thinned trees, clearfell at the age of 21 years, using a 6 m pruned log for solid wood purposes.

Key words: Economic evaluation, multiple use eucalypt plantation, thinning, pruning.

Introdução

Entre 2000 e 2005, os preços de toras de pinus e eucalipto para serraria e laminação dobraram (SBS–SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2005). Schuchovski (2005) afirma que nos últimos 90 anos a população mundial aumentou quatro vezes e o consumo de papel 17 vezes. O consumo de madeira de maior diâmetro, que perfazia, há 60 anos, uma proporção de 4:1 em relação à madeira de menor diâmetro, hoje é de 2:1. O aumento da demanda por madeira

sólida e a redução na oferta de madeira proveniente de florestas nativas têm sido responsáveis pelo aumento do preço da madeira.

Atualmente, as práticas silviculturais como a desrama e o desbaste, e a escolha adequada do material genético, têm possibilitado obter maior qualidade do produto final e, dessa forma, o aumento da rentabilidade do investimento. No Brasil o manejo, o melhoramento e, mais recentemente, a silvicultura clonal, sempre foram direcionados para produzir madeira com características próprias para celulose ou energia. De acordo com Soares et al. (2003), já existem trabalhos que mostram a multiplicidade de produtos possíveis de serem obtidos a partir dos povoamentos de eucalipto, o que permite a algumas empresas florestais direcionar suas atividades para a produção de madeira serrada, laminados, aglomerados, entre outros produtos. Ainda, vale salientar que existe grande variabilidade nas propriedades físicas e mecânicas da madeira em função do material genético utilizado havendo, então, necessidade de se fazer escolha adequada do material a ser estabelecido com o objetivo de obtenção de produtos sólidos.

A qualidade e a produtividade dos povoamentos florestais são os fatores mais importantes para a conquista de bons mercados, e a enorme evolução da ciência florestal brasileira está proporcionando a maximização destes fatores, com a manutenção do mesmo patamar de investimento inicial para implantação da floresta, principalmente no gênero *Eucalyptus* (BAENA, 2005). O uso múltiplo de florestas plantadas tem sido muito recomendado na última década. Algumas empresas têm realizado investimentos visando à obtenção de maior diversidade de produtos, com valor agregado elevado. Assim, a utilização da madeira de eucalipto e pinus como alternativas para madeira de espécies nativas, principalmente na fabricação de móveis já é uma realidade, o que tem demandado inovações nos métodos silviculturais e de processamento da madeira. A utilização de materiais genéticos adequados deverá tornar as florestas de espécies de rápido crescimento altamente atraentes para este setor industrial (MENEZES, 1998; NAHUZ et al., 1999). De acordo com Kotze e Luckhoff (2007), para que haja sucesso na produção de madeira de maiores dimensões de *E. grandis*, é necessário que os desbastes sejam feitos na época correta e que haja também, elevado padrão de controle da mato-competição para assegurar a máxima disponibilidade de água e nutrientes para as árvores remanescentes.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a viabilidade econômica de diferentes prescrições de manejo de um povoamento submetido a desbaste e desrama.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado em um povoamento desramado de um clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, no município de Abaeté, MG (latitude de 19°15'94''S, longitude de 45°44'56''O e altitude de 647 m). A desrama até a altura de 6 m foi realizada apenas nas árvores superiores (30 % do total de árvores plantadas), levando-se em conta a qualidade do fuste e o crescimento em diâmetro. A desrama nas demais árvores foi realizada até a altura de 3 m.

Foram aplicadas duas intensidades diferentes de desbaste (35 e 70% do número total de árvores em cada parcela, considerando as falhas) (Tabela 1). O tratamento de 35% de desbaste foi aplicado em duas idades (55 e 81 meses após o plantio), sendo que as brotações emitidas pelas cepas das árvores cortadas nestes povoamentos foram totalmente eliminadas nestes tratamentos, conforme metodologia adotada pela empresa. Para os tratamentos com remoção de 70% das árvores, aos 81 meses de idade, visando melhor aproveitamento dos recursos, principalmente da radiação disponibilizada nesta intensidade de desbaste, foram adotados dois métodos de manejo da brotação: eliminação total da brotação e, condução da brotação para um broto por cepa, visando à produção de madeira para carvão, que deverá ser colhida por ocasião do corte das árvores para produção de madeira sólida para fins diversos.

Tabela 1 – Intensidade e idade de realização do desbaste, manejo do broto e sigla de cada tratamento de desbaste realizado em um povoamento do clone 24504 de *E. grandis* submetido a desrama, em Abaeté, MG

	Intensidade	Idade	Manejo do broto	Sigla	Árv./ha
1	0%	-	-	SD ¹	1111
2	35%	55 meses	Eliminação total	35% 55m	722
3	35%	81 meses	Eliminação total	35% 81m	722
4	70%	81 meses	Eliminação total	70 % 81m SB ²	330
5	70%	81 meses	Com condução	70% 81m CB ²	330

¹Sem desbaste; ²SB- Sem brotação, CB – Com brotação.

Sistema de predição de crescimento e produção

Com o objetivo de estimar a produção volumétrica entre os tratamentos de desbaste, em função da idade, ajustou-se o seguinte modelo:

$$\text{Ln}Y = \beta_0 + \beta_1 I^{-1} + \varepsilon$$

em que:

Y = volume com casca ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$);

I = idade do povoamento, em meses;

β_0 e β_1 = parâmetros do modelo; e

ε = erro aleatório, $\varepsilon \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Para cálculo do volume de madeira dos indivíduos superiores até a altura total de realização da desrama (6 m), altura considerada para aproveitamento de madeira de qualidade para serraria, laminação, aglomerados, entre outros, e, até 3 m, para os indivíduos colhidos por ocasião do segundo desbaste, foi utilizado o seguinte estimador, derivado da função de afilamento de Kozak et al.(1969):

$$\hat{V} = \frac{\pi}{40.000} \text{DAP}^2 \left[\hat{\beta}(h_2 - h_1) + \frac{\hat{\beta}_1}{2H} (h_2^2 - h_1^2) + \frac{\hat{\beta}_2}{3H^2} (h_2^3 - h_1^3) \right]$$

em que:

\hat{V} = volume em m^3 ;

DAP = diâmetro, com casca, medido na altura de 1,30 m;

$\hat{\beta}_i$ = parâmetros ($i = 0, 1, 2$);

$h_1 = 0,1\text{m}$;

$h_2 = 3$ ou 6m ;

H = altura total da árvore

Para cálculo do volume a ser retirado no segundo desbaste das áreas que sofreram primeiro desbaste de 35% das árvores aos 55 e 81 meses, utilizou-se a relação entre o número de árvores a serem desbastadas e o total e o volume dos

indivíduos a serem desbastados e o total ($N_d/N_t=V_d/V_t$), que permitiu transformar a relação entre N_d/N_t em V_d/V_t . Ajustou-se, então, os seguintes modelos:

Aos 55 meses:

$$y = (-0,067277 - 1,17047x)/(1 - 0,29013x - 2,61609x^2)$$

$$\bar{r}^2 = 0,72$$

Aos 81 meses:

$$y = (-0,05569 + 0,201285x)/(1 - 3,80019x + 3,960031x^2)$$

$$\bar{r}^2 = 0,94$$

em que:

$$x = N_d/N_t ;$$

$$y = V_d/V_t;$$

N_d e V_d = número de fustes e volume por hectare dos indivíduos a serem desbastados;

N_t e V_t = número de fustes e volume por hectare de todos os indivíduos.

