

BERNARDO MACHADO PIRES

**EFEITO DA DESRAMA ARTIFICIAL NO CRESCIMENTO E NA QUALIDADE
DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* PARA SERRARIA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo estímulo constante.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela qualidade do ensino.

À Fundação de Amparo para Pesquisas do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) através do convênio FAPEMIG–FIEMG–IEL.MG e ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

À CAF Santa Bárbara Ltda, pelo apoio dado para a realização da presente pesquisa.

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

Aos Professores Benedito Rocha Vital e Júlio César Lima Neves, pelas valiosas sugestões.

Aos colegas de graduação e pós-graduação do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal, em especial a Cassiano Louzada, pela ajuda e paciência na coleta de dados.

BIOGRAFIA

Bernardo Machado Pires, filho de Gerson Machado Pires e Marina de Almeida Rego, nasceu em Brasília, DF, no dia 23 de junho de 1972.

Cursou o primeiro grau no Colégio de São Bento, no Rio de Janeiro, RJ, e o segundo grau no Lycée Blomet, em Paris, França.

Em fevereiro de 1997, graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, iniciando o curso de pós-graduação em Ciência Florestal em março de 1998.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I – Crescimento de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a diferentes intensidades de desrama artificial na região de Dionísio, MG..	4
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Instalação do experimento.....	10
3.2. Avaliações do crescimento.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Crescimento em diâmetro.....	14
4.2. Crescimento em altura.....	17
4.3. Produção volumétrica.....	19
5. RESUMO e CONCLUSÕES	21

CAPÍTULO II – Caracterização fisiológica de plantas de <i>Eucalyptus grandis</i>, em diferentes alturas da copa viva, como subsídio para a aplicação da desrama artificial	23
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1. Relações hídricas.....	32
4.1.1. Potencial hídrico.....	32
4.1.2. Condutância estomática.....	34
4.1.3. Transpiração foliar.....	36
4.1.4. Temperatura foliar.....	40
4.1.5. Radiação fotossinteticamente ativa.....	41
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	44
CAPÍTULO III – Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> para serraria.....	46
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	48
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.1. Abate das toras.....	53
3.2.1. Avaliação das toras.....	54
3.2.2. Fendas.....	55
3.3. Avaliação das tábuas.....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. Avaliação das toras.....	57
4.1.1. Defeitos de crescimento.....	57
4.1.2. Número de fendas e largura da maior fenda.....	59
4.2. Avaliação das tábuas.....	62
4.2.1. Espessura, comprimento e largura das tábuas.....	62
4.2.2. Nodosidades nas tábuas.....	64
4.2.3. Área média de nós vivos e mortos.....	67
4.2.4. Corte limpo.....	68

4.2.5. Fendas e largura da maior fenda.....	70
4.2.6. Bolsas de resina.....	75
4.2.7. Arqueamento e encurvamento.....	77
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	80
CONCLUSÕES GERAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

LISTA DE QUADROS

	CAPÍTULO I	Página
1	Equações selecionadas para estimar o diâmetro (DAP), em cm, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	15
2	Distribuição diamétrica em percentis, aos 92 meses de idade, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em Dionísio, MG.....	16
3	Equações selecionadas para estimar a altura total (H), em m, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	18
4	Equações selecionadas para estimar o volume (V), em m ³ por hectare, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	20

CAPÍTULO II

1	Relações hídricas a nível foliar, em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	38
2	Área foliar e transpiração total, em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	40

CAPÍTULO III

1	Número médio de nós vivos e mortos, por metro quadrado, contabilizados separadamente na área onde se aplicou desrama em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidos a diferentes intensidades de desrama artificial.....	65
2	Área média de nós vivos e mortos contabilizados separadamente na área em que foi aplicada desrama (CD) e na área acima da altura de desrama (SD), em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	68
3	Corte limpo médio, na área onde se aplicou desrama e na área acima da altura de desrama, em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial....	69

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I		Página
1	Intensidade da desrama, em relação à altura da copa viva de <i>Eucalyptus grandis</i> , realizada aos 11 meses de idade, na região de Dionísio, MG.....	12
2	Curvas de crescimento em diâmetro, em cm, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	15
3	Curvas de crescimento em altura, em m, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	18
4	Curva de incremento volumétrico, em m ³ por hectare, de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.....	20

CAPÍTULO II

1	Esquema representativo da divisão da copa viva de <i>Eucalyptus grandis</i> , na região de Dionísio, MG, em quatro estratos proporcionais, em relação à altura da copa viva, para amostragem foliar e análise de relações hídricas.....	31
2	Potencial hídrico em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	33
3	Condutância estomática em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	35
4	Transpiração em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	37
5	Área foliar, em percentagem, em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	39
6	Transpiração total, em percentagem, em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	39
7	Temperatura foliar em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	41
8	Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes estratos da copa de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.....	43

CAPÍTULO III

1	Conicidade e encurvamento da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	58
2	Achatamento da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	59
3	Número médio de fendas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 92 meses, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	60
4	Largura média da fenda maior da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 92 meses, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	61
5	Vista parcial da serraria da CAF Santa Bárbara Ltda, em Martinho Campos, MG.....	62
6	Comprimento médio de tábuas obtidas do desdobro de toras verdes de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	63
7	Largura média de tábuas obtidas do desdobro de toras verdes de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	63
8	Número de nós mortos e vivos, por metro quadrado, na área onde foi aplicada desrama, em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	65
9	Número de nós mortos e vivos, por metro quadrado, em toda extensão das tábuas da segunda tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial....	66
10	Extensão de corte limpo em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	70

11	Número médio de fendas em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	71
12	Comprimento médio de fendas em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	72
13	Largura média de fendas em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	72
14	Número médio de fendas em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.....	73
15	Comprimento médio de fendas em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.....	74
16	Largura média de fendas em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.....	74
17	Número médio de bolsas de resina, por metro quadrado, em tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	75
18	Número médio de bolsas de resina, por metro quadrado, em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.....	76
19	Nós mortos associados com bolsas de resina, em tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , na serraria da CAF Santa Bárbara Ltda, em Martinho Campos, MG.....	77
20	Arqueamento e encurvamento de tábuas da primeira tora de <i>Eucalyptus grandis</i> , de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.....	78
21	Arqueamento e encurvamento de tábuas de <i>Eucalyptus grandis</i> , originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.....	79

RESUMO

PIRES, Bernardo Machado, M.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2000. **Efeito da desrama artificial no crescimento e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria.** Orientadora: Maria das Graças Ferreira Reis. Professores Conselheiros: Geraldo Gonçalves dos Reis e Benedito Rocha Vital.

Foram avaliados o crescimento, as relações hídricas e a qualidade da madeira de plantas de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes intensidades de desrama da copa viva (0%, 12,5%, 25%, 50% e 75%) aos 11 meses de idade, na região de Dionísio, MG. A altura total e o diâmetro a 1,30 m de altura (DAP) foram determinados aos 11, 20, 33, 55, 81 e 92 meses de idade. Foram ajustadas equações de regressão em função da idade para o crescimento em diâmetro, altura e incremento volumétrico. O potencial hídrico, condutância estomática, transpiração, área foliar, temperatura da folha e radiação fotossinteticamente ativa foram avaliados em quatro estratos da copa, por ocasião da aplicação da desrama. A qualidade da madeira foi avaliada aos 92 meses, sendo que, para as toras, foram estudados os defeitos de crescimento (conicidade, encurvamento e achatamento) e fendas e, na madeira serrada (tábuas), os defeitos de crescimento, nodosidades, corte limpo, fendas e bolsas de resina. O crescimento em diâmetro, altura e volume foram maiores para o controle, associando-se inversamente com a intensidade de desrama, tendo

sido observada redução de 26,76% para diâmetro, 28,09% para altura e 45,16% para volume, aos 92 meses, quando se comparou o controle com a desrama de 75% da copa viva da planta. A área foliar e a perda de água por transpiração na metade da copa viva para baixo correspondeu a aproximadamente 80% do total, indicando que a maior perda de água ocorre na base da copa da árvore. Desta forma, a eliminação parcial de galhos da base da copa das árvores pode favorecer a sobrevivência das plantas em regiões de déficit hídrico. A qualidade da madeira foi avaliada antes (toras) e após o desdobro (tábuas). Não houve defeitos significativos de crescimento nas toras e tábuas, de acordo com a norma brasileira de classificação de madeira serrada, porém, houve tendência de redução da conicidade das toras com o aumento da intensidade de desrama. O número de fendas nas toras decresceu com o aumento da intensidade de desrama da copa (3,67 fendas no controle e 2,13 fendas nas toras com desrama de 75%) enquanto não foi observada diferença significativa entre o número de fendas na base e topo da tora. A desrama foi eficiente para a redução de nós vivos e mortos nas tábuas; o corte limpo também aumentou substancialmente com a intensidade da desrama (65,14 cm para o controle e 165,50 cm para a desrama de 75%). As fendas, as bolsas de resina e o encurvamento das tábuas reduziram com a intensidade da desrama, ao passo que o arqueamento não foi afetado.

ABSTRACT

PIRES, Bernardo Machado, M.S., Universidade Federal de Viçosa, September of 2000. **Effect of the artificial pruning on growth and wood quality of *Eucalyptus grandis* for sawmill.** Adviser: Maria das Graças Ferreira Reis. Committee members: Geraldo Gonçalves dos Reis and Benedito Rocha Vital.

The growth, water relations and wood quality of *Eucalyptus grandis* were studied in plants submitted to different intensities of live crown pruning (0%, 12.5%, 25%, 50% and 75%) at the age of eleven months, in southeastern Brazil. Total height and diameter at breast height (DBH) were measured at the age of 11, 20, 33, 55, 81 and 92 months. Water potential, stomatal conductance, transpiration, leaf temperature, active photosynthetic radiation and leaf area were measured in four crown strata at the time of pruning. Wood quality evaluation was undertaken from logs of 3.60 or 4.00 m length and for sawnboards. The following characteristics were analysed: growth defects (taper, bow and flatness) and rifts in sawlogs and growth defects, cracks, clear cut, live and dead knots, number and size of the knots and pitch pockets in boards. The growth in diameter at breast (DBH), height and volume were larger for the control, being inversely associated with tree pruning intensity. It was observed reduction of 26.76% for DBH, 28.09% for height and 45.16% for volume, at the age of 92 months, when plants which had 75% of the live crown

pruned were compared to control. Leaf area and transpiration of leaves on the base of the live crown (50% of total live crown height) corresponded, approximately, to 80% of the total, indicating that the greatest loss of water happens at the base of the live crown of the tree. Wood quality was evaluated before (logs) and after sawning (boards). Significant growth defects were not observed in logs and boards, however, there was a tendency of reduction of the taper in logs with increasing pruning intensity. The number of cracks in logs decreased with the intensity of the tree crown live pruning (3.67 cracks in the control and 2.13 cracks in the logs from trees with 75% crown live pruning). There was no significant difference for number of cracks at the base and top of the log. Pruning was efficient to reduce live and dead knots in boards; the clear cut also increased substantially with pruning intensity (65 cm for the control and 165 cm in trees which had 75% of live crown pruning). The cracks, pitch pockets and board flatness reduced with the intensity of pruning, while the bow was not affected.

1 – INTRODUÇÃO GERAL

Extensas áreas de florestas naturais têm sido intensamente exploradas para suprir matéria-prima às indústrias de produtos sólidos da madeira, carvão para siderurgia, ou mesmo para o desenvolvimento de empreendimentos agropecuários, causando drástica redução da cobertura vegetal, especialmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Atualmente, grande parte da madeira utilizada nas madeireiras e fábricas de móveis é proveniente principalmente da Região Amazônica. Entre outros fatores, o transporte da madeira até as indústrias torna o custo do produto final muito elevado. Este cenário pode ser, no entanto, melhorado com a implantação de florestas de rápido crescimento e alta produtividade, manejadas com a finalidade de produzir matéria-prima para usos industriais específicos, como na fabricação de móveis. Essa alternativa contribui, também, para a preservação de florestas nativas (MENEZES, 1998; OLIVEIRA, 1999).

O uso múltiplo de florestas plantadas tem sido muito recomendado na última década. Algumas empresas florestais brasileiras 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 substitutos de espécies nativas nobres, principalmente na fabricação de móveis de alta qualidade, 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., 1998; NAHUZ et al., 1999; SANCHEZ ACOSTA, 1998).

A indústria brasileira de móveis é formada por, aproximadamente, 13.500 empresas assim distribuídas: micro (10.000), pequenas (3.000) e médias (500). Estas empresas localizam-se, em sua maioria, na região centro-sul, destacando-se os seguintes pólos moveleiros: Bento Gonçalves, RS; São Bento do Sul, SC; Araçatuba, PR; Mirassol, SP; Ubá, MG e Linhares, ES (LIMA, 1998). A madeira de eucalipto é uma matéria-prima que pode ser produzida e comercializada próximo desses centros de processamento e consumo (NAHUZ et al., 1999), com baixos custos e grande potencial de competição no mercado moveleiro.

Vários aspectos devem ser considerados quando se objetiva a obtenção de produto florestal de qualidade, como, por exemplo, a escolha da espécie e de técnicas silviculturais adequadas que possibilitem a melhoria da qualidade da madeira e seu processamento. Entre as técnicas silviculturais utilizadas para a melhoria da qualidade da madeira, destaca-se a desrama artificial ou poda de galhos vivos das árvores, amplamente utilizada no manejo de povoamentos de coníferas (MONTAGNA et al., 1990) e, de forma ainda incipiente, no manejo de florestas de eucalipto.

A desrama artificial de árvores tem efeito sobre a produtividade das florestas e na qualidade da madeira, reduz os riscos de queima das árvores durante incêndios, melhora o acesso aos talhões, facilita a operação de desbaste e, no caso de florestas de *Pinus* sp., que apresentam baixa derrama natural, reduz o custo da exploração final (ENDO e MESA, 1992).

Em relação à qualidade da madeira, a desrama artificial visa a redução do número de nós, aumentando a extensão do corte limpo da madeira e agregando maior valor ao produto final (COZZO, 1976; PONCE, 1995).

O presente trabalho tem como objetivos:

- a) avaliar o crescimento das árvores após a aplicação de diferentes intensidades de desrama artificial;
- b) avaliar as características fisiológicas em diferentes posições da copa para determinação da intensidade adequada de desrama;
- c) determinar o efeito da desrama artificial na qualidade da madeira.

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO DE *Eucalyptus grandis* SUBMETIDO A DIFERENTES INTENSIDADES DE DESRAMA ARTIFICIAL NA REGIÃO DE DIONÍSIO, MG

1. INTRODUÇÃO

A produtividade da floresta é o resultado do crescimento das árvores, que pode variar com a arquitetura de copa, tratamentos silviculturais, idade das plantas e qualidade de sítio. A disponibilidade de água, nutriente e radiação solar interfere na assimilação de carbono e, conseqüentemente, no crescimento das florestas. Em geral, esses fatores podem ser manejados, por exemplo, alterando-se a densidade populacional e adotando-se técnicas silviculturais como a aplicação de desbastes e desrama artificial em função das limitações ambientais e usos da madeira (LANGE et al., 1987; SCHNEIDER et al., 1999; SOUSA, 1989). O melhor entendimento dos efeitos das técnicas de implantação e manejo de povoamentos sobre a produtividade florestal deve se basear na dinâmica de crescimento da planta ao longo do seu ciclo,

analisando-se também, as características da copa que variam com a espécie, idade das plantas e qualidade de sítio.

De acordo com CONTRERAS (1997), quando as plantas de eucalipto estão estabelecidas em espaçamentos amplos, estas produzem uma maior quantidade de galhos, com copas mais densas e, às vezes, com galhos grossos. Em espaçamentos reduzidos, há competição pelos recursos ambientais de crescimento, promovendo, dentre outros, desrama natural e redução da copa.

A aplicação da desrama artificial em plantios florestais, dependendo da intensidade e da época de aplicação, pode afetar o crescimento e a qualidade da madeira. Em pesquisas realizadas por LUCKHOFF (1949), ADLARD (1969), LANGE et al. (1987), URREGO (1988) e SCHNEIDER et al. (1999), parece haver consenso de que a desrama artificial mais intensa tende a reduzir o crescimento em diâmetro e altura das árvores. A capacidade de suportar diferentes intensidades de desrama está relacionada ao índice de local, de maneira que sítios melhores suportam intervenção mais drástica, em razão da possibilidade de recuperação das plantas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a capacidade de retomada de crescimento de *Eucalyptus grandis* após a redução da área foliar pela aplicação de desrama de diferentes intensidades.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A prática da desrama artificial influencia o crescimento das árvores, principalmente o diâmetro, a altura, a conicidade do tronco e, conseqüentemente, o fator de forma. De acordo com ELLIOTT (1970), a desrama em *Pinus* sp. afeta mais o diâmetro do que a altura das árvores, enfatizando que a remoção de até 40% da altura da copa não prejudica o crescimento da planta. Acima deste limite, o autor menciona que o crescimento em diâmetro passa a ser afetado, enquanto a altura só o será com desrama superior a 60% da copa. De acordo com KOZLOWSKI et al. (1991), o desbaste do povoamento estimula o crescimento em diâmetro do tronco, enquanto a desrama artificial pode afetar a forma do tronco. Remoções severas de galhos das árvores podem reduzir a produção de madeira, em razão de eliminar uma quantidade considerável de área foliar. Assim, LANGE et al. (1987) observaram que a desrama, aos três anos de idade, de 50% da copa viva de *Pinus radiata*, reduziu o incremento volumétrico médio anual em 20%, num período de dez anos. Em outra pesquisa, a desrama de 75% da copa viva de *Pinus patula* promoveu redução do crescimento em altura e diâmetro no primeiro ano após o tratamento, recuperando-se ao longo do tempo (URREGO, 1988).

ENDO e MESA (1992) estabeleceram níveis de desrama de 0%, 30%, 50% e 70% em povoamento de *Pinus patula*, de três anos de idade, na Colômbia. Inicialmente, o crescimento volumétrico reduziu, recuperando-se quatro anos depois para todos os tratamentos, exceto com a remoção de 70%

da copa viva da planta. Neste tratamento, observou-se uma maior mortalidade (32%) das árvores e redução significativa de incremento volumétrico.

MONTAGNA et al. (1976), trabalhando com *Pinus elliotii* de nove anos de idade, constataram que a desrama de até 45% da copa viva das árvores, executada na idade de seis anos, não afetou o crescimento volumétrico do povoamento, enquanto a remoção de 60 a 75% da copa promoveu redução do diâmetro das árvores. STOHR et al. (1982) aplicaram desrama de 35%, 50%, 60% e 80% da copa viva em povoamentos de *Pinus* sp. de cinco e onze anos. Após quatro anos, para uma mesma intensidade de desrama, a redução no incremento em diâmetro foi mais acentuada no povoamento mais velho e a redução no crescimento em altura foi mais acentuada para o povoamento mais jovem. A eliminação de 35% da copa verde praticamente não afetou o crescimento em altura e diâmetro, sendo que os demais tratamentos promoveram queda significativa no crescimento.

Em estudo realizado por STOHR et al. (1987), foi avaliada a influência da intensidade de desrama no crescimento de *Pinus taeda*, observando-se que a desrama de 25% da copa não alterou significativamente o crescimento. Também, foram observadas reduções de 12% no incremento volumétrico para árvores desramadas em 60% da copa viva.

O incremento volumétrico não foi afetado com a remoção de 26% a 45% da copa viva em *Pinus taeda* e *Pinus elliotii* nos E.U.A. (BERENHAUSER, 1976). SPELTZ e DISSMANN (1980) realizaram desramas de 25%, 50% e 75% em pinus tropicais no triângulo mineiro e observaram redução significativa no incremento volumétrico do tratamento de 75%, recomendando a desrama de 50% da copa.

O crescimento diamétrico e a produção de madeira foram influenciados pela intensidade da desrama em *Pinus elliotii* aos onze anos de idade (SCHNEIDER et al., 1999), quando aplicadas desramas de 40%, 50% e 60% da altura total da árvore. A desrama de 40% da altura total reduziu em 12,1% a produtividade, ao passo que a desrama de 60% produziu redução de 19,7% em relação ao controle. Essa redução no crescimento da planta com a aplicação da desrama de 40% da altura total foi recompensada pela melhoria da qualidade da madeira.

Segundo MONTAGNA et al. (1990), a desrama de 60% e 75% da copa de *Pinus* spp. interferiu no crescimento em altura das árvores desramadas. A desrama muito intensa pode resultar em redução drástica na taxa de crescimento, em razão da redução da superfície fotossinteticamente ativa da planta, uma vez que a assimilação de CO₂ depende da área foliar, em condições ótimas de disponibilidade de água e nutrientes para a planta (SCHULZE, 1986), sugerindo a necessidade de estabelecimento de um nível ideal de desrama, que não comprometa o crescimento das plantas.

TUOMELA et al. (1996) estudaram os efeitos da desrama sobre o crescimento de *Acacia mangium* na Indonésia e determinaram que a desrama de 25% da copa viva, aos oito meses de idade, reduziu em 30% o seu crescimento volumétrico quando comparado a indivíduos que não receberam este tratamento.

O ataque de insetos desfolhadores afeta o crescimento de árvores, uma vez que interfere em processos que envolvem o balanço nutricional, hormonal e as relações hídricas das plantas (KOZLOWSKY, 1969). Desfolhas sucessivas em *Eucalyptus grandis* causaram alterações na forma da árvore e no crescimento em diâmetro, sendo que árvores em sítio de pior qualidade tiveram maiores perdas no crescimento em altura (9 a 54%, dependendo do nível de desfolha) que aquelas de sítio de melhor qualidade (5 a 41%) (SILVA, 1998). ABBOTT et al. (1993) realizaram ensaios de desfolha manual em *Eucalyptus marginata*, usando 12 combinações de frequência e intensidade, e observaram que a perda em crescimento está associada à severidade da desfolha. FREITAS e BERTI FILHO (1994) analisaram o desfolhamento de 25%, 50%, 75% e 100% sobre a produção de biomassa da copa e do tronco de *Eucalyptus grandis*, com dois anos de idade. As árvores desfolhadas com baixa intensidade apresentaram biomassa total superior as dos demais tratamentos.

Os primeiros galhos de *Eucalyptus* spp. podem permanecer vivos até a idade de um ano e meio a três anos, a depender do índice de local e diâmetro dos galhos. Nessa faixa de idade, NAHUZ et al. (1998) e OLIVEIRA (1999) aconselham realizar a desrama até dois ou três metros de altura da árvore, o que pode corresponder a cerca de 50% da copa viva. DROPELMANNA e BERLINER (2000) recomendam uma primeira desrama de *Acacia saligna*, na região norte do Quênia, entre seis e oito meses de idade. A desrama de *Pinus*

spp., na Colômbia, é realizada quando 60% das árvores alcançam o DAP de 8 cm e quando atingem 5,5 m de altura. Nesta ocasião, desrama-se 50% da altura das árvores, com rendimento diário de 130 a 160 árvores por homem (ENDO e MESA, 1992). Para espécies do gênero *Pinus*, os resultados de pesquisa apresentados nesta revisão são provenientes de povoamentos que sofreram desrama na faixa de três a onze anos.

A recomendação sobre desrama artificial deve levar em consideração os fatores que influenciam o crescimento das árvores, como o material genético, a qualidade de sítio, a densidade populacional, dentre outros. CONTRERAS (1997) observou, para *Eucalyptus pellita*, a produção de 248% mais galhos no espaçamento 9x9 m quando comparado com as plantas no espaçamento 3x3 m. A adoção de uma alta densidade populacional tende a produzir mais biomassa de copa e raízes em detrimento da madeira no tronco, reduzindo a produção de madeira serrada. Por outro lado, densidades populacionais menores podem favorecer a produção de madeira inferior (com presença de nós), devido à presença de galhos grossos, elevando o custo da desrama artificial.

