

## Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto

Radial variation of wood anatomical characters of *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden and age of transition between adult and juvenile Wood

Letícia Maria Alves Ramos<sup>1</sup>, João Vicente de Figueiredo Latorraca<sup>2</sup>, Milena Scaramussa Pastro<sup>3</sup>, Milene Teixeira de Souza<sup>4</sup>, Rosilei A. Garcia<sup>5</sup> e Alexandre Monteiro de Carvalho<sup>6</sup>

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo principal caracterizar radialmente a anatomia da madeira de *Eucalyptus grandis* visando à identificação da zona de transição entre o lenho juvenil e adulto. Foram estudadas, da madeira oriunda de três árvores, as dimensões das fibras (comprimento, diâmetro total e do lume e espessura de parede) e dos elementos de vasos (diâmetro tangencial), porcentagem de elementos anatômicos (vasos, fibras e parênquima axial) e o ângulo microfibrilar. Os resultados mostraram um aumento significativo no comprimento das fibras e na espessura da parede na direção medula-casca, enquanto que o ângulo microfibrilar apresentou uma redução. O percentual de elementos anatômicos e o diâmetro tangencial dos vasos não variaram significativamente. A idade de transição entre o lenho juvenil e adulto pôde ser identificada através da variação radial das fibras e do ângulo microfibrilar e ocorreu entre o 5º e o 11º ano.

**Palavras-chave:** Anatomia da madeira, ângulo microfibrilar, eucalipto.

### Abstract

The aim of the present work was to study the radial variation in anatomical characteristics, in order to characterize juvenile and mature wood of *Eucalyptus grandis*. From three trees, were analyzed fiber dimensions (length, diameter and total wall thickness and lumen) and vessel elements (tangential diameter), percentage of anatomical elements (vessel, fibers and axial parenchyma) and microfibrillar angle. The percentage of anatomical elements and the tangential diameter of vessel did not vary significantly. The age of transition from the wood of juvenile and adult could be identified through the radial variation of the fibers and the angle microfibrillar and occurred between 5th and 11th year.

**Keywords:** Wood Anatomy, microfibrillar angle, *Eucalyptus*.

### INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, possui cerca de 700 espécies descritas e tem sido uma grande alternativa ao uso da madeira nativa na produção madeireira no Brasil. Isso se dá principalmente devido ao seu rápido crescimento e alta produtividade. Entretanto, madeiras de rápido crescimento apresentam altas tensões de crescimento. Essas tensões constituem um me-

canismo desenvolvido pelas árvores para que permaneçam eretas e são liberadas por ocasião de seu abate (VAN WYK, 1978; PÁDUA *et al.*, 2004). Na literatura, há relatos de dificuldades no emprego da madeira de eucalipto no que diz respeito à qualidade da madeira devido às proporções de madeira juvenil e adulta, resultando na perda de resistência e deformações durante e após o emprego da madeira serrada seca em estufa. Segundo Latorraca e Albuquerque (2000),

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Engenharia Florestal – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [leticiaalves.ramos@hotmail.com](mailto:leticiaalves.ramos@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Produtos Florestais – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [latorraca@ufrj.br](mailto:latorraca@ufrj.br)

<sup>3</sup>Estudante de graduação em Engenharia Florestal – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [milenascaramussa@hotmail.com](mailto:milenascaramussa@hotmail.com)

<sup>4</sup>Estudante de graduação em Engenharia Florestal – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [tsmilenedca@yahoo.com.br](mailto:tsmilenedca@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Professora do Departamento de Produtos Florestais – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [rosileigar@ufrj.br](mailto:rosileigar@ufrj.br)

<sup>6</sup>Professor do Departamento de Produtos Florestais – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, 23890-000 – E-mail: [amcarvalho.ufrj@gmail.com](mailto:amcarvalho.ufrj@gmail.com)

o fenômeno das tensões de crescimento não é uma característica intrínseca ao lenho juvenil, apesar de ser comum a ocorrência de fendas e rachaduras nessas porções da árvore.

A madeira juvenil corresponde a uma região central na árvore de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme e, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco, se este último já estiver presente na árvore (BALLARIN; LARA PALMA, 2003; EVANS *et al.*, 2000; KRAHMER, 1986; ZOBEL; BUIJETNEN, 1989;). Lara Palma *et al.* (2010) ressaltam que a proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende fundamentalmente da idade da árvore, do ambiente de plantio e do manejo.

A madeira juvenil, de forma geral, caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada  $S_2$  da parede celular, traqueídes mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de celulose e menor resistência em relação à madeira adulta (BENDTSEN, 1978; LARA PALMA, *et al.* 2010; ZOBEL, 1984).