Método de avaliação financeira

Utilizou-se o Valor Presente Líquido (VPL), Benefício (ou custo) Periódico Equivalente (B(C)PE), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Custo Médio da Produção (CMPr) para análise da viabilidade econômica. Para o processamento dos dados foi utilizado o programa Valuation 2.0 (LEITE e RIBEIRO, 2002). O VPL é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos. Assim,

$$VPL = \sum_{j=1}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{-j}$$

em que:

VPL = valor presente líquido, em R\$.ha⁻¹;

R_j = receita no período j ;

C_j = custo no período j ;

i = taxa de desconto;

j = período de ocorrência dos custos e receitas;

n = duração do projeto, em anos.

O B(C)PE transforma o valor atual do projeto em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto.

$$BPE = \frac{VPL[(1+i)^n - 1]}{\left[1 - \frac{1}{(1+i)^{nt}}\right]}$$

em que:

i = taxa de desconto;

n = duração do projeto, em anos;

t = n° de períodos de capitalização por ano.

O Custo Médio da Produção (CMP) é a divisão do valor atual do custo pela produção total equivalente.

$$CMP = \frac{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n PT_j (1+i)^{-j}}$$

em que:

CT_j = custo total atualizado em cada período;

PT_j = produção total equivalente em cada período.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero.

$$\sum_{j=0}^n R_j (1+TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1+TIR)^{-j}$$

em que:

R_j = receita no período j;

C_j = custo no período j;

j = período de ocorrência dos custos e receitas;

Neste trabalho foram utilizadas taxas reais de juros de 5, 8 e 12% ao ano. Na Tabela 2 tem-se o resumo das operações durante o ciclo de 21 anos, que é detalhada no Anexo II.

Tabela 2 – Resumo das operações realizadas em cada etapa do ciclo de 21 anos e custo total por hectare, para um povoamento desramado do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido ao desbaste, em Abaeté, MG

Operações		
Implantação	Manutenção pós 90 dias	Ano 2 até Corte
Amostra de solo	Adubação	Desbaste
Roçar mecanicamente	Desrama	Adubação
Rebaixar cepas	Combate a formiga	Combate a formiga
Destoca Lâmina KG	Aplicação de herbicida	Bater Geral
Retroescavadeira	Bater Geral	Patrolar estradas
Patrolar estradas	Coroar	Conservação de aceiros
Trator de esteira	Patrolar estradas	Transportes diversos
Transportes diversos	Conservação de aceiros	Prevenção a incêndio
Construir cerca	Transportes diversos	Combate a incêndio
Adubação Ca	Prevenção a incêndio	Inventario florestal
Plantar manualmente	Combate a incêndio	Vigilância patrimonial
Insumos	Vigilância patrimonial	
Custo Total/ha*	2617 ¹	355 ¹
		2226 ¹

*Custo em R\$.ha⁻¹ da madeira em pé. US\$=2,00. ¹Custo máximo, valor variável de acordo com a prescrição de manejo adotada. Fonte: Planilha técnica custo operacional CAF

A estrutura de custos utilizada na avaliação é apresentada na Tabela 3. O custo da desrama foi de R\$ 66,00/ha. A madeira obtida com o desbaste foi considerada apenas para a produção de carvão em razão do reduzido diâmetro das toras nessa ocasião e o preço considerado foi de R\$ 51/m³. Às toras desramadas (3 ou 6 m) foram atribuídas valor mais elevado do que o normalmente registrado para madeira sólida não desramada. O valor da tora foi considerado mais elevado para o corte raso aos 21 anos em comparação ao corte aos 14 meses, em razão de se obter toras com diâmetro mais elevado e, portanto, com maior proporção de madeira limpa (Tabela 3).

Tabela 3 – Custo de colheita (R\$.ha⁻¹) e preço da madeira sólida e do carvão (R\$/m³) para cada época de desbaste e corte final.

Tratamentos de desbaste	Idade do corte final (anos)	Custo de Colheita R\$.m ⁻³ (desbaste)	Custo de Colheita R\$.m ⁻³ (Corte final)	Preço da madeira R\$.m ⁻³ ⁽³⁾	
				Madeira sólida	Carvão
SD	7	-	15	-	45
	14				
	21				
35% 4,5 ¹ e 9	14	12	12	60	45
	21			70	
35% 6,8 e 12 ²	14	12	12	60	45
	21			70	
70% 6,8 CB	14	12	10	70	45
	21			80	
70% 6,8 SB	14	12	10	70	45
	21			80	

¹Idade de desbaste em anos; ²Ocorre o desbaste nesta idade somente na hipótese de corte final aos 21 anos; ⁽³⁾Fonte: SEAB/PR – DERAL

Prescrições de Manejo

Foram definidas onze prescrições (A a I, L e P) em um horizonte de planejamento de 21 anos, variando época e intensidade de desbaste e corte raso conforme descrito na Tabela 4. Para o tratamento SD, considerou-se que a floresta foi conduzida (talhadia) depois do corte raso aos 7 anos, e, após o corte raso aos 14 anos, esta foi reformada, com implantação de nova floresta, assumindo a mesma produtividade da primeira implantação. As demais prescrições, com exceção da N, que possui corte final aos 7 anos, tiveram as suas idades de corte final definidas pela ITC (J, K, M e O). Para a análise econômica, determinaram-se as receitas segundo o volume de madeira proveniente dos desbastes e da madeira de corte final, com taxas de juros de 5, 8 e 12% ao ano. As informações de custos das operações que foram e serão executadas nas áreas e do preço da madeira em cada situação foram relacionadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, e no anexo II.

Tabela 4 – Prescrições variando idade e intensidade de desbaste e corte raso, em um povoamento desramado do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG

Prescrições	Idade (anos)																						
	1	2	3	4	4,6	5	6	6,75	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18,6	19	20	21
A								Cr							Cr								Cr
B					D _{35%}						D _{35%}				Cr				D _{35%}				Cr
C					D _{35%}						D _{35%}												C _r
D								D _{35%}					D _{35%}		C _r								C _r
E								D _{35%}					D _{35%}										C _r
F								D _{70%}							C _r								C _r
G								D _{70%} ¹							C _r								C _r
H								D _{70%}															C _r
I								D _{70%} ¹															C _r
J								D _{70%}									C _r						
K								D _{70%} ²							C _r								
L					D _{35%}																		C _r
M					D _{35%}							C _r											
N					D _{35%}				C _r														
O								D _{35%}							C _r								
P								D _{35%}															C _r

D_%=Desbaste e intensidade; C_r=Corte Raso; ¹Manutenção de um broto dominante após desbaste e aproveitamento de uma tora (3m) para madeira sólida. ²Manutenção de um broto dominante após desbaste e aproveitamento de duas toras (6m) para madeira sólida.

