



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS

**CORRELAÇÕES DA ALTURA E DIÂMETRO COM TENSÕES DE
CRESCIMENTO EM ÁRVORES DE *EUCALYPTUS CITRIODORA* Hook
E *EUCALYPTUS UROPHYLLA* S. T. Blake**

Maria da Penha Moreira Gonçalves

Sob a orientação do professor

ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

Seropédica, Rio de Janeiro

2007

MARIA DA PENHA MOREIRA GONÇALVES

**CORRELAÇÕES DA ALTURA E DIÂMETRO COM TENSÕES DE
CRESCIMENTO EM ÁRVORES DE *EUCALYPTUS CITRIODORA* Hook
E *EUCALYPTUS UROPHYLLA* S. T. Blake**

“Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.”

Sob a orientação do professor

ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

Seropédica, Rio de Janeiro

2007

**CORRELAÇÕES DA ALTURA E DIÂMETRO COM TENSÕES DE
CRESCIMENTO EM ÁRVORES DE *EUCALYPTUS CITRIODORA* Hook
E *EUCALYPTUS UROPHYLLA* S. T. Blake**

MARIA DA PENHA MOREIRA GONÇALVES

APROVADA EM: 28 /06 / 07

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho - DPF/IF/UFRRJ

(Orientador)

Prof. Dr. Roberto Carlos Costa Lelis - DPF/IF/UFRRJ

Prof^a. Dr^a. Rosilei Aparecida Garcia - DPF/IF/UFRRJ

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo, por isto que chamamos de vida existir, pela força, benção e orientação para viver.

Aos meus pais Celestino e Ana Maria, pela contribuição, apoio e incentivos dados e ao meu esposo Eliézer pelo companheirismo e contribuição na execução desse projeto.

A todos meus familiares, em especial minhas tias; Irene, Juliana e Zenaide, pela ajuda e apoio, contribuindo para esta vitória.

Ao professor Alexandre Monteiro de Carvalho pela orientação, apoio, estímulo e confiança.

Aos professores Jorge Mitiyo Maêda, Fátima C. M. Pina-Rodrigues, Hugo Barbosa Amorim e Jorge Jacob Neto pelas orientações e amizade nesses cinco anos de graduação.

Aos colegas de graduação, Daniele, Jorge Tadeu e Pedro pela contribuição na execução desse trabalho, e em especial a amiga Beth, pelo companheirismo e apoio que de muito me valeram durante toda a graduação.

Ao Proic – UFRRJ pela bolsa de pesquisa e à Faperj pelo auxílio financeiro na concretização do projeto.

A todos os amigos não citados que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a conquista dessa vitória.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Tensões de crescimento	2
2.2. Efeitos das tensões de crescimento.....	4
2.3. Fatores relacionados às tensões de crescimento.....	5
2.4. Técnicas empregadas na redução do efeito das tensões de crescimento	7
2.5. O método não-destrutivo de medições das tensões de crescimento	8
2.6. Informações sobre as espécies estudadas.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Material.....	10
3.2. Avaliações realizadas nas árvores	10
3.3. Análise dos resultados	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. <i>Eucalyptus citriodora</i>	12
4.2. <i>Eucalyptus urophylla</i>	17
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

RESUMO

O uso múltiplo das florestas plantadas pelo setor industrial de base florestal vem aumentando gradativamente. Hoje, a utilização da madeira de eucalipto para fins mais nobres já é uma realidade, porém, algumas limitações como a presença de tensões de crescimento, são responsáveis por grandes perdas no setor. As tensões de crescimento geram rachaduras de topos em toras e tábuas, e também empenamentos nas peças após o desdobro. Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar as tensões de crescimento em diferentes classes diamétricas e alturas, em indivíduos de *E. citriodora* Hook e *E. urophylla* S.T Blake, através do método não destrutivo da medição da deformação residual longitudinal (DRL), ao redor da circunferência dos troncos das árvores. O efeito da classe diamétrica em *E. citriodora* evidenciou correlação significativa e negativa com a DRL, enquanto que a altura não mostrou qualquer tendência quando relacionada com a DRL da mesma espécie. Para *E. urophylla* foi possível observar que tanto a correlação com o DAP quanto com a altura foram significativas apresentando coeficientes negativos, ou seja as tensões de crescimento foram menores em árvores com maiores DAPs e maiores alturas. Pelos resultados obtidos observou-se que as deformações residuais longitudinais, associadas às tensões de crescimento para *E. citriodora* e *E. urophylla*, respectivamente, foram em média de 0,106 e 0,092 mm.

Palavras-chave: deformação residual longitudinal, extensômetro, *E. citriodora*, *E. urophylla*, tensões de crescimento

ABSTRACT

The multiple use of the forests planted for the industrial sector of forest products comes gradually increasing. Today, the use of the eucalypts wood for nobler uses already is a reality. However, some limitations as the presence of growth stresses still are responsible for high lost in the sector. The growth stresses generate cracks in the tops of logs and boards followed by warpings. In this context, the objectives of the present work were to evaluate the growth stresses in different diametric and height in individuals of *E. citriodora* Hook and *E. urophylla* S.T Blake by no destructive measurement method of the longitudinal residual deformation (DRL), around the circumference of trees. The effect of the diameter in *E. citriodora* evidenced significant and negative correlation with the DRL, while the height did not show significant correlation when compared with the DRL. For *E. urophylla* we observe negative and significant correlation shetween growth and both variable, DAP and height. It that means growth stresses these with was lower for greater DAPs and heights. The results demonstration that longitudinal residual deformations associate to the growth stresses of *E. citriodora* and *E. urophylla*, were of 0,106 and 0,092 mm, respectivy.

Key-words: longitudinal residual Deformation, *E. citriodora*, *E. urophylla*, tensions of growth

1. INTRODUÇÃO

Espécies florestais de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*, são potenciais substitutos da madeira oriunda de mata nativa para a obtenção de produtos sólidos, como os gerados em serrarias utilizados em marcenarias e carpintarias. Inúmeros são os atributos que tornam importante o gênero *Eucalyptus* como fonte de matéria-prima fabril, como por exemplo, a sua capacidade produtiva, a adaptabilidade a diversos ambientes e, sobretudo, a diversidade de espécies, o que possibilita ao gênero atender a requisitos tecnológicos dos mais variados segmentos da produção industrial madeireira (ASSIS, 1999).

Os atributos de caráter silvicultural geralmente caminham em direção contrária em relação aos de cunho tecnológico. É comum uma espécie de elevada capacidade produtiva não ser adequada para dado tipo de uso ou mesmo ter utilidade restrita. Mesmo assim, a madeira de eucalipto vem, dia a dia, ganhando espaço na indústria de madeira serrada e produtos à base de madeira, diversificando sua utilização, até pouco tempo prioritariamente destinada à indústria de celulose. Atualmente, já é uma realidade a produção de painéis aglomerados, chapas de fibras, compensados e madeira serrada de eucalipto. Porém o uso da madeira serrada de eucalipto é limitado por algumas características indesejáveis, como a presença de tensões de crescimento.