A madeira adulta, por sua vez, apresenta características anatômicas preferíveis em relação à madeira juvenil, como por exemplo, maior comprimento das fibras e menor ângulo microfibrilar da camada  $S_2$  da parede celular, apresentando assim, melhor estabilidade e menor propensão a defeitos na secagem e no processamento mecânico. Segundo CRUZ (2000), o aumento das dimensões de alguns elementos anatômicos da madeira, como o comprimento de fibra e a espessura de parede, ocorrem devido ao alto incremento da madeira nas espécies do gênero *Eucalyptus*. Segundo esse autor, o crescimento inicial das células da madeira é acelerado e as células se multiplicam antes de atingirem o tamanho genético característico da espécie, em seguida ocorrendo diferenciação e formação das células.

Caracterizar a transição entre o lenho juvenil e adulto permite conhecer as diferenças entre as propriedades físicas, químicas, biológicas e morfológicas que esses lenhos apresentam. Isso nos possibilita programar a época de colheita de madeira que melhor atenda as necessidades do produto, de acordo com o seu uso final (indústria moveleira, produção de carvão, papel e polpa celulósica, etc.).

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatomicamente a madeira de *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN visando à identificação da zona de transição entre o lenho juvenil e adulto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta do material

O material utilizado neste estudo foi proveniente de três árvores de *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN com a idade de 23 anos, provenientes de um povoamento localizado no município de Rio Claro, RJ. De cada árvore, foram retirados discos com 8,0 cm de espessura à altura do DAP, onde foram retiradas amostras para as análises anatômicas e demarcação visual dos anéis de crescimento para mensuração dos incrementos anuais.

### Demarcação dos Anéis de Crescimento

Os anéis de crescimento anuais foram identificados através do perfil de densidade, obtidos aplicando-se a técnica de densitometria de raios-X. Isso foi necessário uma vez que os anéis anuais da maioria dos eucaliptos não são bem distintos. Foi considerado como um ano de vida da árvore, o período decorrente para a formação de dois picos consecutivos de alta densidade (FERRAZ, 1993).

Após a obtenção das radiografias, as amostras foram polidas utilizando 2 lixas de cada numeração e na respectiva seqüência de granulometria: 280, 360, 400 e 600 grãos. As amostras polidas foram escaneadas com uma resolução de 600 dpi, para posterior auxílio na identificação das camadas de crescimento.

### Análises anatômicas

Após a digitalização das seções diametrais, as mesmas foram seccionadas sistematicamente a cada centímetro a partir da medula até o câmbio. O material obtido foi separado em 2 grupos, sendo o primeiro, com dimensões de 1,0 x 3,0 x 4,0 cm, utilizado para obtenção dos cortes histológicos e o segundo, com dimensões de 0,5 x 0,5 x 4,0 cm, utilizado para obtenção do lenho dissociado.

Para a realização dos cortes histológicos, as amostras foram amolecidas em água fervendo e em seguida, com o auxílio de um micrótomo de deslize MICRON HM 450, foram seccionadas no plano transversal. Em todos os cortes, foi feita dupla coloração com safranina e azul de Astra, conforme metodologia utilizada por Kraus e Arduin (1997). Lâminas provisórias foram

montadas com os cortes imersos em glicerina e cobertos com uma lamínula. De cada corte histológico em cada posição radial foram tomadas as medidas do diâmetro tangencial dos vasos (sendo 5 vasos por corte e 2 cortes por posição radial), e percentual de vasos, fibras, parênquima axial e raios ( 2 cortes por posição radial).

As amostras utilizadas para dissociação dos tecidos foram armazenadas em frascos, contendo uma solução de Franklin (ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio 130 vol., numa proporção 1:1). Os frascos foram vedados e levados à estufa a 60°C por 24 horas visando à completa dissociação dos elementos celulares. O material deslignificado foi lavado em água corrente até a completa retirada da solução e então passou por um processo de coloração com safranina a 1%. Foram montadas cinco lâminas provisórias por cada posição e por cada árvore. Foram efetuadas 25 medições da espessura total, do comprimento e do lume das fibras. A espessura da parede da fibra foi determinada a partir da equação 1.

$$EP = (ET - LU)/2 \quad (1)$$

Onde:

EP = Espessura da parede da fibra

ET = Espessura total da fibra

LU = Diâmetro do Lume da fibra

Todas as medições foram realizadas com o auxílio do software WinCELL® (Régent Instruments Inc.) a partir de imagens obtidas através de uma câmera Olympus SC20 acoplada ao microscópio óptico Olympus.