Resultados e discussão

Ao analisar a produção total de madeira (madeira para carvão e madeira sólida) das nove prescrições, tem-se maior produção volumétrica, ao final do ciclo de 21 anos, na prescrição A (sem desbaste, com corte a cada sete anos), com $416 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 5). No grupo de tratamentos que possuem corte final aos 21 anos e que envolvem intervenções de desbaste de 35% e 70% das árvores (tratamentos B até I, L e P), houve, em média, produção total de 288 As demais prescrições, que possuem corte final variando de 7 a 15 anos de idade, de acordo com sua ITC, apresentaram produção total média de $197 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, variando de 137 a $264 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 5). As prescrições que obtiveram menor volume total, dentro do grupo com corte final aos 21 anos correspondem àqueles com corte raso apenas aos 21 anos de idade e com desbastes realizados aos 4,6, 6,8, 9 e 11 anos de idade, removendo-se 35% das árvores em cada intervenção (tratamentos C e E). Isto se explica pelo reduzido número de árvores remanescentes após as intervenções, priorizando, dessa forma, o crescimento volumétrico de qualidade em detrimento à quantidade. Por esta razão, para estas prescrições com corte aos 21 anos apenas, obtêm-se maior volume de madeira sólida.

Os maiores volumes de madeira sólida foram obtidos para as prescrições L ($99 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) e P ($96 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) que correspondem ao desbaste de 35% das árvores na idade de 4,6 e 6,8 anos, respectivamente, tendo o corte final das árvores remanescentes na idade de 21 anos. A produção de madeira sólida de qualidade é baixa quando a floresta com desbaste de 70% é cortada aos 14 anos, sendo, em média, de $31,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 4). Comportamento similar em relação à idade de corte final foi observado para os povoamentos envolvendo 35% de desbaste em duas intervenções (C e E). Pelo maior número de intervenções, as prescrições C e E apresentam um custo ligeiramente superior.

A baixa produção volumétrica de madeira sólida mesmo com a aplicação de desbaste, principalmente nos tratamentos com desbaste de 35% em duas intervenções, se deve, possivelmente, à falta de adubação pós-desbaste. A adubação de plantio nesse povoamento correspondeu à aplicação de 100 g/planta de NPK (6-30-6). Para adubação de manutenção foi aplicado em cobertura, NPK (6-30-6) com adição de bórax e zinco. Em outubro de 2001 foi aplicado KCL (cloreto de potássio)

Tabela 5 – Produção total de madeira ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) para carvão e de madeira sólida desramada, em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido ao desbaste, em Abaeté, MG

Prescrições	Madeira para Carvão ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)			Madeira Sólida ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)		Total do Ciclo	
	1D	2D	C_f^1	Corte raso Antecipado ³	Corte raso 21 anos ³	Madeira p/ Carvão	Madeira Sólida
A	148,82 ²	119,06 ²	148,82	-	-	416,70	-
B	35,54 ⁴	73,68	246,93	28,11	-	356,15	28,11
C	17,77	73,68	93,62	-	66,52	185,07	66,52
D	28,23	79,53	248,90	26,32	-	356,66	26,32
E	28,23	79,53	107,89	-	64,32	215,65	64,32
F	81,38	-	275,99	34,13	-	357,37	34,13
G	77,24	-	254,60	29,90	-	331,84	29,90
H	81,38	-	137,02	-	87,39	218,40	87,39
I	77,24	-	189,40	-	76,64	266,64	76,64
J	81,38	-	106,06	72,17	-	187,44	72,17
K	77,24	-	142,34	60,43	-	219,58	60,43
L	17,77	-	236,33	-	99,33	254,10	99,33
M	17,77	-	159,11	89,87	-	176,88	89,87
N	17,77	-	119,22	-	-	136,99	-
O	28,23	-	236,35	-	-	264,58	-
P	28,23	-	274,85	-	95,97	303,08	95,97

¹A madeira para carvão das prescrições de B a P advém do volume acima de três e seis metros para corte raso antecipado e aos 21 anos, respectivamente, e dos desbastes; ²Madeira proveniente do corte raso aos 7 e 14 anos, com quebra de 20% por ser floresta em regime de talhadia; ³Considerou-se volume até três e seis metros para corte raso aos 14 e 21 anos, respectivamente; ⁴Inclui a madeira do desbaste aos 18,6 anos.

na quantidade de 100 g/planta. Desde então não foram realizadas adubações de manutenção e pós-desbaste. Estes valores são considerados baixos para os padrões atuais de implantação de florestas de eucalipto. Também, vale salientar que a intensidade de desbaste na primeira intervenção, com a remoção de 35% dos indivíduos plantados, foi baixa, tendo envolvido a redução de apenas 27% da área basal do povoamento, uma vez que são contadas as falhas de plantio e são eliminadas árvores dominadas, ou seja, a competição entre os indivíduos remanescentes ainda é intensa, impossibilitando sua recuperação rápida.

O maior B(C)PE foi obtido para a prescrição K, com valor de R\$ 242,00 por hectare, com taxa real de desconto de 5% a.a. e de R\$ 94,00 e R\$ -82,00 por hectare com taxa real de desconto de 8 e 12 % a.a., respectivamente (Tabela 6 e Figura 1). Este inclui desbaste aos 6,8 anos, manutenção da brotação, corte final aos 14 anos (ITC) e aproveitamento de 6 metros de tora para madeira sólida.

As prescrições que apresentaram maior viabilidade econômica incluíram os tratamentos com desbaste de 70%, com e sem manutenção da brotação, visando

produção de carvão e de uma tora desramada de 6 m de comprimento. Estes mesmos tratamentos, em prescrições que possuem corte raso aos 14 anos (F e G), não se mostraram vantajosos já que os custos de implantação e manutenção inicial dos povoamentos são elevados. Além do mais, a proporção de madeira limpa produzida é menor em razão de reduzido diâmetro quando comparado com plantas exploradas aos 21 anos de idade. A prescrição que contempla o tratamento sem desbaste (A), apesar de seu elevado custo ao final de cada ciclo, apresentou viabilidade econômica com VPL de R\$ 875,00 por hectare com taxa real de desconto de 5% a.a, ao longo de 21 anos.

A condução da brotação é uma forma de manejo que poderá ter seus benefícios maximizados em locais de maior capacidade produtiva, como constatado por Forrester et al. (2003) em povoamento de *Eucalyptus sieberi* L. Johnson com 18-23 anos de idade. Os resultados do trabalho destes autores mostram que eliminar a brotação pode beneficiar as árvores remanescentes em locais de média e baixa capacidade produtiva.

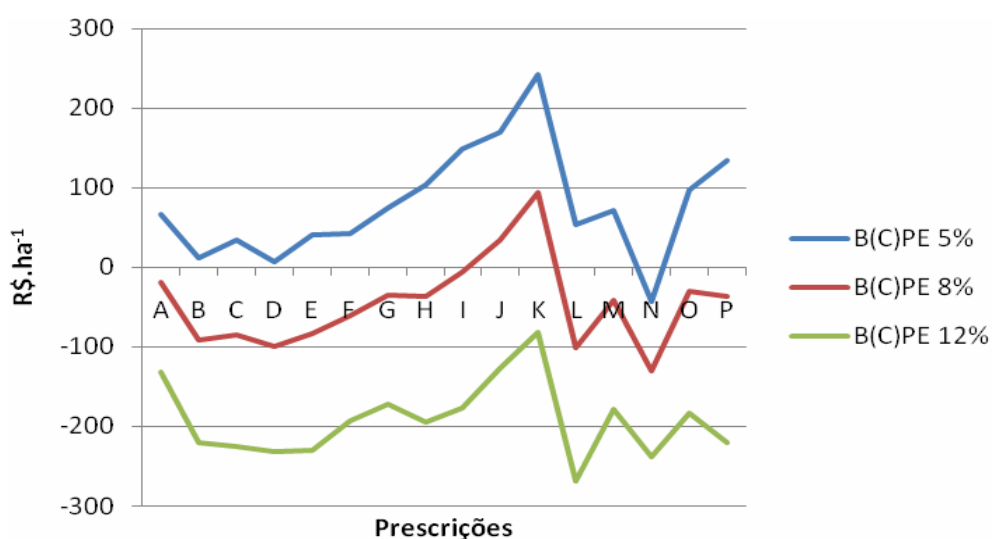


Figura 1 – Valores de B(C)PE (R\$.ha⁻¹) para cada taxa real de desconto (5, 8 e 12%), por prescrição, em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama e desbaste, em Abaeté, MG.