A seleção de material com menores níveis de tensão de crescimento e a associação dessas tensões a características facilmente mensuráveis, deve ser priorizada nos programas de melhoramento genético florestal. Para isso, existe a necessidade da avaliação dos níveis destas tensões no tronco das árvores ainda vivas.

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar tensões de crescimento em diferentes classes diamétricas e alturas, em *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, através do método não destrutivo da medição da deformação residual longitudinal (DRL), ao redor da circunferência dos troncos de árvores vivas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tensões de crescimento

Segundo LIMA *et al.*, (2004), as tensões de crescimento são forças que agem naturalmente sobre os tecidos das árvores, de forma a mantê-las íntegras e eretas, garantindo resistência à ruptura mecânica e à flexão no tronco, gerando resistência contra a incidência de ventos. Essas tensões nas partes mais externas dos fustes fazem o papel de uma armadura de aço nas colunas de concreto, sendo fundamentais para que os fustes das árvores não se quebrem facilmente quando submetidas a esforços laterais (Figura 1).

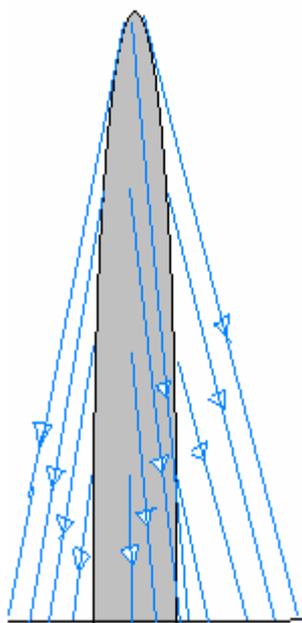


Figura 1. Desenho esquemático das forças das tensões de crescimento sobre a manutenção do equilíbrio da árvore.

De acordo com KUBLER, (1987), as tensões de crescimento representam um tipo especial de tensão, que ajuda a manter o equilíbrio da árvore. Essa tensão é gerada durante o crescimento da mesma, não devendo ser confundida com a tensão resultante do peso da copa da árvore, com a tensão da seiva, ou mesmo com as resultantes da madeira de reação e das tensões de secagem (DINWOODIE, 1966).

A origem das tensões de crescimento está na camada cambial dos troncos das árvores. Elas são geradas dentro do tecido da madeira, nas deposições consecutivas das novas camadas de células a partir do câmbio, durante o desenvolvimento da árvore. A

tendência dessas novas células é a expansão lateral enquanto, ao mesmo tempo se contraem no sentido longitudinal. A adição de novas camadas de células ao tronco causa um estado de tensão externa (tração). Tais tensões são distribuídas pelo tronco da árvore de forma cumulativa; isso devido à sucessiva deposição de camadas e suas respectivas tensões. Todas essas interações resultam no surgimento de forças de compressão compensatórias na parte central do tronco (KAUMAN *et al.*, 1995; KUBLER, 1987; MALAN, 1995; SHIELD, 1995).

WILKINS (1986) relata que existem duas hipóteses mais aceitas para explicar as causas dessas tensões: a formulada por Watanabe e Boyd que relaciona o inchamento da parede celular e conseqüente tração da molécula de celulose na deposição de lignina; e a hipótese de Kubler, que propõe que o encurtamento das células periféricas seja resultante da contração dos cristais de celulose das microfibrilas da camada S_2 .

É na direção longitudinal que as tensões apresentam a mais severa forma, apresentando uma distribuição que varia de forma progressiva no sentido casca-medula, começando com tração na periferia da árvore (casca), até máxima compressão na medula (Figura 2) (PANSHIN & DE ZEEUW, 1970; DEL MENEZZI, 1999).

Quanto à tensão transversal, ARCHER (1986), afirma que ela é pequena quando comparada à tensão longitudinal.

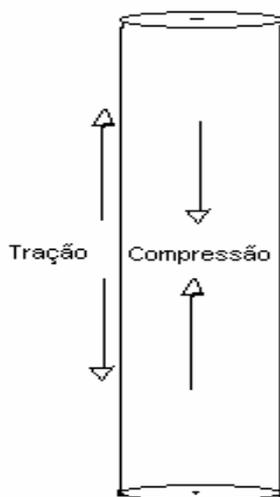


Figura 2. Esquema representativo das forças resultantes das tensões de crescimento atuantes no sentido longitudinal da árvore.

TRUGILHO *et al.*, (2006), concluiu em seus estudos que, na média, a Deformação residual transversal foi 3,72 vezes menor que a DRL. Entretanto, LISBÔA (1993) salienta que as tensões transversais são da ordem de 10% da magnitude das longitudinais, e provocam rachaduras de intensidades acentuadas, pois a madeira é pouco resistente nessa direção.

Apesar das tensões de crescimento estar presentes nos troncos das mais diversas espécies arbóreas, seu impacto é bem maior em folhosas do que em coníferas, por isso estão associadas a um fenômeno de folhosas (LATORRACA & ALBUQUERQUE, 2000).

Geralmente, o gênero *Eucalyptus*, apresenta altos níveis de tensões de crescimento, porém estas tensões não são exclusivas dos eucaliptos, ocorrendo em todas as folhosas. Contudo, algumas espécies as têm mais intensas do que outras; foram observados sinais evidentes de tensão de crescimento no mogno (*Swietenia macrophylla*), jatobá (*Hymenaea* sp), andiroba (*Carapa guianensis*), cedro (*Cedrela* sp), tatajuba (*Bagassa guianensis*) e cupiúba (*Goupia glabra*). e, evidentemente nos eucaliptos (PONCE, 1995). Algumas espécies de *Eucalyptus*, como, por exemplo, *E. muellerana*, apresentam indícios de níveis mais fracos destas tensões (HASLETT, 1988).

2.2 Efeitos das tensões de crescimento

Os efeitos das tensões de crescimento podem ser observados nas toras após o abate das árvores e, principalmente, nas tábuas, durante as operações de desdobro em serraria. O resultado dessas tensões reflete-se na diminuição do rendimento em madeira serrada que, dependendo da sua magnitude, pode ocasionar grandes perdas durante as etapas da cadeia produtiva; isso devido à liberação dessas tensões que causam defeitos como rachaduras e empenamentos. O mesmo acontece no processo de secagem das tábuas, quando ocorre uma perda ainda maior de material. Em determinadas circunstâncias, esses defeitos podem chegar a tornar inviável a entrada de madeira sólida de eucalipto no mercado de madeira serrada (LISBÔA, 1993 ; TEJADA *et al.*, 1997; LIMA *et al.*, 2004).

Um trabalho realizado por MUNERI *et al.*, (2000), mostrou que 25% de tábuas serradas de *E. cloeziana* F. Muell, com 32 anos de idade, foram desclassificadas em consequência de arqueamentos e torções.

2.3 Fatores relacionados às tensões de crescimento

As limitações à utilização da madeira de eucalipto devido à presença de tensões são mais notáveis em florestas jovens do que em adultas, em consequência de diversos fatores, como a proporção de lenho juvenil no tronco. As causas das altas tensões de crescimento ainda não são totalmente conhecidas, mas há suspeitas de que estejam relacionadas, além da idade, a fatores genéticos, tamanho da tora, taxa de crescimento e inclinação do fuste (OPIE *et al.*, 1984). O melhoramento florestal pode fornecer uma solução para possibilitar a redução dos altos níveis de tensões, devido ser esse um fenômeno geneticamente herdável (MALAN, 1995; SCHACHT *et al.*, 1998).