Em síntese, a idade da aplicação da primeira desrama artificial e a intensidade da mesma variam com o material genético, densidade populacional, qualidade do sítio, vigor das plantas, condições ambientais e viabilidade econômica do empreendimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação do experimento

O presente experimento foi implantado em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, de Atherton, proveniente de sementes, com 11 meses de idade, estabelecido no espaçamento 3 x 2 m, em Dionísio, MG, em áreas pertencentes à CAF Santa Bárbara Ltda. As parcelas foram arranjadas seguindo o delineamento de blocos casualizados, em áreas de baixada e de encosta. A área útil da parcela foi de três linhas, com sete plantas cada e com bordadura dupla.

Para caracterização da área de estudo, amostras compostas de solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm em cada parcela, e, após secas ao ar e peneiradas, foram submetidas à análise física e química. Como resultado da análise granulométrica, o solo da área de baixada foi classificado como solo argiloso e, da área de encosta, como solo franco-argilo-arenoso. Em relação à análise química, os solos de área de baixada apresentaram pH variando de 5,5 a 6,1 e índice de saturação de bases de 41 a 64%, à exceção da área onde se localizava o tratamento de 25% de desrama, que apresentou pH igual a 4,6, na profundidade de 0 a 20 cm e índice de saturação de bases em torno de 20%. Na encosta, a parcela de 75% de desrama, que foi localizada na porção superior da encosta, apresentou o pH

mais baixo (4,5) e índice de saturação de bases igual a 2%, em média. As parcelas de 0 e 25% de desrama se localizavam em área com pH médio igual a 5,1 e índice de saturação de bases igual a aproximadamente 30%, sendo que o solo do tratamento referente a 50% de desrama apresentou, em média, pH igual a 6,0 e índice de saturação de bases igual a 60%. A área correspondente ao tratamento de 50% de desrama se localizava na base da encosta em local predominantemente côncavo, ou seja, área receptora de água e nutrientes advindos do topo da encosta.

A desrama artificial foi aplicada em dezembro, aos 11 meses de idade, a partir da inserção do primeiro galho vivo. Por ocasião da aplicação da desrama, as plantas apresentavam altura média de 3,87 m e diâmetro médio de 3,59 cm. Os níveis de desrama consistiram na remoção dos galhos vivos correspondentes a 0; 12,5; 25; 50 e 75% da altura da copa das árvores, na baixada e, 0; 25; 50 e 75% na encosta (Figura 1).

3.2. Avaliações do crescimento

Após a demarcação das parcelas, foram feitas as seguintes avaliações: diâmetro à altura do peito, altura total e altura da copa das plantas medida a partir da inserção do primeiro galho vivo. As medições de altura total e diâmetro à altura do peito das plantas da área útil de todas as parcelas foram realizadas aos 20, 33, 55, 81 e 92 meses.

Todas as árvores da parcela útil foram abatidas para cubagem rigorosa, aos 92 meses de idade, para obtenção do volume de madeira com e sem casca. As árvores foram cortadas a aproximadamente 10 cm do solo, e foram feitas as medidas de diâmetro com e sem casca na altura do corte da árvore e do DAP. As medidas de diâmetro também foram tomadas de dois em dois metros, até um diâmetro mínimo do tronco de 3 cm. As toras com 3,60 e 4,00 m de comprimento, com diâmetro mínimo de 10 cm nas extremidades, foram identificadas para posterior desdobro e avaliação da qualidade das peças obtidas.

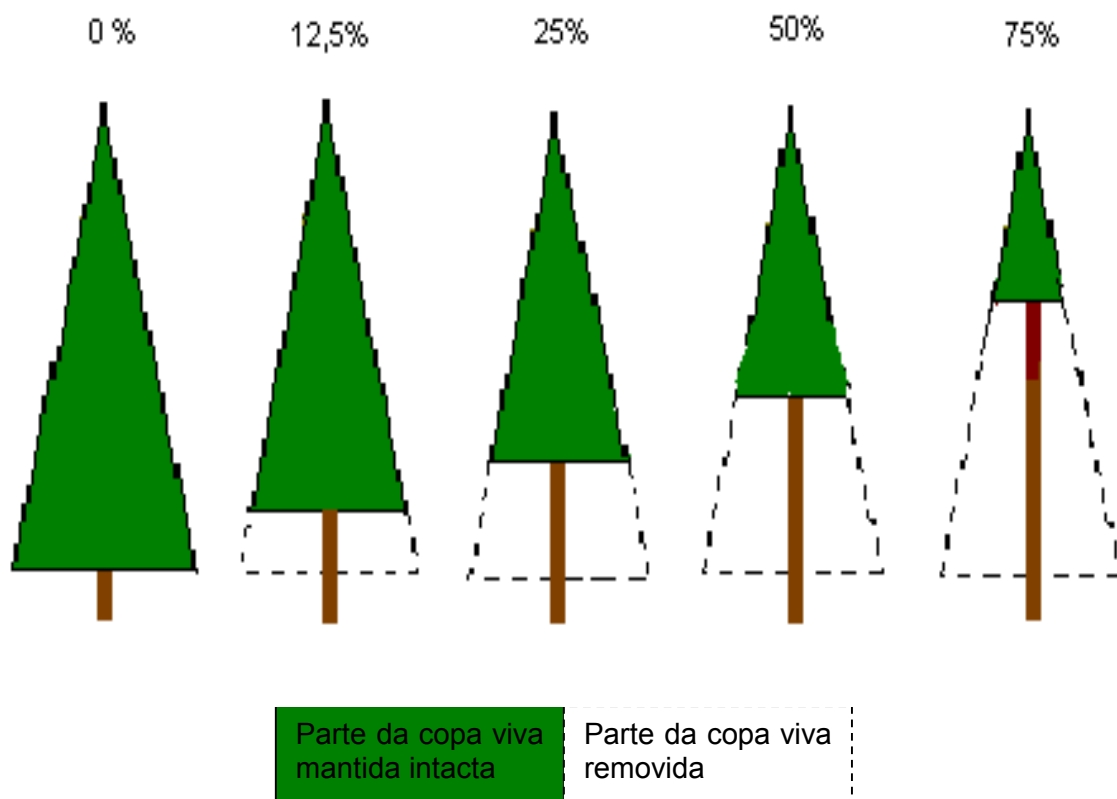


FIGURA 1 – Intensidade da desrama, em relação à altura da copa viva de *Eucalyptus grandis*, realizada aos 11 meses de idade, na região de Dionísio, MG.

A produção volumétrica de madeira nos diferentes tratamentos, aos 92 meses, foi determinada por equações de volume por hectare. O volume total de cada indivíduo foi obtido pelo produto da média aritmética das áreas seccionais dos extremos da seção, pelo seu respectivo comprimento, de acordo com a fórmula de Smalian, conforme descrita a seguir:

$$V = [(g_i + g_{i+1}) / 2] * L, \text{ onde:}$$

V = volume da seção considerada;

g_i = área seccional do extremo da seção;

g_{i+1} = área seccional do outro extremo da seção;

L = comprimento da seção.

Visando avaliar o efeito dos níveis de desrama artificial sobre o crescimento em diâmetro e altura de *Eucalyptus grandis*, foram ajustadas equações de regressão para estimar o diâmetro (DAP), a altura total (H) e o volume (V), em função da idade (I). Os modelos utilizados e avaliados pelo teste de identidade de modelos de regressão, a 5% de probabilidade, foram:

$$\text{Ln DAP} = \beta_0 + \beta_1 * (1/I) + e$$

$$\text{Ln H} = \beta_0 + \beta_1 * (1/I) + e$$

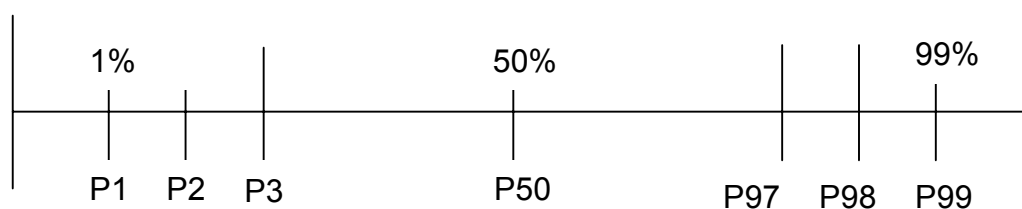
$$\text{Ln V} = \beta_0 + \beta_1 * (1/I) + e$$

Onde:

DAP, H e V = variáveis dependentes;

I = variável independente.

Os percentis foram obtidos para caracterizar o povoamento, em função da idade, diâmetro mínimo, diâmetro médio e diâmetro máximo, conforme CUNHA NETO (1994), MAESTRI (1996) e GLADE (1986). Os percentis são as medidas que dividem uma amostra em 100 partes iguais, conforme a ilustração abaixo (FONSECA e MARTINS, 1994).



Assim, ao calcular o percentil P_{50} , obtendo-se, por exemplo, $P_{50} = 15$ cm, significa que 50% das árvores possuem diâmetro menor ou igual à 15 cm. Segundo LEITE (1990), em virtude da importância do uso múltiplo das florestas de eucalipto, torna-se recomendável a modelagem via percentis, informando de forma clara como se comporta a distribuição diamétrica e volumétrica por unidade de área.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento em diâmetro

As equações de regressão selecionadas para estimar o DAP dos indivíduos de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas no Quadro 1. O teste de identidade de modelos indicou que as equações referentes às desramas de 25 e 50% da altura da copa viva não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, podendo ser usada a mesma equação para os dois tratamentos (ROCHA, 1992). A equação $\text{Ln DAP} = 2,7267 - 17.2658 * (1/I)$ pode ser usada assim, em substituição àquelas obtidas para essas duas intensidades de desrama. O crescimento em diâmetro foi maior para o controle, associando-se inversamente com a intensidade de desrama (Figura 2).

Quadro 1 – Equações selecionadas para estimar o diâmetro (DAP), em cm, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

Intensidade de desrama (%)	Equação	R ² Ajustado	C.V. (%)
0	$\text{Ln DAP} = 2,8840 - 19,2866 * (1/I)$	0,993	2,96
12,5	$\text{Ln DAP} = 2,7797 - 16,6758 * (1/I)$	0,993	2,21
25	$\text{Ln DAP} = 2,7161 - 17,0146 * (1/I)$	0,991	2,30
50	$\text{Ln DAP} = 2,7374 - 17,5170 * (1/I)$	0,997	2,43
75	$\text{Ln DAP} = 2,5748 - 20,1647 * (1/I)$	0,989	3,24

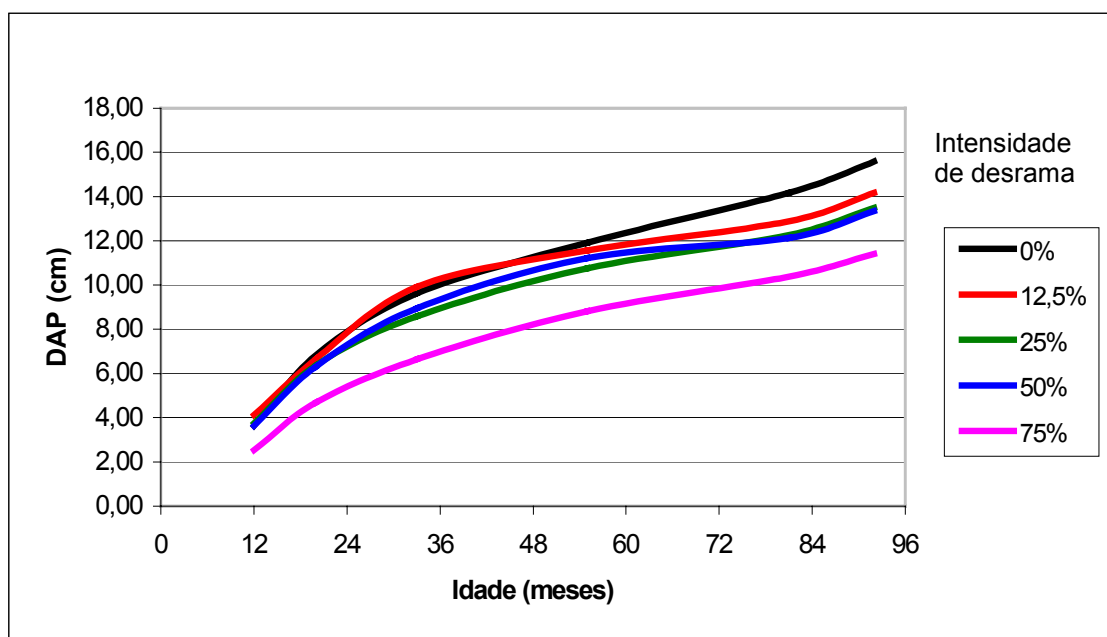


Figura 2 – Curvas de crescimento em diâmetro, em cm, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

A maior diferença de incremento diamétrico (26,76%) ocorreu aos noventa e dois meses, entre o controle e a desrama de 75% da copa viva. Conforme apresentado na descrição da área de estudo, as parcelas onde se

localizavam os tratamentos referentes à desrama de 50% apresentaram pH, soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica mais elevados, indicando maior fertilidade. Este fato explica que, mesmo realizando desrama de 50% da copa viva, as plantas foram capazes de exibir crescimento diamétrico estatisticamente igual ao das plantas nas parcelas de 25% de desrama artificial. Esse resultado demonstra que as plantas podem apresentar capacidade distinta de recuperação em função do índice de local.

A distribuição diamétrica das árvores, aos noventa e dois meses de idade, está apresentada na forma de percentis, juntamente com o diâmetro mínimo, médio e máximo para cada tratamento (Quadro 2). Observa-se um efeito significativo da desrama sobre a distribuição diamétrica. Para o controle (sem desrama), mais de 60% das árvores possuem DAP superior a 15 cm, enquanto nos tratamentos de desrama de 25% e 50%, apenas 30% e 25% das árvores apresentam DAP acima de 15 cm, respectivamente. O diâmetro médio das plantas, aos noventa e dois meses, diferiu para todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos de desrama de 25% e 50%.

Quadro 2 – Distribuição diamétrica em percentis, aos 92 meses de idade, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em Dionísio, MG.

Int. de desrama (%)	Percentis												Diâmetro Médio (cm)
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80	0,90	0,95	
0	8,00	8,50	10,75	14,64	15,28	16,43	17,13	17,32	18,21	19,42	20,21	21,82	15,58 a
12,5	9,00	10,00	10,27	10,05	11,52	12,54	13,10	14,32	14,70	15,32	20,12	21,61	14,17 b
25	7,40	8,00	8,62	9,67	10,05	11,24	13,39	15,23	16,51	17,83	19,58	21,45	13,49 c
50	7,83	9,00	10,25	11,73	12,75	13,37	13,97	14,34	15,60	16,11	17,58	21,42	13,35 c
75	4,60	5,50	6,00	9,93	10,52	13,26	14,37	15,28	17,67	18,78	19,42	21,56	11,41 d

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

4.2. Crescimento em altura

As equações de regressão selecionadas para estimar a altura total dos indivíduos de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de desrama, em função da idade, estão apresentadas no Quadro 3. O teste de identidade de modelos mostrou que as equações referentes a cada tratamento de desrama diferiram entre si, a 5% de probabilidade.

O crescimento em altura acompanhou o incremento diamétrico das plantas, com valores mais elevados para o controle, decrescendo com a intensidade de desrama. O crescimento em altura, aos vinte meses, foi estatisticamente igual para todos os tratamentos, à exceção da desrama de 75%. Do vigésimo até o nonagésimo segundo mês, quando se procedeu a cubagem rigorosa das árvores, o crescimento em altura foi maior para o controle, comportando-se em ordem decrescente com a intensidade de desrama (Figura 3), exceptuando a desrama de 50% que superou a altura média do tratamento de 25% em razão da melhor qualidade de sítio onde se localizava este tratamento. Entre o controle e a desrama de 25% da copa, a diferença de incremento em altura, aos noventa e dois meses, foi de 12,44%, sendo a maior diferença de incremento em altura (28,09%), aos noventa e dois meses, observada entre o controle e 75% de desrama. Estes valores obtidos estão de acordo com ELLIOTT (1970), que enfatiza que a remoção de até 40% da altura da copa de *Pinus* sp. não prejudica o crescimento da planta, porém desrama superior a 60% afeta negativamente a altura da planta. Os resultados do presente experimento são condizentes também com aqueles obtidos por STOHR et al. (1982), que aplicaram desrama em *Pinus* spp., removendo 35%, 50%, 60% e 80% da copa viva aos cinco e onze anos. Quatro anos após a eliminação de 35% da copa verde, o crescimento em altura praticamente não foi afetado, enquanto os demais tratamentos promoveram redução significativa na taxa de crescimento em altura.

Quadro 3 – Equações selecionadas para estimar a altura total (H), em m, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

Intensidade de desrama (%)	Equação	R ² Ajustado	C.V. (%)
0	$\text{Ln } H = 3,2448 - 22,2707 * (1/I)$	0,993	3,94
12,5	$\text{Ln } H = 3,2294 - 20,6961 * (1/I)$	0,997	3,45
25	$\text{Ln } H = 3,0785 - 20,3699 * (1/I)$	0,989	3,31
50	$\text{Ln } H = 3,1793 - 21,4223 * (1/I)$	0,994	3,64
75	$\text{Ln } H = 2,8378 - 21,3875 * (1/I)$	0,973	3,69

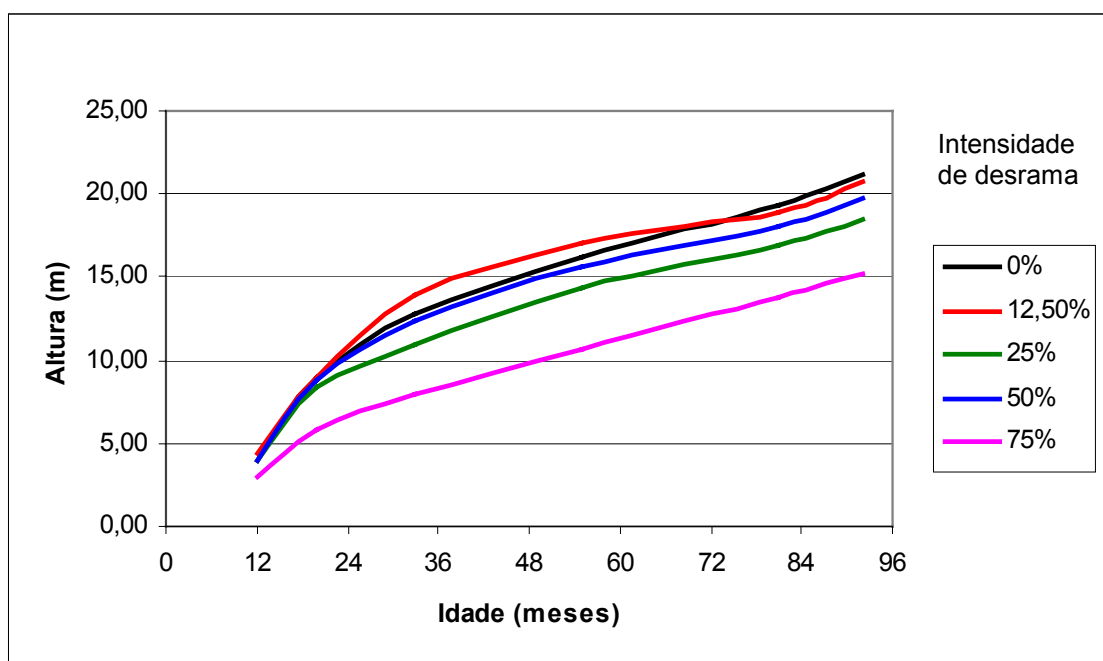


Figura 3 – Curvas de crescimento em altura, em m, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

4.3. Produção volumétrica

As equações de regressão selecionadas para estimar o volume de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de desrama, em função da idade, são apresentadas no Quadro 4. O teste de identidade de modelos indicou que os tratamentos de desrama de 25% e 50% da copa viva não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, podendo se aplicar a ambos os tratamentos. A equação $\ln V = 6,2032 - 50,0934 * (1/I)$ pode ser usada assim, em substituição àquelas obtidas para essas duas intensidades de desrama.

A produção volumétrica por hectare (Figura 4) foi maior para o controle, decrescendo com a intensidade de desrama. Os incrementos volumétricos nas desramas de 25% e 50% foram similares, sendo 45,16% a maior diferença de incremento volumétrico, aos noventa e dois meses, entre o controle e a desrama de 75% da copa viva. Comparando os tratamentos do controle e o de 50%, houve uma perda de 17,71% da produção volumétrica, o que é superior ao obtido por STHOR et al. (1987), que observaram redução de 12% para uma desrama de 60% em *Pinus taeda*. Os resultados obtidos estão de acordo com ENDO e MESA (1992), que realizaram desramas de 0%, 30%, 50% e 70% em um povoamento de *Pinus patula*, com três anos de idade, na Colômbia e observaram que, inicialmente, o crescimento em diâmetro e altura reduziu-se, sendo que quatro anos depois, a desrama de 70% da copa apresentou uma defasagem volumétrica de 40%, quando comparada com a desrama de 30%. Para os demais tratamentos, esta redução não foi significativa em relação ao controle.

Quadro 4 – Equações selecionadas para estimar o volume (V), em m³ por hectare, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

Intensidade de desrama (%)	Equação	R ² Ajustado	C.V. (%)
0	$\text{Ln } V = 6,4735 - 53,0613 * (1/I)$	0,987	2,25
12,5	$\text{Ln } V = 6,3124 - 47,8954 * (1/I)$	0,989	1,83
25	$\text{Ln } V = 6,1824 - 49,7458 * (1/I)$	0,993	1,97
50	$\text{Ln } V = 6,2241 - 50,4411 * (1/I)$	0,992	2,02
75	$\text{Ln } V = 5,6680 - 48,0634 * (1/I)$	0,979	1,86

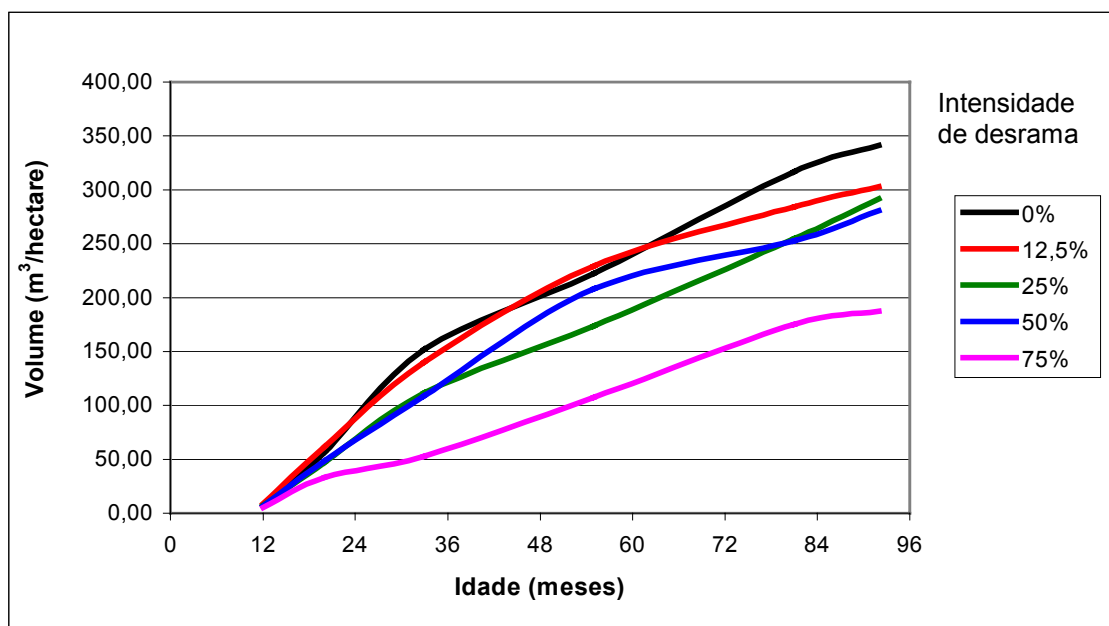


Figura 4 – Curva de incremento volumétrico, em m³ por hectare, de árvores de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama, em função da idade (I), em meses, em Dionísio, MG.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento em diâmetro, altura e volume de plantas de *Eucalyptus grandis*, originadas de sementes e estabelecidas em espaçamento 3,0 x 2,0 m. Foram utilizadas duas áreas experimentais, baixada e encosta, localizadas no Município de Dionísio, Minas Gerais, onde as plantas foram submetidas a diferentes intensidades de remoção de galhos vivos da copa (0%, 12,5%, 25%, 50% e 75%), aos 11 meses de idade.

