

**PROPRIEDADES FÍSICAS DOS LENHOS JUVENIL E ADULTO DE
Pinus elliottii Engelm var. *elliottii* E DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**

**PHYSICAL PROPERTIES OF THE JUVENILE AND MATURE WOOD OF
Pinus elliottii Engelm var. *elliottii* AND *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**

Melany Maria Alonso Pelozzi¹ Elias Taylor Durgante Severo²
Fred Willians Calonego³ Paula Lúcia Martins Rodrigues⁴

RESUMO

O lenho juvenil apresenta grande diferença em suas propriedades anatômicas e físicas em relação ao lenho adulto. Essa heterogeneidade da madeira causa uma série de transtornos para a indústria de transformação e processamento. O presente trabalho teve como objetivo o estudo das propriedades físicas dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, com 25 anos de idade, e de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com 30 anos de idade, provenientes da Estação Experimental de Itapetininga e da Floresta Estadual de Santa Bárbara, pertencentes ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Para tanto, de ambas as espécies, foram retirados, de tábuas radiais, corpos de prova com dimensões de 20x30x50 mm, para a determinação das massas específicas, dos inchamentos e dos coeficientes de retratibilidade dos lenhos juvenil e adulto. Os resultados das espécies mostraram que os lenhos adultos comparados com os lenhos juvenis apresentaram: (1) um aumento nos valores das massas específicas básica, a 0% e a 12% de umidade, dos inchamentos volumétricos e lineares tangencial e radial a 12% de umidade e máximos, e dos coeficientes de retratibilidade tangencial e radial; (2) uma redução nos valores de inchamentos lineares longitudinais a 12% de umidade e máximos, e do coeficiente de retratibilidade longitudinal.

Palavras-chave: lenhos juvenil e adulto; massa específica; inchamento; coeficiente de retratibilidade.

ABSTRACT

The juvenile wood presents great difference in its anatomical and physical properties in relation to the mature wood. That heterogeneity of the wood causes a series of upset for the processing industry. The present research had as objective the study of the physical properties of the juvenile and mature wood of *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, with 25 years of age and of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, with 30 years of age, coming from the Experimental Station of Itapetininga and State Forest of Santa Barbara, belonging to the Forest Institute of the state of São Paulo. From both species there were taken from radial boards, specimens with dimensions of 20x30x50 mm, for the determination of density, swelling and swelling coefficient of the juvenile and mature wood. The results of the species showed that the mature compared with the juvenile wood presented: (1) an increase in the values of the basic density, at 0% and at 12% of moisture content and of the volumetric, radial and tangential swelling at 12% moisture content and maximum coefficient of radial and tangential swelling; (2) a reduction in the values of longitudinal swelling at 12% and maximum and of the longitudinal swelling coefficient.

Keywords: juvenile and mature wood; density; swelling; coefficient of shrinkage.

1. Engenheira Florestal, Mestranda em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP). mmapelozzi@fca.unesp.br
2. Engenheiro Florestal Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP). severo@fca.unesp.br
3. Engenheiro Florestal Dr., Pós-doutorando em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP). fwcalonego@fca.unesp.br
4. Engenheira Florestal, Mestranda em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP). plmrodrigues@fca.unesp.br

Recebido para publicação em 12/03/2009 e aceito em 20/04/2011

INTRODUÇÃO

Por se tratar de um produto natural e renovável, aliado a um conjunto de propriedades quase únicas, a madeira é, sem dúvida, um dos materiais de construção mais versáteis.

As espécies pertencentes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, exóticas à flora brasileira, têm sido amplamente utilizadas pela indústria madeireira como substitutos imediatos de nossas madeiras nativas.

Porém, a heterogeneidade da madeira causa dificuldades para a indústria de transformação e processamento. A desuniformidade do lenho pode ocorrer em função de diversos fatores, entre os quais se pode citar: espécie, tratos silviculturais e principalmente estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira.

O lenho juvenil é aquele formado pelo câmbio vascular durante os primeiros anos de vida da árvore. Este tipo de lenho está mais próximo da medula formando um cilindro no centro da árvore, o qual se estende da base até o topo, e do ponto de vista tecnológico, diferencia do lenho adulto em suas propriedades físicas e mecânicas (ZOBEL e TALBERT, 1984; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989; CALONEGO et al., 2005; SEVERO et al., 2006).

As proporções relativas entre lenho juvenil e adulto variam de acordo com a espécie e com a idade da árvore (BENJAMIN, 2002). Segundo Jankowsky (1979), a proporção de lenho juvenil diminui com o aumento em idade do povoamento. O autor afirma que é difícil determinar o período de juvenilidade da árvore, entretanto, cita que esse período varia entre 6 e 12 anos para madeira de *Pinus* e pode ser superior a 20 anos para madeira de *Eucalyptus*.