Estudos apontam que os desbastes podem compor um fator a ser considerado quando se procura a diminuição das tensões em um povoamento de *Eucalyptus*. Esses podem minimizar tensões de crescimento ao manter uma taxa de crescimento constante e condições de crescimento estáveis (MARSH & BURGERS, 1967; KUBLER, 1988).

Existe uma tendência a atribuir as tensões de crescimento e suas consequências nos eucaliptos, às grandes taxas de crescimento, todavia, não está provado que taxas maiores de crescimento induzem as maiores tensões de crescimento. Deve-se entender então que tensão de crescimento não se trata de tensão de velocidade de crescimento (PONCE, 1995).

A intensidade das tensões de crescimento é altamente variável entre espécies, entre árvores da mesma espécie, e também em diferentes posições dentro da árvore. De acordo com a distribuição das tensões no interior do tronco, peças de madeira removidas da periferia do tronco tenderam a diminuir seu comprimento em resposta a seu estado de tração, já as peças removidas próximas à medula, tenderão a alongar-se em resposta ao seu estado de compressão (LIMA *et al.*, 2004) (Figura 3).

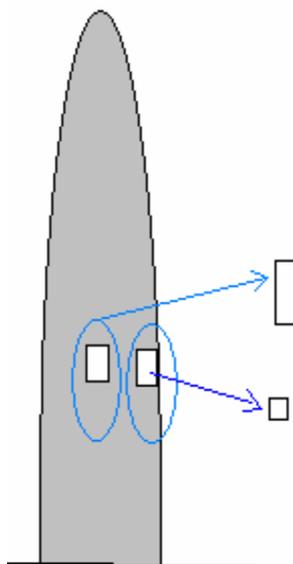


Figura 3. Desenho esquemático da resposta de peças retiradas do centro e da periferia do tronco ao seu estado anterior de compressão e tração.

FERNANDES (1982) pesquisando toras de *E. urophylla* concluiu que ocorrem grandes variações na intensidade das rachaduras nas extremidades das toras durante o desdobro, sendo que as variações dentro de progênes são maiores que entre progênes.

Pesquisas realizadas têm demonstrado que pode existir ainda uma relação entre as classes de diâmetro e altura com a magnitude das tensões de crescimento (SHIELD, 1995). WALKER (1993) estudou a relação do diâmetro do tronco com o nível de tensão de crescimento e observou que a tensão de tração periférica foi igual para toras de pequenos e grandes diâmetros. O diâmetro afetou apenas a inclinação da curva do gradiente de tensão no sentido medula-casca. Desse modo, toras de menores diâmetros são mais suscetíveis aos empenamentos e rachaduras ocorridos pela liberação das tensões de crescimento devido a sua menor seção para redistribuição dessas tensões (LISBÔA, 1993; DEL MENEZZI *et al.*, 2001).

MIRANDA & NAHUZ (1999), em estudos com *E. saligna* Smith, concluíram que o tamanho das rachaduras nas tábuas aumenta com a redução do diâmetro das toras, evidenciando o maior nível de tensão de crescimento. No entanto, SOUZA (2002), estudando tensões de crescimento em *Eucalyptus*, não verificou correlação significativa entre a DRL e as características de crescimento da árvore.

Segundo alguns autores, as tensões de crescimento apresentam ainda efeitos elevados considerando o sentido base-topo, sendo esse fato influenciado pelo diâmetro

(DEL MENEZZI, 1999; SCANAVACA JUNIOR & GARCIA, 2003; e LIMA *et al.*, 2004). BORGES & QUIRINO (2005), constataram que amostras da base e meio da árvore apresentaram deformações entre 6 e 8 mm, enquanto as amostras do topo mostraram valores variando entre 8 e 10 mm, confirmando assim estudos anteriores.

2.4 Técnicas empregadas na redução do efeito das tensões de crescimento

Algumas técnicas vêm sendo largamente estudadas na tentativa de amenizar os efeitos das tensões de crescimento, podendo essas técnicas serem aplicadas tanto antes quanto depois do corte das árvores. SEVERO & TOMASELLI (2000), na tentativa de diminuir o efeito das tensões e crescimento em *E. dunnii* Maiden, concluíram que o anelamento da árvore com posterior vaporização das toras proporcionou redução significativa nas tensões de crescimento. Essa redução nas tensões de crescimento é atribuída à ação simultânea exercida por calor e umidade na madeira, provocando, dessa forma, a plasticização da lignina e o conseqüente relaxamento das tensões (CHAFE 1979; KUBLER, 1987).

JARA *et al.*, (1997) trataram toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em água a uma temperatura média de 64,5°C durante 67 horas, e observou uma redução significativa do índice de rachamento nas tábuas retiradas de toras tratadas em relação à testemunha. TEJADA *et al.*, (1997) em estudos com madeira de carvalho (*Quercus* sp) e abeto (*Picea abies*), concluíram que o aquecimento direto com ar quente (80°C durante 70 horas), mostrou-se um método eficaz para liberar as tensões residuais.

Podem ser usados ainda conectores metálicos, chapas, gang-nails e outros prendedores na forma de S e C, após o corte transversal, para reduzir as rachaduras em toras devido a liberação de tensões após o corte da árvore.

Geralmente, estes métodos são eficientes, porém para alguns empresários do setor podem se tornar inviáveis economicamente, por encarecer o produto.

Na implantação de novas florestas, o controle das elevadas tensões de crescimento em árvores de eucalipto está diretamente ligado ao melhoramento genético, sendo empregada a seleção de material com níveis mínimos de ocorrência de tensões de crescimento. Sendo assim, técnicas que possibilitem o conhecimento prévio das tensões em indivíduos ainda no campo, como o método não destrutivo, vêm contribuir para

minimização dessas possíveis perdas de madeira, sem a necessidade de grandes investimentos, e ainda com a possibilidade de clonagem de tais indivíduos, o que garantiria a homogeneidade da produção.

2.5 Método não-destrutivo de medições das tensões de crescimento

As tensões de crescimento eram estudadas anteriormente, após o abate da árvore, sendo estimadas a partir da medição da alteração nos comprimentos das peças de madeira, da dimensão das rachaduras tanto em toras quanto em tábuas e da flecha dos empenamentos (LISBÔA, 1993; DEL MENEZZI, 1999; LIMA *et al.*, 2004).

Outros métodos de medição das tensões foram empregados, dentre os quais podemos citar: o método de JACOBS (1938), no qual são avaliadas as deformações dos sarrafos retirados de uma prancha diametral; o método de NICHOLSON (1971) que mede a tensão de pequenas áreas ao redor da circunferência dos troncos; e o método das perfurações de orifícios, que foi desenvolvido por BOYD (1950).

A técnica não destrutiva desenvolvida pelo "Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique pour le Développement, Département des Forêts — CIRAD-Forêt" apresenta como grande vantagem, a facilidade de uso e a rapidez na coleta de dados no campo, já que a avaliação é feita na árvore em pé. Esse método baseia-se na determinação da deformação residual longitudinal (DRL), mensurada pelo extensômetro (medidor de deformações de crescimento) a uma distância fixa, a qual é diretamente proporcional à tensão de crescimento na direção longitudinal.