A altura total e o diâmetro à altura do peito (DAP) da planta foram medidos, para todos os tratamentos, nas idades de 11, 20, 33, 55, 81 e 92 meses. Foi realizada a cubagem rigorosa aos noventa e dois meses e, para estudar o crescimento, foram ajustadas equações de regressão para estimar o diâmetro, a altura total e o volume, em função da idade. Os principais resultados e conclusões desta pesquisa foram:

- A desrama artificial afetou negativamente o crescimento das plantas em diâmetro e altura, após 10 meses da aplicação dos tratamentos de desrama das plantas.
- O teste de identidade de modelos indicou que as desramas de 25 e 50% da altura da copa viva não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, podendo ser usada a mesma equação para os dois tratamentos.

- O crescimento em diâmetro foi maior para o controle, em que a copa das plantas foi mantida intacta, associando-se inversamente com a intensidade de desrama da copa viva das plantas.
- As plantas do controle (sem desrama artificial) apresentaram mais de 60% das árvores com DAP superior a 15 cm, enquanto nos tratamentos de desrama de 25% e 50% da copa viva, apenas 30% e 25% das árvores apresentaram DAP acima de 15 cm, respectivamente.
- O crescimento em diâmetro, altura e volume foi maior para o controle, associando-se inversamente com a intensidade de desrama, tendo sido observado redução de 26,76% para diâmetro, 28,09% para altura e 45,16% para volume, aos noventa e dois meses, quando se comparou o controle com a desrama de 75% da copa viva da planta. Essa acentuada redução de volume se deveu principalmente à mortalidade elevada (56%) de plantas, ocorrida em razão da drástica redução da superfície fotossintetizante das plantas que sofreram o tratamento de 75% de desrama artificial da copa viva.

Estes resultados demonstram que devem ser desenvolvidos estudos mais detalhados sobre a dinâmica de crescimento da copa das árvores para melhor subsidiar a tomada de decisão sobre a intensidade de desrama artificial, visando melhorar a qualidade da madeira, com menores prejuízos para o seu crescimento.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE PLANTAS DE *Eucalyptus grandis*, EM DIFERENTES ALTURAS DA COPA VIVA, COMO SUBSÍDIO PARA A APLICAÇÃO DA DESRAMA ARTIFICIAL

1. INTRODUÇÃO

A evolução das plantas superiores envolveu o aperfeiçoamento nos processos de absorção, condução e manutenção de água e nutrientes na planta. Para garantir a fixação adequada de carbono, houve o desenvolvimento de uma superfície fotossintetizante para absorção de energia onde acontecem as principais trocas gasosas na planta. Havendo abertura dos estômatos para fixação de carbono, há também a possibilidade de perda de água através da transpiração. A absorção, a perda e a movimentação da água através da planta podem ser condicionadas pelos fatores ambientais, como a disponibilidade de água no solo, temperatura, umidade do ar, vento e luz, além dos fatores ligados à planta, como área foliar, número de estômatos e sua sensibilidade na

abertura e fechamento. As folhas senescentes, muitas vezes localizadas na parte inferior da copa, apresentam baixa efetividade na fixação de carbono, mas podem ser importantes nos processos de perda de água através dos estômatos (LARCHER, 1995).

A depleção de água no solo altera o estado hídrico da planta, o que pode afetar a sua produção de biomassa (CLAWSON e BLAD, 1982). Em regiões onde há déficit hídrico, podem sobrevir danos à planta, principalmente em razão de acentuado descompasso entre absorção e transpiração de água, quando a planta apresenta controle estomático inadequado (RAGHAVENDRA, 1991). Assim sendo, o uso de técnicas silviculturais que promovam economia de água pela planta, através da remoção de parte da superfície transpiracional na base da copa pela prática da desrama artificial, permite que a planta sobreviva a períodos secos mais intensos, uma vez que reduz a taxa de depleção de água do solo. A aplicação dessa técnica em povoamentos florestais pode, também, favorecer a precipitação interna, aumentando a disponibilidade de água para o solo (GALVÃO, 1986; GRACE e TILMAN, 1990), melhorar a qualidade da madeira com a eliminação de nodosidades e facilitar o redirecionamento de assimilados para as partes em crescimento ativo na planta (MONTAGNA et al., 1976).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar as características fisiológicas, principalmente as relações hídricas, em diferentes posições da copa de *Eucalyptus grandis*, na região de Dionísio, MG, para subsidiar o uso da desrama como técnica silvicultural visando a melhoria da qualidade da madeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A água é indispensável para a vida, sendo solvente universal e meio no qual se processam as principais reações celulares. Existem tecidos vegetais capazes de sobreviverem a períodos de severo dessecação. Neste estado, porém, eles são considerados metabolicamente inativos. A maioria dos tecidos vegetais metabolicamente ativos contém de 70 a 95% de água, e mesmo pequenas diminuições no teor de água, abaixo do ponto de saturação, podem resultar em redução na taxa de crescimento (LARCHER, 1995).

O teor de água nas células vegetais é mantido pela hidratação coloidal (embebição) e pela osmose. A quantidade de água mantida no interior de uma célula ou tecido vegetal será determinada por um balanço entre as forças internas, que promovem a entrada de água, e os fatores ambientais, que tendem a reduzi-la. No estado de equilíbrio destas forças não haverá alterações no teor total de água, mas uma troca ou fluxo contínuo de água, onde iguais quantidades entram e saem do sistema, por unidade de tempo (STREET e OPIK, 1974).

As relações hídricas de uma planta são mais complexas que as das células individuais. Uma planta contém células que diferem em sua capacidade de absorção de água. Nas angiospermas, apenas a epiderme está em contato direto com o ambiente. Os estômatos e outras aberturas, como as lenticelas, possibilitam a penetração dos gases da atmosfera até os tecidos mais internos (FERRI, 1985).

A velocidade de transpiração determina a velocidade de absorção de água, sendo influenciada pela temperatura, velocidade do vento e luz. A luz não apresenta efeito direto na perda de água, porém, através do controle que exerce sobre a movimentação estomática, a luz torna-se muito importante para o estabelecimento das relações hídricas da planta. De uma maneira geral, as condições atmosféricas tendem a promover maior transpiração durante o dia, principalmente nas horas mais quentes, do que durante a noite, e, também, mais no verão do que no inverno (KOZLOWSKI, 1982). Os estômatos abrem-se à luz e fecham-se no escuro. Quando ocorre uma radiação excessiva, principalmente em períodos mais secos, a transpiração constitui importante forma de dissipação do calor. No entanto, caso ocorra um déficit hídrico interno, os estômatos fecham-se parcialmente. Este fechamento dos estômatos influi diretamente na difusão do vapor de água, ocasionando uma variação no balanço térmico das folhas e uma redução na produção da planta (SLATYER, 1967).

Tem sido observado que o aumento na temperatura de copa correlaciona-se positivamente com a resistência estomática e negativamente com o potencial hídrico da planta (BLAD et al., 1988). A temperatura da copa é influenciada por fatores ambientais e por fatores intrínsecos à planta. Por conseguinte, observa-se que aumentos na temperatura da copa resultam de alterações no balanço térmico da planta pelo bloqueio da transpiração, principalmente pelo mecanismo de refrigeração foliar (KIRKHAM et al., 1984; BASCUR et al., 1985).

As respostas da planta, relativas ao uso de água, variam com a hora do dia e estação do ano, em função de variações climáticas (REIS e REIS, 1993; GOMES, 1994). Estas variações sazonais do potencial hídrico das plantas podem estar diretamente relacionadas com a efetividade dos estômatos na restrição à transpiração e à irregularidade de distribuição anual de chuvas (GONÇALVES, 1992). A disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas pelo controle da abertura dos estômatos e, por conseguinte, a produção de matéria seca. Em regiões onde ocorre boa distribuição das precipitações, podemos prever maior produtividade se compararmos com regiões que tenham um longo período de estiagem (O'TOOLE et al., 1977). LELES et al. (1998) observaram que *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus*

pellita, na região de cerrado, apresentaram altos valores de condutância estomática, no período de chuvas e, valores reduzidos nas medições de junho a setembro, época de baixa precipitação.

Diversos autores afirmam que a sensibilidade e a intensidade de resposta ao déficit hídrico variam entre espécies. Os mecanismos de prevenção à desidratação também variam entre espécies e procedências (GONÇALVES, 1992; GOMES, 1994). Algumas espécies de eucalipto apresentam respostas estômáticas que são ineficientes na prevenção à desidratação da planta (SINCLAIR, 1980). Por outro lado, outras espécies deste gênero permitem atingir menores valores de potencial hídrico sem prejudicar o seu crescimento, portanto são mais resistentes à seca, como é o caso do *Eucalyptus cloeziana* (BLAKE e SUITER, 1988). O *Eucalyptus grandis* possui uma menor relação copa/raiz do que o *Eucalyptus cloeziana*, fazendo com que este apresente menores valores de potencial hídrico nas folhas quando submetido a déficit hídrico. Plantas maiores e com maior taxa de crescimento tendem a um maior estresse hídrico em razão da drenagem mais rápida do solo em função de uma menor relação entre superfície de absorção/transpiração de água (PARSONS, 1969).

A deficiência hídrica pode afetar o crescimento em altura e em diâmetro pela menor taxa de formação da parede celular, redução da expansão celular e redução da disponibilidade de carboidratos e reguladores de crescimento (OLIVA et al., 1989). Em pesquisa realizada por PEREIRA e KOZLOWSKI (1976), o crescimento em altura e diâmetro de *Eucalyptus camaldulensis* e de *Eucalyptus globulus* decresceu com o aumento do déficit hídrico. DABRAL e RATURI (1985), também, observaram uma paralisação parcial do crescimento em diâmetro de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus pilularis* com o período de forte déficit hídrico no solo. GOMES (1994), analisando o crescimento sazonal em altura e diâmetro de eucalipto na região de cerrado, em Minas Gerais, certificou que a partir do mês de maio, quando a disponibilidade de água no solo é escassa, ocorre redução na taxa de crescimento das plantas.

Quando ocorre um decréscimo de água no solo, verifica-se uma diminuição do potencial hídrico foliar e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, redução na

taxa fotossintética e produtividade de biomassa da planta (OLIVA et al., 1989; GHOLZ et al., 1990; GOMES, 1994; BERNARDO, 1995; LELES et al., 1998).

O entendimento das relações hídricas de uma planta pode auxiliar na definição de técnicas silviculturais, como, por exemplo, a intensidade de desrama a ser aplicada nas plantas, visando melhorar a qualidade da madeira sem reduzir drasticamente o seu crescimento. BANDARA et al. (1999) observaram influência da desrama artificial no potencial hídrico de *Pinus radiata* cultivado em região seca da Nova Zelândia. Esses autores observaram que o potencial hídrico antes do amanhecer foi mais elevado em indivíduos que sofreram desrama artificial. Os resultados da referida pesquisa realçam que existe a época e a intensidade ideais para a realização da desrama, visando a manutenção de status hídrico mais adequado em períodos secos.

JACKSON et al. (2000), estudando a desrama de árvores como um dos meios de controlar o uso de água em sistemas agroflorestais no Quênia, demonstrou que a desrama moderada da copa de *Grevillea robusta*, consorciada com milho, reduziu a competição por luz entre plantas e resultou em benefícios para a manutenção do estado hídrico do solo. Em outra situação, quando a copa das árvores foi desramada severamente, a exigência hídrica das plantas diminuiu, possibilitando a recarga de água no solo.

De acordo com LARCHER (1995), a queda de potencial hídrico que acontece ao meio-dia não acontece simultaneamente ao longo da copa, sendo que as folhas mais novas, do estrato superior, freqüentemente respondem depois. As folhas do estrato inferior da copa, parcialmente sombreadas, mantêm os estômatos abertos por mais tempo do que as folhas periféricas, expostas à radiações mais intensas.

As plantas que se desenvolvem em solos com baixa disponibilidade hídrica podem ter seus processos metabólicos afetados, a exemplo da fixação de carbono (KOZLOWSKI et al., 1991). A desrama muito severa pode comprometer essa fixação de carbono pela redução significativa de área foliar, porém, de acordo com SCHULZE et al. (1987), a desrama moderada da porção inferior da copa não deverá comprometer significativamente a fixação de carbono na planta, uma vez que esses galhos já se encontram parcialmente sombreados, com muitas folhas em senescência e com reduzida capacidade fotossintética.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em povoamento de *Eucalyptus grandis*, originado a partir de sementes, estabelecido no espaçamento 3,0 x 2,0 m pela CAF Santa Bárbara Ltda, na região de Dionísio – MG. Esta área pertence à região bioclimática número 5, de acordo com GOLFARI (1975). O relevo varia de suave ondulado a montanhoso e sua altitude entre 200 e 900 m. O clima é subtropical úmido com temperatura média anual entre 20 e 23°C, a temperatura média do mês mais frio está entre 17 e 19°C e do mais quente entre 23 e 25°C. As precipitações médias anuais variam entre 1100 e 1400 mm, sendo predominante no semestre mais quente. O inverno tem de quatro a cinco meses seco, com um déficit hídrico de 30 a 90 mm anuais. A evapotranspiração potencial anual varia entre 950 a 1200 mm. A vegetação predominante é a floresta subperenifólia, encontrando-se fragmentos de floresta semicaducifólia e caducifólia. As matas remanescentes são constituídas, na sua maioria, por formações secundárias. Os solos são vermelho-amarelo distrófico, latossolo vermelho-escuro e podzólico vermelho-amarelo.

O experimento consta de dois blocos, um localizado em área de baixada e outro de encosta, onde as plantas foram submetidas a tratamentos com diferentes níveis de desrama a partir do ponto de inserção do primeiro galho vivo, seguindo o delineamento de blocos casualizados. Em dezembro de

1991 foi instalado o experimento de desrama artificial conforme descrito no Capítulo I. Para subsidiar as discussões desse experimento, foram realizadas avaliações de relações hídricas por estrato de copa, biomassa de folhas e área foliar, em janeiro de 1992. As avaliações desses parâmetros foram realizadas em árvores da parcela controle com altura total de 4,00, 4,75 e 5,50 m, na baixada e, de 3,25, 4,00 e 4,50 m, na encosta, representando três classes de diâmetro em cada sítio. A árvore com altura total intermediária representa a árvore média daquele tratamento. As árvores amostradas apresentavam altura de inserção do primeiro galho vivo de aproximadamente 20 cm de altura a partir do nível do solo. A copa destas árvores foi subdividida em quatro partes proporcionais em relação à inserção dos galhos vivos, tendo recebido as seguintes denominações: 1 = estrato superior; 2 = estrato mediano superior; 3 = estrato mediano inferior e 4 = estrato inferior da copa da planta (Figura 1).

A determinação das relações hídricas das plantas amostradas foi realizada durante o dia, quando procedeu-se as medições de condutância estomática, taxa de transpiração, temperatura da folha e do ar e radiação solar fotossinteticamente ativa incidente na folha, com um porômetro de estado estacionário da LI-COR e, do potencial hídrico, com a bomba de Scholander. Estas medições foram obtidas às 9:00 h, 13:00 h e 17:00 h, em quatro alturas da copa da árvore, representando as quatro porções amostradas para determinação da biomassa das folhas. As medições foram realizadas em folhas totalmente expandidas.

Após determinação das relações hídricas, as folhas foram removidas para a determinação do peso fresco total para cada estrato, tendo sido retirada uma amostra para posterior determinação da área foliar e do peso seco por estrato e por árvore. Estas amostras foram colocadas para secar em uma estufa com ventilação forçada, à temperatura de 80°C, até peso constante. A amostra de folhas, antes de ser colocada em estufa, foi utilizada para determinação da área foliar por meio de um medidor de área foliar portátil LI-3000 da LI-COR.

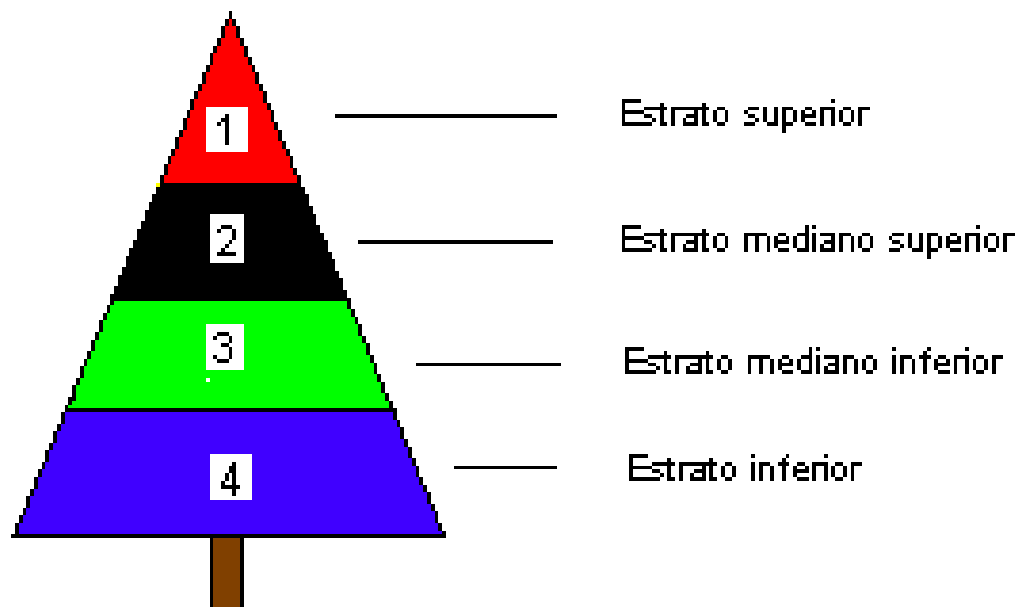


Figura 1 – Esquema representativo da divisão da copa viva de árvores de *Eucalyptus grandis*, na região de Dionísio, MG, em quatro estratos proporcionais, em relação à altura da copa viva, para amostragem foliar e análise de relações hídricas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

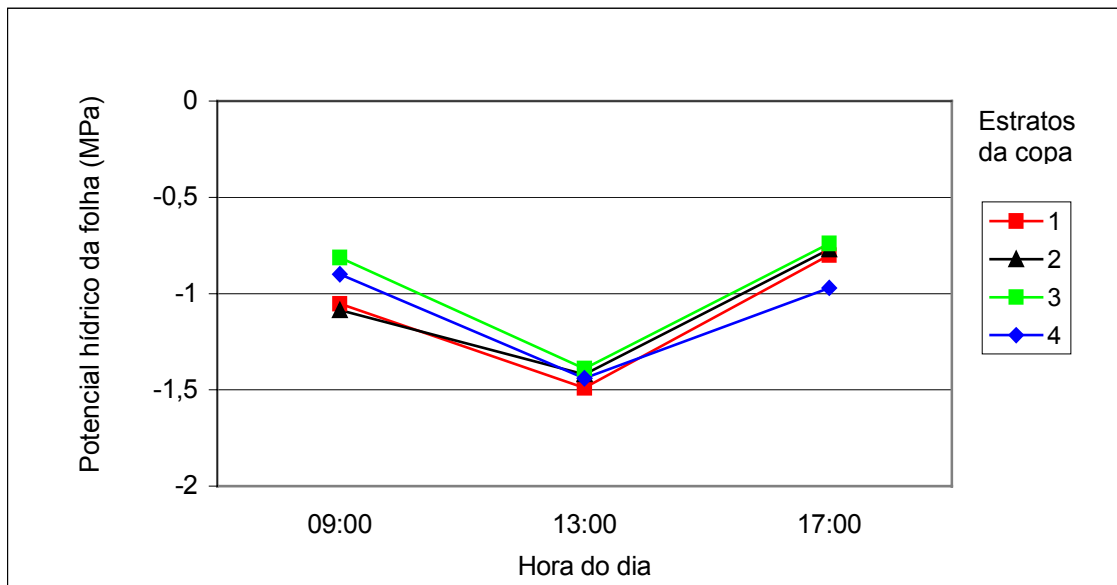
4.1. Relações hídricas

4.1.1. Potencial hídrico

O potencial hídrico da planta foi mais elevado às 9 horas, decrescendo até às 13 horas, quando iniciou o processo de recuperação do status hídrico da planta, sendo que, às 17 horas, os valores de potencial hídrico se aproximaram daqueles observados às 9 horas (Figura 2). O decréscimo do potencial hídrico durante o dia pode ter sido ocasionado pela maior demanda evaporativa do ar em razão da elevação da temperatura foliar, causando uma sensível defasagem entre a taxa transpiratória e a taxa de absorção de água, acentuada pela elevada temperatura do ar e radiação solar naquele horário (SLATYER, 1967; CARLSON et al., 1979; REICOSKY et al., 1980; DWYER e STEWART, 1984; BASCUR et al., 1985).

As plantas recuperaram o status hídrico durante a noite, pelo fato das medições terem sido realizadas no mês de janeiro, caracterizado, na região de estudo, por ser um período de abundantes precipitações. Estes resultados indicam que as respostas fisiológicas da planta em relação ao uso de água

variam com a hora do dia e também com as condições ambientais locais (GONÇALVES, 1992; REIS e REIS, 1993).



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 2 – Potencial hídrico em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

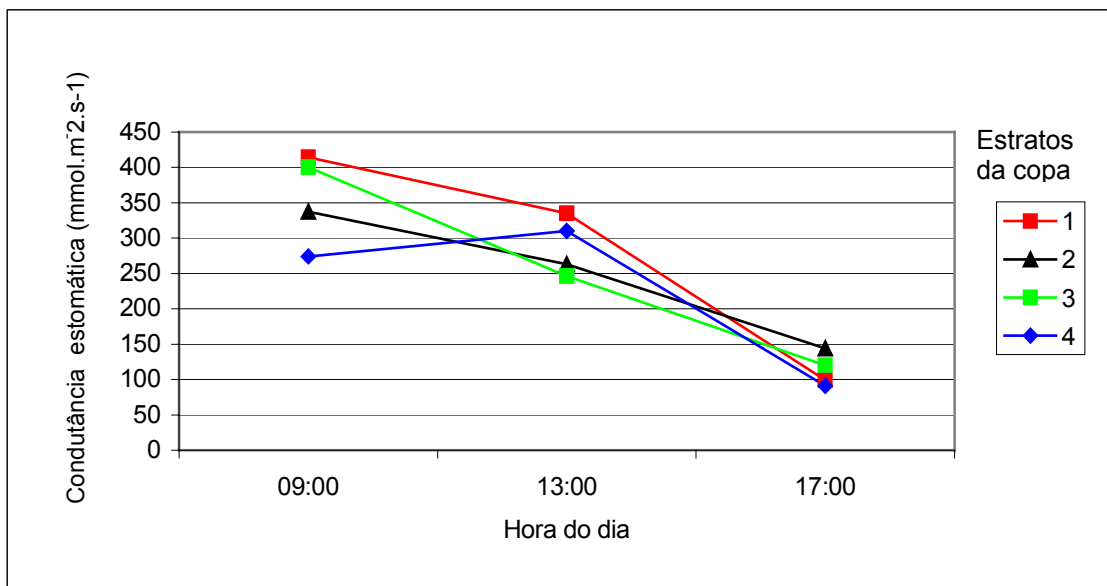
Segundo SINCLAIR (1980), algumas espécies de *Eucalyptus* sp. não fecham completamente os estômatos, sendo incapazes de prevenir danos por desidratação. Por outro lado, outras são mais adaptadas à seca, pois podem atingir menores valores de potencial hídrico sem apresentar conteúdos de água abaixo do crítico (LADIGES, 1976). O *Eucalyptus grandis*, objeto do presente estudo, parece apresentar poucos mecanismos de prevenção à desidratação, o que pode ser observado na queda brusca do potencial hídrico com a chegada das horas mais quentes do dia. Observou-se que as folhas, no estrato inferior da copa da planta, onde há algumas folhas senescentes, apresentam o potencial hídrico às 17 horas significativamente mais baixo do que o das folhas dos demais estratos da copa. De acordo com SCHULZE et al. (1987), o decréscimo de potencial hídrico está associado à redução na taxa fotossintética, promovendo perda de turgescência foliar e comprometimento da vitalidade de células. Desta forma, a diminuição da área transpiracional da planta pela desrama artificial na base da copa, torna-se uma alternativa viável, para aumentar a resistência da planta aos períodos de seca.

