

Variação radial das propriedades físicas da madeira de *Pinus patula* plantados em Moçambique

Claudio Gumane Francisco Juizo¹, Pedro Lício Loiola¹, Linéia Roberta Zen^{1*}, Raquel Marchesan¹, Douglas Edson Carvalho¹, Narcísio Fernando Bila², Andrade Fernando Egas², Márcio Pereira da Rocha¹, Ricardo Jorge Klitzke¹

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Av. Lothário Meissner, 631, Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil

²Universidade Eduardo Mondlane, Av. Julius Nyerere N.1, Campus 3453, Maputo, Moçambique

*Autor correspondente:
lizenflorestal@gmail.com

Termos para indexação:

Retratibilidade
Umidade
Massa específica
Qualidade da madeira

Index terms:

Retratibility
Humidity
Specific gravity
Wood quality

Resumo - Este trabalho teve por objetivo avaliar as propriedades físicas da madeira de *Pinus patula*, com 38 anos, oriundos de um povoamento florestal de Moçambique, localizado no município de Machipanda. A determinação das propriedades físicas como a massa específica básica, retratibilidade e umidade da madeira, no sentido medula-casca, seguiram as recomendações da Norma Panamericana - COPANT. Os resultados evidenciaram diferença estatística, ao nível de 5% de significância, no sentido radial para o coeficiente de retratibilidade. Os valores de retratibilidade foram de 6,06 e 8,80% no lenho juvenil e 6,18 e 8,65% no lenho adulto no sentido radial e tangencial, respectivamente, com coeficiente de anisotropia de 1,43 no lenho juvenil e 2,44 no lenho adulto. A madeira de *Pinus patula*, plantado na floresta de Inhamacari, apresenta uma madeira estável aos 38 anos de idade, que pode ser aplicada para fins estruturais e para a fabricação de artigos de carpintaria e móveis.

Histórico do artigo:

Recebido em 20 ago 2014
Aprovado em 08 jun 2015
Publicado em 30 set 2015

doi: 10.4336/2015.pfb.35.83.771

Radial variation of wood physical properties in *Pinus patula* growing in Mozambique

Abstract - This study aimed to evaluate wood physical properties of *Pinus patula*, aged 38, from a forest stand located in Machipanda, central region of Mozambique. Determination of physical properties, such as basic specific gravity, shrinkage, and moisture content of wood in the pith-bark followed the recommendations of the Panamerican Standard - COPANT. Results showed statistically significant differences at significance level of 5%, in the radial direction for the shrinkage coefficient in the pith-bark. Radial and tangential shrinkage values were 6.06 and 8.80% in juvenile wood and 6.18 and 8.65% in adult wood, respectively, with anisotropy coefficient of 1.43 for juvenile wood and 2.44 for adult wood. *Pinus patula* growing in Inhamacari forest shows stable wood at age 38. It can be used for structural purposes and for manufacture of joinery and furniture.

Introdução

Entre os diversos gêneros de espécies arbóreas produtoras de madeira, e de interesse econômico em nível mundial, encontram-se o gênero *Pinus*, o qual está entre os mais bem sucedidos, face ao rápido crescimento e diversidade de espécies, sendo a principal fonte de matéria prima para a indústria de base florestal.

Neste gênero, destaca-se *P. patula*, que vem ganhando importância na silvicultura de Moçambique, tornando-se uma das mais importantes coníferas utilizadas no estabelecimento de florestas comerciais.

A sua madeira é uma das principais matérias primas para muitos produtos encontrados hoje no mercado, refletindo em utilização crescente na indústria

madeira. É utilizada como matéria prima para a produção de produtos sólidos de madeira, em função de sua boa qualidade e alta produtividade (Sousa et al., 2007).

Segundo Latorraca & Albuquerque (2000), as propriedades físicas da madeira de várias espécies, assim como de *P. patula*, variam conforme o raio de crescimento. A porção da madeira correspondente aos primeiros anéis de crescimento formados apresenta menor massa específica, fibras mais curtas, entre outras características, causando diferenças entre lenho juvenil e lenho adulto.

