

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.838-843, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa1935

Protocolo 1935 - 17/11/2011 • Aprovado em 10/05/2012

Darci A. Gatto¹

Márcio da F. Martins¹

Pedro H. G. de Cademartori^{1,4}

Diego M. Stangerlin²

Leandro Calegari³

Rafael Beltrame¹

Segregação do lenho de nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) pela variação radial da massa específica básica

RESUMO

O presente estudo objetivou estimar a idade de segregação do lenho juvenil e adulto de nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) por meio da variação radial da massa específica básica. Para tanto, foram coletadas 10 árvores adultas oriundas de duas regiões fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul, sendo cinco árvores de cada região. De cada árvore retirou-se um disco com aproximadamente 2 cm de espessura, a 10 cm de altura do tronco. Por outro lado, retirou-se, de cada disco, uma bagueta central de 2 cm de largura, a qual foi dividida em duas amostras. Das amostras foram confeccionados corpos de prova de 1 x 2 x 2 cm a cada centímetro no sentido radial do disco os quais, por sua vez, foram utilizados para determinar a massa específica básica e, conseqüentemente, estimar a idade de segregação do lenho juvenil e adulto da nogueira-pecã. A segregação do lenho ocorreu aos 12 anos de idade; entretanto, a variação radial da massa específica básica não se apresentou como um bom parâmetro para a determinação da idade de segregação do lenho.

Palavras-chave: idade de segregação, maturação do lenho, qualidade da madeira

Segregation of pecan (*Carya illinoensis*) wood by the radial specific gravity variation

ABSTRACT

This study aimed to estimate the age of segregation of juvenile and adult wood of walnut-pecan (*Carya illinoensis*) by the radial specific gravity variation. A total of 10 mature trees were collected from two physiographic regions of the Rio Grande do Sul State, Brazil, being five trees from each region. A disc, with approximately 2 cm thick, was removed from each tree at 10 cm trunk height. A central portion of 2 cm in width was removed from each disc and this central portion was divided into two samples. Specimens measuring 1 x 2 x 2 cm were made, each in the radial direction of the disc, which were used to determinate the specific gravity and thus estimate the age of segregation of adult and juvenile wood of walnut-pecan. The segregation age was 12 years. However, the radial variation in specific gravity was not a great parameter to determine the segregation age of wood.

Key words: age of segregation, maturation of the wood, wood quality

1 Universidade Federal de Pelotas, Rua Conde de Porto Alegre, 793, Centro, CEP 96010-290, Pelotas-RS, Brasil.

Fone: (53) 3921-1265. E-mail:

darcigatto@yahoo.com;

marciofm88@gmail.com;

pedrocademartori@gmail.com;

beltrame.rafael@yahoo.com.br

2 Universidade Federal do Mato Grosso,

Instituto de Ciências Agrárias e

Ambientais, Campus de Sinop,

CEP 78550-000, Sinop-MT, Brasil.

Fone: (66) 3531-1663.

Fax: (66)3531-9796. E-mail:

diego_stangerlin@yahoo.com.br

3 Universidade Federal de Campina Grande,

Unidade Acadêmica de Engenharia

Florestal, Campus de Patos, CP 64,

CEP 58700-970, Patos-PB, Brasil.

Fone: (83) 3423-9713.

Fax: (83) 3423-9537. E-mail:

leandrocalegari@yahoo.com.br

4 Bolsista de Mestrado da CAPES

INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como noqueira-pecã, a *Carya illinoensis* é uma das espécies florestais norte-americanas de maior importância madeireira. No Brasil, a espécie é plantada no Estado do Rio Grande do Sul com finalidades de produção de nozes comestíveis; no entanto, com a perda de produtividade as árvores de noqueira-pecã são abatidas e a madeira obtida é utilizada como lenha, o que caracteriza o desperdício de um material de grande valor visto que a espécie é destinada para fins mais nobres, em seu país de origem. A utilização incorreta da madeira de noqueira-pecã no Brasil é devido, principalmente à carência de estudos que possibilitem avaliar com exatidão a qualidade dessa madeira.