### Determinação do ângulo microfibrilar

Para determinação do ângulo microfibrilar das fibras, foram obtidos cortes histológicos do plano tangencial com cerca de 10 µm para cada amostra das três árvores. Após isso foram montadas lâminas provisórias com cortes imersos em glicerina e água destilada. Os ângulos foram determinados usando a técnica de microscopia de luz polarizada em microscópio dotado de uma mesa giratória graduada de 0° a 360°. A lâmina foi colocada na mesa, fazendo com que as fibras ficassem na posição vertical. Em seguida girou-se a mesa no sentido horário até que a amostra atingisse a máxima posição de extinção de luz, ou seja, no momento em que a cor do fundo da fibra tornasse mais escura. A diferença dos ângulos dessas duas posições demarcava o ângulo microfibrilar (TIENNE *et al.*, 2009). Foram feitas seis medições do ângulo microfibrilar para cada centímetro de raio.

### Variação radial dos caracteres anatômicos e determinação da idade de transição entre o lenho juvenil e adulto

Todos os dados de dimensões das fibras, diâmetro de vasos, porcentagem de elementos anatômicos e ângulo microfibrilar foram analisados para verificar como estas variáveis se relacionam com os dois tipos de lenho (juvenil e adulto). Os dados destas variáveis foram agrupados em três posições equidistantes do raio. A posição considerada interna foi equivalente ao primeiro terço do raio, a intermediária ao segundo terço e a posição externa ao terceiro terço. Foi realizada uma análise de variância e teste de Tuckey a 5% de significância a fim de verificar se existiam diferenças estatísticas entre as três posições radiais para cada variável estudada. A presença ou ausência do lenho adulto foi confirmada através do nível de significância da variação radial média de uma ou mais variáveis anatômicas, ou seja, a existência de diferença significativa, parcial ou total, entre as posições indicou a presença de lenho adulto.

Uma vez observada a variação radial e confirmada a presença do lenho adulto, foi determinada a região da transição entre o lenho juvenil e adulto através de uma curva ajustada com base numa análise de regressão linear múltipla entre a distância radial (direção medula-casca) e o caractere anatômico que apresentou diferenças significativas entre as três posições radiais. Neste estudo foram utilizados os dados do comprimento de fibras e ângulo microfibrilar. A regressão foi estabelecida adotando-se um modelo com coeficientes angulares e lineares significativos ao nível de 5%.

Sobre a curva dos dados ajustados pela regressão foi observado dois pontos de inflexão que foram utilizados primeiramente para delimitação a zona de transição entre lenho juvenil e adulto. No entanto, para complementar a análise visual e delimitar de forma mais precisa essa zona foi realizada, entre os dois pontos de inflexão da curva, uma análise de regressão linear entre a distância radial x comprimentos das fibras e distância radial x ângulos microfibrilares. Foram feitas regressões utilizando valores entre os dois pontos de inflexão, sempre adicionando ou suprimindo dados, até encontrar o maior coeficiente de determinação significativo da regressão linear. Essa análise resultou em uma reta que cruzou a curva de ajuste dos dados em dois pontos que delimitou o início e o final da zona de transição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características anatómicas

#### Dimensões das fibras

Para as dimensões das fibras, os resultados não mostraram variação nítida na direção medula-casca para o diâmetro total da fibra e diâmetro do lume (Figura 1A e 1B). O diâmetro do lume apresentou decréscimo nos valores radiais apesar de não ser estatisticamente significativo.