Contudo, Massey e Reeb (1989) apresentaram um método prático e rápido para estimar o volume do lenho juvenil, chamado de regra do polegar, a qual considera todos os anéis de crescimento a partir da medula até a espessura do polegar, como sendo lenho juvenil. Segundo os autores, em toras de *Pinus taeda*, o lenho juvenil corresponde a cerca de dez anéis de crescimento.

Porém, Ballarin e Lara Palma (2003) estudando o lenho juvenil em *Pinus taeda* verificaram, através da mensuração do comprimento dos traqueídes, que o lenho juvenil apresenta-se desde a medula até, aproximadamente, ao décimo oitavo anel de crescimento.

Oliveira (1997) verificou, em exemplares de

Eucalyptus grandis com 16 anos de idade, uma grande proporção de lenho juvenil, o qual corresponde a um raio próximo de 80 mm. O mesmo autor, estudando *Eucalyptus citriodora*, concluiu pela análise do perfil densiométrico da madeira que a formação do lenho juvenil parece estar confinada aos primeiros 30 a 40 mm de raio.

Entretanto, Calonego et al. (2005) verificaram através da mensuração do comprimento das fibras da madeira de *Eucalyptus citriodora* que a madeira juvenil está delimitada entre os primeiros 45 e 55 mm a partir da medula.

Assim, o uso do termo lenho juvenil é de certa forma errônea, pois não há uma mudança abrupta do lenho juvenil para o adulto, mas sim uma variação das propriedades físicas, mecânicas, anatômicas, e químicas da madeira no decorrer de um longo período de anos (BENDTSEN, 1978; SJÖSTRÖM, 1981; BENDTSEN e SENFT, 1986; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989; TRUGILHO et al., 1996; MCALISTER et al., 1997; EVANS et al., 2000; LARSON et al., 2001; SEVERO et al., 2006).

Estudos conduzidos por Foelkel et al. (1975) sobre a massa específica básica de *Pinus elliottii* e por Ballarin e Lara Palma (2003) e Ballarin e Nogueira (2005) sobre a massa específica a 12% de umidade de *Pinus taeda* mostraram que, o lenho adulto das madeiras apresentou as respectivas propriedades físicas cerca de 91,15%, 25,75% e 20,04% significativamente maiores em comparação com o lenho juvenil.

Bao et al. (2001) estudando a massa específica básica de *Eucalyptus citriodora* e Lobão et al. (2004) analisando a massa específica a 12% de umidade de *Eucalyptus grandis* concluíram que os valores do lenho adulto eram significativamente superiores, na ordem de 47,26% e 53,04%, quando comparados com os lenho juvenil.

Esse aumento constatado na massa específica no sentido medula à casca mostra que essa propriedade física apresenta uma boa correlação com as características celulares (HUGHES, 1968; BRASIL e FERREIRA, 1979; FONSECA e LOUSADA, 1986; KLOCK, 1989 e 2000; LOUSADA et al. 1994; LOUSADA, 2000). Assim, como o lenho juvenil possui traqueídes mais curtos, no caso das gimnospermas, fibras e vasos com menores comprimentos e diâmetros, no caso de angiospermas, e as suas paredes celulares são delgadas e de menor espessura, ele apresenta-se como uma madeira de menor massa específica (BENDTSEN e SENFT, 1986; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989).

Contudo, estudos conduzidos por Lara Palma e Ballarin (2003), com *Pinus taeda*, mostraram que o lenho adulto apresenta maiores contrações tangencial e radial na ordem de 6,33%, 32,85% e uma contração longitudinal cerca de 14,63% menor, em relação ao lenho juvenil. Bao et al. (2001) estudaram as madeiras de *Pinus massoniana*, *Pinus elliotti* e *Pinus taeda* e verificaram que, os respectivos valores das contrações tangencial e radial, do lenho adulto, foram 3,18% e 9,06%, 12,50% e 48,57%, e 14,82% e 28,81% superiores em relação ao lenho juvenil. Ainda, segundo Bao et al. (2001), o lenho adulto da madeira *Eucalyptus citriodora* apresenta contrações tangencial e radial máximas superiores aos do lenho juvenil, na ordem de 5,47% e 17,73%.

Segundo Bendtsen (1978), Zobel e Talbert (1984), Senft et al. (1985) e Rowell et al. (2000), o lenho juvenil apresenta uma contração tangencial e radial menor e uma maior contração longitudinal, em relação ao lenho adulto. Porém, a contração longitudinal pode ser 9% maior no lenho juvenil, pois esse lenho tem o ângulo fibrilar (especialmente na camada S2) maior, quando comparado com o lenho adulto.