Um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da madeira é a massa específica, por se tratar de uma das propriedades físicas mais importantes da madeira e interferir na maioria de suas características. Segundo Durlo (1991) ela representa a quantidade aproximada de matéria lenhosa por unidade de volume ou, de forma inversa, o volume de espaços vazios existentes na madeira.

Sabe-se que a massa específica da madeira pode variar entre gêneros, espécies do mesmo gênero e até mesmo entre diferentes partes da mesma árvore (Panshin & De Zeeuw, 1980). Para folhosas como a noqueira-pecã, mudanças na proporção dos vasos e na espessura das paredes celulares das fibras produzem variações nessa propriedade. Um aumento na proporção de vasos, com ou sem decréscimo na espessura da parede celular, tende a reduzir seu valor. Em contrapartida, um aumento na espessura da parede celular das fibras ou um aumento na proporção das fibras em relação à proporção de vasos, tende a elevar seu valor (Oliveira & Silva, 2003).

Além disto, ela pode variar tanto no sentido radial (medula-casca) quanto no sentido longitudinal (base-topo). Segundo Vale et al. (2009) seu grau de variação nesses dois sentidos é determinado por fatores ambientais e intrínsecos à própria espécie. Com diferentes tipos, forma, estrutura e organização das células, a anatomia do lenho é um dos fatores que influenciam diretamente nesse grau de variação, em virtude das diferenças entre o lenho juvenil e o lenho adulto.

De acordo com Ramsay & Briggs (1986) o lenho juvenil é o xilema secundário formado durante a fase jovem do câmbio vascular da árvore. Esse tipo de lenho se caracteriza anatomicamente por um progressivo acréscimo nas dimensões das suas células e por alterações na forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento. O lenho adulto, por sua vez, é formado na fase adulta da árvore, sempre posterior ao lenho juvenil (Cown, 1992).

Embora a madeira juvenil possa ser utilizada na confecção de papel de imprensa (Zobel, 1984) suas propriedades físicas e mecânicas são consideravelmente inferiores às do lenho adulto e, em virtude disto, podem afetar negativamente as demais propriedades da madeira. Desta forma, há um considerável interesse em conhecê-la pois a proporção desse tipo de lenho influencia na qualidade dos produtos de desbaste, no manejo e na administração da colheita final (Peres et al., 2012).

Para entender melhor a extensão e a qualidade da madeira juvenil, precisa-se delimitar a idade de segregação.

A determinação da idade aproximada em que ocorre a segregação da madeira juvenil para madeira adulta, é de grande importância prática, haja vista a crescente proporção de madeira juvenil existente no mercado. Conhecendo-se o ano em que ocorre o início da produção de lenho adulto, pode-se programar o manejo silvicultural, de forma a suprimir a produção de lenho juvenil nos anos antecedentes à segregação, ou seja, proceder ao desbaste após esta data para que a árvore tenha uma proporção maior de lenho adulto.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou estimar a idade de segregação do lenho juvenil e adulto da madeira de *Carya illinoensis* por meio da variação radial da massa específica básica.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da segregação do lenho de noqueira-pecã, *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch, coletaram-se árvores de duas importantes regiões fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul: a Encosta Superior do Nordeste (28°31'51" S e 51°53'16" O) e a Depressão Central (29°38'42" S e 53°14'24" W). A escolha dessas duas regiões tem a finalidade de contemplar as principais variações de solo e clima do Estado. Em cada região foram selecionadas cinco árvores adultas, de fuste reto e cilíndrico, com diâmetro superior a 30 cm (DAP) tomado a 1,30 m do nível do solo e em boas condições fitossanitárias. As árvores foram extraídas de florestas plantadas para produção de nozes comestíveis cuja seleção foi processada pelo método de extração ao acaso, conforme as recomendações da American Society for Testing and Materials - ASTM D5536 (1995).

De cada árvore retirou-se um disco com aproximadamente 2 cm de espessura, a 1 cm de altura do tronco. Os discos foram acondicionados em sacos plásticos para evitar a perda de umidade e transportados para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) onde foram submersos em tanques com água. De cada disco retirou-se, com o auxílio de uma serra fita, uma bagueta central de 2,0 cm de largura, perfeitamente orientada no sentido radial. Partindo da medula dividiu-se a bagueta em duas amostras, denominadas A e B. Das amostras se confeccionaram corpos de prova de 1,0 x 2,0 x 2,0 cm, a cada centímetro, no sentido radial (Figura 1).