De acordo com TRUGILHO *et al.*, (2004) a utilidade do método não destrutivo é refletida tanto na área de ciência e tecnologia da madeira quanto na de melhoramento florestal. Sua importância na área de tecnologia da madeira é caracterizada pelo estudo da distribuição dessas forças ao longo do tronco e suas relações com outras características da madeira. Para o melhoramento florestal esse método possibilita a seleção do material genético com as características desejáveis, tal como a menor propensão de defeitos.

Alguns trabalhos têm sido conduzidos no Brasil utilizando o método do "CIRAD-Forêt", apresentando resultados satisfatórios, especialmente, na classificação e seleção de clones de eucalipto, dentre os quais estão os de CARDOSO JÚNIOR *et al.*, (2005), SOUZA (2002), TRUGILHO *et al.*, (2002ab), e TRUGILHO *et al.*, (2004). Tais autores tiveram

como objetivo comum a avaliação da DRL, em *Eucalyptus*, em dada idade e local. SOUZA (2002) concluiu que o método do "CIRAD-Forêt" mostrou-se confiável, além de apresentar fácil operação e rapidez na obtenção dos dados de campo. A metodologia pode ser utilizada com a finalidade de seleção de árvores para posterior desdobro, para o emprego de técnicas de clonagem ou na tentativa de se estabelecer relações entre a magnitude das tensões de crescimento e caracteres de crescimento, facilmente mensuráveis, tais como o DAP e a altura total.

2.6 Informações sobre as espécies estudadas

Eucalyptus citriodora e *Eucalyptus urophylla* são espécies indicadas, dentre outras finalidades, para o desdobro em serraria (ANGELI, 2007). O *E. citriodora* é uma espécie bastante cultivada no país, com madeira de alta densidade, e propriedades de resistência mecânica elevadas. É uma madeira de alta estabilidade, mas de baixa permeabilidade e é muito utilizada em componentes estruturais para construção, caixotaria, postes, mourões, dormentes, lenha, carvão e serraria.

O *Eucalyptus urophylla* é uma das espécies mais plantadas do gênero e com grande potencial de crescimento em termos de área plantada em função de sua plasticidade e adaptabilidade às mais diversas regiões do país, bem como pela ampla gama de utilização da madeira, aliada à resistência ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*). É considerada uma das espécies de maior potencial para reflorestamento, devido ao seu bom crescimento em quase todo o Brasil. Sua madeira tem densidade mediana, cor clara com cerne de rosa a marrom, podendo ser utilizada para celulose, carvão, painéis de fibra, postes, dormentes e serraria (MOURA, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

O material de estudo foi amostrado em plantios de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus urophylla*, ambos com 15 anos de idade, implantados sob espaçamento de três metros entre linhas e dois metros entre árvores, em povoamentos de com aproximadamente 250 ha cada um, de propriedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e localizado no campus da UFRRJ, no município de Seropédica-RJ.

Os plantios situam-se em zona de baixada, a 22°49'S e 43°38'W, apresentando altitude média de 30 metros, com relevo praticamente plano com ondulações de 0 a 3° de declive, clima tropical chuvoso de inverno seco, tipo climático *Aw*, com verão úmido e inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C, a diferença entre a temperatura média do mês mais quente e do mês mais frio é inferior a 12°C e a precipitação média anual situa-se entre 1000 e 1500 mm, com mês mais seco apresentando menos de 40 mm de precipitação.

Foram avaliadas 60 árvores, sendo 30 de cada espécie. As árvores foram selecionadas aleatoriamente nos povoamentos, tendo-se o cuidado de escolher as mais representativas de acordo com a classe diamétrica. Não foram consideradas as árvores da borda do povoamento e as que apresentavam sintomas de doenças.

3.2 Avaliações realizadas nas árvores

Foi utilizado como equipamento de medição o extensômetro (medidor de deformações de crescimento), para medição da DRL (deformação residual longitudinal) e avaliação das tensões de crescimento presentes nas árvores (Figura 4). O aparelho verifica a deformação em mm, originada na periferia do tronco sem casca, após a liberação das tensões existentes, através de uma pequena perfuração feita com arco de pua com broca de 20 mm, que realiza o rompimento dos tecidos do lenho. Essa perfuração é feita até uma profundidade suficiente para que seja obtida a estabilização da leitura no relógio do aparelho, em torno de uma polegada ou 2,5 cm.



Figura 4. Extensômetro instalado em árvore de *E. citriodora*

A perfuração é feita após a fixação de dois pinos metálicos, que são cravados em um painel aberto no tronco, após retirada da casca (Figura 5). Os pinos são fixados na madeira a uma distância de 45 mm, um do outro, na direção da grã. A perfuração pela broca é feita entre os pinos, fazendo com que eles se aproximem. A medição da deformação é feita logo após a furação e estabilização do relógio.



Figura 5. A: Abertura de painel para fixação do extensômetro. B: Fixação do extensômetro. C: Perfuração do tronco com arco de pua para liberação das tensões.

As medições foram realizadas em três repetições ao longo da circunferência da árvore, na altura do DAP (diâmetro a altura do peito, aproximadamente 1,30 a partir da base). Durante as medições, foram medidos os diâmetros, com fita métrica, e as alturas, com o hipsômetro Blume-leiss, de todas as árvores selecionadas.

3.3 Análise dos resultados

Para a avaliação dos resultados os dados foram agrupados dentro de classes, sendo os diâmetros de ambas as espécies, distribuídos dentro de seis classes com amplitude de 4,1cm. As alturas do *E. citriodora* foram distribuídas em cinco classes com amplitude de 4m e as alturas do *E. urophylla* foram distribuídas dentro de quatro classes com amplitude de 4m.

Foi realizado o estudo das associações das DRLs com os DAPs, e das DRLs com as alturas totais, sendo determinada a correlação simples. Para a magnitude das variações dentre as DRLs foi calculado o coeficiente de variação experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Deformação residual longitudinal (DRL) em *Eucalyptus citriodora*

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios da deformação residual longitudinal (DRL) por classe diamétrica de *E. citriodora* e os respectivos coeficientes de variação. Os coeficientes de variação encontrados foram considerados medianos (Tabela 1) demonstrando variabilidade considerável dos valores de DRL dentro das classes, sendo valores semelhantes encontrados para *Eucalyptus dunnii* na idade de 13 anos (TRUGILHO *et al.*, 2004) e para clones de *Eucalyptus* spp na idade de 10 anos (TRUGILHO *et al.*, 2006).

Foi observada menor variação dentro da classe diamétrica 6 (12,22%) e maior variação na classe diamétrica 3 (30,43%). As menores variações (classes diamétricas 5 e 6) podem estar ligadas ao fato de que as freqüências dentro dessas classes foram muito baixas, sendo encontradas apenas 3 árvores na classe 5 e 2 árvores na classe 6. Estes valores de

coeficiente de variação indicam que se deve aumentar o tamanho da amostra avaliada, ou seja, o número de árvores por classes.