Salienta-se que a contração longitudinal é desprezível se o ângulo fibrilar for pequeno, mas aumenta consideravelmente com o incremento deste ângulo (MEYLAN, 1968; MEYLAN, 1972; MCMILLIN, 1973; PEARSON e GILMORE, 1980; WHEELER, 1983; KRAHMER, 1986). Segundo Bentsen (1978) o ângulo microfibrilar do lenho juvenil e adulto em folhosas é de 28° e 10°, respectivamente, enquanto que para coníferas este valor é na ordem de 55° e 20°.

Bao et al. (2001) verificaram que os ângulos microfibrilares do lenho juvenil e adulto da madeira de *Eucalyptus citriodora* equivalem a 12,17° e 10,35°, respectivamente. Os mesmos autores verificaram que os respectivos ângulos microfibrilares do lenho juvenil das madeiras de *Pinus massoniana*, *Pinus elliotti* e *Pinus taeda* equivalem a 11,74°, 15,65° e 15,80° e são significativamente superiores aos encontrados no lenho adulto, os quais se apresentam, respectivamente, na ordem de 9,68°, 11,80° e 10,60°.

Contudo, segundo Hillis e Brown (1978) e Larson et al. (2001), existem poucos estudos comparativos entre as propriedades do lenho juvenil e adulto e não se conhece claramente os limites de formação do lenho juvenil. Para Evans et al. (2000) o comportamento do lenho juvenil em coníferas foi muito explorado e, comparativamente,

o comportamento do lenho juvenil em folhosas foi pouco estudado.

Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar as massas específicas, os inchamentos volumétricos e lineares e os respectivos coeficientes de retratibilidade dos lenhos juvenil e adulto, das madeiras de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* e de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar as propriedades físicas foram selecionadas tábuas centrais de lotes de madeiras de três árvores de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, com 25 anos de idade, provenientes da Estação Experimental de Itapetinga-SP e de três árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com 30 anos de idade, provenientes da Floresta Estadual de Santa Bárbara-SP.

Para cada uma das espécies foram selecionadas três tábuas radiais com no mínimo 50 cm de comprimento, livres de nós e de defeitos. Em cada uma das tábuas foram demarcadas as zonas de lenho juvenil e adulto, segundo o preconizado por Oliveira (1997) e Calonego et al. (2005).

Embora a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 7190, 1997) prescreva que para caracterizar um lote de madeira sejam necessários 6 corpos de prova, foram utilizados 10 e 23 corpos de prova, respectivamente, dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e 22 e 48 dos respectivos tipos de lenho de *Eucalyptus grandis*.

Todos os corpos de prova foram secos em estufa pré-regulada a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante. Em seguida, os corpos de prova foram colocados em câmara climática a $65 \pm 5\%$ de umidade relativa e $21 \pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura até atingirem o teor de umidade de equilíbrio higroscópico correspondente. Posteriormente, todos os corpos de prova foram mantidos submersos em água até a sua completa saturação.

Na condição seca e após cada mudança nas condições de umidade de equilíbrio higroscópico, os corpos de prova foram submetidos a sucessivas sessões de pesagens com balança de precisão de 0,01g e as suas dimensões mensuradas com o auxílio de micrômetros com 0,01mm de precisão.

Com estes valores foram determinados as massas específicas básica e a 12% de umidade, os inchamentos volumétricos e lineares tangencial, radial e longitudinal, os seus respectivos coeficientes de retratibilidade e os fatores de anisotropia.

Para todas as variáveis foram adotados métodos de análise paramétrica para análise de variância (ANOVA), com delineamento experimental inteiramente ao acaso, levando-se em consideração o tipo de lenho. O nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa específica dos lenhos juvenil e adulto

Verifica-se na Figura 1 que as massas específicas básica, a 0% e a 12% de umidade do lenho juvenil de *Eucalyptus grandis* foram de 0,483 g/cm³, 0,585 g/cm³ e 0,607 g/cm³ enquanto que as mesmas propriedades físicas do lenho adulto foram de 0,611 g/cm³, 0,789 g/cm³ e 0,808 g/cm³, respectivamente. Observa-se que as massas específicas do lenho adulto são significativamente superiores em 34,9%, 33,1% e 26,5%, quando comparadas com as do lenho juvenil.