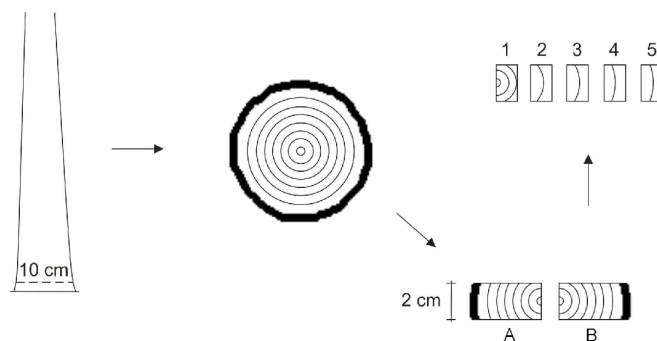


Figura 1. Esquema de obtenção das amostras e confecção dos corpos de prova

Figure 1. Scheme for obtaining the samples and preparation of specimens

Visando à determinação da massa específica básica, adotou-se o método gravimétrico e se executou a determinação do volume dos corpos de prova pelo método do deslocamento por imersão em água, conforme descrito na ASTM D2395 (1995). Os corpos de prova foram secos em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até massa constante, a qual se considerou como massa seca; de posse desses dados efetuou-se o cálculo da massa específica básica.

A idade aproximada de segregação do lenho juvenil e adulto de noqueira-pecã foi definida pela variação radial (medula-casca) da massa específica básica, por meio de duas regressões lineares simples. Aplicou-se uma regressão para a parte ascendente da distribuição de pontos e outra para a parte em que a distribuição se mantinha constante ou descendente, conforme descrito por Gatto et al. (2010). Os limites das duas distribuições de pontos foram definidos visualmente em gráfico, antes do ajuste das equações. O ano de início de formação do lenho adulto foi determinado pelo cruzamento das duas retas obtidas pelas equações de regressão.

Paralelamente, os dados foram submetidos à análise de variância multifatorial, em 5% de probabilidade de erro, em que se consideraram os fatores tipo de lenho (adulto e juvenil), região fisiográfica (Encosta Superior do Nordeste e Depressão Central) e amostra (10 repetições para o lado A e 10 repetições para o lado B).

Para avaliar a segregação do lenho testaram-se equações lineares simples e quadráticas, bem como a visualização de desenhos gráficos, conforme Clark & Saucier (1989) e Abdel-Gadir & Kraemer (1993). Todavia, optou-se pelas equações lineares simples pois as quadráticas apresentaram, neste trabalho, dificuldades para definir com precisão o ano de segregação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise multifatorial empregada para a determinação da variação radial da massa específica básica da noqueira-pecã em função do tipo de lenho (juvenil e adulto) da região (Encosta Superior do Nordeste e Depressão Central) e da amostra (A e B), verificou-se (Tabela 1) que todos os fatores diferiram significativamente.

Na Tabela 2 são apresentadas as equações de regressão linear para a variação da massa específica básica em relação à distância radial da madeira de noqueira-pecã para as duas regiões estudadas. Na Figura 2 consta a variação da massa específica básica em relação à distância radial da madeira de noqueira-pecã para as duas regiões estudadas. Evidencia-se, para a Depressão Central, o crescimento dessa propriedade até aproximadamente 14 cm e, posteriormente, estabilização até o raio estudado. A distância de segregação ocorreu aos 14,5 cm da medula, correspondente a 13 anos de idade. Já na Encosta Superior do Nordeste observou-se crescimento da massa

Tabela 1. Resumo da análise multivariada para a massa específica básica da madeira de noqueira-pecã, em função do tipo de lenho, região fisiográfica e amostra

Table 1. Summary of multivariate analysis for the specific gravity of the walnut-pecan wood as a function of the type of wood, physiographic region and the sample

Fator	Nível	Média	Erro padrão	Valor P
Lenho	Juvenil	0,5711	0,0023	0,0063
	Adulto	0,5790	0,0024	
Região	Depressão Central	0,5690	0,0028	0,0004
	Encosta Superior. do Nordeste	0,5811	0,0020	
Amostra	A	0,5791	0,0024	0,0149
	B	0,5710	0,0022	

p < 0,05; significativo para o teste de Tukey

específica básica da medula, até em torno de 12 cm, seguido de estabilização e forte redução a partir de 23 cm; mesmo assim, a distância de segregação ocorreu a 12 cm da medula, correspondente a 11 anos de idade e semelhante ao observado nas amostras retiradas da Depressão Central.