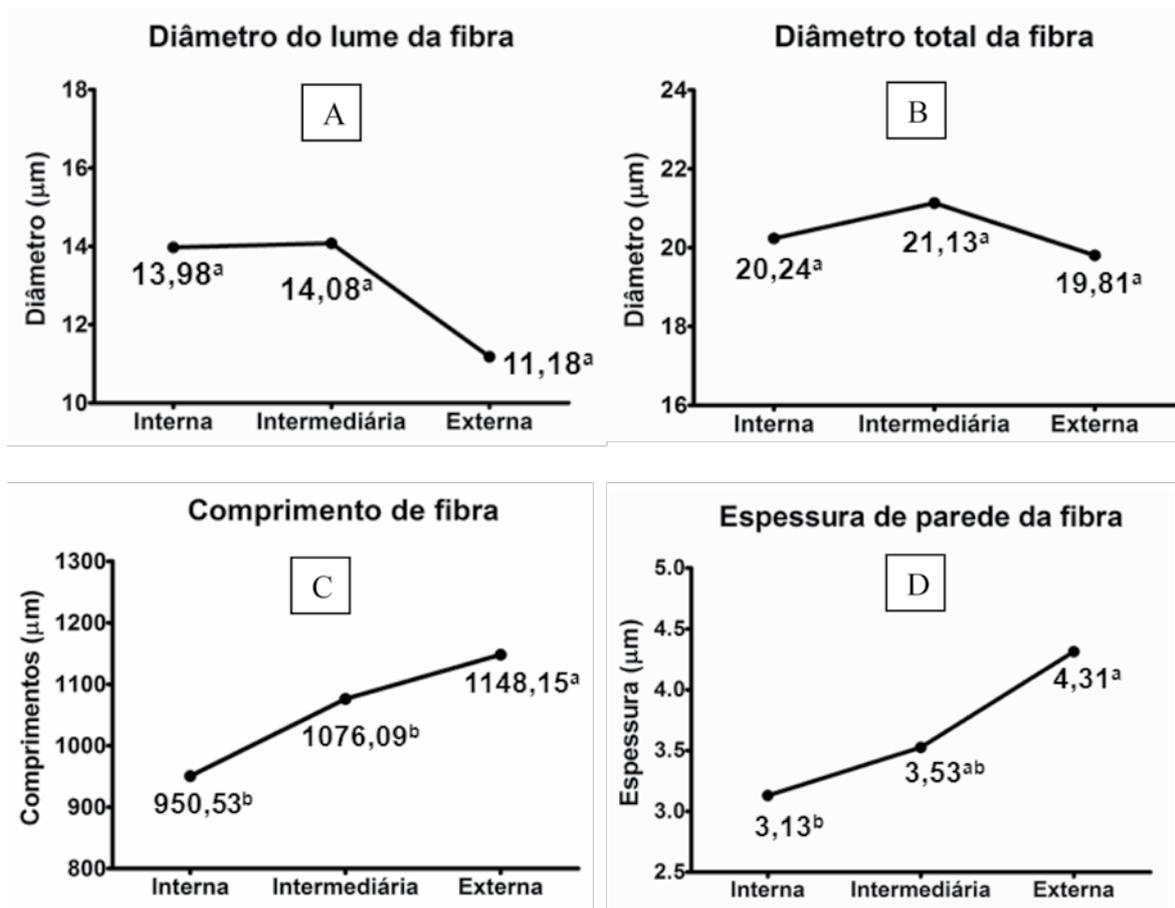
Os valores de comprimento de fibras e espessura de parede foram menores na região próxima a medula e aumentaram na direção da casca. As médias, para os dois casos, apresentaram diferenças significativas na análise de variâncias, indicando diferenças entre os lenhos próximo da medula e da casca. (Figura 1C e 1D).

Essa tendência de crescimento dos comprimentos de fibra também foi observada por Brasil e Ferreira (1972), Rocha *et al.* (2004), com *Eucalyptus grandis*, Gatto *et al.* (2007, 2008), com *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd e *Luehea divaricata* Mart., e Calonego *et al.* (2005) com *Eucalyptus*

*citriodora* (atualmente *Corymbia citriodora*) e Lara Palma *et al.* (2010) com *Corymbia citriodora*. Os valores de comprimento de fibra apresentam-se crescentes até um determinado ponto, onde a tendência de crescimento muda, ou seja, já não ocorre mais crescimento linear, com leve decréscimo ou estabilizando-se.

A espessura da parede da fibra também apresentou variação radial, com valores médios aumentando na direção da casca. Comportamento semelhante foi observado no trabalho de Brasil e Ferreira (1972), também com *Eucalyptus grandis*, onde os autores atribuem essa variação da espessura de parede ao diâmetro do lume, que diminui, já que diâmetro total da fibra não mostrou variação significativa nessas regiões.

Tomazello Filho (1987) afirma que, sob o aspecto tecnológico, a variação das dimensões das fibras relaciona-se com as propriedades físico-mecânicas da madeira e da celulose e papel. Dentre as propriedades influenciadas pela anatomia citam-se os diversos índices de resistência, o colapso das fibras, as ligações inter-fibras, entre outras.



**Figura 1.** Médias das dimensões das fibras (A-Diâmetro do Lume; B-Diâmetro total; C-Comprimento de Fibra; D-Espessura de parede) por posição radial. Letras diferentes denotam diferenças estatísticas significativas a 95% de probabilidade.

**Figure 1.** Means of fibers' dimensions (A-Lume diameter, B-Total diameter, C-Fiber length, D-Wall thickness) per radial position. Different letters denote statistically significant differences at 95% probability.