Vários estudos têm procurado identificar os fatores que afetam este comportamento de variação nessas propriedades físicas da madeira, e os resultados têm mostrado que a maioria desses fatores está relacionada com as características da própria madeira, sua localização dentro do tronco e, em alguns casos, com o ambiente em que a árvore se desenvolve, podendo condicionar a sua utilização.

Neste contexto, as propriedades físicas vêm sendo largamente estudadas, por serem de simples determinação e um dos principais parâmetros de avaliação de qualidade da madeira, podendo ser relacionada a propriedades da madeira, quando se visa sua utilização como matéria prima (Sousa et al., 2007).

Por outro lado, o aumento do consumo de produtos florestais, que se tem verificado em Moçambique, tem como consequência a necessidade de se introduzir, em programas de reflorestamento, espécies de rápido crescimento, proporcionando ciclos de cortes curtos, associados às práticas silviculturais. A matéria prima proveniente de plantações de *P. patula*, principalmente na região central e norte do país, originalmente implantadas para a obtenção de postes, moirões e produção de madeira serrada para obras de carpintaria, marcenaria e construção civil, precisa ser caracterizada quanto às propriedades físicas, sobretudo, aquelas relacionadas com as variações que a madeira desta espécie sofre no sentido radial.

Neste sentido, foi desenvolvido este trabalho para avaliar a variação radial da massa específica, retratibilidade e umidade da madeira de *Pinus patula* plantado em Moçambique, visando o estabelecimento de usos mais adequados da madeira de diferentes partes do tronco, bem como indicar os cuidados a serem observados durante a sua utilização na indústria de processamento mecânico da madeira.

Material e métodos

A madeira utilizada no presente estudo foi proveniente de plantio de *P. patula* com 38 anos de idade, implantado no centro Agro-Florestal de Machipanda (CEFLOMA), localizado no distrito de Manica, em Moçambique. A partir de dados de inventário florestal, foram selecionadas e abatidas cinco árvores com bom aspecto fitossanitário, com diâmetros à altura do peito (DAP) compreendidos entre 26 cm a 30 cm. Foram obtidas toras de 2,20 m por árvore, seccionadas a 1,30 m do solo. A seleção das árvores para o abate considerou o aspecto visual do fuste, dando preferência às árvores com tronco cilíndrico, reto, sem bifurcações e sem defeitos.

Para o desdobro das toras, foi utilizada uma serra portátil de disco, retirando-se uma prancha com faces tipicamente radiais com dimensões de 8 cm x 10 cm x 100 cm (espessura x largura x comprimento).

As pranchas obtidas foram aplainadas e seccionadas em corpos de prova devidamente orientados e com dimensões segundo as recomendações da Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) (1972a, 1972b, 1972c). Em seguida, as amostras foram codificadas, com a identificação da árvore e a região do tronco de onde foi retirada a prancha (próximo à casca ou próximo à medula), facilitando assim a sua identificação durante a realização dos ensaios.

Para a determinação da massa específica básica, utilizou-se a relação entre massa seca da madeira e o seu respectivo volume saturado, conforme as recomendações da COPANT 461/1972 (Comisión Panamericana de Normas Técnicas, 1972b). O teor de umidade foi determinado pela relação entre a massa úmida e a massa da madeira seca, conforme as recomendações da COPANT 460/1972 (Comisión Panamericana de Normas Técnicas, 1972a). E, finalmente, a retratibilidade da madeira no plano radial e tangencial foi determinada a partir das dimensões aferidas em cada plano, tanto no estado saturado, como no estado seco, conforme recomendações da COPANT 462/1972 (Comisión Panamericana de Normas Técnicas, 1972c).

Para avaliar o grau de significância das variáveis analisadas, bem como verificar a variação existente nas propriedades físicas no sentido medula casca, realizou-se uma análise de variância com delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições por tratamento, sendo verificada a homogeneidade dos dados e das porcentagens em teste de Bartlett. Para a significância

das variáveis analisadas, aplicou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

Resultados e discussão

Observou-se diferença estatística ao nível de 5% de significância entre as propriedades físicas de massa específica em função do tipo de lenho avaliado (lenho juvenil e lenho adulto) (Figura 1) e aumento do teor de umidade da madeira no sentido medula casca (Figura 2).