Esses valores são semelhantes aos encontrados por Bao et al. (2001), os quais observaram que as massas específicas básicas dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus citriodora* foram de 0,548 g/cm³ e 0,807 g/cm³. Também se assemelham com os resultados de Lobão et al. (2004), que obtiveram as massas específicas a 12% de umidade para os lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis*, respectivamente, na ordem de 0,575 g/cm³ e 0,880 g/cm³.

Ainda na Figura 1 observa-se que as massas

específicas básica, a 0% e a 12% de umidade do lenho juvenil de *Pinus elliottii* var. *elliottii* foram de 0,377 g/cm³, 0,417 g/cm³ e 0,449 g/cm³ enquanto que as mesmas propriedades físicas do lenho adulto apresentaram-se, respectivamente, na ordem de 0,584 g/cm³, 0,686 g/cm³ e 0,722 g/cm³. Verifica-se que as massas específicas do lenho adulto são significativamente superiores em 64,5%, 60,8% e 54,9%, quando comparadas com as do lenho juvenil.

Esses resultados, também se assemelham com os encontrados por Bao et al. (2001). Para os autores as massas específicas básicas dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus massoniana*, *Pinus elliotti* e *Pinus taeda* foram, respectivamente, 0,428 g/cm³ e 0,480 g/cm³, 0,520 g/cm³ e 0,488 g/cm³ e 0,530 g/cm³ e 0,448 g/cm³. Salienta-se que também se assemelham aos resultados encontrados por Foelkel et al. (1975), pois os autores mostraram que a massa específica básica dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* foi de 0,339 g/cm³ e 0,648 g/cm³. Os resultados também são semelhantes com os de Ballarin e Lara Palma (2003) e Ballarin e Nogueira (2005), os quais obtiveram massas específicas a 12% dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus taeda* na ordem de 0,536 g/cm³ e 0,674 g/cm³ e de 0,504 g/cm³ e 0,605 g/cm³, respectivamente.

As diferenças entre as massas específicas dos lenhos juvenil e adulto são explicadas, por vários autores, devido ao fato do lenho juvenil apresentar fibras ou traqueídes mais curtos, diâmetros dos vasos menores e menor espessura da parede celular

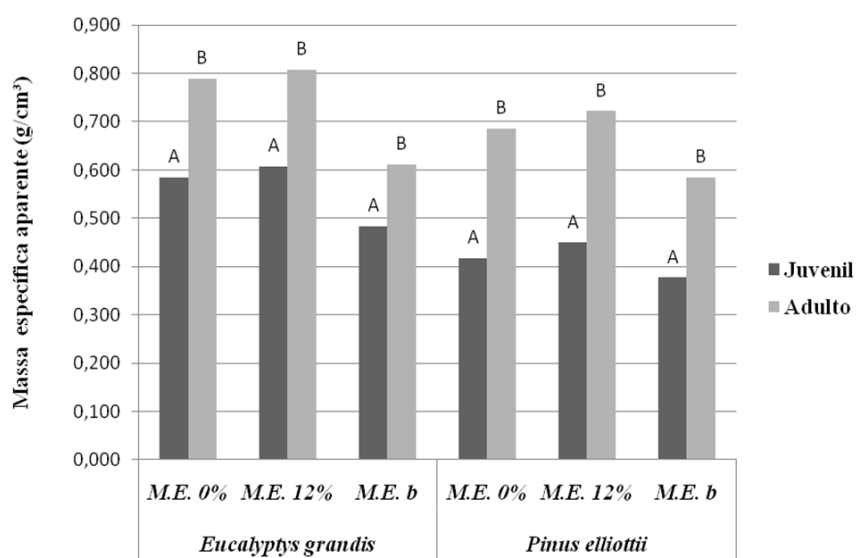


FIGURA 1: Massas específicas básica, a 0% e a 12% de umidade dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* e de *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

FIGURE 1: Specific gravity and Density at 0% and at 12% of relative humidity of the juvenile and adult wood of *Eucalyptus grandis* and of *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

(BENDTSEN, 1978; ZOBEL, 1984; SENFT et al., 1985; BENDTSEN e SENFT, 1986; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989; ROWELL et al., 2000; BAO et al., 2001).

Instabilidade dimensional dos lenhos juvenil e adulto

Na Figura 2 pode-se verificar que os inchamentos volumétricos e lineares tangencial e radial a 12% de umidade no lenho adulto de *Eucalyptus grandis* foram 8,322%, 4,619% e 3,383% e no lenho juvenil apresentaram-se na ordem de 6,913%, 3,71% e 2,925%. Verifica-se que o lenho adulto apresentou um aumento significativo, para as respectivas propriedades físicas, em 20,4%, 24,5% e 15,6% quando comparado com o lenho juvenil.