O coeficiente de correlação simples (r) entre o valor da DRL média e o DAP médio foi de -0,84, sendo identificado assim uma interação significativamente negativa, indicativa de que, no geral, árvores de maior incremento diamétrico apresentam menores valores de DRL para essa espécie nessa idade.

MUNERI *et al.*, (2000), encontraram correlação positiva e significativa de DRL com a densidade do alburno ($r = 0,40$) com o DAP ($r = 0,51$) com a altura da árvore ($r = 0,44$) e com o encurvamento da madeira serrada ($r = 0,67$) para *E. cloeziana* F. Muell, indicando assim que além das propriedades avaliadas nesse estudo, outras podem causar interferências nas intensidades das tensões de crescimento no gênero *Eucalyptus*.

A deformação residual longitudinal média total foi de 0,106 mm, sendo esse um valor maior que o normalmente observado para o gênero *Eucalyptus*.

BAILLÈRES *et al.*, (1995) encontraram um valor de 0,071mm para DRL de *E. cloeziana* com 10 anos de idade. LIMA *et al.*, (2004) encontraram um valor de 0,071 mm em cinco materiais genéticos cultivados experimentalmente no estado do Espírito Santo. CARDOSO JUNIOR *et al.* 2005 encontraram uma DRL de 0,065 mm para clones de híbridos de *Eucalyptus*. Essas diferenças estão relacionadas, principalmente, com a espécie, a idade da árvore e o local ou sítio de plantio.

LIMA *et al.* (2000) apontaram a intensidade de desbastes como um dos fatores decisivos na intensidade das tensões de crescimento em uma mesma classe diamétrica, influenciando significativamente os índices de rachadura de extremidade de toras e o encurvamento da peça serrada úmida. Esse fato pode ser explicado partindo-se do princípio que, quanto maior a precocidade e quantidade de desbastes, menor será a competição entre as árvores, permitindo, portanto, que as árvores cresçam livremente e em ritmo acelerado, sendo obtida madeira mais homogênea e estável. Esse fator pode ter sido decisivo no estabelecimento das tensões do povoamento estudado no presente trabalho, já que o povoamento foi implantado para a produção de carvão, não havendo portanto preocupação com a execução de práticas silviculturais como o desbaste, o que acentuou a competição entre as árvores.

Tabela 1. Deformação residual longitudinal DRL por classe diamétrica de *E. citriodora*:

Classe DAP	DAP inferior (cm)	DAP superior (cm)	Frequência (n° indivíduos)	Centro Classe (cm)	DAP médio (cm)	DRL média (mm)	CV %
1	24,3	28,4	5	26,35	25,62	0,129	25,19
2	28,4	32,5	6	30,45	30,10	0,099	24,75
3	32,5	36,6	6	34,55	34,66	0,109	30,43
4	36,6	40,7	8	38,65	38,69	0,109	24,39
5	40,7	44,8	3	42,75	42,49	0,083	13,85
6	44,8	48,9	2	46,85	46,89	0,081	12,22

CV% = Coeficiente de variação experimental

A Figura 6 mostra o comportamento da Deformação Residual Longitudinal (DRL) média em função da classe diamétrica de *E. citriodora*. Foi observado valor de 0,129 mm para a classe diamétrica 1, compreendida entre 24,3 e 28,4 cm, onde foram encontrados os diâmetros menores, e valores de 0,081 mm para a classe diamétrica 6 com diâmetros compreendidos entre 44,8 e 48,9 cm, indicando uma redução da DRL média com o aumento da classe diamétrica. Esse resultado indica que árvores com maiores diâmetros tendem a possuir menores valores de DRL, estando em conformidade com os resultados encontrados por FERNANDES *et al.*, (1982) e TRUGILHO *et al.*, (2004). Entretanto, os resultados encontrados por esses autores para *Eucalyptus dunnii* nas idades de 8 e 13 anos não mostraram correlação significativa entre a DRL e as características de crescimento; o mesmo foi constatado por TRUGILHO *et al.*, (2004), nas idades de 15 e 19 anos, e por autores como SOUZA (2002), podendo, então, essas relações serem influenciadas por diversos fatores.

Já para LIMA *et al.* (2004) as características de crescimento de fácil medição, são mais fortemente correlacionadas com as DRLs do que com as propriedades da madeira, que são mais difíceis de serem dimensionadas.

Árvores individuais exibiram variação ao redor do tronco, denotando certa instabilidade ao longo da circunferência das árvores. Esse resultado pode estar associado a fatores ambientais predominantes, como a competição por luz ou pelo efeito de ventos, inclinação do fuste, pela variação do ângulo da grã na madeira, pelos fatores relacionados à

presença de madeira de reação, ou mesmo pela tortuosidade (SCHACHT *et al.*, 1998), especialmente quando a curvatura ocorre em dois planos perpendiculares. A variação pode estar associada ainda a fatores internos como a constituição do material do tronco, tal qual a proporção de lenho juvenil.

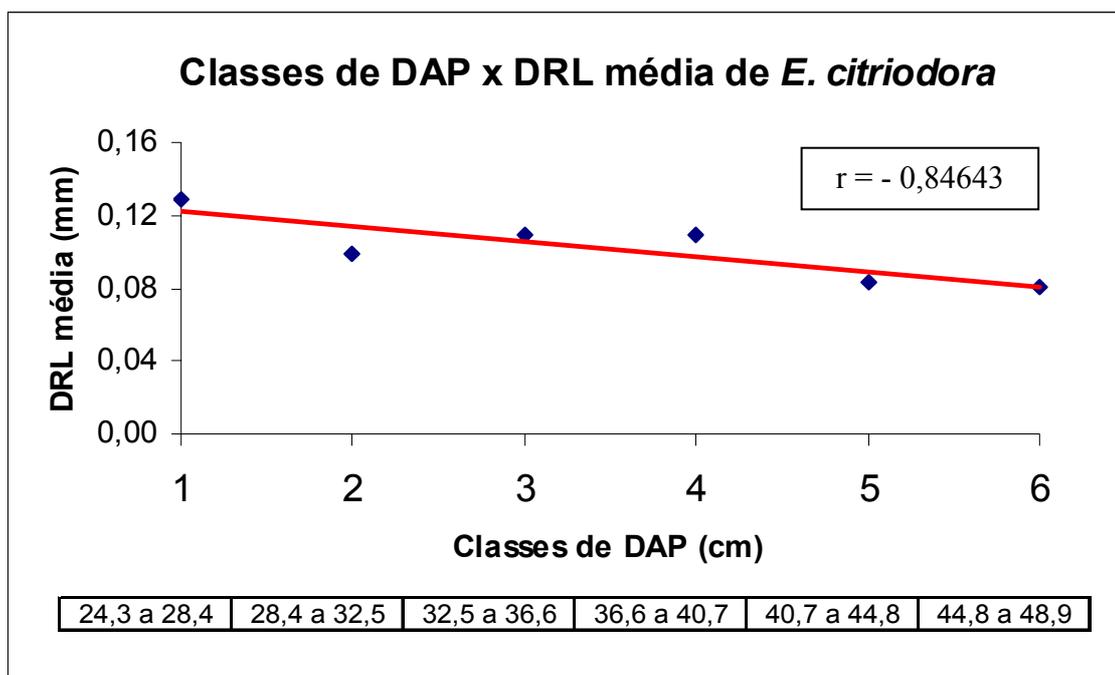


Figura 6. Comportamento da Deformação Residual Longitudinal (DRL) medida em função da classe diamétrica de *E. citriodora*.