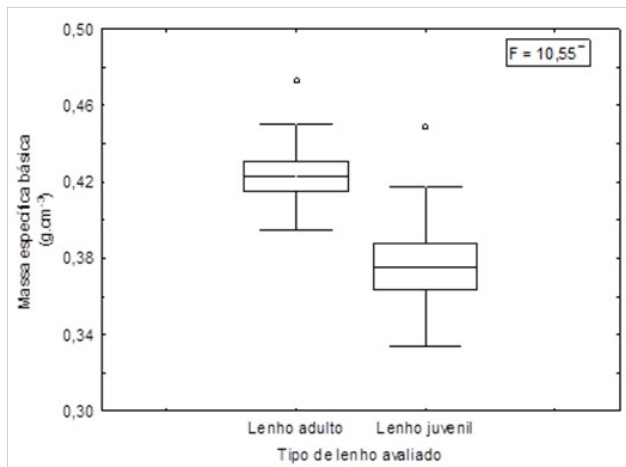


Figura 1. Massa específica básica da madeira de *Pinus patula* em função do tipo de lenho avaliado.

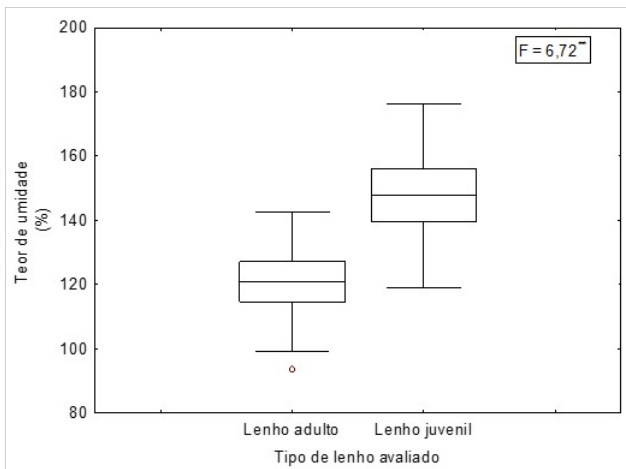


Figura 2. Teor de umidade na madeira de *Pinus patula* em função do tipo de lenho avaliado.

Deste modo, pode-se verificar que as propriedades de *P. patula* plantado em Moçambique assemelham-se às de outros *Pinus* tropicais, encontrando-se madeira adulta formada por lumens com menor diâmetro próximo à casca e maiores na região próxima à medula, que tendem a acumular maior conteúdo de água livre dentro da célula, fazendo com que a madeira próxima à medula tenha maior teor de umidade.

Idêntica observação é sustentada por Oliveira et al. (2010), onde afirmam que madeiras com massa específica elevada apresentam teor de umidade mais baixo.

O teor de umidade médio observado nesta pesquisa foi de 125,17%, em condições normais de crescimento. Este valor está próximo de 120% encontrado por Jankowsky (1980) para madeira de *Pinus* spp.

É notório que o teor de umidade influencia diretamente as propriedades de massa específica da madeira. Tsoumis (1991) relatou valores de 0,858 a 0,515 g·cm⁻³ para madeira em seu estado completamente saturado e quando a umidade é reduzida a 10%, respectivamente. Essa influência pode ser observada no lenho juvenil e no adulto, como representado nas equações de variação da massa específica (Tabela 1).

Tabela 1. Modelo de variação da massa específica no lenho juvenil e adulto de *Pinus patula*.

Lenho	Modelos ajustados	R ² _{a,j} (%)	S ² _{y,x} (%)	F
Adulto	$ME = \frac{1}{2,00457 + 0,0000246614 * U^2}$	70,29	8,86	27,02**
Juvenil	$ME = \frac{1}{1,97744 + 0,000031827 * U^2}$	84,56	12,99	61,25**
Adulto e juvenil	$ME = \frac{1}{1,92444 + 0,0000325001 * U^2}$	84,97	11,75	131,00**

ME: massa específica; U: Umidade; R²_{a,j}: coeficiente de determinação entre variável ajustado; S²_{y,x}: erro padrão da estimativa; F: fator de significância; **significativo a 95% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Considerando as relações existentes entre a massa específica básica e a umidade da madeira, são observados coeficientes de correlação significativos e elevados, indicando que caso haja a necessidade de se conhecer uma das propriedades, sem alterar sua condição física, esta determinação é possível e eleva o grau de confiabilidade.