A viabilidade econômica dos povoamentos desramados e desbastados poderia ser maior se fossem realizadas adubações pós-desbaste para todos os tratamentos, sendo possível que os tratamentos com desbaste de 35% do número total de

Tabela 6 – Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Periódico Equivalente (B(C)PE), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Custo Médio da Produção (CMPr) para cada prescrição, em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama e desbaste, em Abaeté, MG.

Prescrições	VPL (R\$.ha ⁻¹)			B(C)PE			CMPr			TIR
	5% a.a	8% a.a	12% a.a	5% a.a	8% a.a	12% a.a	5% a.a	8% a.a	12% a.a	
A	875	-191	-1.003	66,4	-18,7	-131,2	40,81	46,32	55,65	7,33
B	153	-935	-1.688	11,6	-91,7	-220,9	45,28	54,25	70,39	5,33
C	459	-865	-1.725	34,8	-84,8	-225,7	45,97	60,66	85,54	5,84
D	90	-1.008	-1.771	6,8	-98,8	-231,7	45,56	54,92	72,43	5,19
E	539	-851	-1.765	40,9	-83,5	-230,8	45,08	59,61	86,21	5,95
F	563	-625	-1.473	42,8	-61,3	-192,7	44,16	52,32	66,83	6,21
G	985	-354	-1.320	74,9	-34,7	-172,7	41,67	49,71	64,20	7,03
H	1.358	-374	-1.490	103,2	-36,7	-194,9	42,62	55,99	78,89	7,17
I	1.958	-59	-1.355	148,8	-5,7	-177,3	37,72	51,09	74,65	7,87
J	1.845	307	-884	170,3	34,7	-126,8	39,96	49,47	65,93	8,81
K	2.513	804	-556	242,1	93,9	-81,75	35,01	43,69	58,82	10,07
L	711	-1.028	-2.058	54,0	-100,8	-269,2	43,42	62,86	104,3	5,98
M	586	-292	-1.056	70,7	-40,9	-177,9	22,57	24,88	28,09	6,87
N	-280	-746	-1.186	-43,4	-129,8	-238,9	28,66	30,24	32,25	3,54
O	962	-251	-1.218	97,2	-30,5	-183,9	38,04	47,62	65,39	7,25
P	1.771	-370	-1.688	134,5	-36,3	-220,8	38,47	54,72	89,86	7,31

indivíduos nas prescrições B, C, D e E alcançassem B(C)PEs superiores à prescrição A, apesar de haver elevação de custos com a adubação. Vale salientar, ainda, que com o aumento da produtividade do povoamento adotando-se adubações mais pesadas no plantio e na sua manutenção, a tora pode apresentar diâmetro suficiente para desdobro mesmo a alturas de 9 a 10 m, permitindo a exploração de mais uma tora desramada com elevado valor. Almeida (2003), que estudou desrama em clones estabelecidos em locais de elevada capacidade produtiva, teve a possibilidade de realizar a desrama até a altura de nove metros, o que permitiu obter maior quantidade de madeira de qualidade elevada para serraria.

Para estas condições de adubação e fertilidade do solo do presente estudo, a recuperação das árvores remanescentes foi prejudicada e, portanto, não foi recomendável a realização de dois desbastes no ciclo pelo seu maior custo, menor produção volumétrica e conseqüente Valor Presente Líquido (VPL) inferior às demais prescrições (Tabelas 5 e 6). Considerando um horizonte de 21 anos, o corte raso da floresta aos 14 anos, quando houve desbaste de 70% (prescrições F e G), não é considerada uma alternativa atrativa por aumentar o custo final por hectare da floresta e diminuir a sua viabilidade econômica (Tabela 6). Para as prescrições B e D (desbaste e 35%), o corte raso aos 14 anos é mais viável economicamente, em razão da reduzida resposta em crescimento das árvores, ou seja, o corte e a reforma destes povoamentos, aos 14 anos de idade, é uma alternativa de maior retorno econômico (Tabela 4).

Observa-se, na literatura florestal brasileira, que têm sido utilizadas taxas reais de juros entre 6 a 12% ao ano, sendo que a escolha parece ser arbitrária, apenas calcada no fato de ser tradição, no setor florestal, o uso de taxas de juros nesta amplitude. Há sempre grande dificuldade em se determinar essa taxa de juros, uma vez que a mesma varia de acordo com as características do projeto, da empresa, da conjuntura econômica, entre outros.

Analisando o efeito da taxa de desconto e do desbaste sobre a viabilidade econômica (Tabela 4), observa-se que, independentemente da prescrição adotada, a taxa de 5% a.a. é a que garante maiores lucros. Percebe-se, também, uma redução da amplitude de ganhos em R\$.ha⁻¹ à medida em que se aumenta a taxa real de desconto. Soares et al. (2003) encontraram resultados similares e afirmam que este resultado já era esperado, uma vez que à medida que a taxa de desconto aumenta, o risco do empreendimento também é maior e o VPL dos projetos diminui, reduzindo,

conseqüentemente, a viabilidade destes. As altas taxas de desconto tendem a inviabilizar investimentos a longo prazo, como é o caso do setor florestal.

Analisando-se o comportamento da Taxa Interna de Retorno (TIR) a uma taxa de desconto de 12% a.a., nenhum dos projetos é considerado viável (Tabela 6 e Figura 3). Percebe-se, também, que a ordenação nem sempre coincide com o critério adotado pelo VPL. A TIR obtida com a taxa de desconto de 5% a.a. para a prescrição N é a única que não se apresenta viável. Uma taxa de desconto menor tornaria este projeto viável. Kotze e Luckhoff (2007) utilizaram taxas de desconto para cálculo da viabilidade econômica abaixo de 3%, o que tornaria, para este trabalho, a prescrição N viável.

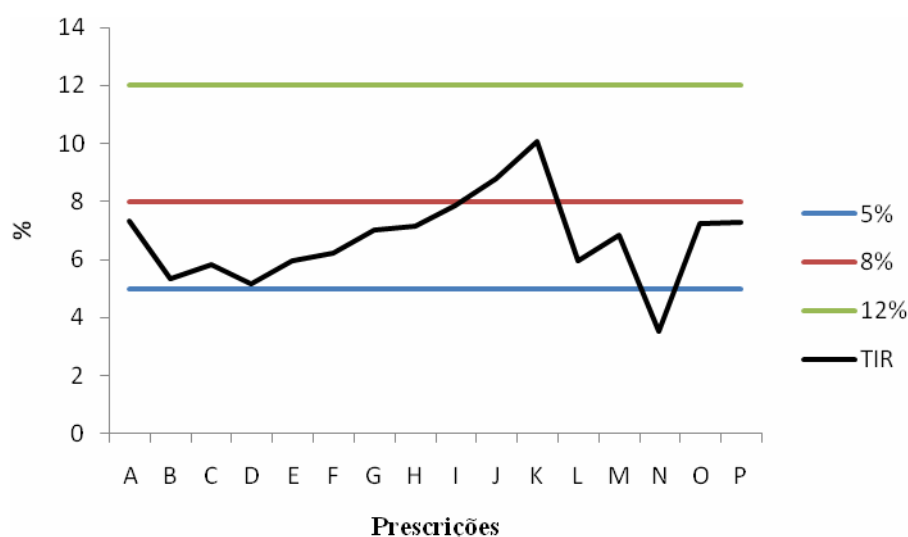


Figura 2 – TIR plotado contra as taxas de desconto (5, 8 e 12%), por prescrição, em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama e desbaste, em Abaeté, MG.