Constatou-se, nas duas regiões, que a massa específica básica do lenho adulto permaneceu igual ou superior à encontrada no lenho juvenil. Conforme Latorraca & Albuquerque (2000) o lenho juvenil difere do lenho adulto por apresentar menor massa específica, maior ângulo microfibrilar, menor contração transversal, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho outonal, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina, menor conteúdo de celulose e menor resistência mecânica. Essas diferenças, de acordo com Lewark (1986) podem ser resultado de fatores como a constituição genética, a idade, a fisiologia e a taxa de crescimento da árvore.

A variação nos valores de massa específica básica para as duas regiões estudadas também pode estar associada à qualidade do sítio, ou seja, à soma de todos os fatores edáficos, biológicos e climáticos (Spurr, 1952). Segundo Gonzalez et al. (2009) para uma mesma espécie florestal a qualidade do sítio influencia essa propriedade, motivo pelo qual, sempre deverá ser considerada.

Diferentemente do observado para a região da Encosta Superior do Nordeste, sua estabilização após o 14º anel de crescimento até o raio estudado para a Depressão Central, pode ser explicada pela ocorrência de manejo silvicultural, especificamente desbaste, nos povoamentos utilizados para a seleção das árvores. É provável que a realização de desbaste em árvores aos 10 anos de idade e a consequente elevação do espaçamento entre indivíduos tenham influenciado diretamente na estabilização dessa propriedade, após a maturação do lenho.

Na Tabela 3 consta a equação de regressão para a variação da massa específica básica, em função da distância radial

Tabela 2. Equações de regressão linear para a variação da massa específica básica em relação à distância radial da madeira de noqueira-pecã para as duas regiões estudadas

Equação	R ² _{aj}	S _{yx}	Razão F	Valor P
a) ME = 0,553247 + 0,002263*P - 0,0000517126*P ²	9	0,02	10	0,0001
b) ME = 0,562476 + 0,00313027*P - 0,0000847943*P ²	7	0,04	15	<0,0001

ME – massa específica básica (g cm⁻³); P – posição radial (cm); a) – equação de regressão linear para a Depressão Central; b) – equação de regressão linear para a Encosta Superior do Nordeste