Com relação a altura (Tabela 2), assim como foi observado para o diâmetro, foi verificado a ocorrência de valores de coeficiente de variação medianos, o que indica que os valores de deformação residual longitudinal (DRL) tiveram variações consideráveis entre si, também necessitando de um maior número de árvores por classe.

Tabela 2. Deformação residual longitudinal (mm) por classe de altura de *E. citriodora*:

Classe	Altura inferior (m)	Altura superior (m)	Frequência (n° indivíduos)	Centro de classe	Altura média (m)	DRL média (mm)	CV (%)
1	29	33	4	31	32,02	0,123	28,53
2	33	36	6	34,5	34,9	0,101	26,28
3	36	39	6	37,5	36,93	0,107	23,33
4	39	42	12	40,5	40,95	0,1	30,25
5	42	45	2	43,5	43,1	0,116	34,13

CV% = Coeficiente de variação experimental

Na Figura 7, podemos observar que não foi apresentada qualquer tendência quando relacionadas às classes de altura com a DRL, possuindo correlação linear simples igual a $-0,2632$, sendo esse um valor não significativo. Essa característica de crescimento para a espécie em estudo e nas condições desse trabalho, não se mostrou uma variável indicada para seleção de árvores com as tensões de crescimento desejadas. Resultados similares foram encontrados para híbridos de *Eucalyptus* por LIMA *et al.*, (2004) observando que a altura total da árvore não resultou em correlação significativa com a DRL.

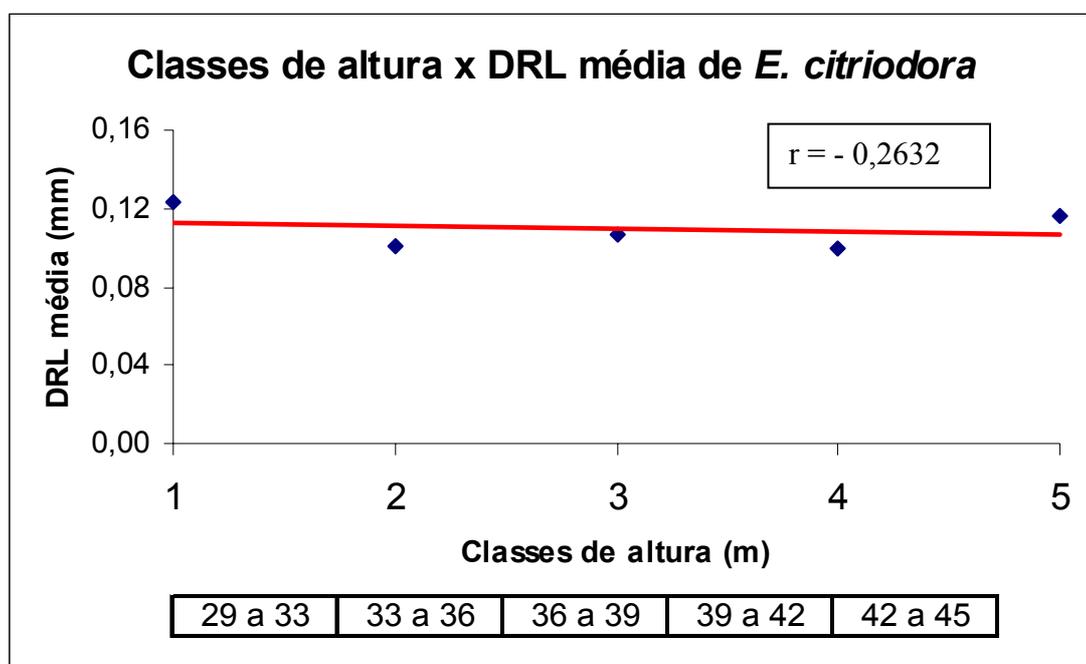


Figura 7. Comportamento da Deformação Residual Longitudinal (DRL) medida em função da classe de altura de *E. citriodora*.

4.2 Deformação residual longitudinal (DRL) em *Eucalyptus urophylla*

De acordo com a Tabela 3, os coeficientes de variação da DRL nas diferentes classes diamétricas de *E. urophylla*, foram no geral medianos, assim como observado anteriormente para *E. citriodora*. Porém, os valores referentes às classes diamétricas 3 e 4 se mostraram elevados (48,86 e 42,63%), denotando uma maior variabilidade da DRL dentro dessas classes. Esse fator pode ser considerado negativo já que levará a um maior desvio da média obtida para os valores referentes às tensões de crescimento, sendo necessário um maior número de árvores estudadas dentro das classes. A menor variação ocorreu na classe diamétrica 1, compreendida entre 24,3 e 28,4cm denotando assim uma maior homogeneidade nos valores de tensões dentro dessa classe.

Tabela 3. Deformação residual longitudinal (mm) por classe diamétrica de *E. urophylla*:

Classe DAP	DAP inferior (cm)	DAP superior (cm)	Frequência (n°. indivíduos)	Centro Classe (cm)	DAP médio (cm)	DRL média (mm)	CV(%)
1	24,3	28,4	5	26,35	26,32	0,106	22,18
2	28,4	32,5	7	30,45	29,64	0,095	26,42
3	32,5	36,6	5	34,55	33,81	0,103	48,86
4	36,6	40,7	5	38,65	37,72	0,075	42,63
5	40,7	44,8	5	42,75	41,64	0,086	22,63
6	44,8	48,9	3	46,85	48,14	0,079	23,82

CV% = Coeficiente de variação experimental

Nas Figuras 8 e 9, respectivamente, podemos observar que o coeficiente de correlação simples (r) verificada entre o diâmetro e a DRL de *E. urophylla*, foi de -0,7808, e entre a DRL e altura foi de -0,7847, sendo ambas, significativas e negativas, levando a constatação de que a DRL diminuiu a medida que o diâmetro e altura aumentaram.

Ao contrário do encontrado nesse trabalho, MUNIERE *et al.*, (2000), obtiveram correlações positivas e significativas da DRL com a altura e diâmetro das árvores de *E. cloeziana*. Esse fato denota o quanto são diversificadas as interações das DRLs com as características de crescimento de uma espécie para outra. Os mesmos autores, juntamente com LIMA *et al.*, (2004), citam ainda o fator de estabilidade como sendo altamente

correlacionado com a DRL, sendo que a DRL foi tanto maior quanto maior foi esse fator (árvores baixas e de grande diâmetro), evidenciando que árvores maiores têm níveis de tensões mais baixos.

Os valores de correlação aqui obtidos para o diâmetro, estão de acordo com o trabalho de WILKINS & KITAHARA (1991), que obtiveram uma forte correlação negativa com a mesma característica em *E. grandis* com 12,5 e 22 anos ($r = - 0,70$).