Dentre os fatores que podem interferir na determinação da taxa de juros citam-se: risco e incerteza, inflação, duração do projeto ou horizonte de planejamento, preferência por liquidez, produtividade do capital e a posição particular do investidor. Oliveira et al. (1998) relataram que, devido ao longo tempo de conversão em investimentos florestais, a viabilidade de qualquer projeto apresenta considerável sensibilidade às variações na taxa real de desconto usada, sugerindo, assim, o uso de taxas inferiores àquelas usadas por outros setores da economia.

Para se saber se o projeto é viável, considerando-se o Custo Médio da Produção (CMPr), o valor desta deve estar abaixo do preço de produto no mercado.

A Figura 3 mostra o comportamento das curvas do CMPr plotados contra o preço médio da madeira para cada uso. Observa-se, para as prescrições M e N, CMPr inferior pela duração do ciclo produtivo, porém, ao analisar as receitas obtidas e o VPL, percebe-se que, apesar do CMPr ser menor, estas prescrições são menos viáveis economicamente.

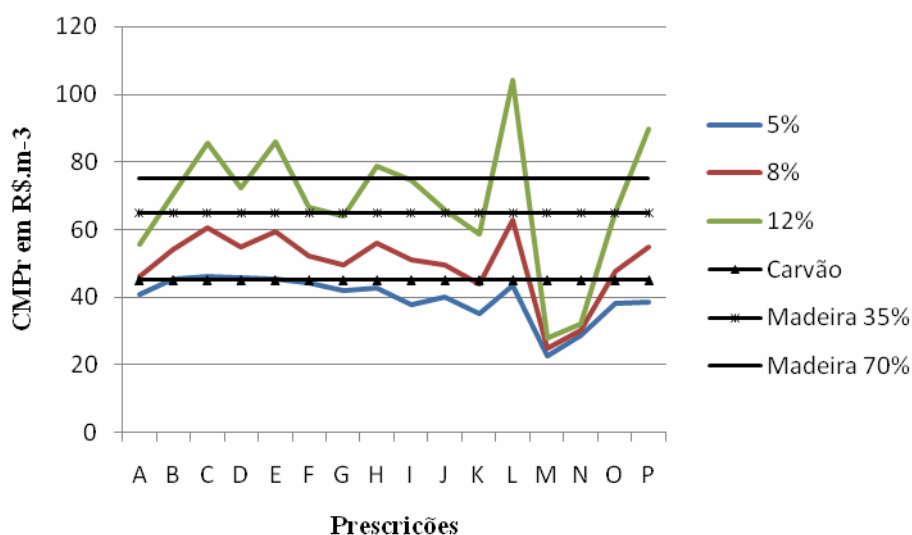


Figura 3 – Valores para o Custo Médio da Produção (CMPr) em R\$.m⁻³ (5, 8 e 12% a.a.) e preço médio da madeira para cada uso, por prescrição, em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama e desbaste, em Abaeté, MG.

Conclusões

1. O reflorestamento com o clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, nas condições ambientais de Abaeté-MG e com o manejo seguido, obtendo-se madeira sólida de qualidade com a desrama e madeira para carvão, apresenta viabilidade econômica (VPL>0) para investimento de capital para qualquer tratamento utilizado no presente estudo com ciclo maior que 7 anos.

2. O regime de manejo com desbaste foi mais rentável com a remoção de 70% das árvores aos 81 meses de idade e com corte final na ITC, com aumento dos valores de VPL.

3. O regime sem desbaste apresentou maior viabilidade econômica do que todas as prescrições envolvendo tratamentos de desbaste de 35% do número total de indivíduos em um horizonte de 21 anos, em razão possivelmente, da falta de adubação pós-desbaste, ou da reduzida remoção de área basal.

4. O desbaste de 70%, considerando um horizonte de 21 anos e o corte raso da floresta aos 14 anos, não é uma alternativa atrativa por aumentar o custo final por hectare da floresta.

5. A manutenção de um broto por cepa com desbaste de 70% das árvores, para aproveitamento da radiação transmitida através do dossel aberto, promove aumento no VPL em razão da elevação da produção total de madeira.

Referências

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

BAENA, E.S. **A rentabilidade econômica da cultura do eucalipto e sua contribuição ao agronegócio brasileiro**. Conhecimento Interativo, v.1, n.1, p.3-9, 2005.

CHAVES, R.A. **Crescimento e dinâmica de copa em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e desbaste**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

KOTZE, H.; LUCKHOFF, J. **A new thinning regime for *Eucalyptus grandis* sawtimber in Komatiland forests**. In: IUFRO 2007 DURBAN - Eucalypts and diversity: Balancing productivity and sustainability, 2007, Durban. Conference Papers. Durban: IUFRO, 2007. 12p. (CD)

KOZAK, A.; MUNRO, D.D.; SMITH, J.G.H. Taper functions and their applications in forest inventory. **Forest Chronicle**, v.45, n.4, p.278-283, 1969.

LEITE, H.G.; RIBEIRO, J.C.L. **Valuation 2.0**. Software de Avaliação Econômica de Projetos Florestais. SIF/DEF/UFV. 2002.

MENEZES, L.F. Desdobro, secagem e beneficiamento da madeira de eucalipto – experiência da FLOSUL. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1998, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte: SIF. 1998. p.261-265.

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

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

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

OLIVEIRA, A.D., LEITE, A.P., BOTELHO, S.A., SCOLFORO, J.R.S. Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetida a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. **Revista Cerne**, v.4, n.1, p.34-56, 1998.

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

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

SBS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. 2005 **Brasil: nação mais competitiva do mundo em florestas plantadas**. In: Anuário Brasileiro da Silvicultura - Gazeta, São Paulo.

SCHUCHOVSKI, M. (MASISA) 2005. **Silviculture-se**. In: Rede SBS Dia a Dia, Jaguariáiva (PR).

SOARES, T.S.; SILVA, M.L.; GAMA, J.R.V.; CARVALHO, R.M.M.A.; VALE, R.S. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.481-486, 2003.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados deste estudo permitiram as seguintes conclusões:

1. Fotografias digitais podem ser utilizadas para estimar o índice de cobertura de dossel em povoamentos de clone de eucalipto.

2. O índice de área foliar e o índice de cobertura do dossel mostraram-se eficientes em detectar variações no dossel ocorridas ao longo de seqüência de idades e, conjuntamente com os dados de crescimento, podem ser utilizados para definir o momento de realizar desbaste em povoamentos florestais.

3. Fotografias de maior resolução e em diferentes ângulos zenitais devem ser utilizadas quando se deseja estimar o índice de cobertura de dossel, pois permitem melhor separação de pixels que representam o céu e o dossel.

4. O regime sem desbaste apresentou maior viabilidade econômica do que alguns tratamentos, em razão possivelmente, da falta de adubação pós-desbaste, ou da reduzida remoção de área basal.