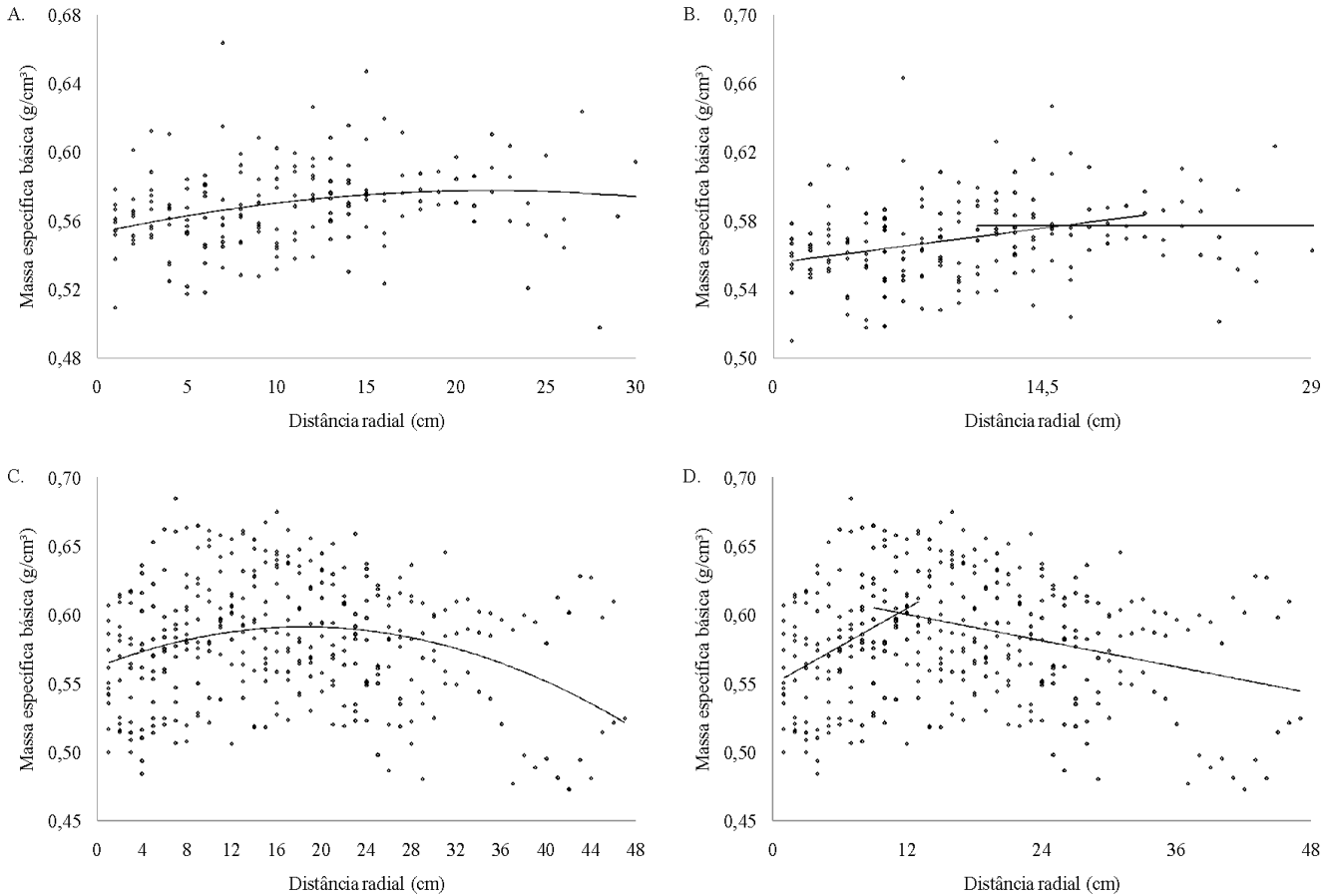


Figura 2. Variação da massa específica básica (A e C) com a distância radial e idade de segregação do lenho juvenil e adulto (B e D) em razão da variação da massa específica básica da madeira de nogueira-pecã para as duas regiões fisiográficas: A e B = Depressão Central; C e D = Encosta Superior do Nordeste

Figure 2. Variation of specific gravity (A and C) with the radial distance and age of segregation of juvenile and adult wood (B and D) as a function of the variation of specific gravity of walnut-pecan wood for two physiographic regions; A and B = Depressão Central; C and D = Encosta Superior do Nordeste

nas duas regiões fisiográficas. Na Figura 3 se demonstra a variação da massa específica em função da distância radial considerando-se as duas regiões fisiográficas. Observaram-se crescimento entre a medula e 10 cm, estabilização até 25 cm e posterior decréscimo até a casca. Da mesma forma, ajustou-se uma equação quadrática para a variação dessa propriedade em função da posição radial a qual, mesmo significativa, representou apenas 6% a partir da distância radial.

Tabela 3. Equação de regressão para a variação da massa específica básica em função da distância radial

Table 3. Linear regression equation for the variation of specific gravity in relation to the radial distance

Equação	R ² _{aj}	S _{yx}	Razão F	Valor P
ME = 0,557956 + 0,00287999*P - 0,0000749533*P ²	6	0,04	18	0,0000

ME – massa específica básica (g cm⁻³); P – posição radial (cm)

Na Tabela 4 são apresentadas as equações de regressão para a variação da massa específica básica, em função da distância radial. Na Figura 4 observa-se que a distância de segregação ocorreu próximo a 13 cm, correspondente ao 12º anel de crescimento, ou seja, aos 12 anos de idade. Em contrapartida, Gatto et al. (2010) determinaram, por meio da variação do comprimento de fibras