4.1.2. Condutância estomática

Os valores de condutância estomática apresentaram um decréscimo significativo, em todos os estratos da copa, das 9 horas às 17 horas, não apresentando tendência de recuperação ao final do dia (Figura 3).

A condutância estomática atingiu valores entre 274 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato inferior da copa) e 414 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato superior) no período matutino e 310 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato inferior da copa) e 335 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato superior) às 13 horas, demonstrando que estas medidas foram realizadas em condição adequada de disponibilidade hídrica do solo. Dados obtidos por GOMES (1994), em estudo realizado com *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis*, em Três Marias, MG, região que apresenta elevada deficiência hídrica, demonstraram que, às 13 horas, a condutância estomática variou de 62, 31 e 14 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no mês de outubro, época que ocorreu baixa precipitação, a 450, 280 e 200 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no mês de março, época de maior disponibilidade de água no solo, para as três espécies, respectivamente.

A condutância estomática decresceu ao longo do dia, promovendo redução na transpiração a partir das 13 horas, ocasião em que os estômatos se encontravam parcialmente fechados. A condutância estomática por unidade de área e tempo foi menor no estrato inferior da copa da planta às 9 horas da manhã, possivelmente devido ao fato do estrato inferior da copa encontrar-se sombreado, ou seja, com baixa incidência de radiação. A condutância estomática elevada foi observada no estrato superior da copa, possivelmente em decorrência da incidência direta de radiação, cutícula mais permeável e circulação de ar elevada.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 3 – Condutância estomática em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

De acordo com REICHARDT (1985), o potencial hídrico pode afetar as atividades estomáticas, sendo que plantas exibindo baixos potenciais hídricos, em geral, fecham os seus estômatos, independentemente das condições de luz, dióxido de carbono e temperatura.

No presente experimento, observou-se uma queda brusca do potencial hídrico às 13 horas (Figura 1), acompanhado do fechamento parcial dos estômatos e, conseqüentemente, da redução da condutância estomática.

Segundo OLIVA et al. (1989), o decréscimo da condutância estomática revela uma menor taxa de assimilação de dióxido de carbono, podendo limitar o crescimento da planta. Considerando que houve menor condutância no estrato inferior da copa, no período da manhã, as folhas deste estrato contribuem menos para a fixação de carbono em razão dos estômatos permanecerem parcialmente fechados.

Em plantios comerciais, quando se realiza a desrama artificial, reduz-se não só a competição entre indivíduos, mas também a competição dentro da mesma planta, favorecendo uma distribuição mais adequada de água, luz e nutrientes entre os galhos não removidos. Esta distribuição de assimilados favoreceria preferencialmente drenos que podem ser explorados

comercialmente, como a madeira do tronco. OLIVEIRA NETO (1996), trabalhando com *Eucalyptus camaldulensis*, em João Pinheiro, MG, observou que a densidade populacional influenciou na condutância estomática das plantas, sendo que, em espaçamentos mais reduzidos, ou seja, com menor área útil por planta, encontraram-se menores valores de condutância estomática.

A prática silvicultural da desrama artificial, aliada à escolha de uma densidade populacional e adubação adequada, possibilita o aumento de produtividade, principalmente em locais que apresentam déficit hídrico.

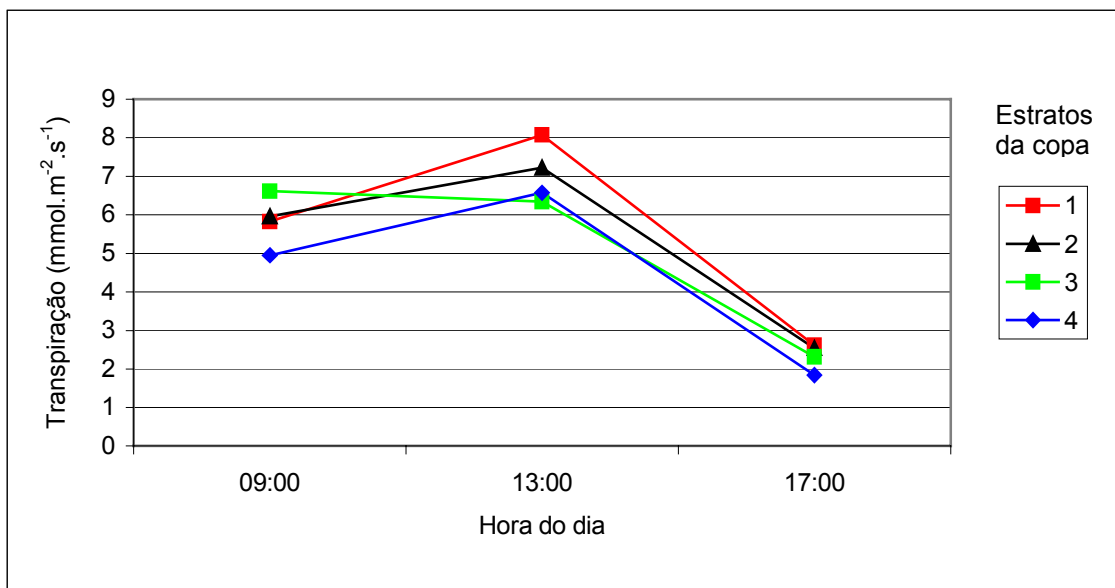
4.1.3. Transpiração foliar

A transpiração em todos os estratos da copa aumentou no período das 9 horas às 13 horas, ocorrendo uma queda brusca ao final do dia (Figura 4). Estes resultados estão de acordo com os observados por GOMES (1994) e LELES (1995), onde as espécies de eucalipto estudadas, com idades, condições climáticas e época do ano semelhantes, obtiveram maiores valores de transpiração às 13 horas e menores valores às 17 horas. De acordo com FERRI (1985), durante um dia sem nebulosidade, em condições de adequado suprimento de água, a transpiração aumenta ao nascer do sol até alcançar um máximo por volta do meio-dia, reduzindo esses valores no crepúsculo.

A transpiração atingiu valores de $4,95 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato inferior da copa e de $5,82 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato superior, no período matutino, $6,57 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato inferior da copa e $8,07 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato superior, às 13 horas. No final do dia, esses valores reduziram, atingindo $1,84 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato inferior da copa e $2,61 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato superior, em condição de adequada de disponibilidade hídrica no solo. De acordo com REICHARDT (1985), sob elevada umidade relativa e ausência de ventos, a difusão do vapor de água pelos estômatos é lenta e a perda de água pela planta é pequena. Em situação inversa, ou seja, baixa umidade relativa e presença de ar em turbulência (vento), a difusão é elevada e a transpiração

atinge valores mais altos. Com o solo em condição de campo, a transpiração é determinada principalmente pela velocidade do vento, radiação solar, temperatura e umidade do ar, e, a perda de água independe do porte da planta e de sua área foliar. Situação inversa ocorre em solos secos (KOZLOWSKI et al., 1991; MEYER et al., 1960).

O *Eucalyptus grandis* ocorre naturalmente na região sudeste da Austrália, em locais de altitude mais elevada (maior que 800 m), com precipitação elevada (1000 a 3500mm) e estação seca com, no máximo, três meses (BARROS et al. 1990). Assim, o cultivo dessa espécie em locais com períodos mais extensos de estiagem exigirá o uso de técnicas que conduza à economia de água. Neste caso, a eliminação de alguns galhos na base da copa das plantas dessa espécie resultará na redução da área foliar e, por conseguinte, na minimização das perdas de água por transpiração.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 4 – Transpiração em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

A transpiração por estrato aumentou da base para o ápice da copa (Figura 5), o que poderia ser explicado pelo fato dos galhos inferiores receberem menos radiação solar e serem menos afetados pelo vento, quando comparado aos galhos dos estratos superiores, já que a temperatura e a umidade não variaram entre estratos da copa (QUADRO 1). É importante

salientar que as culturas se beneficiam com a presença de quebra-ventos, ou o estabelecimento em exposição definidas no terreno.

Quadro 1 – Relações hídricas a nível foliar, em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

Hora do dia	Estrato da copa	Potencial hídrico	Temperatura foliar	Umidade relativa	Cond. estomática	Transpiração	RFA
9:00		(ψ)	($^{\circ}\text{C}$)	(%)	$\text{mmol.m}^{-2}/\text{s}$		$\mu\text{mol.m}^{-2}/\text{s}$
	1	-10,53 a	23,97 a	38,53 a	414 a	5,82 b	115 d
	2	-10,87 a	24,47 a	38,40 a	337 b	5,96 ab	319 bc
	3	-8,13 bc	24,40 a	37,80 a	400 a	6,61 a	380 b
	4	-9,00 b	24,87 a	38,53 a	274 c	4,95 c	540 a
13:00							
	1	-14,93 a	29,69 a	36,53 a	335 a	8,07 a	246 b
	2	-14,27 a	30,28 a	36,53 a	263 b	7,22 ab	256 b
	3	-13,93 a	30,82 a	36,47 a	246 b	6,34 c	263 b
	4	-14,40 a	28,93 b	36,47 a	310 a	6,57 c	335 a
17:00							
	1	-8,00 b	29,95 a	29,60 a	98 c	2,61 a	60 c
	2	-7,67 b	30,35 a	29,33 a	144 a	2,54 a	120 b
	3	-7,42 b	30,21 a	29,73 a	120 b	2,31 a	144 a
	4	-9,70 a	30,82 a	29,77 a	91 c	1,84 b	123 b

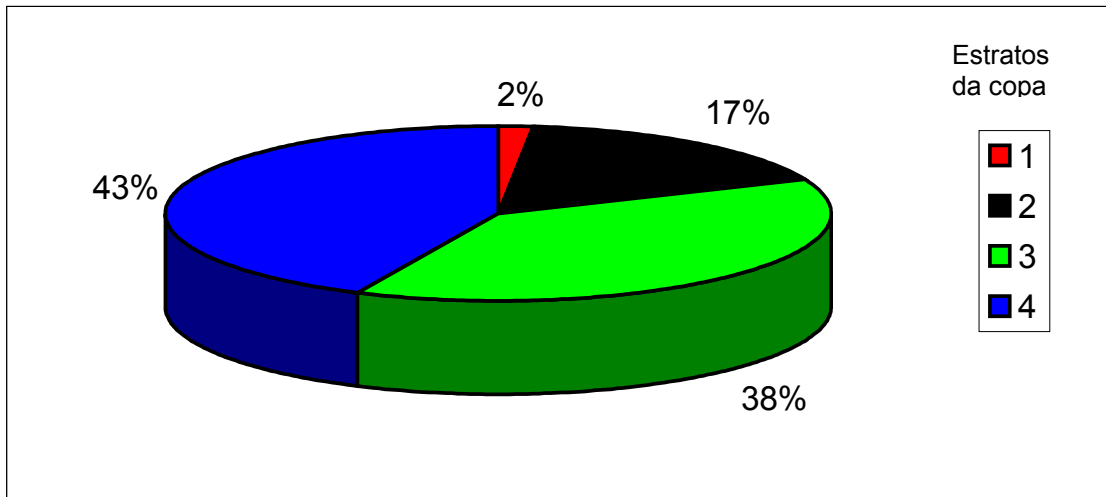
(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

RFA – radiação fotossinteticamente ativa

As médias na coluna dentro do mesmo horário, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

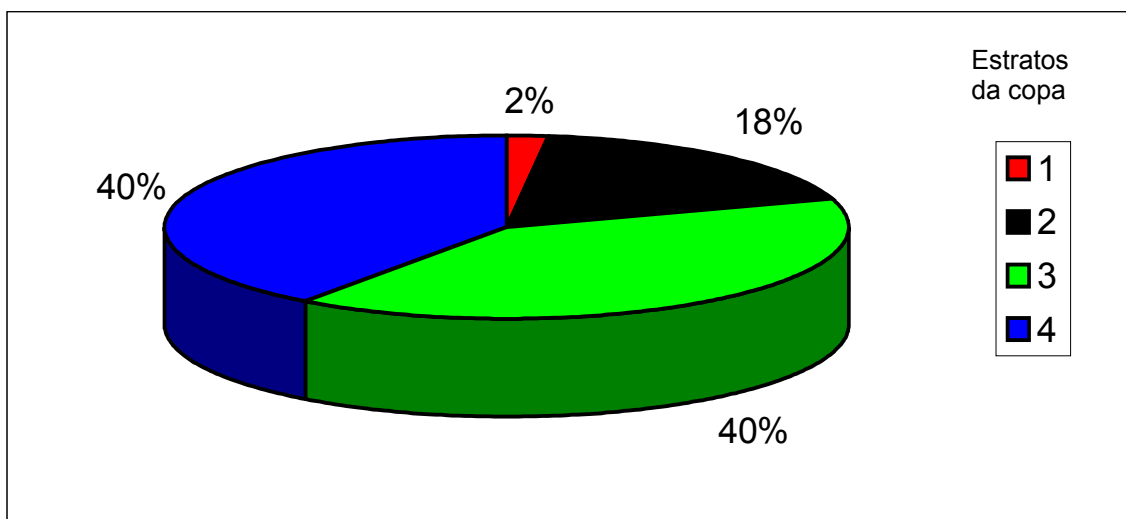
A área foliar do estrato inferior da planta representou 43% da área foliar total da planta, seguido do estrato mediano inferior com 38%, o que significa que 81% de toda a área foliar da planta se encontra na metade da copa para baixo. Estes valores mais elevados de área foliar nos estratos inferiores da copa da árvore de *Eucalyptus grandis* (Figura 5) indicam que a transpiração é maior na base da copa da árvore (Figura 6). Desta forma, a eliminação de galhos em quantidades ideais da porção inferior da copa constitui-se, também, numa maneira eficiente de reduzir a perda de água pela planta, em regiões

com déficit hídrico, devendo atentar-se, no entanto, para não comprometer a fixação de carbono. As folhas dos galhos nos estratos da base da copa estão parcialmente sombreadas, além de já demonstrarem sinais de senescência e, portanto, limitada efetividade fotossintética.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 5 – Área foliar, em porcentagem, em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 6 – Transpiração total, em porcentagem, em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

Quadro 2 – Área foliar e transpiração total, em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

Estratos da copa	Área foliar por estrato		Transpiração total por estrato	
	(cm ²)	(%)	(mmol.m ⁻² .s ⁻¹)	(%)
1	2836	1,80	8413	2,21
2	25550	16,74	66941	18,06
3	58925	38,32	149867	40,15
4	66409	43,13	147870	39,57
Total	153720	100,00	373091	100,00

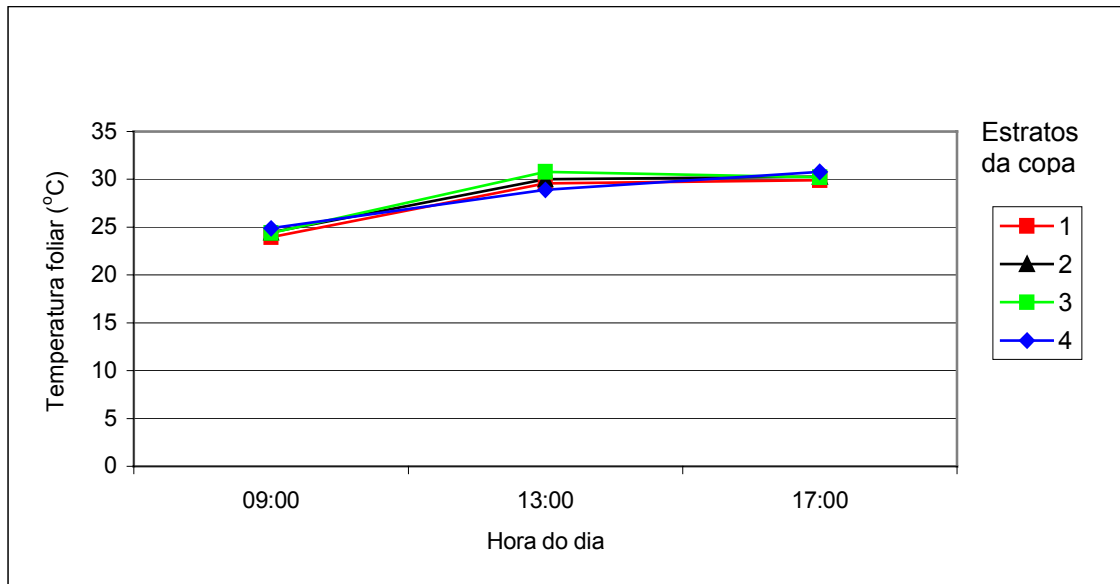
4.1.4 – Temperatura foliar

A temperatura da copa das árvores pode ser influenciada por fatores ambientais, como radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa, e por meios intrínsecos à própria planta, como a via de transpiração, tipo de epiderme foliar e, principalmente, condutância estomática (OLIVA et al., 1984).

A temperatura foliar não diferiu entre os estratos (QUADRO 1), com exceção da base da copa às 13 horas, em que houve ligeiro aumento entre 9 horas e 13 horas. A partir das 13 horas, os valores de temperatura foliar foram uniformes (Figura 7). Em condição de adequado suprimento de água, a temperatura foliar eleva-se após o nascer do sol, atingindo seu máximo por volta do meio-dia, voltando a estabilizar-se.

Por tratar-se de medições feitas no final de janeiro, época de elevada precipitação e disponibilidade hídrica satisfatória no solo, foram observadas temperaturas entre 24 e 25°C para todos os estratos no período da manhã e, na parte da tarde, foi registrada pequena variação entre os estratos: 28,9°C no estrato inferior, 29,6°C no estrato superior, e nos estratos medianos a temperatura atingiu o máximo de 30,8°C. A temperatura mais reduzida na base da copa talvez possa ser explicada pelo sombreamento parcial dos galhos da base da copa. De acordo com MEYER et al. (1960), SUTCLIFFE (1980) e

GOMES (1994), a transpiração influencia a regulação térmica foliar, o que pôde ser observado no presente experimento, onde uma queda brusca da transpiração à tarde (Figura 4) possibilitou a manutenção da temperatura foliar acima dos 30°C.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 7 – Temperatura foliar, em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

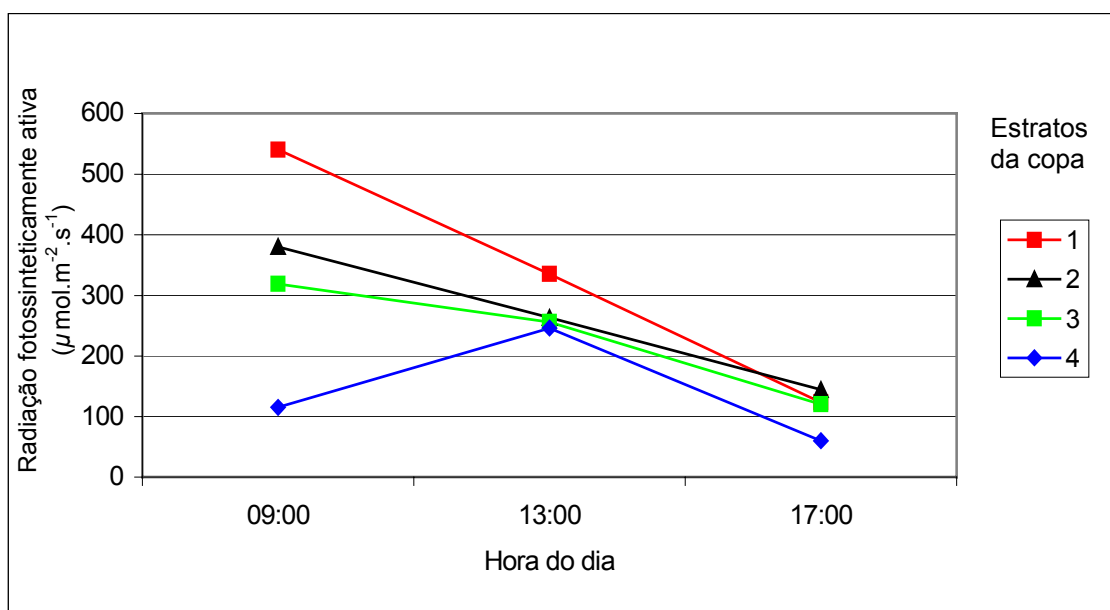
4.1.5. Radiação fotossinteticamente ativa

Os valores de radiação fotossinteticamente ativa foram crescentes da base para o ápice da copa, em todos os horários do dia, sendo esta diferença mais acentuada no período matutino (Figura 8). Foram medidos valores de radiação fotossinteticamente ativa variando entre $115 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato inferior da copa e $540 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato superior, no período matutino, e $246 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato inferior da copa e $335 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no estrato superior, às 13 horas. No final do dia, a radiação solar reduziu para valores de $60 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato inferior da copa) e $123,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (estrato superior), indicando que a fixação de carbono ocorre em maior intensidade entre 9:00

horas e 13:00 horas da tarde, período em que a condutância estomática foi também mais elevada.

Os efeitos da luz sobre o crescimento das plantas dependem de sua intensidade, comprimento de onda e periodicidade (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972), sendo que a intensidade tem mais efeito sobre o crescimento das plantas do que a qualidade de luz (MEYER et al., 1960). Para KRAMER e KOZLOWSKI (1972), a intensidade de luz afeta o crescimento da planta por seus efeitos diretos sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila. Em consequência da arquitetura da copa, os galhos localizados na base da copa ficam parcialmente e, dependendo da idade e densidade populacional do povoamento, totalmente sombreados.

De acordo com GALVÃO (1986), na parte da manhã, com o aumento da intensidade luminosa, as plantas atingem o ponto de compensação, no qual a fixação de dióxido de carbono se equilibra com a respiração. O ponto de compensação lumínico varia com o material genético, tipo de tecido foliar, concentração de dióxido de carbono, temperatura e idade foliar, onde folhas mais jovens têm um ponto de compensação mais alto que as maduras. Observando os dados do Quadro 1, pode-se notar que a radiação fotossinteticamente ativa que chega no estrato inferior da copa é três vezes menor do que a incidente no meio da copa e cinco vezes menor do que aquela recebida pelo estrato superior da copa. Diante desses resultados é possível concluir que a desrama de galhos vivos em até 25% da base da copa não compromete significativamente a fixação de carbono na planta.