Observa-se que os inchamentos volumétricos máximo e lineares tangencial e radial máximos no lenho adulto de *Eucalyptus grandis* apresentaram-se na ordem de 29,006%, 17,285% e 3,724% e que no lenho juvenil tais variáveis foram de 20,295%, 11,835% e 7,790%. Verifica-se que o lenho adulto apresentou um aumento significativo de 38,6%, 46,0% e 24,1% nas respectivas propriedades, quando comparado com o lenho juvenil.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Bao et al. (2001) que, ao caracterizarem a madeira de *Eucalyptus citriodora*, verificaram uma contração tangencial e radial máxima de 10,06% e 7,39% no lenho juvenil, e, respectivamente de 10,61% e 8,70% no lenho adulto.

Esses autores mostram que o fator anisotrópico é maior no lenho juvenil, o que evidencia a maior instabilidade desse tipo de lenho.

Verifica-se, também, pela Figura 2, que os valores dos inchamentos lineares longitudinais máximo e a 12% de umidade, para o lenho adulto de *Eucalyptus grandis*, foram de 0,292% e 0,152%. No lenho juvenil as respectivas variáveis apresentaram-se na ordem de 0,292% e 0,157%. Assim, observa-se que o lenho adulto apresentou uma redução de até 3,2% na magnitude dos inchamentos lineares quando comparado ao lenho juvenil.

Já, na Figura 3 observa-se que os inchamentos volumétricos e lineares tangencial e radial, a 12% de umidade, no lenho adulto de *Pinus elliottii* var. *elliottii* apresentaram-se na ordem 6,369%, 3,085% e 3,043%, e que no lenho juvenil tais variáveis foram, respectivamente, de 3,879%, 1,979% e 1,487%. Verifica-se que o lenho adulto apresenta aumento significativo, para as respectivas propriedades estudadas, na ordem de 64,2%, 55,9% e 104,6%, quando comparado com o lenho juvenil.

Verifica-se, também, que os inchamentos volumétricos e lineares tangencial e radial máximos do lenho adulto de *Pinus elliottii* var. *elliottii* foram 17,419%, 8,601% e 7,875% e que no lenho juvenil tais variáveis apresentaram-se, respectivamente, na ordem de 10,461%, 5,8% e 9,666%. Conclui-se que o lenho adulto apresentou um aumento significativo de 66,5%, 48,3% e 111,5%, quando comparado com o lenho juvenil.

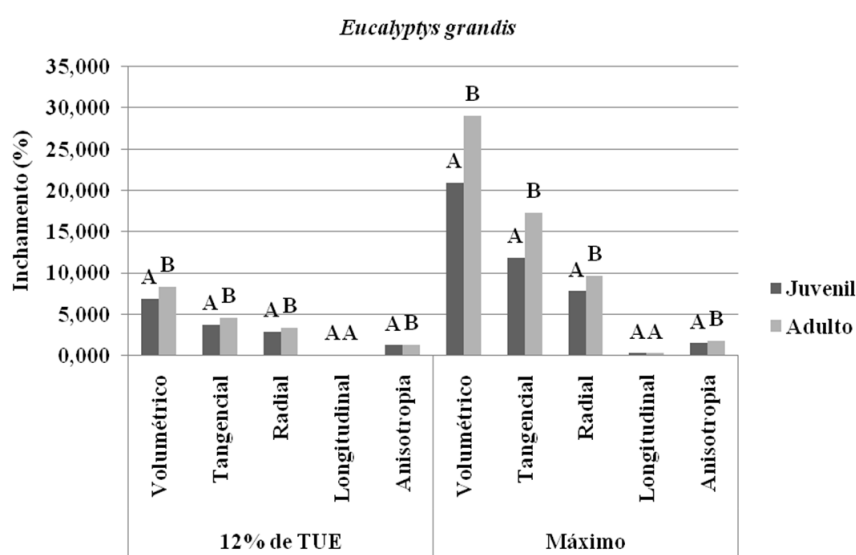


FIGURA 2: Inchamentos volumétricos e lineares tangencial, radial e longitudinal e anisotropia a 12% e máximos dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis*.

FIGURE 2: Swelling volumetric and linear tangencial, radial and longitudinal and anisotropy at 12% of relative humidity and maximum of the juvenile and adult wood of *Eucalyptus grandis*.