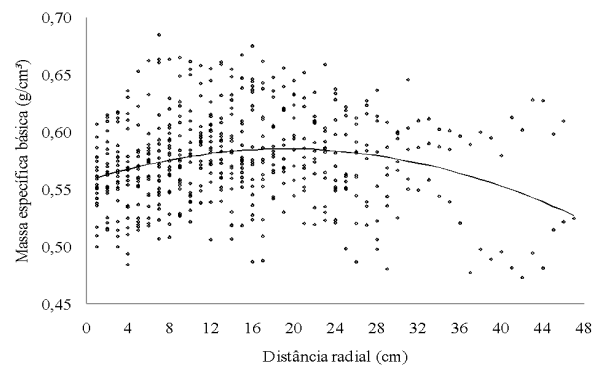


Figura 3. Variação da massa específica básica com a distância radial do lenho de nogueira-pecã

Figure 3. Variation of specific gravity as a function of radial distance of walnut-pecan wood

no sentido radial, que a idade de transição do lenho juvenil para o lenho adulto da nogueira-pecã é de 16 anos.

A massa específica varia principalmente em função de modificações na proporção de vasos e na espessura das paredes celulares das fibras (Oliveira & Silva, 2003). Aliados a modificações nas condições ambientais e silviculturais, esses fatores explicam a diferença entre a idade de segregação

Tabela 4. Equações de regressão para definição da idade de segregação do lenho juvenil e adulto em razão da variação radial da massa específica básica da madeira de nogueira-pecã para as duas regiões estudadas

Table 4. Regression equations to define the age of segregation of juvenile and adult wood as a function of the radial variation of specific gravity of walnut-pecan wood for the two studied regions

Equação	R ² _{aj}	S _{yx}	Razão F	Valor P
a) ME = 0,553712 + 0,00287133*P	4	0,03	9	0,0031
b) ME = 0,606841 - 0,00117032*P	6	0,04	21	0,0000

ME – massa específica básica (g cm⁻³); P – posição radial (cm); a) – equação de regressão linear para o lenho juvenil; b) – equação de regressão linear para o lenho adulto

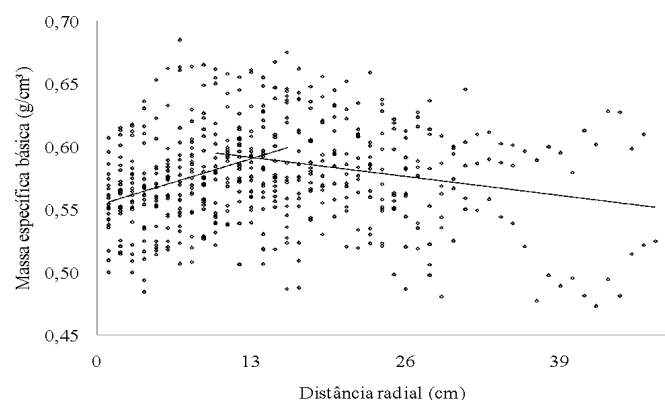


Figura 4. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto em razão da variação radial da massa específica básica da madeira de nogueira-pecã

Figure 4. Age of segregation of juvenile and adult wood as a function of the radial variation of specific gravity of walnut-pecan wood

encontrada no presente estudo e a encontrada por Gatto et al. (2010) cuja estimativa teve por base a variação do comprimento de fibras no sentido radial. Erickson & Harrison (1974) e Kraemer (1986) concluíram, ao verificar o comprimento de fibras, que, em contraste com a massa específica básica esta variável, é a melhor opção para estimar a idade de segregação, em virtude de sua maior precisão.

CONCLUSÕES

De maneira geral, a massa específica básica aumentou na região de lenho juvenil, seguido de uma estabilização e posterior redução.

A idade de segregação em função da massa específica básica foi de 12 anos.

A segregação entre lenho juvenil e adulto pode ser obtida por meio da variação da massa específica básica. No entanto, aspectos como anatomia do lenho, qualidade do sítio e ocorrência de manejo florestal, devem ser estudados em conjunto com a massa específica básica a fim de aumentar a precisão na verificação da idade de segregação por meio desta variável.