Pode-se observar, pelas equações, que a massa específica básica apresenta tendência em aumentar na direção medula-casca para as madeiras de *P. patula*. Fato este observado em função da diferenciação celular que ocorre entre o lenho juvenil e o lenho adulto, que se verifica tanto no sentido longitudinal da madeira, como no radial. Resultado semelhante também foi encontrado por Kollmann & Côté Junior (1968); Haselein et al. (2002); Ballarin & Palma (2003) e Gatto et al. (2008). Moura et al. (1991) ainda complementam que essa variação pode ser observada mesmo entre árvores

crescendo em ambientes semelhantes, em função das diferenças genéticas que ocorrem entre indivíduos.

O valor da massa específica básica encontrado em todas as árvores foi de $0,42 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, que está dentro dos intervalos encontrados por Mendes et al. (2000), atribuindo uma variação entre $0,38$ a $0,50 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e classificando a espécie como sendo de madeira leve. Esta classificação também é sugerida por Carvalho (1996), assim como pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2015), que classificam as madeiras como leve (densidade básica $< 0,50 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), médias (densidade básica de $0,51$ a $0,72 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) e pesadas (densidade básica $> 0,73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Para melhor justificar a variação da massa específica, foi estabelecida uma relação linear com o teor de umidade, onde é possível verificar que a massa específica tende a diminuir com o aumento da umidade da madeira (Figura 3).

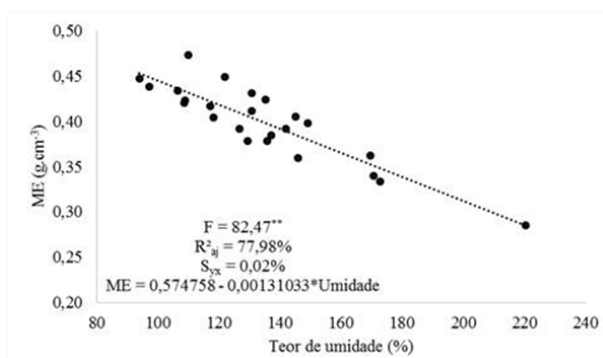


Figura 3. Massa específica da madeira de *Pinus patula* do lenho adulto e juvenil em função da umidade.

F: fator de significância; R^2_{aj} : coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} : erro padrão da estimativa.

Avaliando a variabilidade da massa específica em função da umidade ao longo do lenho, verificam-se menores valores na região próxima à medula (aproximadamente em $0,280 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), a cerca de 22% da distância em relação a medula, inferior ao valor observado próximo à casca (aproximadamente $0,46 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), que apresenta maiores valores devido a menor quantidade de água contida na madeira, em torno de 90%.

Estas variações resultam na diferenciação de classes de qualidade de madeira ao longo do fuste, estando assim de acordo com Kollmann & Côté Junior (1968),

os quais afirmam que para a madeira de *Pinus* spp., essas variações podem ser tão acentuadas a ponto de determinar diferentes classes de qualidade apenas em função da posição de origem da peça de madeira.

Segundo Trianoski (2013a, 2013b), para efeitos de processamento, o conhecimento da presença e proporção da madeira juvenil, é extremamente importante na geração de produtos sólidos, pois a madeira juvenil irá influenciar no comportamento dimensional e na resistência, podendo gerar produtos com defeitos ou de qualidade inferior, dependendo dos métodos de processamento empregado.

De um modo geral, quanto maior o percentual de madeira juvenil, pode-se dizer que menor é a qualidade da madeira para sua aplicação em produtos sólidos. E a base dessa diferença está relacionada com o período vegetativo do tronco no processo de formação da madeira, em que a madeira juvenil apresenta fibras ou traqueóides mais curtos, menor massa específica, maior ângulo microfibrilar na camada S2 da parede celular, menor percentual de lenho tardio, contração longitudinal mais acentuada, maior proporção de lenho de reação, maior teor de lignina e hemicelulose e menor teor de celulose. Todas estas características, por consequência, geram propriedades físicas mais instáveis e propriedades mecânicas inferiores (Zobel & Buijtenen, 1989; Klock, 2000; Latorraca & Albuquerque, 2000; Vidaurre et al., 2011). Além disso, os problemas resultantes da madeira juvenil são considerados significativos, estendendo-se até na retratibilidade da madeira, o que compromete a comercialização deste produto (Latorraca & Albuquerque, 2000; Vidaurre et al., 2011).