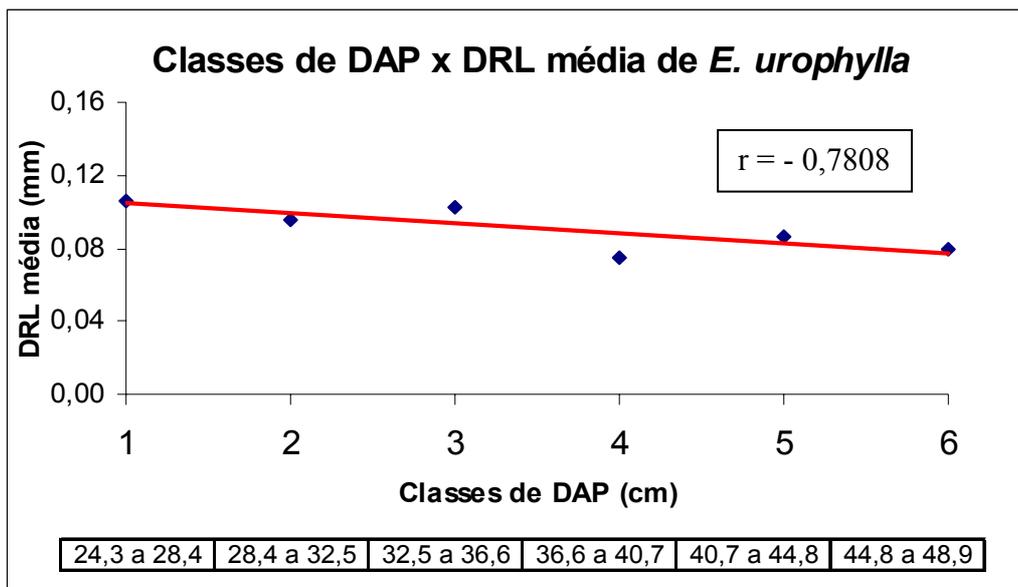


Figura 8. Comportamento da Deformação Residual Longitudinal (DRL) medida em função da classe diamétrica de *E. urophylla*.

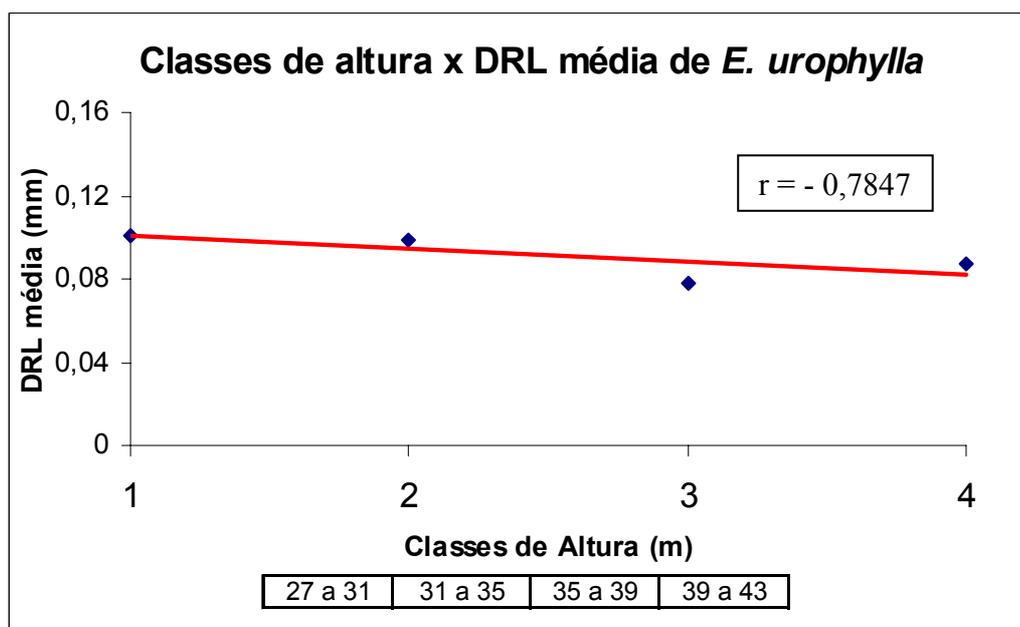


Figura 9. Comportamento da Deformação Residual Longitudinal (DRL) medida em função da classe de altura de *E. urophylla*.

Na Tabela 4 podemos observar que os coeficientes de variação, assim como as análises anteriores, se mantiveram no geral medianos para as quatro classes de alturas de *E. urophylla*. Foram obtidas maiores variações para a classe 2, com coeficiente de variação de 37,04% e as menores variações na classe 1, com 20,64%. Porém, a classe 1 foi a que apresentou maior DRL média (0,101).

Tabela 4. Deformação residual longitudinal (mm) por classe de altura de *E. urophylla*:

Classe Altura	Altura inferior (m)	Altura superior (m)	Frequência (nº indivíduos)	Centro de classe	Altura média (m)	DRL média (mm)	CV (%)
1	27	31	5	29	28,9	0,101	20,64
2	31	35	12	33	32,7	0,099	37,04
3	35	39	8	37	36,92	0,078	34,48
4	39	43	5	41	40,16	0,087	25,95

CV% = Coeficiente de variação experimental

Segundo CHAFE (1979), a diferença de comportamento das tensões de crescimento entre espécies é normal, sugerindo que estas podem ser substancialmente controladas por fatores genéticos. Para o autor, essa variação não existe somente entre espécies, mas também entre árvores de uma mesma espécie e até entre toras de uma mesma árvore.

5. CONCLUSÕES

Com a realização do presente trabalho foi possível concluir que:

- As deformações residuais longitudinais, associadas às tensões de crescimento para *E. citriodora* e *E. urophylla*, respectivamente, em média de 0,106 e 0,092 mm, se mostraram maiores que as médias encontradas por trabalhos anteriores para outras espécies do gênero;
- Existe elevada variabilidade no material estudado em ambas as espécies, indicando a possibilidade de seleção de material superior para uso como peças serradas;
- A correlação simples entre a DRL e o diâmetro médio da classe foi negativa e significativa para *E. citriodora* e *E. urophylla*, havendo assim, uma forte tendência de diminuição da DRL com o aumento do diâmetro no material estudado;
- Houve correlação negativa e significativa entre a DRL e altura para *E. urophylla*, porém esse fato não foi observado para o *E. citriodora*, evidenciando o comportamento distinto das duas espécies para esta associação;
- De acordo com o observado com o coeficiente de variação experimental, para esse tipo de estudo é indicado que sejam avaliadas o maior número possível de indivíduos por classes de diâmetro e altura, para assim, possivelmente, obter uma menor variação entre os valores e conseqüentemente maior homogeneidade dos dados;
- Tanto para *E. citriodora* como para o *E. urophylla* a correlação da DRL com as classes de DAP se mostraram negativas e significativas, podendo se a classe de DAP um parâmetro a ser utilizado em seleções de indivíduos com menores intensidades de tensões de crescimento para essas espécies nessa idade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELI, A. **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*** - IPEF. Disponível em : <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 04 fev. 2007.

ARCHER, R. R. **Growth stresses and strains in trees**. Berlin, Springer-Verlag, 1986. 24 p.