LITERATURA CITADA

Abdel-Gadir, A. Y.; Kraemer, R. L. Estimating the age of demarcation of juvenile and mature wood in Douglas-fir. *Wood and Fiber Science*, v.25, n.3, p.242-249, 1993. <<https://swst.metapress.com/content/q02j065x61715342/resource-secured/?target=fulltext.pdf>>. 10 Abr. 2012.

American Society for Testing and Materials - ASTM D2395: specific gravity of wood and wood-based materials. Philadelphia: ASTM, 1995. 8p.

American Society for Testing and Materials – ASTM D5536: sampling forest trees for determination of clear wood properties. Philadelphia: ASTM, 1995. 8p.

Clark, A.; Saucier, J. R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile formation in southern pine. *Forest Products Journal*. v.39, n7-8, p.42-48, 1989.

Cown, D. J. Corewood (Juvenile wood) in *Pinus radiate* – should we be concerned? *New Zealand Journal of Forestry Science*, v.22, n.1, p.87-95, 1992.

Durlo, M. A. Tecnologia da madeira: peso específico. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1991. 29p. (Série Técnica, 8).

Erickson, H. D.; Harrison, A. T. Douglas-fir wood quality studies: part 1 – effects of age and simulate growth on wood density and anatomy. *Wood Science and Technology*, v.8, n.3, p.207-226, 1974. <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00352024>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1007/BF00352024.

Gatto, D. A.; Haselein, C. R.; Buligon, E. A.; Calegari, L.; Stangerlin, D. M.; Melo, R. R.; Trevisan, R.; Santini, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch por meio de parâmetros anatômicos da madeira. *Ciência Florestal*, v.20, n.4, p.675-682, 2010. <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/436/321>>. 10 Abr. 2012.

Gonçalves, J. C.; Vieira, F. S.; Camargo, J. A. A.; Zerbini, N. J. Influência do sítio nas propriedades da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Cerne*, v.15, n.2, p.251-255, 2009. <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/08-01-20108017v15_n2_artigo%2014.pdf>. 12 Mar. 2011.

Kraemer, 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.

Latorraca, J. V. F.; Albuquerque, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Floresta e Ambiente*, v.7, n.1, p.279-291, 2000. <<http://www.geocities.ws/floramrural/p279.pdf>>. 03 Mar. 2012.

Lewark, S. Anatomical and physical differences between juvenile and adult wood. In: IUFRO World Congress, 18., Iugoslávia. Proceedings... Iugoslávia: IUFRO, 1986. p.272-281.

Oliveira, J. T. S.; Silva, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore*, v.27, n.3, p.381-385, 2003. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000300015&lng=en&nrm=iso&tng=pt>. 22 Abr. 2012. doi:10.1590/S0100-67622003000300015.

Panshin, A. J.; De Zeeuw, C. Textbook of wood technology. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 722p.

- Peres, M. L. de; Gatto, D. A.; Stangerlin, D. M.; Calegari, L.; Beltrame, R.; Haselein, C. R.; Santini, E. J. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto pela variação da massa específica de açoita-cavalo. *Ciência Rural*, v.42, n.9, p.1596-1602, 2012. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000900013&lng=es&nrm=iso&tlng=es>. 30 Set. 2012. doi:10.1590/S0103-84782012000900013.
- Ramsay, W.; Briggs, D. Juvenile wood: has it come of age. In: A technical workshop: juvenile wood-what does it means to forest management and forest products, 1985, Washington. Proceedings... Madison: Forest Products Research Society, 1986. p.5-11.
- Spurr, S. H. Forest inventory. New York: Ronald, 1952. 476p.
- Vale, A. T.; Rocha, L. R.; Del Menezzi, C. H. S. Massa específica básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivado em cerrado. *Scientia Forestalis*, v.37, n.84, p.387-394, 2009. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr84/cap06.pdf>>. 10 Abr. 2012.
- Zobel, B. J. The changing quality of the world wood supply. *Wood Science and Technology*, v.18, n.1, p.1-17, 1984. <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00632127?LI=true>>. 10 Abr. 2012. doi:10.1007/BF00632127.