5. A maior viabilidade econômica para as condições do presente estudo, visando a obtenção de produtos sólidos, foi obtida com uso de maior intensidade de desbaste e taxas de desconto inferiores a 5% a.a.

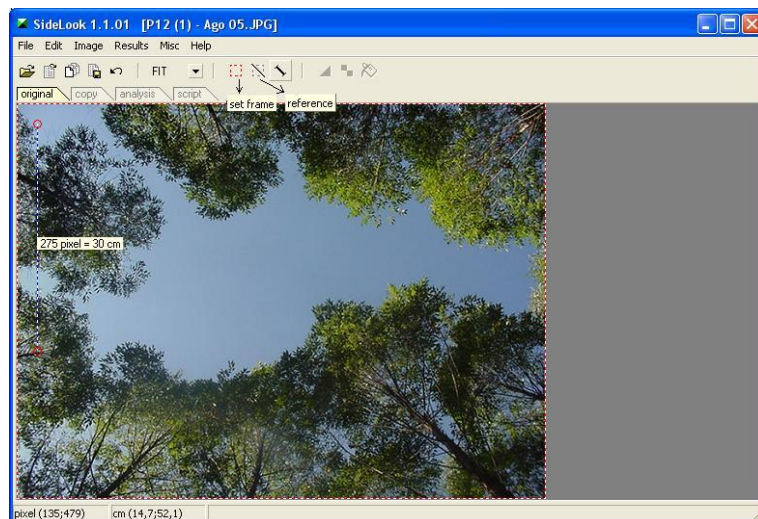
6. A condução da brotação no tratamento com desbaste de 70% das árvores, aos 81 meses, apresenta maior viabilidade econômica.

Anexo I

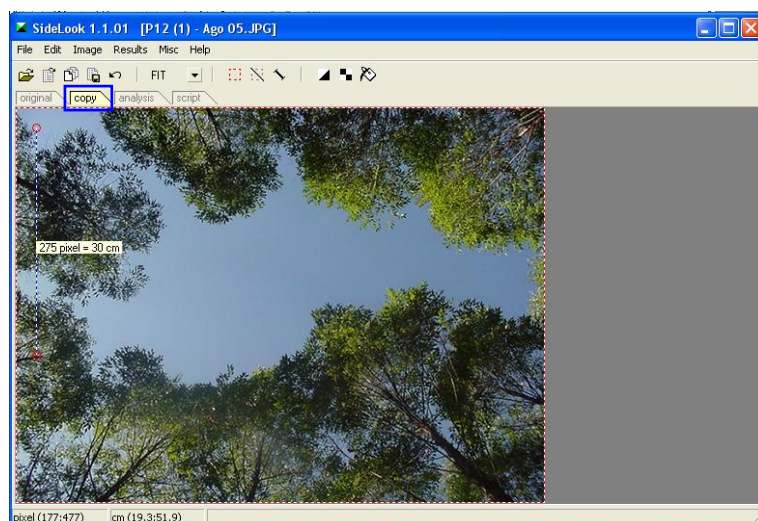
A seguir será apresentada a seqüência de procedimentos usados na classificação das fotografias digitais, empregando o software Sidelook 1.1. Neste exemplo, utilizou-se uma fotografia obtida aos 81 meses, na dimensão de 640x480 pixels.

1º passo: abrir a imagem original.

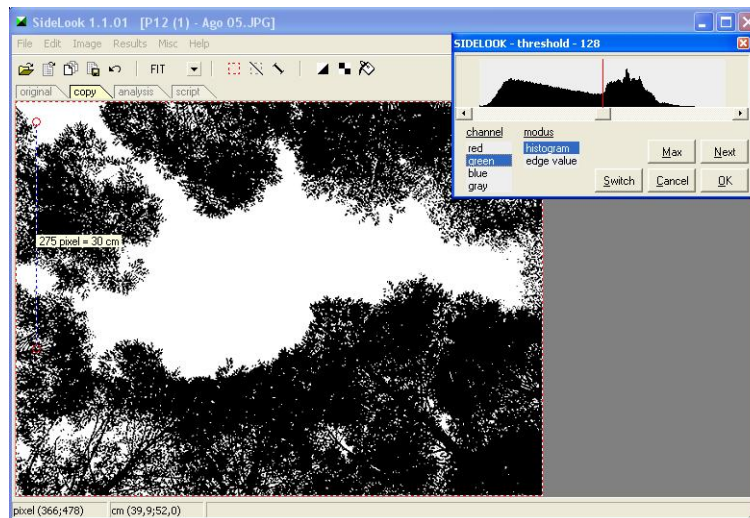
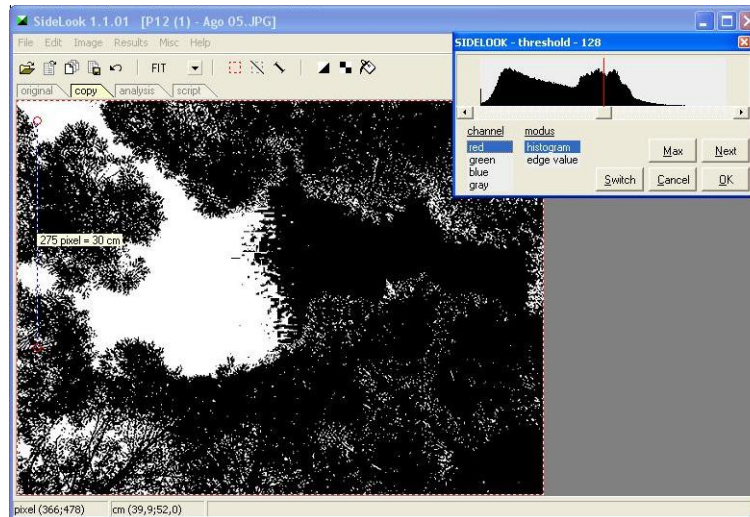
2º passo: definir o ponto de referência e a distância conhecida.

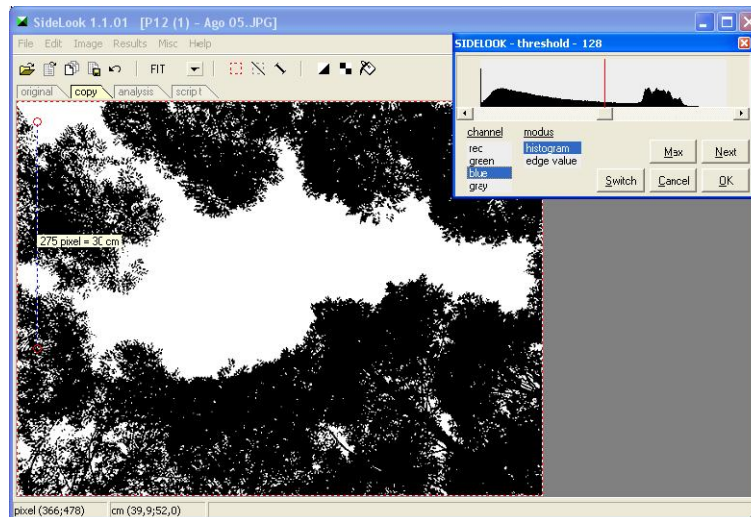


3º passo: copiar a imagem.