(1 = estrato superior, 2 = estrato mediano superior, 3 = estrato mediano inferior, 4 = estrato inferior)

Figura 8 – Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em diferentes estratos da copa de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 12 meses de idade, em Dionísio, MG.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial hídrico, condutância estomática, transpiração, área foliar, temperatura da folha e radiação fotossinteticamente ativa em quatro estratos da copa, por ocasião da aplicação da desrama, em plantas de *Eucalyptus grandis*, originadas de sementes e estabelecidas em espaçamento 3,0 x 2,0 m, na região de Dionísio, MG. As avaliações das relações hídricas foram realizadas na parcela controle, em três árvores representando a média de três classes de diâmetro, na baixada e, na encosta. A copa viva destas árvores foi subdividida em quatro partes proporcionais (estratos) em relação à inserção do primeiro galho vivo, na base da copa, tendo recebido as seguintes denominações: 1 = estrato superior; 2 = estrato mediano superior; 3 = estrato mediano inferior e 4 = estrato inferior da copa viva da planta.

As medições dos parâmetros fisiológicos foram realizadas com um porômetro de estado estacionário da LI-COR e com a bomba de Scholander, às 9:00 h, 13:00 h e 17:00 h, em folhas totalmente expandidas de cada um dos estratos da copa da árvore.

Os principais resultados e conclusões desta pesquisa foram:

- Os valores de radiação fotossinteticamente ativa foram crescentes da base para o ápice da copa, principalmente no período da manhã.
- As plantas recuperaram o status hídrico no período noturno, em razão de haver elevada disponibilidade de água no solo, naquela época do ano.
- A condutância estomática, por unidade de área e tempo, foi menor no estrato inferior da copa da planta, às 9 horas da manhã, em razão da reduzida incidência de radiação solar naquele estrato. A condutância estomática mais elevada foi observada no estrato superior da copa, possivelmente em decorrência de elevada incidência de radiação direta, além das folhas apresentarem cutícula mais permeável e haver intensa circulação de ar.
- A remoção de 25% da altura da copa viva da planta correspondeu a 43% da área foliar total e 40% da água transpirada e, a remoção de 50% da altura da copa viva correspondeu a 81% e 80%, respectivamente. Assim sendo, para o material genético estudado, a remoção de mais de 25% da copa viva na base das plantas, com um ano de idade, não é aconselhável em razão da redução drástica da sua superfície fotossintetizante, comprometendo o seu crescimento.
- A eliminação parcial de galhos vivos da base da copa das árvores pode favorecer a sobrevivência das plantas em regiões de déficit hídrico acentuado, em razão da redução na transpiração.

CAPÍTULO III

EFEITO DA DESRAMA ARTIFICIAL NA QUALIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* PARA SERRARIA

1. INTRODUÇÃO

A adequação de técnicas que visam aumentar a produtividade das florestas e a qualidade da madeira tem sido a meta principal das empresas florestais (SCHILLING et al., 1997). Esse aumento de produtividade e qualidade na produção florestal pode ser obtido através de programas de melhoramento genético, uso de densidades populacionais adequadas e tratamentos silviculturais específicos, a exemplo da desrama artificial de árvores (ENGLERTH, 1966).

A qualidade da madeira envolve a adequação de características físicas, mecânicas, químicas e biológicas de maneira que permita sua utilização para diversos fins (VITAL e DELLA LUCIA, 1987). Assim, a maior parte das madeiras utilizadas como tacos, portas, vigas, colunas e peças de mobiliário

estão sujeitas a diferentes esforços, exigindo características físico-mecânicas que possibilitam a obtenção de um produto comercial de boa qualidade (LOPES, 1983).

A madeira oriunda de plantios comerciais pode apresentar elevada proporção de lenho juvenil e defeitos, como os nós na madeira serrada. A redução no número de nós pode ser conseguida através da indução da desrama natural pela utilização de maiores densidades populacionais, ou pela aplicação da desrama artificial (SCHILLING et al., 1997).

Vários autores (COWN, 1973; 1977; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1994) têm reconhecido que a desrama artificial pode evitar a formação de nós mortos, melhorar o fator de forma do fuste e diminuir empenamentos em tábuas serradas. Apesar destas vantagens, esta técnica é de elevado custo e requer avaliação mais detalhada dos seus efeitos na qualidade da madeira, de forma a justificar o investimento. Dependendo do uso das florestas, a desrama artificial é aconselhável e seu custo pode ser reduzido pela agregação de valor ao produto industrializado. Esta técnica silvicultural permite, em síntese, um melhor aproveitamento da matéria-prima na serraria e a obtenção de madeira de melhor qualidade.

O presente trabalho teve o objetivo de determinar o efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* visando uso em serraria e produção de móveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade da madeira advém de combinações de características físicas, químicas e anatômicas, de uma árvore ou de suas partes, que permitem sua utilização adequada (ENGLERTH, 1966). Estas características são influenciadas pela constituição genética, tratamentos silviculturais, conversão biológica e pelos fatores edafo-climáticos, sendo a densidade básica da madeira, relação do lenho formado na primavera e no verão, estrutura da parede celular, composição química da madeira, porcentagem de cerne e alburno, largura dos anéis de crescimento, proporção dos elementos anatômicos e presença de madeira de reação, alguns dos principais indicadores de qualidade ou índices de qualidade da madeira (KOCH, 1972; BRASIL, 1982).

A qualidade da madeira pode ser modificada pela aplicação de práticas silviculturais, tais como a alteração do espaçamento (LELES, 1995; OLIVEIRA NETO, 1996; CONTRERAS, 1997; LADEIRA, 1999), desrama artificial (MONTAGNA et al., 1990) e desbastes (MUNER, 1983, GARLET, 1995). A adoção destas técnicas em florestas influenciam seu ritmo de crescimento, a qualidade da madeira, o número e dimensões dos elementos anatômicos, assim como a relação entre lenho inicial e tardio (BARRICHELO e BRITO, 1979; BARRICHELO, 1980).

O controle sobre a densidade populacional possibilita a produção de madeira adequada a cada uso, proporcionando máximo retorno do

investimento aplicado na floresta, uma vez que espaçamentos maiores, até determinada extensão, produzem maior número de árvores com diâmetro elevado, permitindo o seu uso para serraria, postes, dentre outros (CONTRERAS, 1997; LADEIRA, 1999). É bom salientar que, segundo estes autores, em espaçamentos muito amplos pode ocorrer maior produção de galhos grossos e redução na altura das árvores, reduzindo a qualidade da madeira.

Segundo MUNER (1983), a aplicação de desbaste otimiza a rentabilidade dos povoamentos florestais, uma vez que concentra a capacidade de produção de madeira em um número limitado de árvores selecionadas. Os indivíduos suprimidos e os remanescentes, considerados em conjunto, possibilitam a obtenção de uma maior produção total de madeira. As árvores selecionadas são as mais indicadas para a prática da desrama artificial, por atingirem, mais rapidamente, um maior tamanho, o que leva à necessidade de consorciar as duas técnicas.

A desrama artificial de árvores jovens através da retirada precoce de galhos não desramados naturalmente do tronco da árvore, produz madeira livre de nós (COZZO, 1976). A remoção de galhos deve ser feita na sua base, facilitando a posterior atividade cambial que recobrirá o lenho na área de inserção do galho no fuste. Por esta razão, é aconselhável a realização da desrama artificial em plantações jovens, uma vez que a remoção de galhos com diâmetros menores favorece uma rápida cicatrização (FERREIRA, 1989), com comprometimento mínimo da qualidade da madeira.

BURGER e RICHTER (1991) definem o nó como a porção basal do galho embebido no tronco ou peças de madeira, provocando descontinuidade dos tecidos lenhosos, podendo ser vivo, morto ou solto. Os nós vivos são oriundos da remoção de galhos fisiologicamente ativos na árvore, permitindo a continuidade de tecidos lenhosos com os do tronco. Os tecidos dos nós mortos e soltos não participam fisiologicamente da árvore, promovendo descontinuidade estrutural dos tecidos do tronco, favorecendo a entrada de patógenos e o surgimento de cavidades que comprometem a aparência e as propriedades físico-mecânicas da madeira. PONCE (1976) comenta que o nó prejudica as propriedades mecânicas da madeira, visto que a distorção das fibras ao redor do nó causa desvio transversal da grã, facilitando o

desenvolvimento de tensões e o surgimento de fendas, durante a secagem da madeira. Os nós mortos podem apresentar acúmulo de resinas ou de outros metabólitos, modificando a cor e a resistência da madeira, comprometendo o seu uso para fabricação de móveis. Segundo ZOBEL e VAN BUIJTENEN (1994), a formação de bolsas de resina está associada à presença de nós provenientes da morte de galhos. ASSIS (1999) enfatiza que a desrama realizada inadequadamente, também, estimula a formação de bolsas de resina.

Os nós provenientes de galhos mortos facilitam a entrada de fungos apodrecedores da madeira, comprometendo a sua qualidade para fins comerciais. Considerando que o nó projeta-se até o cerne da árvore, os fungos que colonizam um galho morto podem atingir o interior do tronco e apodrecer o cerne (FERREIRA, 1989; ASSIS, 1999). Os nós afetam a resistência, usinagem, secagem e as propriedades de colagem da madeira. Especificamente no gênero *Eucalyptus*, os nós podem estar associados à descoloração e ao apodrecimento da madeira (OLIVEIRA, 1999).

A seleção de materiais genéticos com boa desrama natural e a presença de galhos finos, aliada à técnica de desrama artificial, podem melhorar substancialmente a qualidade da madeira, evitando a podridão de cerne, presença de elevada nodosidade e a formação de bolsas de resina (ASSIS, 1999).

Para JOHNSON et al. (1977), a aplicação da desrama artificial das árvores aumenta a resistência da madeira, em razão da ausência de nós, e eleva o rendimento no desdobro, em virtude da redução na conicidade dos troncos. Segundo VITAL e DELLA LUCIA (1987), a desrama artificial interfere sobre o número e as dimensões dos nós, na relação casca/lenho e nas características físico-químicas da madeira.

A indústria de laminados colados faz uso de madeira pré-classificada em função da frequência, tamanho e localização dos nós, uma vez que estes influenciam negativamente as propriedades físico-mecânicas da madeira. Quanto maior for o nó, menor será a resistência aos esforços sobre a lâmina, podendo acumular perdas de até 80% (NAHUZ et al., 1998).

A madeira serrada pode ser classificada em função do tamanho, distribuição e frequência dos nós, porcentagem de nós vivos e mortos, direcionamento do veio da madeira, presença de deformação e deterioração.

Com base nestes critérios, COZZO (1976) propôs quatro classes de uso da madeira: a especial, onde a madeira é destinada para serraria e laminação, isenta de nós; de boa qualidade, que agrupa madeira para construções de primeira qualidade, com baixa freqüência de nós; de média qualidade, para construções gerais, com presença de nós e, baixa qualidade, utilizada em construções rurais e como mourões para cerca podendo apresentar nós e deformações.

ACOSTA (1999) classifica o uso da madeira de eucalipto em quatro classes. A primeira classe agrupa as madeiras limpas ou isentas de nós que receberam tratamentos silviculturais adequados desde o início do plantio. Estas madeiras, denominadas "wood clear", possuem ótima aceitação no mercado internacional. A segunda classe, com baixa freqüência de nós, destina-se a acabamentos internos, como construção de forros e assoalhos. Quanto a terceira e quarta classes, que não receberam tratamento silvicultural adequado, são usadas em estruturas mais simples, como mourões para cerca.

Em 1991, a empresa HENTER (Argentina) realizou ensaios com o processamento de 124 toneladas de madeira de *Eucalyptus grandis*, sendo que algumas toras eram provenientes de indivíduos que sofreram desrama artificial e outras de indivíduos que não receberam esse tratamento. Embora as árvores desramadas possuíssem um diâmetro médio menor do que aquelas que não receberam desrama, obteve-se um rendimento de 48,4% na conversão em lâminas para os indivíduos desramados, contra 42% para os indivíduos que não receberam esse tratamento (ACOSTA, 1999). Em outro estudo mencionado por ACOSTA (1999), realizado por INTA CONCORDIA, obtiveram-se os seguintes rendimentos na laminação de *Eucalyptus grandis* visando seu emprego na fabricação de caixarias: controle, sem desrama (30%), árvores desramadas na altura de 3,5 m (64%) e árvores desramadas até 4,5 m de altura (79%). Neste mesmo estudo, foram analisadas 500 tábuas de *Eucalyptus grandis* serradas na região de Concordia, Argentina, onde a freqüência dos defeitos encontrada foi: empenamentos (78% das tábuas), nodosidades mortas (75%), nodosidades vivas (56%), encurvamentos (23%), rachaduras (18%), corte com defeito (14%), inclinação de grã (16%), podridão do cerne (14%) e outros defeitos (5%).

Nodosidades, rachaduras, empenamentos, fendas e grã inclinada, dentre outros, são defeitos que podem ser observados em madeira serrada. A desrama artificial pode reduzir a intensidade e frequência de alguns destes defeitos, além de formar um traço mais retilíneo do tronco da árvore, tornando-o cilíndrico e reduzindo perdas no processamento (FISHWICK, 1972). Para PONCE (1976), a conicidade e a tortuosidade das toras afetam o processamento da madeira para serraria e laminação. ASSINI e AZEREDO (1984), estudando o desempenho de um conjunto de serras no processamento de *Pinus spp.*, verificaram que a redução da conicidade das toras promoveu redução nos resíduos, na forma de costaneiras, decorrentes da operação do desdobro das toras. Explicando o efeito da desrama sobre a conicidade do tronco, KOZLOWSKI (1971) e MONTAGNA e FERNANDES (1980) confirmam que a desrama tende a diminuir a conicidade dos troncos, a depender da sua intensidade. MONTAGNA et al. (1990) verificaram, em *Pinus elliottii*, haver correlação entre a redução da conicidade e a aplicação dos tratamentos de desrama na base da árvore (0-3m) e que as toras das árvores diminuem sua conicidade com desramas mais intensas.

As tensões internas de crescimento e as geradas durante a secagem da madeira de *Eucalyptus grandis* têm limitado sua utilização em serraria e laminação. Estas tensões são responsáveis, principalmente, pelo aparecimento das rachaduras de topo das toras (AGUIAR, 1986). JANKOWSKY e AGUIAR (1983) testaram seis espécies de *Eucalyptus sp.* na manufatura de painéis compensados, concluindo que o principal problema durante a laminação foi a presença de fendas nas extremidades das toras.

O Brasil tem muitas florestas de *Eucalyptus sp.*, direcionadas para atender a produção de papel, celulose e carvão. Com o aprimoramento das técnicas de desdobro, secagem e conhecimento das propriedades anatômicas, mecânicas, químicas e estéticas da madeira, além da aplicação dos tratamentos silviculturais, como a desrama, obteremos uma melhoria substancial da qualidade da madeira, possibilitando usos mais nobres, como a fabricação de móveis (PONCE, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Abate das toras

O povoamento florestal utilizado para o presente experimento foi estabelecido em Dionísio, MG, com *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes níveis de desrama, a saber, 0; 12,5; 25; 50 e 75% da altura da copa das árvores, aos 11 meses de idade. Foi realizado o abate das árvores, aos noventa e dois meses, e retiradas 136 toras, com comprimento de 3,60 m e 4,00 m, apresentando diâmetro mínimo de 10 cm na ponta. As toras foram transportadas para o pátio da serraria da empresa, localizada em Martinho Campos, MG. O tempo entre o abate das árvores e o processamento na serraria foi de dez dias. Todas as toras foram identificadas e pintadas nas extremidades, de modo a facilitar o reconhecimento dos tratamentos de desrama após o processamento na serraria.

3.2.1. Avaliação das toras

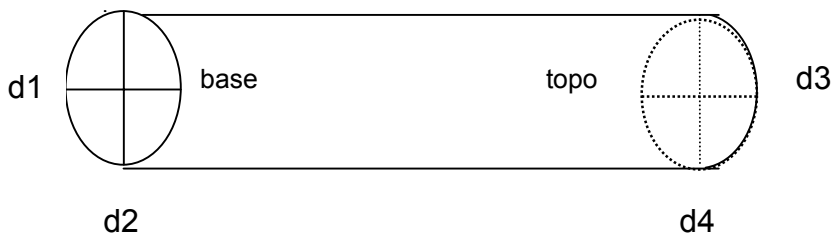
Os defeitos de crescimento avaliados nas toras seguiram a metodologia abaixo, conforme a norma brasileira de classificação de madeira serrada (BRASIL, 1983).

a) Conicidade. Calculada com base na fórmula:

$$C(\%) = [((d1 + d2) / 2) - ((d3 + d4) / 2)] / Lv * 100] * 100, \text{ onde:}$$

d1,d2,d3,d4 = diâmetros da tora (cm)

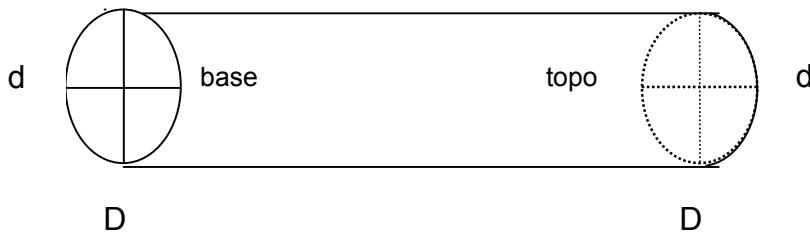
Lv = comprimento da tora (m)



Considera-se que o defeito compromete a qualidade da tora quando a conicidade (C) é superior a 3%.

b) Achatamento. Calculada com base na fórmula:

$$A (\%) = (d / D) * 100$$



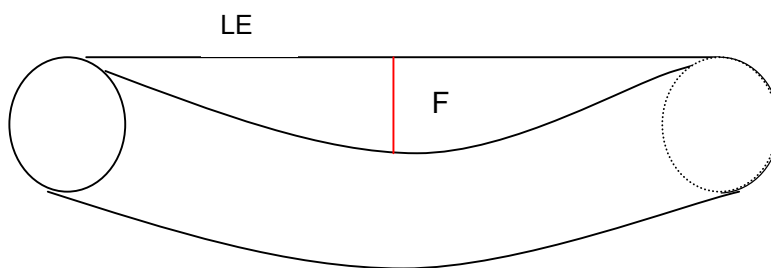
O achatamento foi calculado para a base e o topo da tora, a seguir foi obtido o valor médio para a tora. Considera-se que o achatamento compromete a qualidade da tora quando o valor de A é inferior a 90%.

c) Encurvamento ou tortuosidade. Calculada com base na fórmula:

$E = (F / LE * 100) * 100$, onde:

F = Flecha (cm)

LE = Comprimento da tora (cm)



Considera-se que o defeito compromete a qualidade da tora se houver mais de um desvio e E for superior a 3%.

3.2.2. Fendas

Antes do desdobro, as toras foram analisadas quanto ao número de fendas na base e no topo, tendo sido determinada a largura da fenda maior.

3.3. Avaliação das tábuas

Após o desdobro das toras, 410 tábuas de *Eucalyptus grandis* foram analisadas em relação à sua largura, comprimento e espessura. Para a análise das características abaixo, foram utilizadas apenas as tábuas que se enquadravam nas dimensões padrões da serraria da CAF Santa Bárbara Ltda.

Para cada tábua, determinou-se:

- a) o número de nós vivos e mortos contabilizados separadamente na área correspondente à aplicação da desrama;
- b) a área de cada nó contabilizada, separadamente, na área correspondente à aplicação da desrama;
- c) a extensão do corte limpo;
- d) o número de fendas;
- e) o comprimento e largura das fendas maiores;
- f) o número de bolsas de resina;
- g) o arqueamento;
- h) o encurvamento.

A segunda tora das árvores não sofreu desrama artificial, mas as suas tábuas foram analisadas para verificar se existe influência da desrama na primeira tora sobre a qualidade da madeira na segunda tora. Estas tábuas originadas da segunda tora foram analisadas quanto ao:

- a) número de nós vivos e mortos;
- b) comprimento e largura da fenda maior na base e no topo;
- c) número de bolsas de resina;
- d) arqueamento e encurvamento das tábuas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação das toras

4.1.1. Defeitos de crescimento

A conicidade das toras tendeu a reduzir com a intensidade de desrama (Figura 1). Para a tora da base da árvore, obteve-se valores de 1,34% de conicidade, para o tratamento de 75% de desrama, e de 1,73% de conicidade para o controle. Estes resultados também estão de acordo com o preconizado por KOZLOWSKI (1971) e MONTAGNA et al. (1990), que obtiveram correlação entre conicidade e tratamentos de desrama. É oportuno comentar que a norma brasileira de classificação de madeira serrada considera defeito quando há mais de 3% de conicidade nas toras (BRASIL, 1983). Ou seja, mesmo apresentando tendência de redução na conicidade com a desrama, os valores obtidos foram baixos. No presente estudo, a desrama artificial foi realizada em uma única época. Porém, havendo um maior número de intervenções, aplicadas em diferentes épocas de crescimento das plantas, espera-se uma redução maior no fator de forma dos indivíduos em consequência da redução da conicidade das toras, obtendo, por conseguinte, maior rendimento no seu desdobro.

Não foram observadas relações entre intensidade de desrama e o encurvamento (Figura 1) e achatamento das toras (Figura 2). O encurvamento variou muito pouco nas toras advindas dos diferentes tratamentos, tendo sido observados valores entre 0,51% e 0,67%, o que é insignificativo, uma vez que, pela norma, consideram-se defeituosas as toras que apresentam mais de 3% de encurvamento. Também, não foram significativos os defeitos de achatamento apresentados pelas toras das árvores que receberam tratamento de desrama. Estes valores variaram entre 97% e 100%, ou seja, não foram inferiores a 90%, o que indicaria presença do defeito, pela norma brasileira de classificação de madeira serrada (BRASIL, 1983).