### Porcentagem de elementos anatômicos

A análise da porcentagem dos elementos anatômicos confirmou, como esperado, um maior porcentagem de fibras com médias variando de 66 a 67% entre as posições radiais, enquanto que os outros tecidos variaram em média de 9 a 13%. (Figura 2). Esse valores estão próximos aos encontrados por Barrichelo e Brito (1979) e Trugilho *et al.* (200, Contudo, Nisgoski *et al.* (1998) encontraram porcentagem de fibras em torno de 40 %.

Nota-se que os valores de porcentagem se mantiveram praticamente constantes na direção medula-casca, não apresentando uma tendência onde se pudesse revelar alterações de lenho juvenil para lenho adulto.

### Diâmetro tangencial de poros

A figura 3 apresenta as médias do diâmetro tangencial de poros. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas a 95 por cento de probabilidade entre as posições radiais. Entretanto, verificou-se um ligeiro aumento na direção medula-casca.

Embora tenha apresentado esse pequeno aumento na direção radial, o diâmetro tangencial de poros não demonstrou uma tendência evidente na direção medula-casca. Esses resultados são similares aos encontrados por Belini *et al.* (2008). Em trabalho com a mesma espécie, Rocha *et al.* (2004) encontraram variação crescente na direção medula-casca estatisticamente significativa.

### Ângulos microfibrilares

Quanto aos ângulos microfibrilares, observou-se que, na região próxima da medula, os ângulos foram maiores, decrescendo até chegarem a valores constantes à medida que foram se distanciando da medula e se aproximando da casca (Figura 4). Essa tendência é inversamente proporcional ao comprimento de fibra, ou seja, o ângulo diminui na medida em ocorre um aumento no comprimento da fibra.

A análise de variância apontou diferenças significativas entre as médias da região interna e externa, sendo que a região intermediária não diferiu das demais. As médias foram 30,24°, 25,89° e 23,79° respectivamente para as regiões interna, intermediária e externa. Esses resultados mostram que os ângulos microfibrilares têm relação com a idade da árvore e sua variação radial é um indicador da presença da fase adulta.

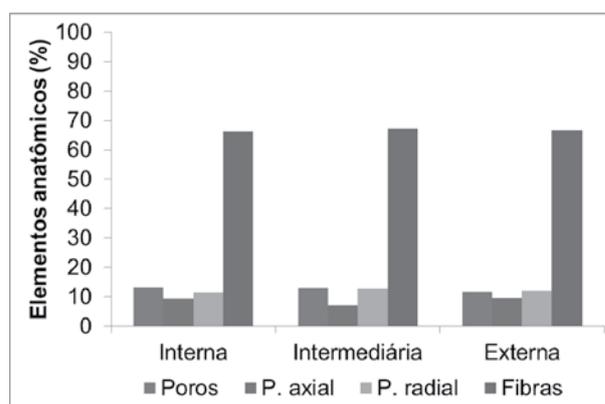


Figura 2. Variação radial da porcentagem de elementos anatômicos da madeira na direção medula-casca.

Figure 2. Radial variation of the percentage of anatomical elements of wood, from pith to bark.

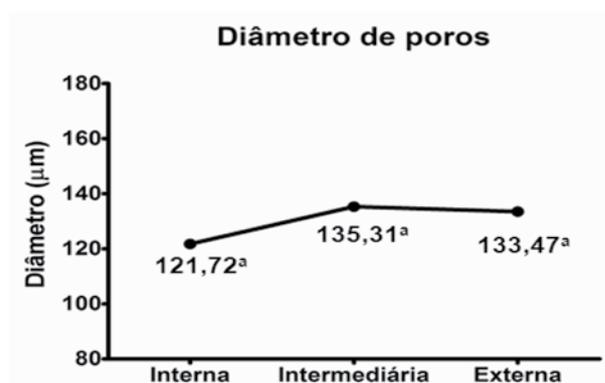


Figura 3. Média do diâmetro tangencial de poros por posição radial. Letras diferentes denotam diferenças estatísticas significativas a 95% de probabilidade.

Figure 3. Means of tangential diameter of pores in radial position. Different letters denote statistically significant differences at 95% probability.

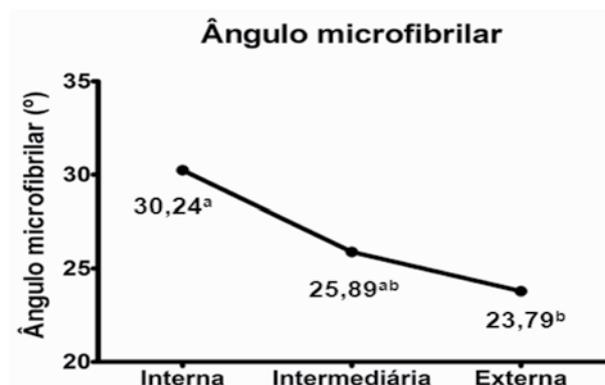


Figura 4. Médias do ângulo microfibrilar por posição radial. Letras diferentes denotam diferenças estatísticas significativas a 95% de probabilidade.