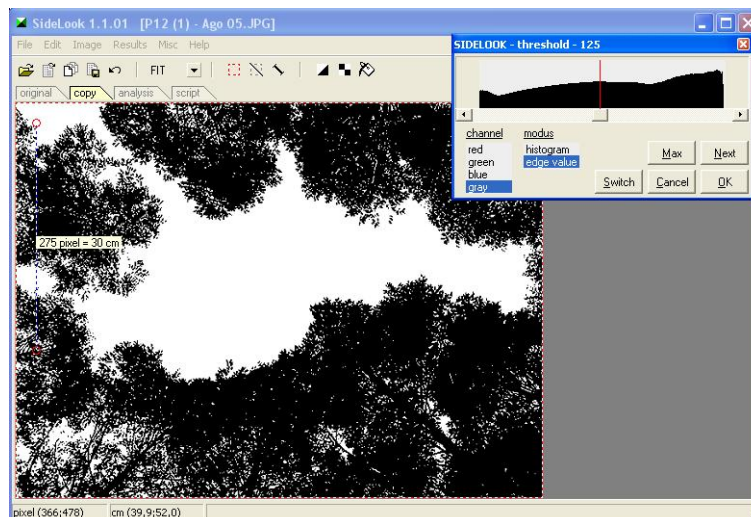


4º passo: classificar a imagem. Nesta etapa, faz-se a limiarização, em que cada pixel será classificado como céu (branco) ou dossel (preto). Pode-se, também, escolher a banda a ser analisada. Com o botão direito do mouse pressionado, pode-se movimentar a barra com o valor do limiar.

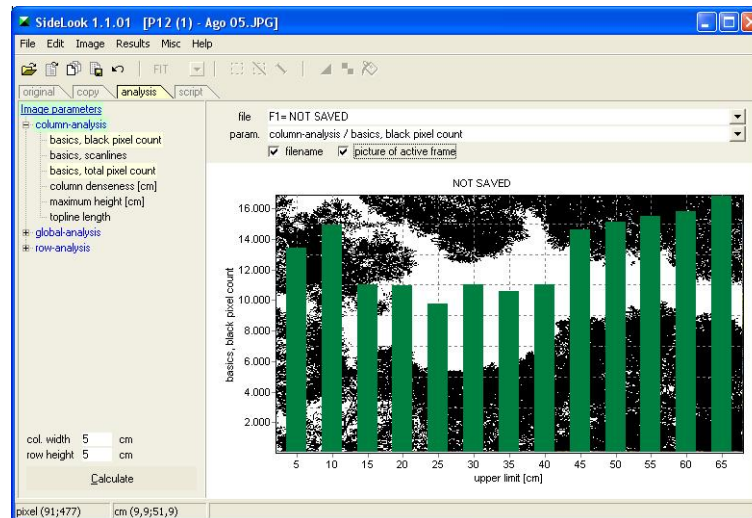




A limiarização automática é obtida utilizando na aba *modus* a opção *edge value* (valor de borda) e clicando na função *next*.



5º passo: definir as estruturas do dossel que serão avaliadas.



6º passo: obter o resultado com o total de pixels que representam o céu e o dossel.

The screenshot shows the "SideLook - results" window. It displays the following information:

- SideLook 1.1.01
- RESULTS
- DATE: 10/10/2006
- TIME: 21:44:26
- SIDELOOK-FILES
- F1= NOT SAVED
- COLUMN-ANALYSIS / BASICS, BLACK PIXEL COUNT

Upper Limit [cm]	Basics, Black Pixel Count	
60	65	16887
55	60	15821
50	55	15509
45	50	15122
40	45	14594
35	40	11039
30	35	10604
25	30	11004
20	25	9793
15	20	10991
10	15	11052
5	10	14329
0	5	13412

Upper Limit [cm]	Basics, Total Pixel Count	
60	65	21068
55	60	20610
50	55	21068
45	50	21068
40	45	21068
35	40	21068
30	35	21068
25	30	20610
20	25	21068
15	20	21068
10	15	21068
5	10	21068
0	5	20610

Anexo II

A seguir será apresentada a planilha técnica operacional de reforma e manutenção dos novos plantios da Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda. – CAF. Planejamento 2007.

ANO/ Rotação	OPERAÇÃO		RECURSOS APLICADOS (MO, MATERIAL, SERVIÇOS)					
	Descrição	Unid.	Descrição	Un.	Preço unitário	Cons. p/ha	TOTAL p/ha	
PLANTIO 0/1	Amostra de solo	ha	Serv. externos	ha	3,15	1,0	3,15	
	Roçar mecanicamente	ha	Serv. externos	ha	42,84	1,0	42,84	
	Rebaixamento de cepas	ha	Serv. externos	ha	277,41	1,0	194,19	
	Destoca com Lâmina KG	ha	Serv. externos	ht	140,41	3,0	126,37	
	Retroescavadeira	h	Serv. externos	h	44,49	0,2	8,90	
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,2	13,62	
	Trator de esteira	h	Serv. externos	h	104,50	0,3	31,35	
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78	
	Construir cerca	km	Serviços Externos	km	1.600,00	0,05	12,00	
	Aplicar Calcário Mecanizado	ha	Serv. externos	ha	41,66	1,0	37,49	
			Calcário Dolomítico	ton	45,60	1,5	61,56	
	Plantar manualmente	ha	Serv. externos	ha	1.068,50	1,0	1.068,50	
			Fosfato	ton	342,00	0,3	102,60	
			Mudas	mlm	300,00	1,45	435,00	
			NPK 6 30 12 1%Zn; 07%Cu; 1%B.	ton	875,00	0,18	157,50	
		Insumos	Cupinicida	kg	910,00	0,04	36,40	
			MAP	kg	3,60	0,103	0,37	
			Gel	kg	14,81	4,0	29,62	
			Isca formicida	kg	2,50	10,0	75,00	
			Herbicida pós (Nortox)	kg	7,33	4,0	29,32	
			Herbicida pré (Fordor)	kg	650,00	0,08	15,60	
	Irigar		ha	Serv. externos	ha	95,42	1,0	104,96
	SOMA							2.590,12
	MANUT. 90 dias	Insumos	Herbicida pós (Nortox)	kg	7,33	4,00	23,46	
			Isca formicida	kg	2,50	1,50	3,75	
SOMA							27,21	
TOTAL ANO IMPLANTAÇÃO							2.617,33	
	Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	7,92	
			Borogram	ton	850,00	0,02	4,25	
	Aplicar KCl (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	4,75	
			00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,14	14,60	
	Aplicar NK(UMO C, D e	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01	