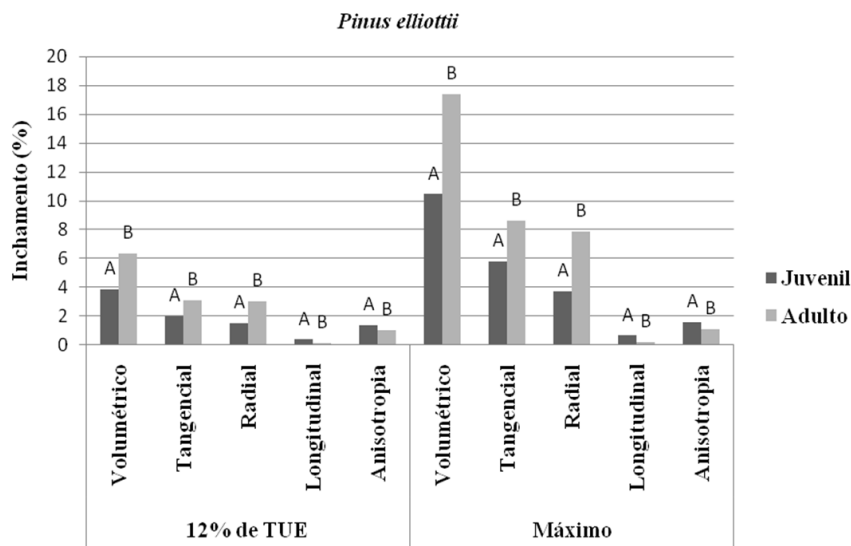


FIGURA 3: Inchamentos volumétricos e lineares tangencial, radial e longitudinal e anisotropia a 12% e máximos dos lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

FIGURE 3: Swelling volumetric and linear tangencial, radial and longitudinal and anisotropy at 12% of relative humidity and maximum of the juvenile and adult wood of *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

Verifica-se, também, pela Figura 3, que os valores dos inchamentos lineares longitudinais máximos e a 12%, do lenho adulto de *Pinus elliottii* var. *elliottii* apresentaram-se na ordem de 0,228% e 0,139% e que no lenho juvenil foram de 0,656% e 0,371%. Constata-se que o lenho adulto apresentou uma redução significativa de 34,7% e 62,5%, nas respectivas propriedades físicas, quando comparado com o lenho juvenil.

Estes resultados se assemelham com os apresentados por Lara Palma e Ballarin (2003) que, ao estudarem o lenho juvenil de *Pinus taeda*, verificaram contrações longitudinal, radial, tangencial e volumétrica na ordem de 0,47%, 4,84%, 7,42% e 12,26% e para o lenho adulto, respectivamente, 0,41%, 6,43%, 7,89% e 14,20%.

Tais resultados também são semelhantes aos encontrados por Bao et al. (2001) que, ao estudarem as madeiras de *Pinus massoniana*, *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*, constataram que os lenhos juvenis apresentaram contrações tangenciais máximas de 8,81%, 8,10% e 6,68%, e os respectivos lenhos adultos na ordem de 9,09%, 9,00% e 7,67%. Concomitantemente, as contrações radiais dos lenhos juvenis apresentaram-se na ordem de 3,53%, 3,50% e 4,20%, e foram significativamente inferiores aos 3,85%, 5,20% e 5,41% encontrados nos respectivos lenhos adultos.

Pela Figura 4 verifica-se que, os coeficientes de retratibilidade tangencial e radial no lenho adulto

de *Eucalyptus grandis* apresentaram-se na ordem de 0,425 e 0,311 e no lenho juvenil em 0,335 e 0,264, respectivamente. Conclui-se que o lenho adulto apresentou aumento significativo de 26,9% e 17,8% quando comparado com o lenho juvenil.

Para a madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* observa-se que os coeficientes de retratibilidade tangencial e radial, no lenho adulto, foram 0,259 e 0,256 e no lenho juvenil apresentaram-se, respectivamente, na ordem de 0,166 e 0,125. Verifica-se que as respectivas propriedades físicas do lenho adulto apresentaram aumentos significativos de 56,0% e 104,8% quando comparadas às do lenho juvenil.

Contudo, verifica-se que o coeficiente de retratibilidade longitudinal dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* foram, respectivamente, 0,0142 e 0,0140 e no *Pinus elliottii* var. *elliottii* apresentaram-se na ordem de 0,0311 e 0,0117. Conclui-se que o lenho adulto da folhosa apresentou uma redução de 1,4% na magnitude dessa propriedade quando comparado com o lenho juvenil. E, que na conífera estudada, o coeficiente de retratibilidade longitudinal do lenho adulto apresentou-se 62,3%, significativamente, menor do que no lenho juvenil.