Figure 4. Means of microfibrillar angle in radial position. Different letters denote statistically significant differences at 95% probability.

### Transição entre lenho juvenil e adulto

De todos os caracteres anatómicos observados, o comprimento das fibras e o ângulo microfibrilar foram aqueles que melhor indicaram a presença da zona de transição entre os lenhos juvenil e adulto, dada as suas variações radiais significativas e ajustes dos dados através da regressão.

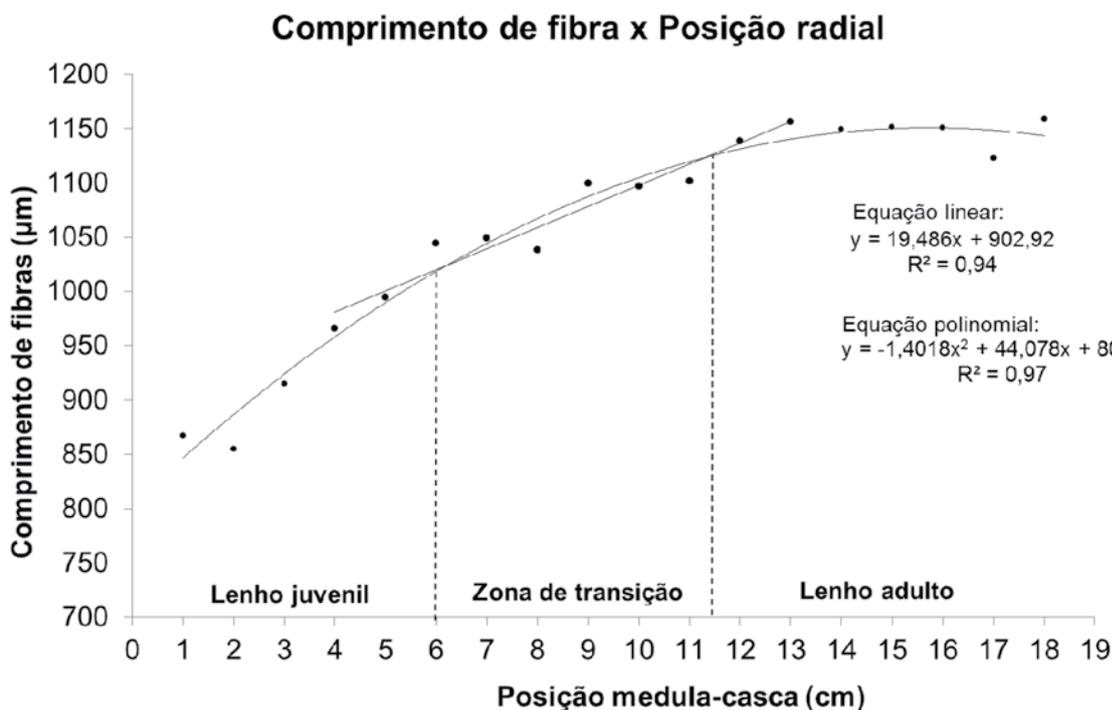
Os dados de comprimento de fibras obtiveram um ajuste significativo pela equação polinomial, apresentando um coeficiente e determinação de 97%. As fibras apresentaram um aumento linear acentuado do comprimento até aproximadamente 6 cm do raio, a partir da medula. Após este ponto foi possível distinguir duas zonas distintas. A primeira, apresentando ainda um crescimento linear, porém menos acentuado, caracterizando a zona de transição entre o lenho adulto e juvenil. Essa região de crescimento ocorreu entre 6 e 11,5 cm do raio (Figura 5). A partir desse ponto nota-se um crescimento mais constante, onde caracteriza a zona de lenho adulto. A distância radial de 6 a 11,5 cm do raio correspondeu ao intervalo entre o 5° e o 11° anel de crescimento, estabelecido pela análise radial da densidade por densitometria de raios-X. Desta forma, a transição do lenho juvenil e adulto ocorreu entre 5° e 11° ano.

No trabalho de Calonego *et al.* (2005) também foi verificada essa tendência de crescimento das fibras, ficando evidenciado o crescimento linear nos primeiros anos da árvore, característica de formação da madeira juvenil.