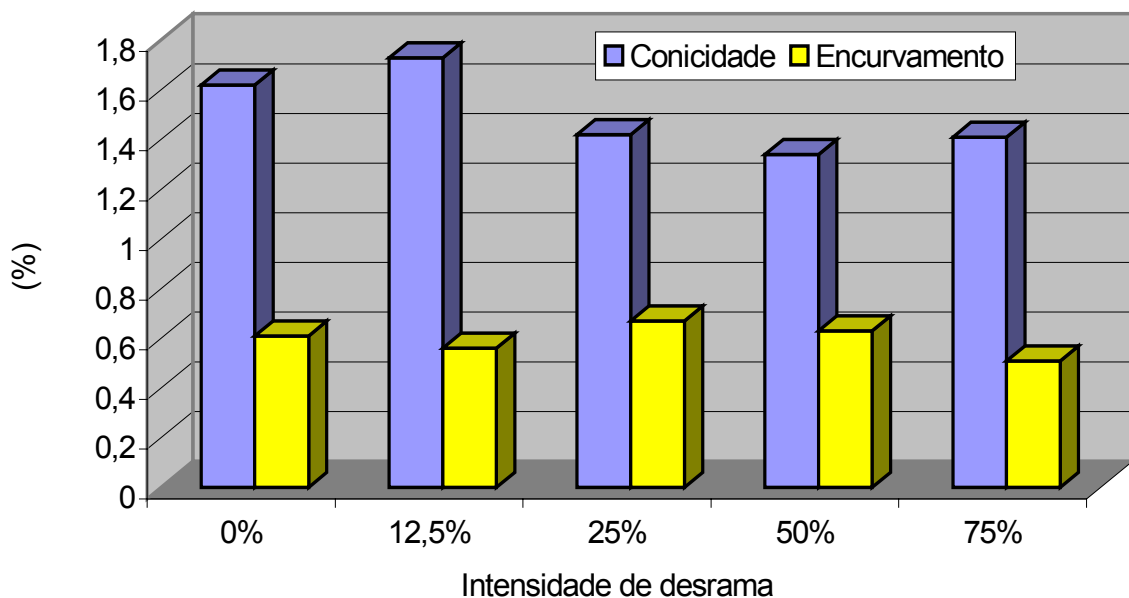


Figura 1 – Conicidade e encurvamento da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

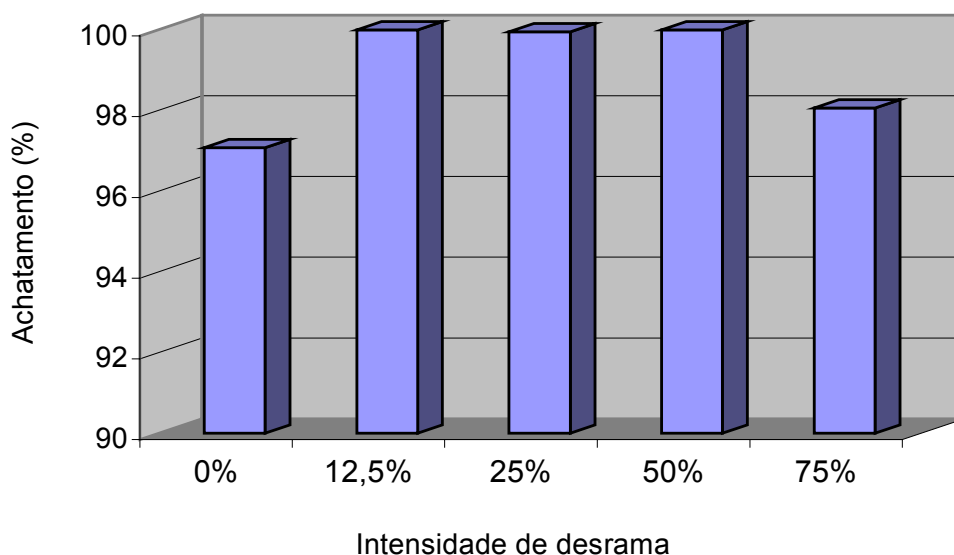


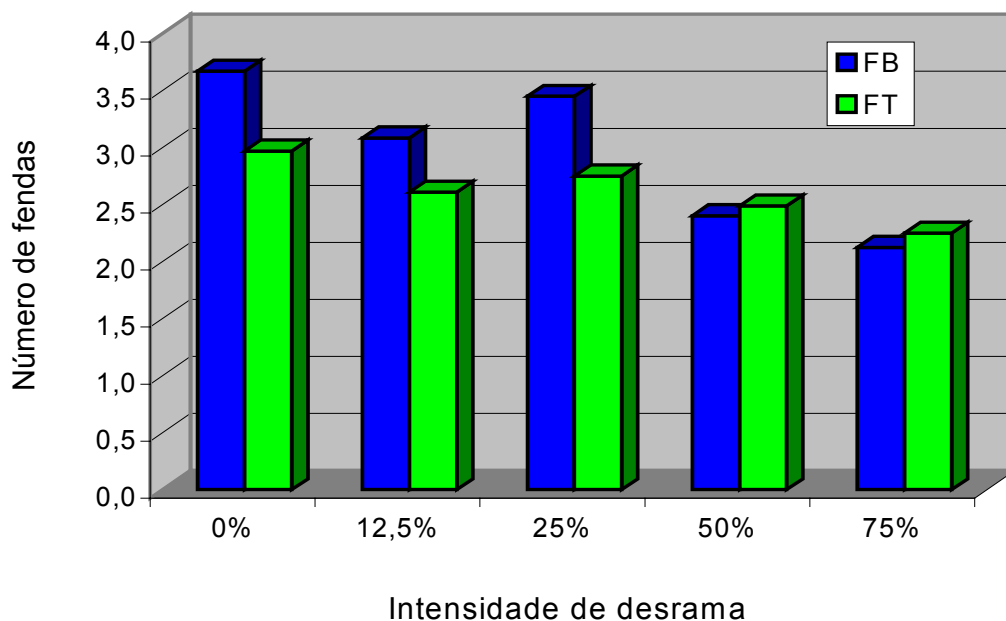
Figura 2 – Achatamento da primeira tora de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

4.1.2. Número de fendas e largura da maior fenda

O número de fendas nas toras (Figura 3) decresceu com o aumento da intensidade de desrama artificial. Não foram observadas diferenças significativas entre o número de fendas e seu posicionamento base-topo da tora. O número médio de fendas variou entre 3,67 para o controle e 2,13 para o tratamento de 75% de desrama da copa viva da planta, ou seja, as toras das plantas que receberam tratamento de desrama apresentaram uma menor intensidade deste defeito. A base da tora apresentou maior número de fendas do que o topo no controle e nas intensidades de desrama de 12,5% e 25%, demonstrando haver redução nas tensões de crescimento com a desrama.

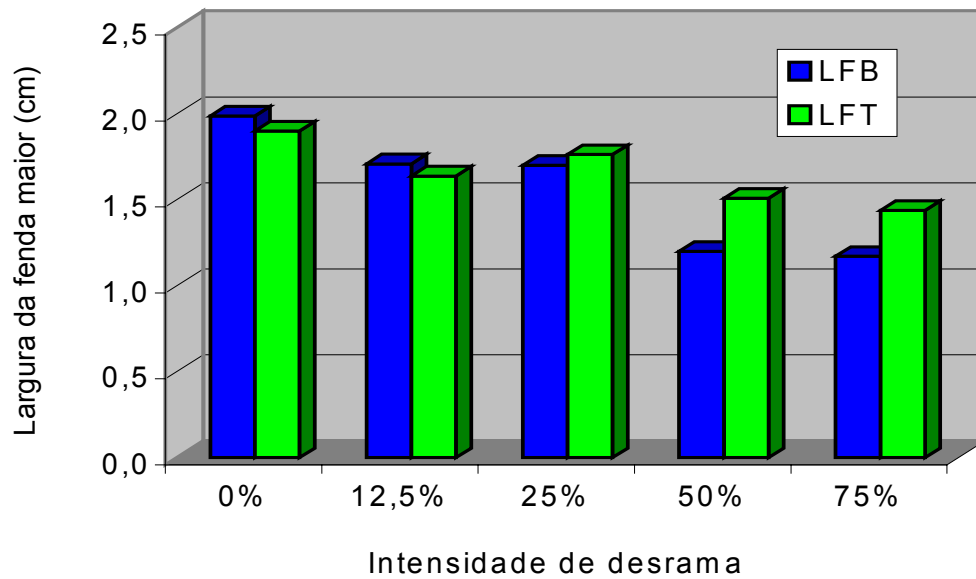
A largura média da maior fenda nas toras (Figura 4) decresceu ligeiramente com o aumento da intensidade de desrama artificial, variando entre 1,99 cm para o controle e 1,27 cm para o tratamento de desrama de 75% da copa viva da planta. De acordo com BURGER (1991), os galhos mortos são responsáveis pela formação de nós mortos. Os tecidos dos nós mortos no

tronco da planta não apresentam continuidade estrutural com os tecidos do tronco, gerando, possivelmente, tensões internas na tora, que favorecem o seu fendilhamento. Desta forma, parece haver relação entre o número e a largura de fendas com a intensidade da desrama artificial, ou seja, a maior intensidade de desrama promove maior homogeneidade de crescimento dos tecidos vivos e, conseqüentemente, menor número e largura de fendas nas extremidades das toras abatidas, pela redução das tensões de crescimento.



(FB – número de fendas da base; FT – número de fendas do topo)

Figura 3 – Número médio de fendas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.



(LFB – largura da fenda da base; LFT – largura da fenda do topo)

Figura 4 – Largura média da fenda maior da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, aos 92 meses de idade, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

4.2. Avaliação das tábuas

4.2.1. Espessura, comprimento e largura das tábuas

A espessura média das tábuas foi de 2,5 cm, não tendo sido observadas variações significantes na espessura das mesmas em razão da precisão de corte do equipamento, uma vez que se trata de uma serraria automatizada (Figura 5). O comprimento médio das tábuas foi de 3,83 m, com variações mínimas em torno desta média (Figura 6). O mesmo sucedeu com relação à largura das tábuas, cujo valor médio foi de 11,5 cm (Figura 7).



Figura 5 – Vista parcial da serraria da CAF Santa Bárbara Ltda, em Martinho Campos, MG.

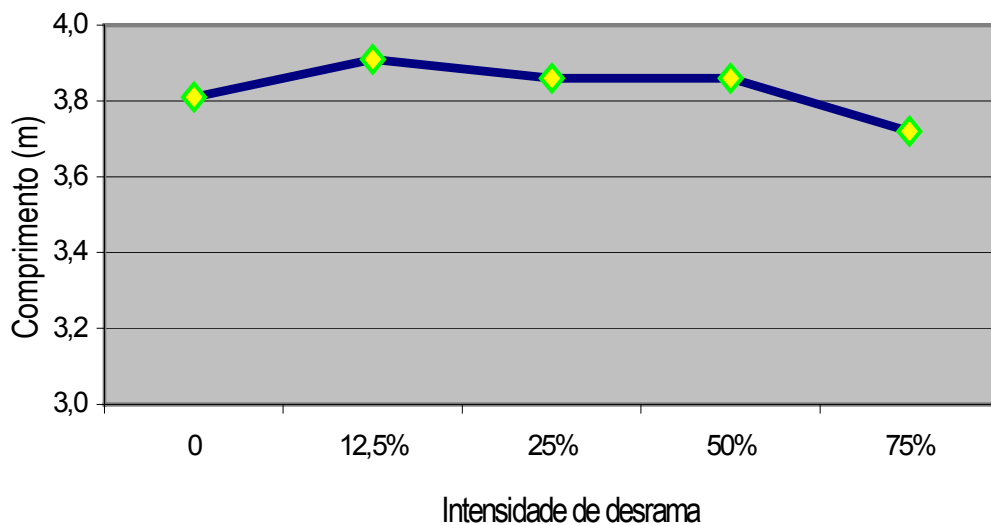


Figura 6 – Comprimento médio de tábuas obtidas do desdobro de toras verdes de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

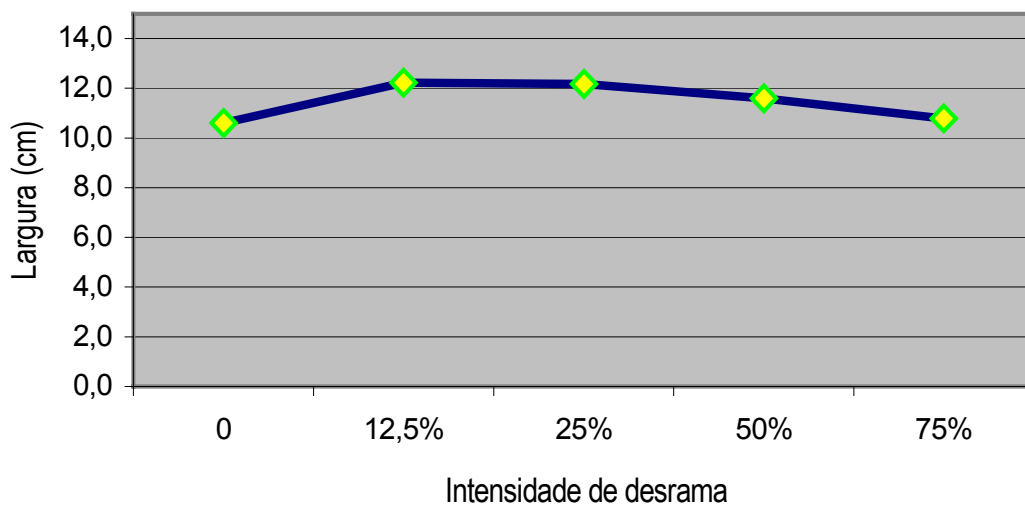


Figura 7 – Largura média de tábuas obtidas do desdobro de toras verdes de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

4.2.2. Nodosidades nas tábuas

O número e a área de nós vivos e mortos foram contabilizados separadamente na área correspondente à aplicação da desrama. Na área das tábuas que correspondeu ao tratamento de desrama da copa viva, obteve-se um número decrescente de nós vivos e mortos com a intensidade da desrama artificial, ou seja, a desrama foi eficiente para a redução do número de nós vivos e mortos nas tábuas avaliadas (Quadro 1 e Figura 8). Para o tratamento de 12,5%, o número médio de nós vivos por metro quadrado na área onde houve desrama foi, em média, de 8,60, contrastando significativamente com o tratamento de 75% de desrama, que apresentou 3,56 nós vivos por metro quadrado na área que sofreu desrama. Os resultados foram também similares para a ocorrência de nós mortos, que variou de 8,00 a 4,47 nós mortos por metro quadrado para os mesmos tratamentos. Estes resultados de desrama de eucalipto estão de acordo com COZZO (1976) que comenta que a principal finalidade da desrama artificial é a obtenção de madeira livre de nós.

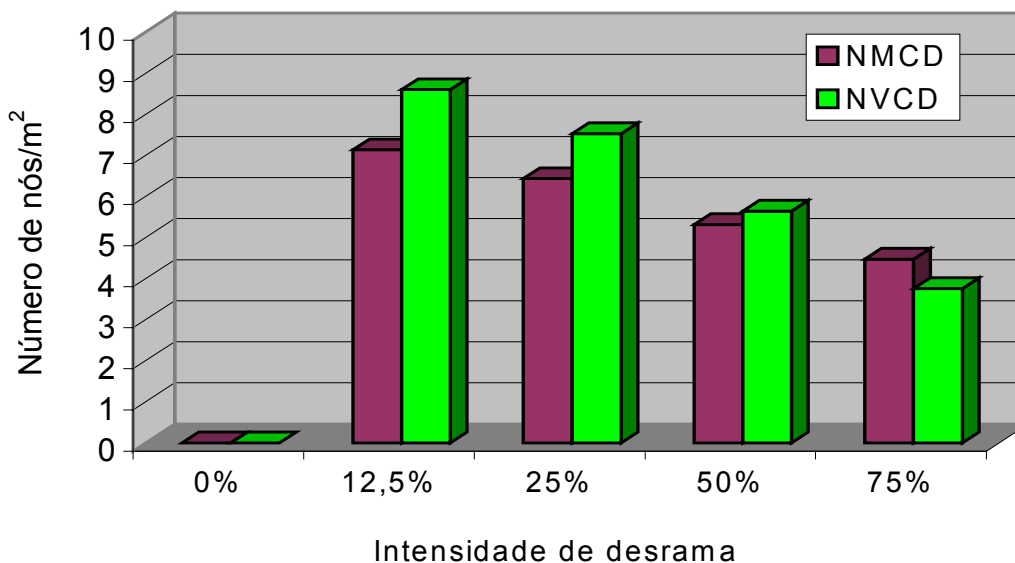
Na área das tábuas, na primeira tora, acima da altura da aplicação da desrama (Quadro 1), os tratamentos de desrama de 12,5% e 25% da copa viva apresentaram o número de nós vivos e mortos similares aos observados para o controle e os níveis de 12,5% e 25% de desrama, porém, contrastaram significativamente em relação aos tratamentos de desrama de 50% e 75% da copa viva. Existe a possibilidade de ter ocorrido indução de brotação lateral logo acima da altura de poda dos tratamentos de desrama de 50% e 75% da copa viva, em razão de ter ocorrido redução drástica da área foliar da planta e, portanto, ter ocorrido perda parcial da dominância apical.

Quadro 1 – Número médio de nós vivos e mortos, por metro quadrado, contabilizado separadamente na área onde se aplicou desrama em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis* submetidos a diferentes intensidades de desrama artificial.

Intensidade de desrama (%)	NVCD/m ²	NVSD/m ²	NMCD/m ²	NMSD/m ²
0		12,75 c		16,35 c
12,5	8,60 a	10,79 d	8,00 a	14,55 d
25	7,53 ab	13,13 c	6,43 b	15,15 cd
50	5,64 c	17,40 b	5,31 bc	24,74 b
75	3,56 d	20,58 a	4,47 c	35,66 a

NVCD – número de nós vivos por m² na área acima da altura da desrama, NVSD – número de nós vivos por m² na área acima da altura da desrama, NMCD – número de nós mortos por m² na área que sofreu desrama, NMSD – número de nós mortos por m² na área acima da altura da desrama.

*As médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

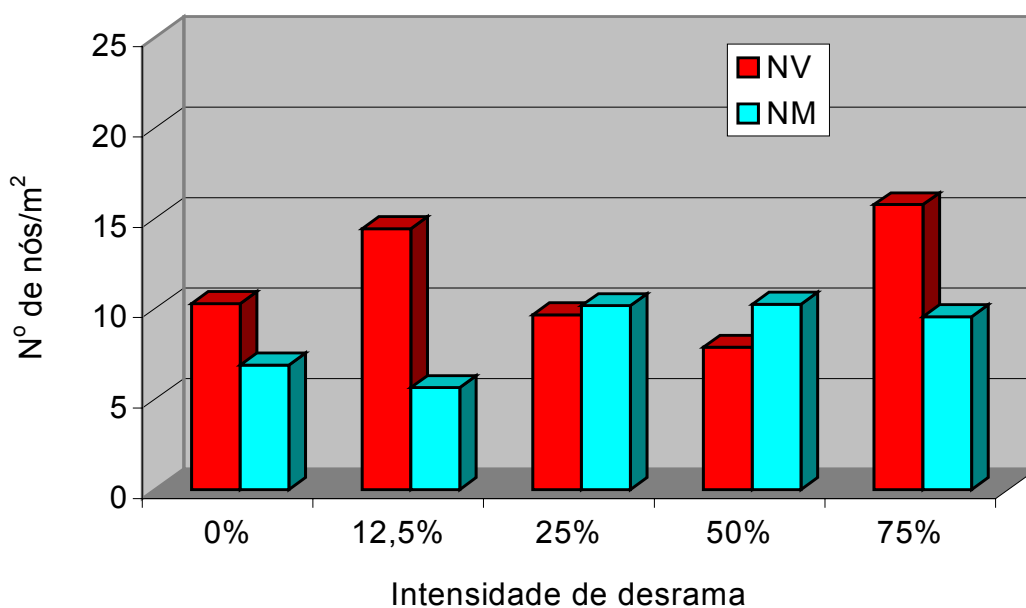


(NMCD – número de nós mortos por m² na área onde se aplicou desrama, NVCD – número de nós vivos por m² na área onde se aplicou desrama)

Figura 8 – Número de nós mortos e vivos, por metro quadrado, na área onde foi aplicada desrama, em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

Os tratamentos de desrama foram aplicados à copa viva das plantas com onze meses de idade e se estenderam apenas na primeira tora da árvore, ou seja, da segunda tora em diante, não houve tratamento de desrama artificial.

Na segunda tora, o número médio de nós vivos e mortos não apresentou relação com os níveis de desrama aplicados na base da árvore (Figura 9). Foram encontrados, em média, 11,60 nós vivos por metro quadrado e 8,51 nós mortos por metro quadrado. A avaliação da segunda tora foi necessária para termos um parâmetro confiável de comparação entre a primeira tora que sofreu diretamente a desrama artificial e a segunda tora que não sofreu desrama. Observando os resultados com aqueles apresentados nas figuras 8 e 9, pode-se afirmar que a desrama artificial foi decisiva para a diminuição das nodosidades nas toras da base da árvore, que receberam este tratamento, sugerindo a necessidade de uma programação de desrama futura se desejarmos a segunda e terceira toras isentas de nós.



(NV – nós vivos por m²; NM – nós mortos por m²)

Figura 9 – Número de nós mortos e vivos, por metro quadrado, em toda extensão das tábuas da segunda tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

4.2.3. Área média de nós vivos e mortos

A desrama artificial em maior extensão na copa da árvore promoveu decréscimo na área média de nós vivos e mortos das tábuas avaliadas, ou seja, a desrama foi proporcionalmente eficiente para a redução da área de nós vivos e mortos nas peças desdobradas (Quadro 2). Para o tratamento de 12,5%, a área média de nodosidades das tábuas de toras que sofreram desrama foi de 16,06 cm², correspondendo a 1,30% da superfície desramada média das tábuas e, contrasta significativamente com o tratamento de desrama de 75% da copa viva, que apresentou 11,51 cm² de nodosidades, correspondendo a 0,40% da superfície desramada média das tábuas. De acordo com a norma brasileira para classificação de madeira serrada de folhosas (BRASIL, 1983), considera-se defeito em tábua serrada quando a média da área de nós pela média da área da tábua for superior a 3%. Em relação à superfície das tábuas que sofreu desrama, não foram, então, encontrados defeitos significativos em relação a nodosidades.

Quanto menor a área total de nós nas tábuas, melhor classificada é a madeira (COZZO, 1976; ACOSTA, 1999). Apesar do controle não ter apresentado área média de nós que possa ser considerado defeito, a desrama da copa viva seria interessante para tornar a madeira apta para usos nobres, que requerem ausência de nodosidades. Apesar de muitas tábuas apresentarem nós de tamanho reduzido, é bom salientar que mesmo a presença de pequenos nós, principalmente mortos, reduzem o valor da tábua. Observando o Quadro 2, verifica-se que foi encontrado defeito na superfície acima da altura da desrama dos tratamentos de 50% e 75% da copa viva. Este resultado sugere a necessidade de uma segunda desrama para obtenção de uma tábua inteira sem nodosidades.

Quadro 2 – Área média de nós vivos e mortos contabilizados separadamente na área em que foi aplicada desrama (CD) e na área acima da altura de desrama (SD), em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

Intensidade de desrama	ANCD		ANSD	
	(%)	(cm ²)	(%)	(cm ²)
0			71,28 c	1,76
12,5	16,06 a	1,30	54,00 d	1,36
25	13,32 bc	0,78	73,88 c	2,46
50	14,07 b	0,45	102,36 b	6,47
75	11,51 d	0,40	121,12 a	8,12

ANCD – área média de nós na superfície das tábuas que sofreu desrama, ANSD – área média de nós na superfície das tábuas acima da altura da desrama, % - percentagem da área de nós em relação à área da tábua analisada.

*As médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferenciam significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.4. Corte limpo

O corte limpo indica a extensão da madeira desdobrada livre de defeitos, como protuberâncias, nós vivos e mortos, bolsas de resina e fendas. O corte limpo foi avaliado na superfície da tábua que sofreu desrama, na área da tábua acima da altura de desrama e em toda a extensão da tábua (Quadro 3). Observou-se diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial da copa para o corte limpo médio na superfície das tábuas advindas de toras que sofreram desrama, sendo que o corte limpo foi maior para maiores níveis de intervenção de desrama, variando de 22 cm para o controle até 133 cm para o tratamento de 75% de desrama artificial (Figura 10). Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas para o corte limpo médio na superfície das tábuas advindas de toras que não sofreram desrama. O corte limpo analisado em toda a extensão da tábua exibiu resultado similar ao da primeira situação, onde as maiores intensidades de desrama artificial promoveram maiores extensões de corte limpo. Para o corte limpo geral ou de

toda a extensão da tábua, os valores foram de 65 cm para o controle a 165 cm para o tratamento mais severo de desrama, este último valor corresponde a 43,2% da extensão total média das tábuas avaliadas. Baseando-se nos resultados do presente trabalho, pode-se inferir que quanto maior a área sujeita a desrama, maior será a extensão de corte limpo na madeira desdobrada.

O corte limpo é uma avaliação importante na classificação da madeira serrada, uma vez que quantifica a superfície limpa da tábua aproveitável para manufatura de produtos de maior valor agregado. De acordo com o presente experimento, a aplicação de 50% de desrama quando comparado com a desrama de 75% comprometeu pouco o crescimento da planta (ver Capítulo II), e obteve-se com a desrama de 50% da copa viva uma extensão de corte limpo quase seis vezes maior do que a encontrada em tábuas de árvores não desramadas.