E)								
1/1 MANUT. PÓS 90 DIAS ANO PLANTIO		08 00 32 + 0,7%B	ton	610,00	0,135	49,41		
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	16,77	
			Isca formicida	Kg	2,50	2,0	5,00	
	Aplicar Herb. Manual linha	ha	Serv. externos	ha	76,23	1,0	45,74	
			Herbicida pós (Nortox)	kg	7,33	2,0	8,80	
	Aplic. Herb. Mec. entre linha	ha	Serv. externos	ha	54,31	1,0	32,59	
			Herbicida pós (Nortox)	kg	7,33	2,0	8,80	
	Bater Geral	ha	Serv. externos	ha	60,48	1,0	60,48	
	Coroar	ha	Serv. externos	ha	95,00	1,0	47,50	
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81	
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83	
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78	
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29	
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28	
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68	
	SOMA MANUTENÇÃO APÓS 90 DIAS ANO PLANTIO						354,30	
	TOTAL ANO 1						2.971,63	
	2/1	Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	7,92
				Borogram	ton	850,00	0,02	4,25
		Aplicar Borogram (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	4,75
			Borogram	ton	850,00	0,02	2,55	
Aplicar KCl (UMO C, D e E)		ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01	
			00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,14	58,38	
Aplicar Herb. Man. Total		ha	Serviço Externo	ha	114,77	1,0	114,77	
			Herbicida pós (Nortox)	kg	7,33	2,0	14,66	
Combate a formiga		ha	Seviços externos	ha	16,77	1,0	25,16	
			Formicida isca	kg	2,50	1,5	5,63	
Bater Geral		ha	Serv. externos	ha	60,48	1,0	90,72	
Patrolar estradas		h	Serv. externos	h	68,09	0,5	34,05	
Conserv. mec. aceiro		ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83	
Transportes diversos		km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78	
Prevenção a incendio		ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29	
Combate a incendio		ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28	
Inventario florestal		ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21	
Vigilancia patrimonial		ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68	
SOMA						406,92		
3/1		Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	1,5	3,75	
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1,0	2,53	
	Aplicar Borogram (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	19,01	

		Borogram	ton	850,00	0,02	10,20	
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,1	33,42
	Bater Geral	ha	Serv. externos	ha	60,48	1,0	30,24
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						149,37
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	11,74
			Formicida isca	Kg	2,50	1,5	2,63
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1,0	2,53
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
4/1	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,1	33,42
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						83,77
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	8,39
			Formicida isca	Kg	2,50	1,5	1,88
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1,0	2,53
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
5/1	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,05	16,71
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						62,96
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2,0	5,00
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
6/1	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,01	3,34
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						58,56
	Aplicar NPK	ha	Serv. externos	ha	34,86	1,0	34,86
			NPK 6 30 12 1%Zn; 07%Cu; 1%B.	t	875,00	0,18	157,50
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	50,31

		Formicida isca	Kg	2,50	2,0	10,00	
	Aplicar Fosfato Manual	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	31,69
		Fosfato	t	342,00	0,3	102,60	
	Aplic. Herb. Man. Total	ha	Serv. externos	ha	114,77	1,0	114,77
		Herbicida pós (Nortox)	Kg	7,33	2,0	14,66	
	Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	7,92
		Borogram	ton	850,00	0,02	4,25	
	Aplicar KCl (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	4,75
		00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,1	10,43	
1/2	Aplicar NK (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01
		08 00 32 + 0,7%B	ton	610,00	0,115	42,09	
	Aplicar Calcário Mecanizado		Serv. externos	ha	41,66	1,0	37,49
		Calcário Dolomítico	ton	45,60	1,0	41,04	
	Desbrotar	ha	Serv. externos	ha	98,73	1,0	98,73
	Roçar manualmente na linha	ha	Serv. externos	ha	60,00	1,0	60,00
	Roçar mecanicamente	ha	Serv. externos	ha	42,84	1,0	42,84
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						913,62
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	25,16
		Formicida isca	Kg	2,50	2,0	7,50	
	Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	7,92
		Borogram	ton	850,00	0,02	4,25	
	Aplicar Borogram (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	4,75
		Borogram	ton	850,00	0,02	2,55	
	Aplicar KCl (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01
		00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,14	58,38	
2/2	Aplicar herbicida manual total	ha	Serv. Esterno	ha	114,77	1	57,39
		herbicida glifosato	l	7,33	4	14,66	
	Bater Geral	ha	Serv. externos	ha	60,48	1,0	48,38
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,05	16,71
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA	ha					298,54
3/2	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	16,77

		Formicida isca	Kg	2,50	2,0	5,00	
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1,0	2,53
	Aplicar Borogram (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	19,01
		Borogram	ton	850,00	0,02	10,20	
	Bater Geral	ha	serviço externo	ha	60,48	1,0	12,10
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						99,06
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1	2,53
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
4/2	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
	Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,50	0,05	16,72
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						74,47
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1	2,53
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
5/2	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						57,75
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
6/2	Combater incêndio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						55,22
1/3	Aplicar NPK	ha	Serv. externos	ha	34,86	1,0	34,86
			NPK 6 30 12	t	875,00	0,18	157,50
			1%Zn; 07%Cu;				

1%B.

Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	50,31
		Formicida isca	Kg	2,50	2,0	10,00
Aplicar Fosfato Manual	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	31,69
		Fosfato	t	342,00	0,3	102,60
Aplic. Herb. Man. Total	ha	Serv. externos	ha	114,77	1,0	114,77
		Herbicida pós (Scout)	Kg	7,33	2,0	14,66
Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	7,92
		Borogram	ton	850,00	0,02	4,25
Aplicar KCl (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	4,75
		00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,1	10,43
Aplicar NK (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01
		08 00 32 + 0,7%B	ton	610,00	0,115	42,09
Aplicar Calcário Mecanizado		Serv. externos	ha	41,66	1,0	37,49
		Calcário Dolomítico	ton	45,60	1,0	41,04
Desbrotar	ha	Serv. externos	ha	98,73	1,0	98,73
Roçar manualmente na linha	ha	serv. externo	ha	60,00	1,0	60,00
Roçar mecanicamente	ha	Serv. externos	ha	42,84	1,0	42,84
Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83
Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
Manter cerca	km	Serv. externos	km	1.114,50	0,05	55,73
Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
SOMA						969,35
Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	25,16
		Formicida isca	Kg	2,50	2,0	7,50
Aplicar Borogram (UMO A)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	7,92
		Borogram	ton	850,00	0,02	4,25
Aplicar Borogram (UMO B)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	4,75
		Borogram	ton	850,00	0,02	2,55
Aplicar KCl (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,00	19,01
		00 00 54 + 1%B	ton	695,00	0,14	58,38
Aplic. Herb. Man. Total	ha	Serv. externos	ha	114,77	1,0	91,82
		herbicida glifosato	l	7,33	4,0	23,46
Bater Geral	ha	Serv. externos	ha	60,48	1,0	48,38
Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	7,83
Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
Manter cerca	ha	Serv. externos	km	1.114,05	0,01	3,34

2/3

	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA	ha					328,40
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1,0	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2,0	5,00
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1,0	2,53
	Aplicar Borogram (UMO C, D e E)	ha	Serv. externos	ha	31,69	1,0	19,01
			Borogram	ton	850,00	0,02	10,20
	Bater Geral	ha	serviço externo	ha	60,48	1,0	30,24
3/3	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1,0	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Manter cerca	km	Serv. externos	km	1.114,50	0,05	55,73
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1,0	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1,0	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1,0	4,68
	SOMA						172,93
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Monitoramento comb. a formiga	ha	Serv. externos	ha	2,53	1	2,53
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						57,75
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
	Combate a incendio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						57,75
	Combate a formiga	ha	Serv. externos	ha	16,77	1	16,77
			Formicida isca	Kg	2,50	2	5,00
	Patrolar estradas	h	Serv. externos	h	68,09	0,1	6,81
	Conserv. mec. aceiro	ha	Serv. externos	ha	26,10	1	9,40
	Transportes diversos	km	Serv. externos	km	1,51	2,5	3,78
	Prevenção a incendio	ha	Serv. externos	ha	4,29	1	4,29
	Combater incêndio	ha	Serv. externos	ha	1,28	1	1,28
	Inventario florestal	ha	Serv. externos	ha	16,04	0,2	3,21
	Vigilancia patrimonial	ha	Serv. externos	ha	4,68	1	4,68
	SOMA						55,22