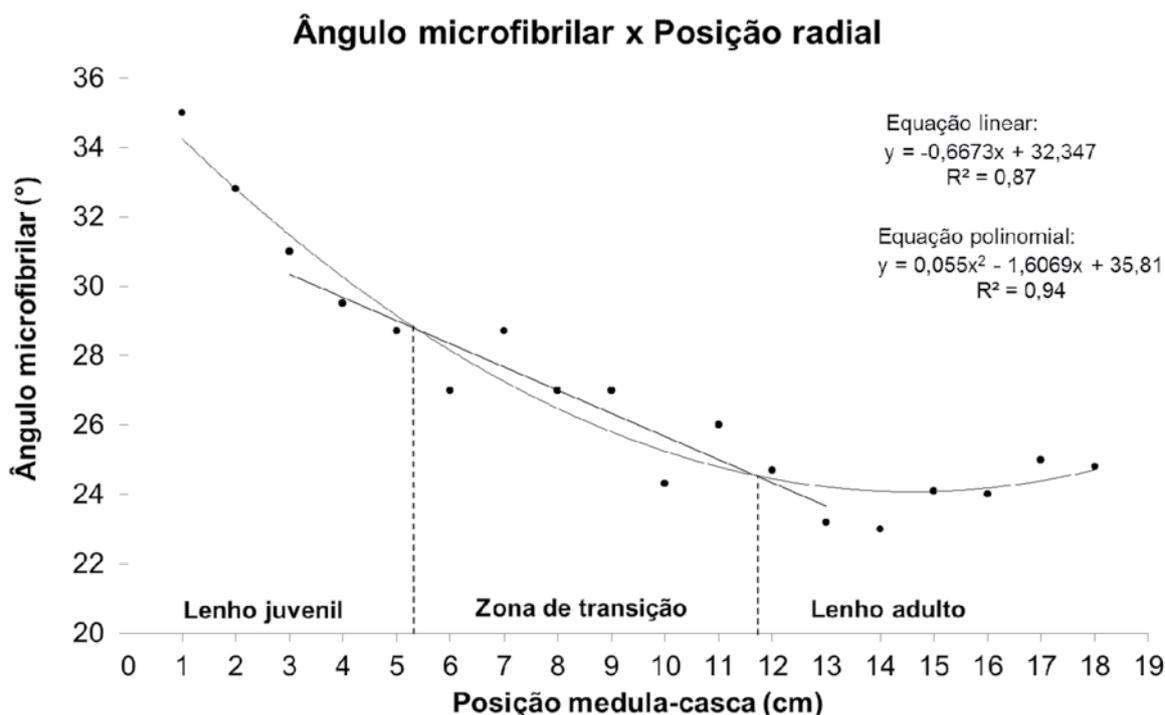
Segundo Jankowski (1979), é difícil estimar a idade exata de formação da madeira adulta, porque existe uma transição gradual entre os lenhos formados na fase juvenil até atingir a maturidade. Essa faixa gradual é chamada de faixa de transição.

Os dados de ângulos microfibrilar também obtiveram um ajuste significativo pela equação polinomial, apresentando um coeficiente e determinação de 94%. As fibras apresentaram uma diminuição linear acentuada do ângulo microfibrilar até aproximadamente 5,5 cm do raio, a partir da medula. Após este ponto, observou-se também duas regiões distintas. A primeira ocorreu entre 5,5 e 11,5 cm do raio e a última após 11,5 cm do raio. A exemplo do ocorrido com o comprimento de fibra, essas duas regiões também caracterizam as regiões de transição e do lenho adulto (Figura 6). A distância radial de 5,5 a 11,5 cm do raio também correspondeu ao intervalo entre o 5° e o 11° anel de crescimento, estabelecido pela análise radial da densidade por densitometria de raios-X. Desta forma, analisando a variação radial do ângulo microfibrilar, a transição do lenho juvenil e adulto também ocorreu entre o 5° e 11° ano, como observado para o comprimento de fibras.

Segundo Lima *et al.* (2004), a tendência dos ângulos microfibrilares serem maiores no centro do tronco oferece algumas implicações importantes para o processamento e beneficiamento das árvores. Eles ressaltam ainda que o centro do tronco é uma zona crítica, pois o lenho juvenil ali está localizado, podendo causar problemas no processamento.



**Figura 5.** Variação radial do comprimento de fibra na direção medula-casca.  
**Figure 5.** Radial variation of fiber length from pith to bark.