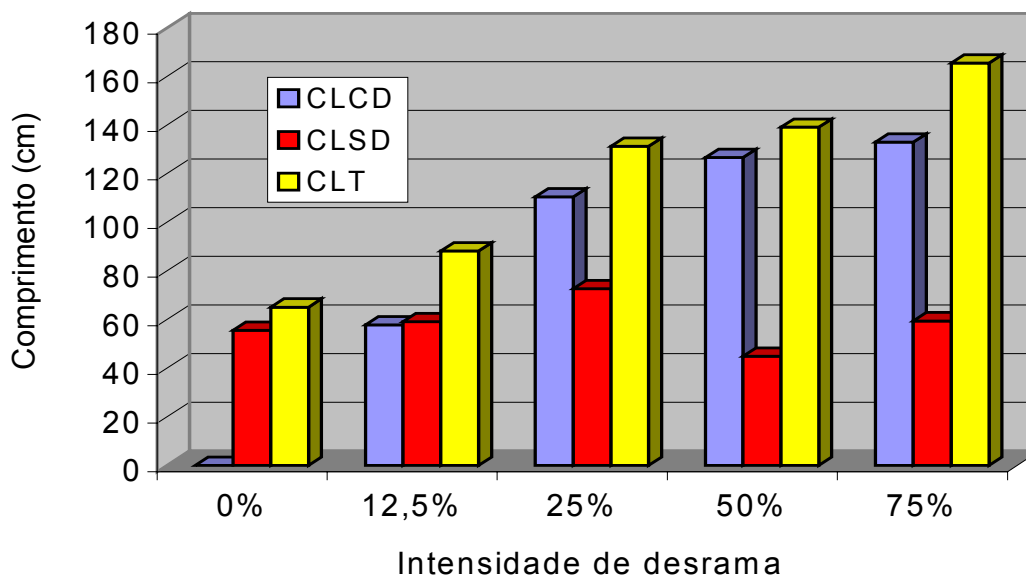
Estes resultados indicam que, mesmo que haja necessidade de se realizar a desrama mais de uma vez, a mesma deve se estender até a altura da árvore correspondente ao comprimento da tora que será retirada do campo.

Quadro 3 – Corte limpo médio, na área onde se aplicou desrama e na área acima da altura de desrama, em tábuas de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

Intensidade de desrama (%)	CLCD	CLSD (cm)	CLT
0	22,31 d	55,54 bc	65,14 d
12,5	57,88 c	59,13 b	88,25 c
25	110,50 b	72,69 a	131,31 b
50	126,65 ab	44,88 c	139,10 b
75	133,00 a	59,50 b	165,50 a

CLCD - corte limpo médio na área da tábua que sofreu desrama, CLSD - corte limpo médio na área da tábua acima da altura da desrama, CLT - corte limpo médio em toda a extensão da tábua

*As médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferenciam significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



(CLCD – corte limpo médio na extensão da tábua que sofreu desrama, CLSD – corte limpo médio na extensão da tábua acima da altura da desrama, CLT – corte limpo médio total)

Figura 10 – Extensão de corte limpo em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

4.2.5. Fendas e largura da maior fenda

O número de fendas nas tábuas (Figura 11) decresceu significativamente à medida que se aumentou a intensidade de desrama artificial. Não foi observada relação entre o número médio de fendas e o posicionamento destas quanto à posição base-topo na tábua. O número médio de fendas variou entre 1,69 para o controle e 0,50 para o tratamento de 75% de desrama da copa viva da planta.

O comprimento da maior fenda nas tábuas (Figura 12) também decresceu significativamente com a maior intensidade de desrama artificial. Não foi observada relação entre o comprimento da maior fenda nas tábuas e o posicionamento desta quanto à posição base-topo na tábua. O comprimento da maior fenda variou entre 12,29 cm para o controle a 6,00 cm para o tratamento

de 75% de desrama da copa viva. A largura das fendas nas tábuas, na parte basal, reduziu consideravelmente em intensidades de desrama superiores a 25%, enquanto para o topo não foi observada diferença nítida (Figura 13).

Os resultados referentes a fendas nas tábuas indicaram que o nó pode prejudicar as propriedades mecânicas da madeira, uma vez que, segundo PONCE (1976), a distorção das fibras ao redor do nó causa formação de um grã transversal que promove a criação de tensões responsáveis pelo surgimento de fendas

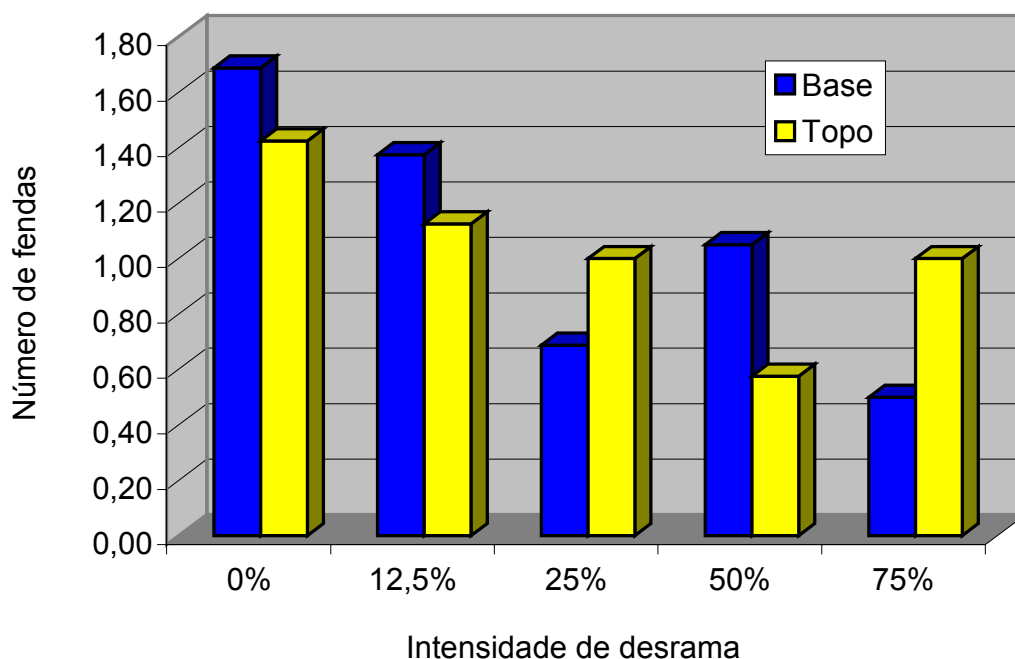


Figura 11 – Número médio de fendas em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

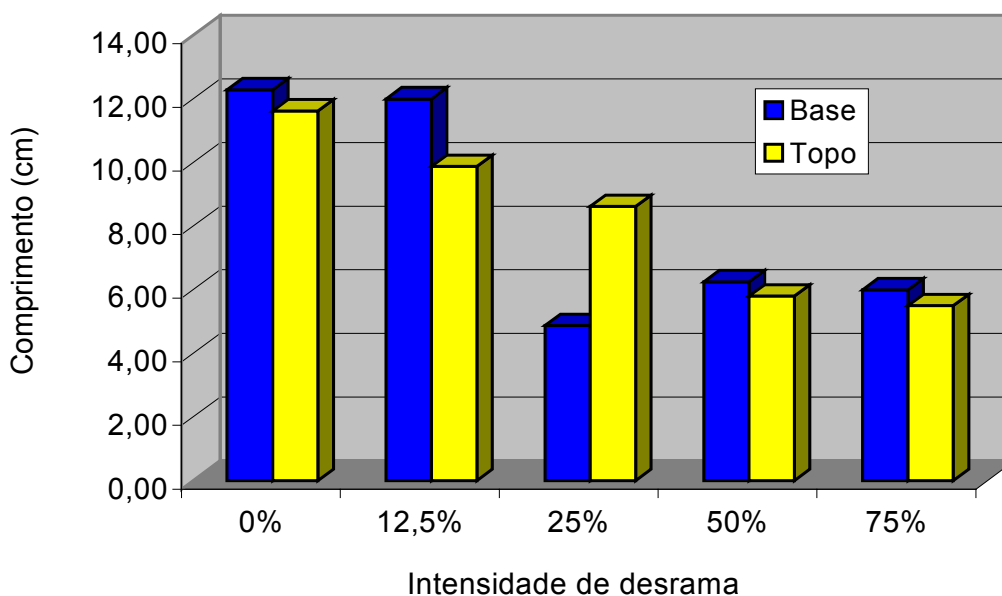


Figura 12 – Comprimento médio de fendas em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

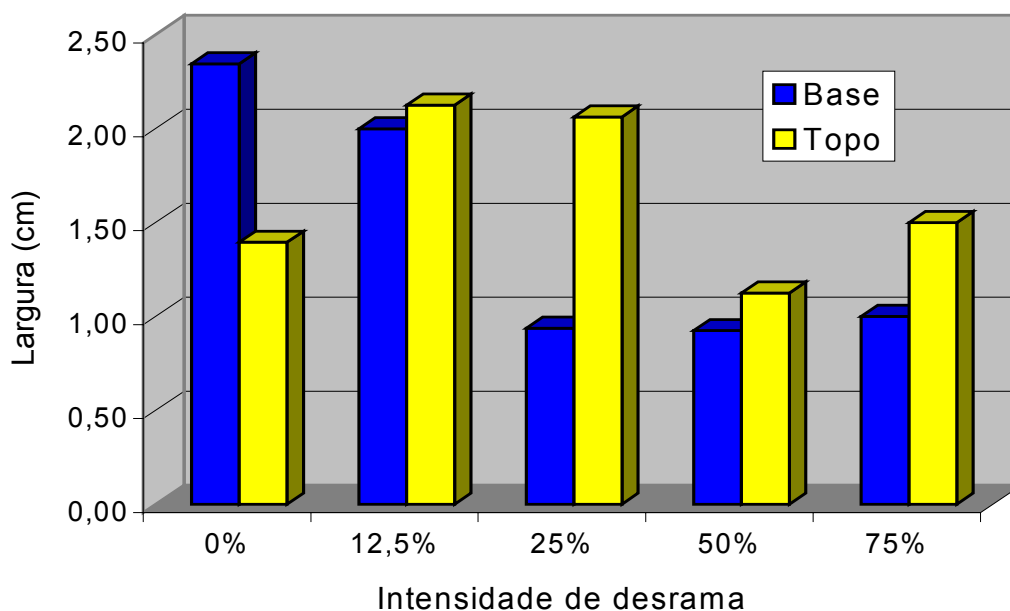


Figura 13 – Largura média de fendas em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

O número médio de fendas nas tábuas da segunda tora apresentou ligeira diferença entre dois grupos: os tratamentos controle e 12,5% versus os demais tratamentos (25%, 50% e 75%) de desrama artificial (Figura 14). Para o comprimento e a largura das fendas avaliadas na segunda tora (Figuras 15 e 16) não foi observada diferença significativa entre os tratamentos bem como entre a base e o topo das tábuas.

De modo geral, parece ter havido uma relação entre o número, comprimento e largura de fendas na primeira tora com a intensidade da desrama artificial, no sentido de que a maior intensidade de desrama promoveu maior homogeneidade nas linhas de crescimento da madeira e, possivelmente, menores tensões de crescimento, diminuindo então o número e dimensões de fendas nas toras que receberam tratamento de desrama artificial e, conseqüentemente, nas tábuas advindas do processamento destas toras.

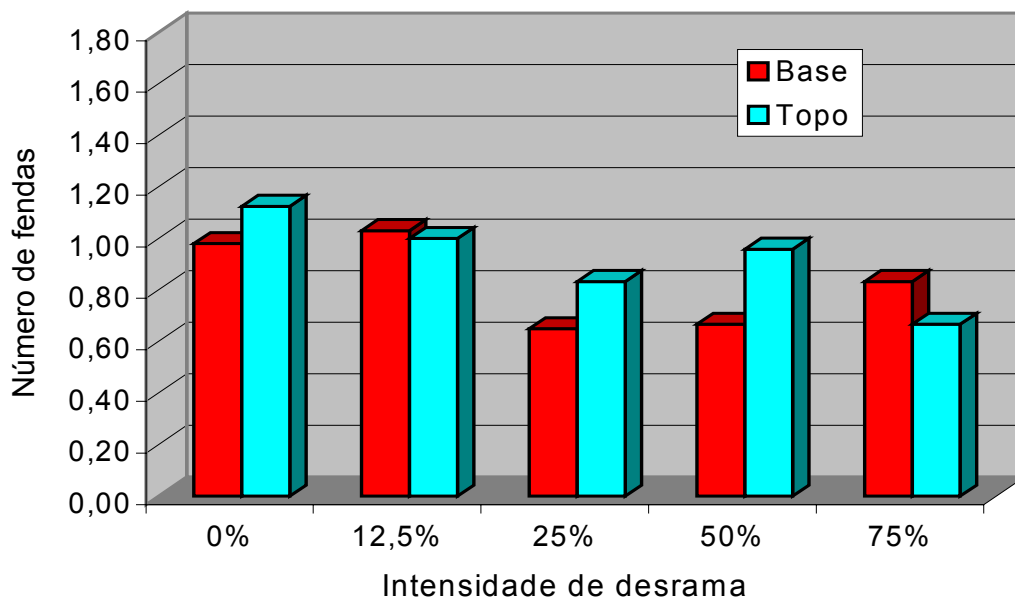


Figura 14 – Número médio de fendas em tábuas de *Eucalyptus grandis*, originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.

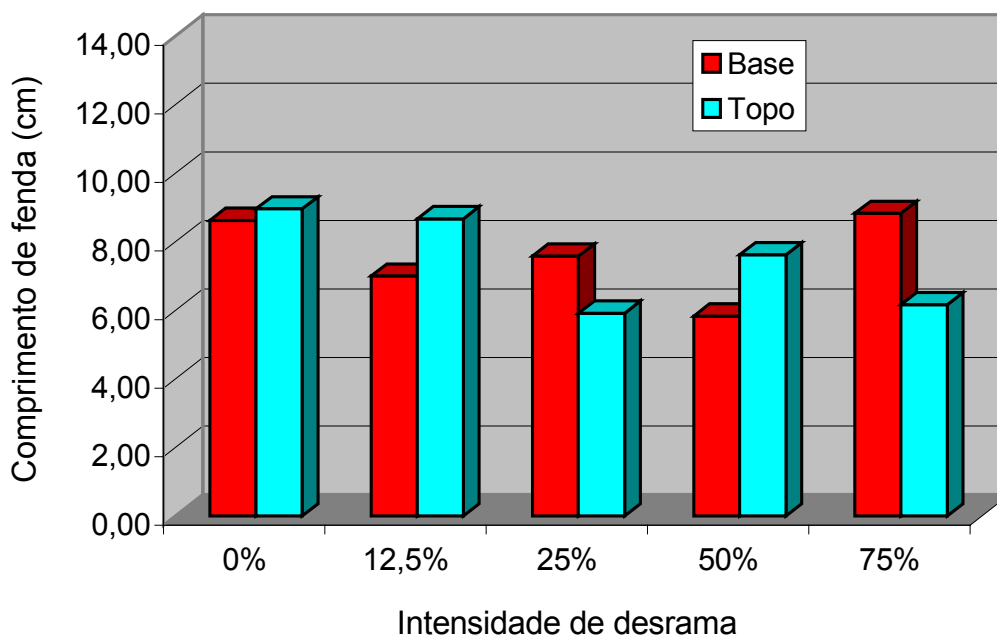


Figura 15 – Comprimento médio de fendas em tábuas de *Eucalyptus grandis*, originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.

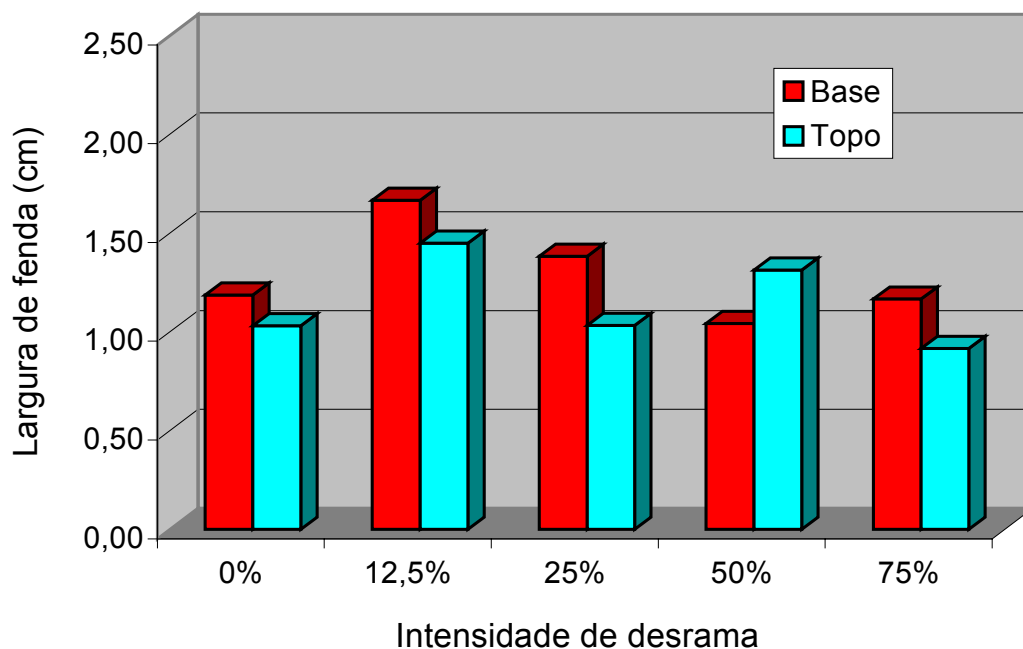


Figura 16 – Largura média de fendas em tábuas de *Eucalyptus grandis*, originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.

4.2.6. Bolsas de resina

O número médio de bolsas de resina decresceu ligeiramente com a intensidade da desrama artificial na copa viva da planta (Figura 17), variando de 0,84 bolsas por metro quadrado no controle a 0,22 bolsas por metro quadrado no tratamento de 75% de desrama da copa viva. Na avaliação da segunda tora (Figura 18), não foi observada relação entre os tratamentos de desrama e o número de bolsas de resina. De acordo com ZOBEL e BUIJTENEN (1994) e ASSIS (1999) existe relação entre a formação de bolsas de resina e a presença de nós decorrentes da morte de galhos não desramados. Os nós mortos podem apresentar acúmulo de resina ou de outros materiais que influenciam diretamente a cor e a dureza da madeira, prejudicando o seu uso para fins mais nobres, como para a fabricação de móveis.

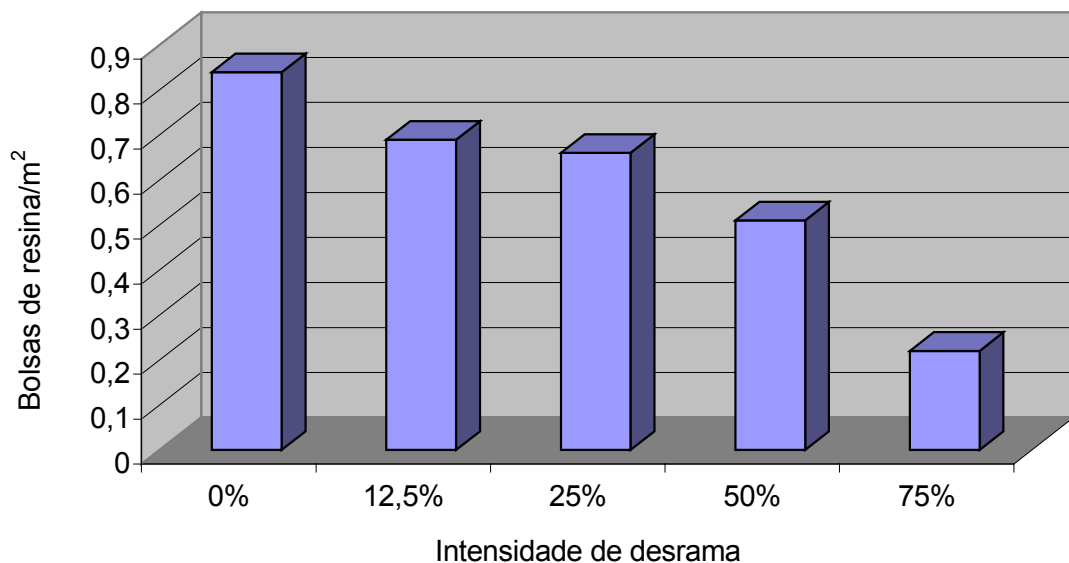


Figura 17 – Número médio de bolsas de resina, por metro quadrado, em tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

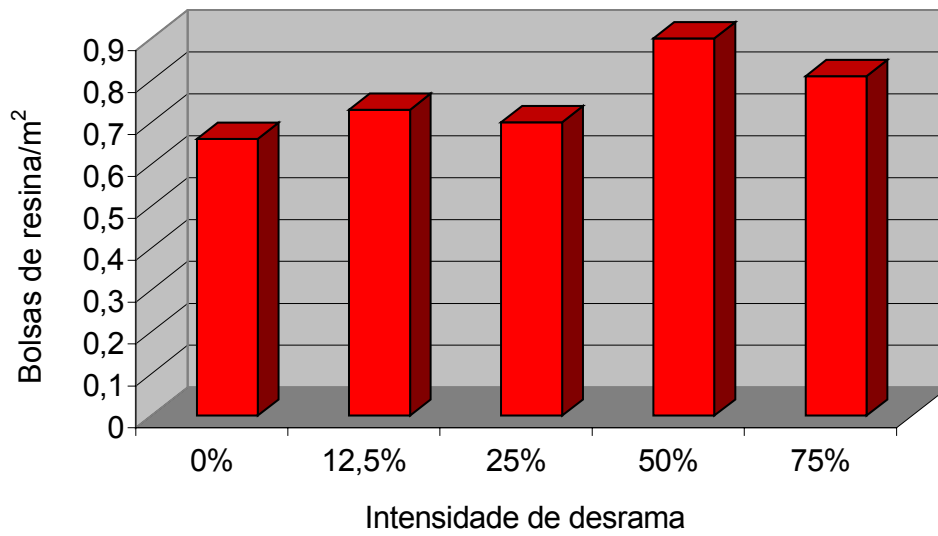


Figura 18 – Número médio de bolsas de resina, por metro quadrado, em tábuas de *Eucalyptus grandis*, originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.

No presente experimento, durante a coleta de dados na serraria, em Martinho Campos, MG, foram observados nós mortos associados com bolsas de resina, conforme ilustrado na Figura 19.



Figura 19 – Nós mortos associados com bolsas de resina, em tábuas de *Eucalyptus grandis*, na serraria da CAF Santa Bárbara Ltda, em Martinho Campos, MG.

4.2.7. Arqueamento e encurvamento

Após o desdobro, as tábuas foram avaliadas quanto ao arqueamento e encurvamento (Figura 20), e não foi detectado defeito nas tábuas de acordo com a norma brasileira para classificação de madeira serrada de folhosas (BRASIL, 1983), que considera defeito quando as tábuas apresentam um desvio maior que 0,5% para arqueamento e encurvamento. Os resultados apresentados na Figura 20 denotam redução no arqueamento com o aumento da intensidade de desrama artificial da copa da árvore. Esses valores de arqueamento das peças desdobradas variaram entre 0,41% e 0,31%. Para o encurvamento, esta relação foi um pouco mais acentuada, com valores entre 0,37% para o controle e 0,06% para o tratamento de 75% de desrama artificial.

Estes defeitos, também, foram avaliados na segunda tora da árvore (Figura 21), cujos tratamentos de desrama não atingiram essa porção da árvore. Nesta segunda tora, não houve correlação entre o arqueamento e encurvamento e a intensidade de desrama artificial.