Esses resultados são coerentes com os apresentados na literatura. Os maiores inchamentos lineares longitudinais e dos respectivos coeficientes de retratibilidade encontrados nos lenhos juvenis quando comparados com aqueles que caracterizam

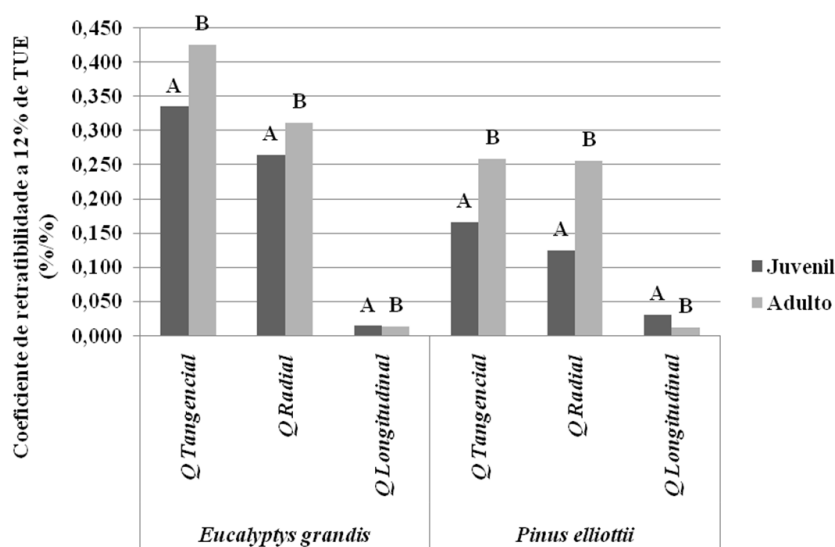


FIGURA 4: Coeficientes de retratibilidade tangencial, radial e longitudinal a 12% dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* e de *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

FIGURE 4: Coefficient of shrinkage tangencial, radial and longitudinal at 12% of relative humidity of the juvenile and adult wood of *Eucalyptus grandis* and of *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

o lenho adulto, é explicado pelo rápido decréscimo do ângulo microfibrilar no sentido medula à casca (PANSHIN e DE ZEEUW, 1980; BAO et al., 2001).

CONCLUSÃO

Com base na análise das propriedades físicas da madeira de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* e de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, conclui-se que:

a) para a folhosa, as massas específicas básica, a 0% e a 12% de umidade apresentaram-se 34,9%, 33,1% e 26,5% maiores no lenho adulto quando comparadas com as do lenho juvenil;

b) para a conífera, as massas específicas básica, a 0% e a 12% de umidade apresentaram-se 64,5%, 60,8% e 54,9% maiores no lenho adulto quando comparadas com as do lenho juvenil;

c) o lenho adulto, da folhosa, apresentou inchamentos volumétricos e lineares tangencial e radial, seus respectivos coeficientes de retratibilidade e os fatores de anisotropia de 7,7% a 46,0% maiores do que os lenho juvenil e, na conífera, houve aumento de 25,9% a 111,5%;

d) os inchamentos lineares e os coeficientes de retratibilidade longitudinais foram até 34,7% e 62,5% maiores nos lenhos juvenil provenientes, respectivamente, da folhosa e da conífera estudadas;

e) a madeira serrada, que possua tanto o lenho juvenil quanto o adulto, apresentará maior instabilidade dimensional em comparação com uma

peça de madeira que apresente somente um tipo de lenho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESP pela bolsa de estudo através do processo 07/56440-8 e às pessoas que colaboraram para o desenvolvimento deste projeto de Iniciação Científica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- BALLARIN, A. W.; LARA PALMA, H. A. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003.
- BALLARIN, A. W.; NOGUEIRA, M. Determinação do módulo de elasticidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* por ultra-som. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 19-28, 2005.
- BAO, F. C. et al. Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in China. **Wood Science and Technology**, Berlin, v. 35, p. 363-375, 2001.
- BENDTSEN, B. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, Madison, v. 28, n. 10, p. 61-72, 1978.
- BENDTSEN, B.; SENFT, J. Mechanical and

- anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown eastern Cottonwood and Loblolly Pine. **Wood and Fiber Science**, Berlin, v. 18, n. 1, p. 21-38, 1986.
- BENJAMIN, C. A. **Comparação entre três critérios de amostragem para a avaliação da densidade básica da madeira de florestas implantadas de eucaliptos**. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Características das fibras de madeira de *Eucalyptus grandis*. Hill ex Maiden aos 3 anos de idade. **IPEF**, Piracicaba, v. 19, p. 80-97, 1979.
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSI, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 113-121, 2005.
- EVANS II, J. W.; SENFT, J. F.; 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.
- FOELKEL, C. E. B. et al. Variabilidade no sentido radial de madeira de *Pinus elliottii*. **IPEF**, Piracicaba, n. 10, p. 1-11, 1975.
- FONSECA, F. M. A.; LOUZADA, J. L. P. C. **Variação da massa específica aparente diferenciação das madeiras de 14 espécies de pinheiros com 8 anos de idade, cultivados em Angola**. Vila Real: UTAD, 1986. 27 p.
- HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. **Eucalypts for wood production**. Melbourne: CSIRO, 1978. 434 p.
- HUGHES, J. F. Variation in wood structure in relation to wood quality. **Linnean Society**, London, v. 179, n. 2, p. 275-278, 1968.
- JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 81, p. 1-18, 1979.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Shiede e *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr e Golf**. 1989. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 2000. 291 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- KRAHMER, R. Fundamental anatomy of juvenile and mature wood. Madison: Forest products Research Society . In: TECHNICAL WORKSHOP, 1985, Washington, DC. **Juvenile wood-what does it mean to forest management and forest products: proceedings...** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p. 5-11.
- LARA PALMA, H. A.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 13-22, 2003.
- LARSON, P. R. et al. **Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis**. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2001. 42 p. (FPL reporter).
- LOBÃO, M. S. et al. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.
- LOUZADA, J. L. P. C. **Variação fenotípica e genotípica em características estruturais na madeira de *Pinus pinaster* Ait. comprimento das fibras e a massa específica aparente até aos 80 anos de idade das árvores**: parâmetros genéticos na evolução juvenil-adulto dos componentes massa específica aparente da madeira. Vila Real: UTAD, 2000. 293 p. (Série didáctica: ciências aplicadas, 143).
- LOUZADA, J. L. P. C.; FONSECA, F. M. A.; SILVA, M. E. C. M. Relações entre componentes da massa específica aparente da madeira no lenho juvenil e lenho adulto em *Pinus pinaster* Ait.. In: CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL, 3., 1994, Vila Real. **Anais...** Vila Real: UTAD-Portugual, 1994. p. 393-405.
- MASSEY, J. G.; REEB, J. E. A method for estimating juvenile wood content in boards. **Forest Products Journal**, Madison, v. 39, n. 2, p. 30-32, 1989.
- MCALISTER, R.; CLARK, A.; SAUCIER, J. Effect of initial spacing on mechanical properties of lumber sawn from unthinned Slash Pine at age 40. **Forest Products Journal**, Madison, v. 47, n. 7/8, p. 107-109, 1997.
- MCMILLIN, C. W. Fibril angle of loblolly pine wood as related to specific gravity, growth rate and distance from the pith. **Wood Science and Technology**, Berlin, n. 7, p. 251-255, 1973.
- MEYLAN, B. A. Cause of high longitudinal shrinkage in wood. **Forest Products Journal**, Madison, v. 18, n. 4, p. 75-78, 1968.
- MEYLAN, B. A. The influence of microfibril angle on the longitudinal shrinkage-moisture content

- relationship. **Wood Science and Technology**, Berlin, n. 6, p. 293-301, 1972.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429 p. Tese (Doutorado em Engenharia)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- PEARSON, N. C.; GILMORE, R. C. Effect of fast growth rate on the mechanical properties of loblolly pine. **Forest Products Journal**, Madison, v. 30, n. 5, p. 47-54, 1980.
- ROWELL, R. M.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A. L.; MATTOSO, L. H. C. (Eds.). **Natural polymers and agrofibers composites**. São Carlos: USP, IQSC, 2000. p. 115-133.
- SENFT, J. F.; BENDTSEN, B. A.; GALLIGAN, W. L. Weak wood. **Journal of Forestry**, Bethesda, n. 83, p. 476-485, 1985.
- SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W.; SANSÍGOLO C. A. Composição química da madeira de *Eucalyptus citriodora* em função das direções estruturais. **Silva Lusitana**, Lisboa, v. 14, n. 1, p. 113-126, 2006.
- SJÖSTRÖN, E. **Wood chemistry**. Nova York: Academic Press, 1981. 223 p.
- TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T., MENDES, L. M.. Influência da idade nas características físico-mecânicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 97-111, 1996.
- WHEELER, E. A. Anatomical and biological properties of juvenile wood in conifers and hardwoods. In: ANNUAL MEETING OF THE FOREST PRODUCTS RESEARCH SOCIETY, 41., 1983, Louisville. **Proceedings...** Kentucky: FPRS, 1983. p. 1-2.
- ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forestry tree improvement**. New York: John Wiley, 1984. 511p.
- ZOBEL, B. J.; VAN BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363 p.