**Figura 6.** Variação radial do ângulo microfibrilar na direção medula-casca.  
**Figure 6.** Radial variation of microfibrilar angle from pith to bark.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- A madeira de *Eucalyptus grandis* apresenta uma variação radial dos seus elementos anatômicos no sentido medula-casca;
- O comprimento das fibras, espessura da parede celular e o ângulo microfibrilar apresentaram diferenças significativas entre as regiões da madeira próxima a medula e próxima a casca;
- O comprimento das fibras e a espessura da parede celular aumentaram na direção medula-casca, enquanto que o ângulo microfibrilar diminuiu.
- Através da variação radial do comprimento de fibra e do ângulo microfibrilar foi possível identificar a região de transição entre o lenho juvenil e adulto;
- A transição entre o lenho juvenil e adulto da madeira do *Eucalyptus grandis* ocorreu entre o 5º e o 11º ano de crescimento;
- O percentual de fibras, vasos, parênquima axial e raios, não apresentaram variação no sentido medula-casca.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica e ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira - NPQM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLARIN, A.W.; LARA PALMA, H.A. Propriedades da resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. *Revista Árvore*, Viçosa, v.27, n.3, p.371-380, 2003.
- BARRICHELO, J.E.G.; BRITO, J.O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. IPEF, Piracicaba, n.18, p.81-102, 1979.
- BELINI, U.L.; TOMAZELLO FILHO, M.; CHAGAS, M.P.; DIAS, C.T.S. Caracterização da estrutura anatômica, densidade básica e morfologia de cavacos da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de painéis MDF. *Revista Árvore*, Viçosa, v.32, n.4, p.707-713, 2008.
- BENDTSEN, B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal*, Madison, v.28, n.10, p.69-72, 1978.
- BRASIL, M.A.M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao nível do DAP. IPEF, n.5, p.81-90, 1972.
- CALONEGO, F.W.; SEVERO, E.T.D.; ASSI, P.P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil de *Eucalyptus citriodora*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.68, p.113-121, 2005.

- CRUZ, C.R. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus* para utilização na indústria madeireira.** 2000. 64p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- EVANS, J.W.; SENFT, J.E.; GREEN, D.W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, Madison, v. 50, n. 7/8, p.75-87, 2000.
- FERRAZ, E.S.B. Anéis de crescimento e clima em *Eucalyptus*. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.32, p.821-822. 1983.
- GATTO, D.A.; HASELEIN, C.R.; BULIGON, E.A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D.M.; OLIVEIRA, L.S. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. **Cerne**, Lavras, v.13, n.4, p.393-398, 2007.
- GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, L. S.; SANTINI, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto por meio de parâmetros anatômicos para a madeira de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.4, p.535-540, 2008.
- JANKOWSKI, I.P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, v.81, p.1-18, 1979.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal.** Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 1997. 198p.
- KRAHMER, R. Fundamental anatomy of juvenile and mature wood. In: A TECHNICAL WORKSHOP: JUVENILE WOOD-WHAT DOES IT MEAN TO FOREST MANAGEMENT AND FOREST PRODUCTS, 1985, Washington. **Proceedings...** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p.12-16.
- LARA PALMA, H.A.; LEONELLO, E.C.; BALLARIN, A.W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, Lavras, v.16, p.114-148, 2010.
- LATORRACA, J.V.F.; ALBUQUERQUE, C.E.C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da Madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.7, n.1, p.279-291, 2000.
- LIMA, J.T.; BREESE, M.C.; CAHALAN, C.M. Variation in microfibril angle in *Eucalyptus* clones. **Holzforchung**, Berlin v.58, n.2, p.160-166, 2004.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G.I.B.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.67-76, 1998.
- PÁDUA, F.A.; TURGILHO, P.E.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T.; CARDOSO JUNIOR, A.A.; OLIVEIRA, A.C. Estimativa dos parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.66, p.152-160, 2004.
- ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.16, n.1, p.43-55, 2004.
- TIENNE, D.L.C.; OLIVEIRA, J.N.; PALERMO, G.P.M.; SOUSA, J.S.; LATORRACA, J.V.F. Influência do espaçamento no ângulo das microfibrilas e comprimento de fibras de clone de eucalipto. **Revista Florestal Latinoamericana**, Mérida, v.24, n.1, p.67-83. 2009.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita*, e *E. acmenioides*. **IPEF**, Piracicaba, n.36, p.35-42, 1987.
- TRUGILHO, P.E.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Influência da idade nas características físico-químicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.94-111, 1996.
- VAN WYK, J.L. Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n.107, p. 47-53, 1978.
- ZOBEL, B.J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Science and Technology**, New York, v.18, n.1, p.1-17, 1984.
- ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361p.

Recebido em 22/03/2011

Aceito para publicação em 26/09/2011