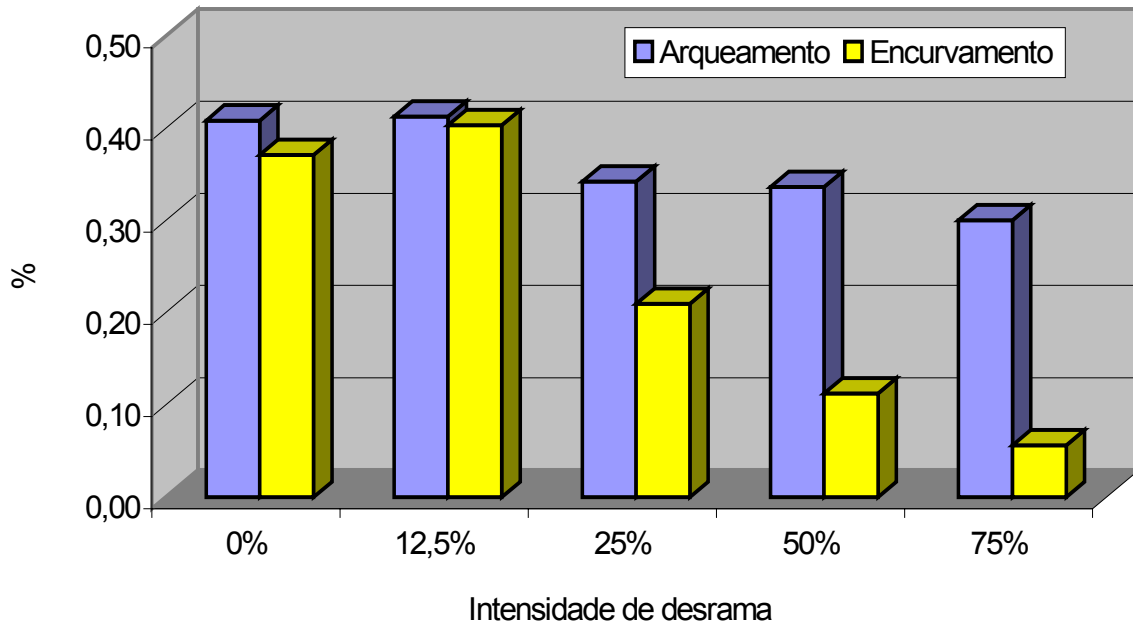


Figura 20 – Arqueamento e encurvamento de tábuas da primeira tora de *Eucalyptus grandis*, de árvores submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial.

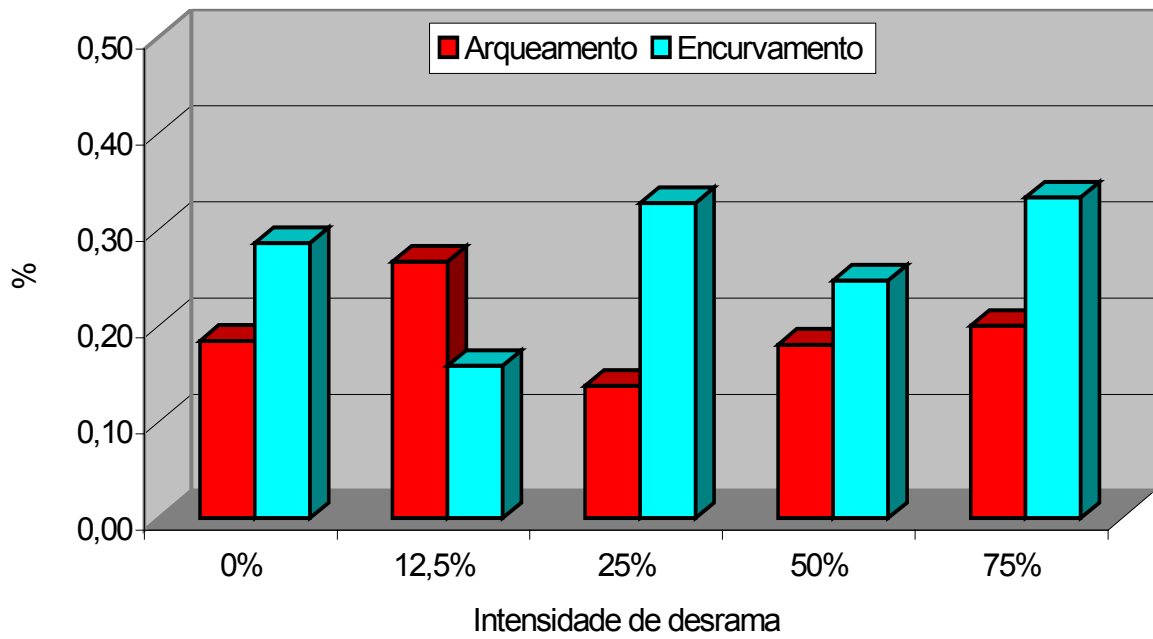


Figura 21 – Arqueamento e encurvamento de tábuas de *Eucalyptus grandis*, originadas da segunda tora, que não sofreu desrama artificial.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A desrama artificial foi aplicada em dezembro, aos 11 meses de idade, em árvores de *Eucalyptus grandis*, estabelecidas em Dionísio, MG. Os níveis de desrama consistiram na remoção dos galhos vivos correspondentes a 0; 12,5; 25; 50 e 75% da altura da copa das árvores.

Após o abate de 107 árvores de *Eucalyptus grandis*, aos noventa e dois meses, em Dionísio, MG, as toras de 3,60 m e 4,00 m de comprimento e diâmetro mínimo de 10 cm na ponta foram extraídas, transportadas e armazenadas, no pátio da serraria, localizada em Martinho Campos, MG. O tempo entre o abate das árvores e o processamento na serraria foi de dez dias.

O efeito da desrama artificial sobre a qualidade da madeira foi avaliado nas toras e nas tábuas, onde foram observados os defeitos de crescimento (conicidade, encurvamento e achatamento) e fendas, além de nodosidade, corte limpo e bolsas de resina.

Os principais resultados e conclusões deste trabalho foram:

- Não houve defeito significativo de crescimento nas toras e tábuas, de acordo com a norma brasileira de classificação de madeira serrada (BRASIL, 1983), porém, houve tendência de redução da conicidade das toras com o aumento da intensidade de desrama.
- O número de fendas nas toras decresceu com o aumento da intensidade de desrama da copa (3,67 fendas nas toras do controle e 2,13 fendas nas toras do tratamento com desrama de 75%).

- A desrama foi eficiente em reduzir nós vivos e mortos nas tábuas; a extensão do corte limpo também aumentou substancialmente com a intensidade da desrama (65 cm para o controle e 165 cm para a desrama de 75%).
- As fendas, as bolsas de resina e o encurvamento das tábuas decresceram com a intensidade da desrama, ao passo que o arqueamento não foi afetado.
- A desrama artificial parece ter efeito na redução das tensões internas da madeira, reduzindo defeitos de crescimento e número e dimensões de fendas.
- A desrama artificial reduziu substancialmente o número de nós, aumentando a extensão do corte limpo da madeira, agregando maior valor ao produto final.
- A desrama artificial melhorou substancialmente a qualidade da madeira como um todo, devendo, portanto, ser usada no manejo de povoamentos de eucalipto para produção de madeira para serraria e fabricação de móveis.

CONCLUSÕES GERAIS

- O potencial hídrico, a condutância estomática, a transpiração e a radiação fotossinteticamente ativa variaram ao longo dos estratos da copa de *Eucalyptus grandis*, indicando a possibilidade de uso dessas variáveis na definição da intensidade de desrama artificial a ser aplicada.
- A remoção da parte basal da copa viva pode favorecer a sobrevivência das plantas em sítios com deficiência hídrica.
- A remoção de 25% ou mais da copa viva na base da planta de um ano de idade, com arquitetura similar ao do material genético estudado, pode comprometer o seu crescimento, em razão de haver a eliminação de, no mínimo, 40% da sua área foliar.
- A desrama artificial favoreceu a obtenção de uma maior extensão de madeira limpa, isenta de defeitos de crescimento, ou seja, obteve-se menor volume de madeira em razão da redução no crescimento, mas de melhor qualidade. De maneira geral, a desrama artificial favoreceu a melhoria da qualidade da madeira na medida em que houve redução no encurvamento e conicidade das tábuas, número e tamanho de fendas, bolsas de resina e nós vivos e mortos.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, I., VAN HEURCK, P., BURBIDGE, T. Impact of frequency and intensity of defoliation on growth of *Eucalyptus marginata*: an experimental study with saplings. **Forest Ecology and Management**, v.56, n.3, p.175-183, 1993.
- ACOSTA, M.S. Experiência Argentina en la producción y utilización de la madera de eucalipto. In: WORKSHOP SOBRE TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: SIF. 1999. p.15-19.
- ADLARD, P.G. Quantitative effects of pruning *Pinus patula* in Malawi. **Commonwealth Forestry Review**, v.48, n.4, p.339-349, 1969.
- AGUIAR, O.J.R. **Métodos para controle das rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus grandis* visando a produção de lâminas por desenrolamento**. Piracicaba, ESALQ/USP. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1986.
- ASSINI, J.L., AZEREDO, N.R.S. Desempenho de um conjunto de serras de fita geminada e simples e canteadeira dupla no processamento de *Pinus* sp. **Boletim Técnico Instituto Florestal**, v.38, n.2, p. 127-141, 1984.
- ASSIS, T.F. Aspectos do melhoramento de *Eucalyptus* sp. para a obtenção de produtos sólidos da madeira. In: WORKSHOP SOBRE TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: SIF. 1999. p.61-65.

- BANDARA, G.D., WHITEHEAD, D., MEAD, D.J., MOOT, D.J. Effects of pruning and understorey vegetation on crown development, biomass increment and above-ground carbon partitioning in *Pinus radiata* trees growing at a dryland agroforestry site. **Forest Ecology and Management**, v.124, p.241-254, 1999.
- BARRICHELO, L.E.G, BRITO, J.O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea*. **IPEF**, v.18, p.81-102, 1979.
- BARRICHELO, L.E.G. *Pinus caribaea*: principais características da madeira sob o ponto de vista tecnológico. **IPEF**, Piracicaba, v.85, p.1-12, 1980 (Circular técnica).
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., CARDOSO, J.R., MACEDO, P.R.O. Algumas relações solo-espécie de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.1-24.
- BASCUR, G., OLIVA, M.A., LAING, D. Termometria infrarroja en selección de genótipo de *Phaseolus vulgaris* resistentes a la sequia. Crecimiento y productividad. **Agronomy Journal**, v.77, p.889-892, 1985.
- BERENHAUSER, H. Importância da poda de *Pinus* spp. para a produção de madeira de melhor qualidade. **Floresta**, v.2, n.3, p.33-35, 1976.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- BLAD, B.L., BAVER, A., HATFIELD, J.L., KANEMASU, E.T. Influence of water and nitrogen levels on canopy temperatures of winter wheat grown in the North American Great Plains. **Agricultural Forest Meteorology**, v.44, p.159-173, 1988.
- BLAKE, T.J., SUITER FILHO, W. Drought tolerance, growth partitioning and vigour in *Eucalyptus* sp. seedling and rooted cuttings. **Tree Physiology**, v.4, p.315–342, 1988.
- BRASIL, I.B.D.F. **Norma para classificação de madeira serrada de folhosas**. Brasília: Brasiliense, 1983. 67p.
- BRASIL, M.A.M. Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* em três regiões do estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Florestal**, v.36, n.1, p.9-17, 1982.
- BURGER, L.M., RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 155p.

- CARLSON, R., MONEM, N.N., ARJMAND, P.R. Leaf conductance and leaf-water potential relationship for two soybeans cultivars growing under controlled irrigation. **Agronomy Journal**, v.71, p. 320–326, 1979.
- CLAWSON, K.L., BLAD, B.L. Infrared thermometry for scheduling irrigation of corn. **Agronomy Journal**, v.74, p. 311-316, 1982.
- CONTRERAS, C.E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região do cerrado em Minas Gerais**. Viçosa, MG. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- COWN, D.J. Effects of severe thinning and pruning treatments on intrinsic wood properties of young *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.3, n.3, p.379-389, 1973.
- COWN, D.J. Partial defoliation and wood properties of five years old *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.7, n.2, p.192-198, 1977.
- COZZO, D. **Tecnologia de la forestación en Argentina y América Latina**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sul, 1976. 610p.
- CUNHA NETO, F.R. Modelo para predição da produção por classe de diâmetro para *Eucalyptus grandis*. **Revista Cerne**, v.1, p.108-122, 1994.
- DABRAL, B.G., RATURI, A.S. Water consumption by *Eucalyptus*. **The Indian Forestry**, v.111, p.1053-1070, 1985.
- DROPPELMANNA, K.J., BERLINER, P.R. Biometric relationships and growth of pruned and non-pruned *Acacia saligna* under runoff irrigation in northern Kenya. **Forest Ecology and Management**, v.126, p.349-359, 2000.
- DWYER, L.M., STEWART, D.W. Indicator water stress in corn (*Zea mays*) **Canadian Journal Plant Science**, v. 64, p.537–546, 1984.
- ELLIOTT, G.K. Wood density in conifers. **Technical Communication - CAB**, Oxford, v.8, p.1-44, 1970.
- ENDO, M., MESA, G.V. Results of a pruning trial with *Pinus patula* in Colombia. **IPEF**, v.2, p.45-49, 1992.
- ENGLERTH, G.H. **Framework of qualitative relationships in wood utilization**. Madison: Forest Products Laboratory, 1966. 18p.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.
- FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.

- FISHWICK, A.R. **Silvicultura geral**. Curitiba, Imprensa universitária: Universidade Federal do Paraná, 1972. 45p. (Apostila)
- FONSECA, J.S., MARTINS, G.A. **Curso de estatística**. São Paulo: Atlas, 1994. 317p.
- FREITAS, S., BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi Guaçu, São Paulo. **IPEF**, v.47, n.1, p. 29-35, 1994.
- GALVÃO, F. **Variação sazonal da fotossíntese líquida e respiração de *Cabralea canjerana*, *Ilex paraguariensis* e *Podocarpus lambertii* em função da intensidade luminosa e temperatura**. Curitiba, PR. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 1986.
- GARLET, V.N. **Influência do espaçamento das árvores de *Eucalyptus grandis* na qualidade da madeira para a produção de polpa celulósica Kraft**. Viçosa, MG. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GHOLZ, H.L., EWEL, K.C., TESKEY, R. Water and forest productivity. **Forest Ecology and Management**, v.30, p.1-18, 1990.
- GLADE, J.E. **Prognose de volume por classes diamétricas para *Eucalyptus grandis***. Curitiba, UFPR. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 1986.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- GONÇALVES, M.R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura de copa em cinco espécies de *Eucalyptus* spp. sob dois regimes hídricos**. Viçosa, MG. 84p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- GRACE, J.B., TILMAN, D. **Perspectives on plant competition**. San Diego, Academic Press, 1990. 484p.
- JACKSON, N.A., WALLACE, J.S., ONG, C.K., Tree pruning as a means of controlling water use in agroforestry system in Kenya. **Forest Ecology and Management**, v.126, p.133-148, 2000.

- JANKOWSKY, I.P., AGUIAR, O.J.R. Manufatura de painéis compensados com *Eucalyptus*: caracterização de diversas espécies. **Revista Floresta**, v.14, n.1, p.1-34, 1983.
- JOHNSON, D.R, GRAYSON, A.J., BRADEY, R.T. **Planejamento florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977. 798p.
- KIRKHAM, M.B., WASSON, C.E., KANEMASU, E.T. Canopy temperature of drought sensitive genotypes of maize. **Maydica**, v.29, p.287-303, 1984.
- KOCH, P. **Utilization of the southern pines**. Washington: USDA/Forest service, 1972. 103p.
- KOZLOWSKI, T.T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press, 1971. 514p.
- KOZLOWSKI, T.T. Tree physiology and forest pests. **Journal Forestry**, v.67, n.2, p.118-123, 1969.
- KOZLOWSKI, T.T. Water supply and tree growth: water deficits. **Forest Abstract**, v.43, p.57-95, 1982.
- KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J., PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of wood plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657p.
- KRAMER, P.J., KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- LADEIRA, B.C. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma sequência de idades**. Viçosa, MG. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- LADIGES, P.Y. Variation in drought resistance in adjacent edaphic populations of *Eucalyptus viminalis*. **Australian Journal Ecology**, v.1, p.67–76, 1976.
- LANGE, P.W., RONDE, C., BREDENKAMP, B.V. The effects of different intensities of pruning on the growth of *Pinus radiata* in South Africa. **South African Forestry Journal**, v.143, p.30-36, 1987.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**: ecophysiology and stress physiology of functional groups. London: Academic Press, 1995. 495 p.
- LEITE, H.G. **Ajuste de um modelo de estimação de frequência e produção por classe de diâmetro para povoamentos de *Eucalyptus saligna***. Viçosa, MG, 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.

- LELES, P.S.S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos.** Viçosa, MG. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LELES, P.S.S., REIS, G.G., REIS, M.G.F., MORAIS, E.J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, v.22, p.41-50, 1998.
- LIMA, E.S. Novos rumos e desafios da indústria moveleira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1998, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte: SIF. 1998. p.65-66.
- LOPES, C.A.C. **Propriedades físico-mecânicas e usos comuns de espécies de madeira da Amazônia.** Belém: SUDAM, 1983. 97p.
- LUCKHOFF, H.A. The effect of live pruning on the growth of *Pinus patula*, *Pinus caribaea* and *Pinus taeda*. **South African Forestry Journal**, v.18, p.25-55, 1949.
- MAESTRI, R.M. Um sistema de predição do crescimento e produção para povoamentos de acácia negra. **Revista Árvore**, v.19, n.3, p.358-381, 1996.
- 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.
- MEYER, B.S., ANDERSON, D.B., BÖHNING, R.H. **Introduction to plant physiology.** New York: Van Nostrand, 529p., 1960.
- MONTAGNA, R.G., FERNANDES, P.S. Peso de matéria seca, densidade básica e dimensões de fibras de *Pinus caribaea*. **Silvicultura em São Paulo**, v.13, p.23-32, 1980.
- MONTAGNA, R.G., FERNANDES, P.S., ROCHA, F.T. Influência da poda de galhos sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*. **Silvicultura em São Paulo**, v.10, p.89-100, 1976.
- MONTAGNA, R.G., FERNANDES, P.S., ROCHA, F.T., COUTO, H.T.Z. Influência da poda de galhos sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii*. **Revista Florestal**, v.2, p.157-169, 1990.
- MOREIRA, I.P.S. **Poda em silvicultura avançada.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993, 18p. (Monografia)

- MUNER, T.S. **Influência de diferentes intensidades de desbaste na qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft.** Piracicaba, ESALQ/USP. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1983.
- 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.
- NAHUZ, M.A.R., FRANCO, N., FIGUEROA, F.M.Z. Uso estrutural da madeira de eucalipto: a experiência do IPT. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1998, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte: SIF. 1998. p.125-127.
- O'TOOLE, J.C., LOZBUN, J., WALLACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. **Physiology Plantarum**, v.40, p.111-114, 1977.
- OLIVA, M.A., LOPES, N.F., FAÇANHA, J.G.V. Avaliação da resistência à seca de *Eucalyptus* spp., mediante termometria a infravermelho. **Revista Árvore**, v.8, p.112-122, 1984.
- OLIVA, M.A., LOPES, N.F., GOMES, M.M.S. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, v.13, p.19-33, 1989.
- OLIVEIRA NETO, S.N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* em resposta à adubação e ao espaçamento.** Viçosa, MG. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- OLIVEIRA, J.T.S. Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de eucalipto. In: WORKSHOP SOBRE TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: SIF. 1999. p.47-50.
- PARSONS, R.F. Physiological and ecological tolerances of *Eucalyptus* spp. to edaphic factors. **Ecology**, v.50, p.383-390, 1969.
- PEREIRA, J.S., KOZLOWSKI, T.T. Leaf anatomy and water relations of *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus globulus* seedlings. **Canadian Journal Botanical**, v.54, p.2858-2880, 1976.
- PONCE, R.H. Eucalipto como madeira serrada: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1. 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p.51-60.

- PONCE, R.M. Produção de madeira de qualidade para processamento mecânico. **Silvicultura**, São Paulo, v.10, p.89-100, 1976.
- RAGHAVENDRA, A.S. **Physiology of trees**. New York: Praeger, 1991. 509p.
- REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: **Fisiologia vegetal I**, São Paulo: EPU, v.1, 1985. 361p.
- REICOSKY, D.C., DEATON, D.E., PARSONS, J.E. Canopy air temperature and evaporation from irrigated stressed soybeans. **Agricultural Forest Meteorology**, v. 21, p.21–35, 1980.
- REIS, G.G., REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1, 1993, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1993. p.161-172.
- ROCHA, J.C.O. **Influência da seca de ponteiros na seleção de modelos volumétricos para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus citriodora***. Viçosa, MG. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- SANCHEZ ACOSTA, M. Estado de la tecnologia en usos no tradicionales de la madera de eucalipto en el mercosur y otros países. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1998, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte: SIF. 1998. p.82-105.
- SCHILLING, A.C., SCHNEIDER, P.R., HASELEIN, C., FINGER, C.A.G. Influência da desrama sobre a densidade da madeira do primeiro desbaste de *Pinus elliottii*. **Ciência Florestal**, v.7, n.1, p.77-90, 1997.
- SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HOPPE, J.M. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* implantado em solo pobre, no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.9, p.35-46, 1999.
- SCHULZE, E.D., ROBICHAUX, R.H., GRACE, J., RUNDEL, P.W. Plant water balance. **Bioscience**, v.37, p.30-37, 1987.
- SILVA, M.A. **Simulação do ataque de formigas cortadeiras e seus efeitos no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis***. Viçosa. MG. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- SINCLAIR, R. Water potential and stomatal conductance of three *Eucalyptus* spp. in the mount lofty ranges, South Australia: responses to summer drought. **Australian Journal Ecology**, v.28, p.501-510, 1980.
- SLATYER, R.O. **Plant water relationships**. New York, Academy Press, 1967. 296p.

- SOUSA, R.N. **Efeito de dois espaçamentos na produção em peso e volume de *Eucalyptus grandis***. Viçosa, MG. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- SPELTZ, G.E., DISSMAN, W. Aspectos econômicos da desrama artificial em pinus tropicais. In: 3º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2, 1980, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR, 1980. p.311-314.
- STOHR, G.W.D., BAGGIO, D., FABER, J. Influência da poda verde no incremento em altura, diâmetro e volume de um povoamento de *Pinus* spp. com 5 e 11 anos de idade no sul do Brasil. Curitiba: **FUPEF**, 1982. 23p. (Série técnica, 10).
- STOHR, G.W.D., BAGGIO, D., FABER, J. Influência de la poda verde en el crecimiento de *Pinus taeda* en Paraná – Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FLORESTALES, 1, 1987, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, Argentina, 1987. p.197-204.
- STREET, H.E. e OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas – crescimento e desenvolvimento**. São Paulo, Polígono, 1974. 315p.
- SUTCLIFFE, J.F. **As plantas e a água**. São Paulo, EPU, 1980. 126p.
- URREGO, J.B. **Evaluación de las respuestas en crecimiento a varias intensidades de poda en *Pinus patula***. Medellín, Colombia. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidad Nacional de Colombia, 1988.
- VITAL, B.R., DELLA LUCIA, R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, v.11, n.2, p.132-140, 1987.
- ZOBEL, B.J., VAN BUIJTENEN, J.P. **Wood variation - Its causes and control**. New York: Suny College of Environmental Science and Forestry, 1994. 349p.