ASSIS, T. F. Aspecto do melhoramento de *Eucalyptus* para obtenção de produtos sólidos de madeira. In: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. **Workshop...** Viçosa: DEF/SIF/UFV/IEF, 1999. 61 - 72.p.

BAILLÈRES, H.; CHANSON, B.; FOURNIER, M.; TOLLIER, M. T.; MONTIES, M. Structure, composition chimique et retraits de maturation du bois chez les clones d'*Eucalyptus*. **Annals Science Forest**, v. 52, p. 157-172, 1995.

BORGES, L. M. & QUIRINO, W. F. Redução do efeito das tensões de crescimento no *Eucalyptus grandis* pelo tratamento térmico. In: III SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO - SIF, 2005, Viçosa. **Anais...** Publicado em CD-ROM.

BOYD, J.D. Tree growth stresses: 1- growth stresses evaluation. **Australian Journal Science Research**, Melbourne, v.3, p.270-293, 1950.

CARDOSO JÚNIOR, A. A.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J.T.; ROSADO, S. C. da S & MENDES, L.M. Deformação residual longitudinal em diferentes espaçamentos e idades em clone de híbrido de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 218-224, 2005.

CHAFE, S. C. Growth stresses in trees. **Australian Forest Research**, v.9, p.203-23, 1979.

DEL MENEZZI, C. H. S. **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** 1999. 87p. (dissertação de mestrado) - ESALQ, Piracicaba..

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

DINWOODIE, J. M. Growth stresses in timber - a review of literature. **Forestry**, v. 39, n. 2, p. 162-170, 1966.

FERNANDES, P. S. **Variações de densidade da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênies de *Eucalyptus urophylla***. 1982. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba.

HASLETT, A. N. A guide to handling and grade-sawing plantation-grown eucalipts. **Forest Research Institute Bulletin**, [S.l.], n. 142, p. 1-72, 1988.

- JACOBS, M.R. - The fibre tension of wood stems, with special reference to the genus *Eucalyptus*. **Bulletin. Commonwealth Forestry Bureau**, Canberra, 22: 7-37, 1938.
- JARA, E. R. P.; MIRANDA, M. J. de. A. C.; HUMPHREYS, R. D. Influência do tratamento térmico na redução das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis*. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, Salvador: 1997, **Anais**. Salvador: Embrapa/IPEF, 1997, p.276-281.
- KAUMAN, W.G.; GERARD, J.; JIQING, H. Processing of *Eucalyptus*. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.7, n.2, p.147-154, 1995.
- KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forest Products Abstracts**, v. 10, n.3, p.61- 119, 1987.
- KUBLER, H. Silviculture control of mechanical stresses in trees. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 18, p. 1215-1225, 1988.
- LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 279 -291, 2000.
- LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N.; NOGUEIRA, M. C. S. Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 58, p. 111-125, 2000.
- LIMA, J.T.; TRUGUILHO, P.F.; ROSADO, S.C.S.; CRUZ, C.R. Deformações residuais longitudinais decorrentes de tensões de crescimento em eucaliptos e suas associações com outras propriedades. **Revista árvore**, v.28, n.1, p. 107-116, 2004.
- LISBOA, C. D. J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1993. 298 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- MALAN, F. S. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS* PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT/ IUFRO/LCF/ESALQ/USP, 1995. p. 1-19.
- MARSH, E. K.; BURGERS, T. F. The relation between silvicultural treatment and timber quality in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Forestry in South Africa**, v. 8, p. 63-74. 1967.
- MIRANDA, M. J. de. A. C. & NAHUZ, M. A. R. Estudo da influência do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* Smith nos índices de rachamento após o desdobro e após a secagem. **Scientia Florestalis**, n.55, p.107-116, 1999.
- MOURA, V. P. G. O germoplasma de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Brasil. **Comunicado técnico 111-** EMBRAPA recursos genéticos e biotecnologia. 2004.

MUNERI, A.; KNIGHT, J.; LEGATE, W.; PALMER, G. Relationships between surface longitudinal growth strain and treesize, wood properties and timber distortion of 4 years old plantation grown *Eucalyptus cloeziana*. In: IUFRO CONFERENCE – THE FUTURE OF *EUCALYPTUS* FOR WOOD PRODUCTS, 2000, **Launceston, Austrália**, IUFRO Proceedings, Launceston. 2000. p.292-300.

NICHOLSON, J. E. A rapid method for estimating longitudinal growth stresses in logs. **Wood Science and Technology**, v. 5, n. 1, p. 40-48, 1971.

OPIE, J.E.; CURTIN, R.A.; INCOLL, W.D. Stand management. In: HILLIS, W.E.; BROWN, A. G. **Eucalypts for wood production**. Sydney, CSIRO/Academic Press, 1984. p. 179-197.

PANSHIN, A. J. & DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York: McGraw-Hill, 1970, p.293-300.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: Desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF, IPT, 1995, p. 50-58.

SCANAVACA JUNIOR, L. & GARCIA, J. N. Rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, n.63, p.32-43, 2003.

SCHACHT, L.; GARCIA, J. N.; VENCOSKY, R. Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v. 54, p. 55-68, 1998.

SEVERO, E.T.D & TOMASELLI, I. Vaporização no alívio das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus dunnii* de duas procedências. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 29-32, 2000.

SHIELD, E.D. Plantation grown eucalypts: utilization for lumber and rotary veneers-primary conversion. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: IPEF/IPT/IUFRO/LCF-ESALQ-USP, 1995. p.133-139.

SOUZA, M. A. M. **Deformação Residual Longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus***. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TEJADA, A.; OKUYAMA, T.; YAMAMOTO, H.; YOSHIDA, M. Reduction of growth stress in logs by direct heat treatment: assessment of a commercial-scale operation. **Forest Products Journal**, v.47, n.9, p.86-93, 1997.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. da. S.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; SOUZA, M. A. M. de. Avaliação da tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus*. **Floresta e Ambiente**, v.9, n.1, p.38-44, 2002a.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; PÁDUA, F.A.; SORAGI, L.C & ANDRADE, C.R. Deformação residual longitudinal (DRL) e tangencial (DRT). em seis clones de *Eucalyptus spp.* **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 279-286, 2006.

TRUGILHO, P.F.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T.; SOUZA, M.A.M. Tensões de crescimento: recentes experiências com medições não destrutivas. In: SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS. 2002. Lavras. **Anais... UFLA/CERNE**. 2002b.

TRUGILHO, P.F.; IWAKIRI, S.; ROCHA, M.P.; MATOS, J.L.M & SALDANHA, L. Efeitos da idade e classe diamétrica na deformação residual longitudinal em árvores de *Eucalyptus dunnii* maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, 2004.

WALKER, J. C. F. Characteristics of stemwood and their manipulation. In: WALKER, J. C. F. et al. **Primary wood processing: principles and practice**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 153-196, 1993.

WILKINS, A. P.; KITAHARA, R. S. Silvicultural treatments and associated growth rates and growth strains and wood properties in 12,5 year old *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry**, v. 54, p. 99-104, 1991.

WILKINS, A.P. Nature and origin of growth stresses in trees. **Australian Forestry**, v. 49, n. 1, p. 56-62, 1986.

* * *