Apesar dessa instabilidade entre a madeira do lenho juvenil e do lenho adulto apresentados em *P. patula*, os valores de massa específica são próximos aos de outras espécies de *Pinus* tropicais, como relatado por Trianoski et al. (2013a) em que obtiveram valores semelhantes a *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. chiapensis*, *P. tecumanii* e *P. taeda*.

Os valores médios observados para retratibilidade da madeira nos sentidos radial, tangencial e volumétrico encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Retratibilidade (%) da madeira de *Pinus patula* em função do tipo de lenho.

Lenho	Retratibilidade (%)		
	Radial	Tangencial	Volumétrico
Adulto	6,16 a	8,65 a	14,80 a
Juvenil	6,06 a	8,80 a	14,85 a

Médias seguidas na vertical por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A retratibilidade no sentido tangencial foi sempre maior que a retratibilidade no sentido radial, concordando assim com Kollmann & Côté Junior (1968); Gomes et al. (2006); Oliveira et al. (2010); Galvão & Jankowsky (1985) e Rezende (2003). Os valores encontrados são maiores do que os verificados por Keinert et al. (1992), que encontraram para *Pinus elliotti*, 4,13%; 5,42% e 9,54% para retratibilidade radial, tangencial e volumétrica, respectivamente. Para o *Pinus taeda* os mesmos autores encontraram valores de 4,40%; 6,58% e 10,93%, que pouco diferem dos determinados por Tomaselli (1979) que verificou 4,75%; 7,20% e 11,73 %, respectivamente, para retratibilidade radial, tangencial e volumétrica na mesma espécie.

Bortoletto Júnior (2008) encontrou para *Pinus merkusii* valores de 4,7% e 7,4% para a retratibilidade radial e tangencial respectivamente. Contudo, os valores obtidos na presente pesquisa diferem da afirmação de Kollmann & Côté Junior (1968); Galvão & Jankowsky (1985) e Oliveira et al. (2010) segundo os quais, a retratibilidade no sentido tangencial oscila em torno da retratibilidade obtida no sentido radial. Essa diferença de retratibilidade da madeira nos seus planos anatômicos pode ser atribuída à constituição das estruturas microscópicas e sub-microscópicas do próprio material, pois estes se encontram organizados verticalmente no sentido radial em relação ao sentido tangencial, fazendo com que o número de paredes celulares por unidade de volume seja bem menor no sentido radial.

Analisando-se os valores de retratibilidade para ambos os lenhos, nota-se que no sentido tangencial e volumétrico os resultados maiores foram encontrados no lenho juvenil, sendo que este possui menor massa específica que o lenho adulto. Estes resultados estão em contradição à afirmação de que madeiras com massa específica mais elevada tendem a apresentar maior contração ou inchamento, como descrevem alguns autores (Kollmann & Côté Junior, 1968). Porém, os valores não diferiram estatisticamente. Tsoumis (1991), Vital & Trugilho (1997) e Oliveira et al.

(2010) consideram que a variação dimensional ocorre normalmente em madeiras de maior massa específica, explicada pela maior quantidade de madeira por unidade de volume, além de conter mais água na parede celular para um mesmo teor de umidade.

Galvão & Jankowsky (1985), Klitzke (2007) e Oliveira et al. (2010) relatam que a diferença de retratibilidade entre os sentidos radial e tangencial é uma das principais causas de defeitos da madeira que ocorrem durante o processo de secagem. Por causa do fenômeno da anisotropia, ocorre o desenvolvimento de defeitos na madeira durante a fase de secagem ou de recondicionamento, como rachaduras, torções, empenamentos e abaulamentos.

Analisando-se o coeficiente de anisotropia (relação entre contração tangencial e radial), no lenho juvenil e adulto de cada árvore, observa-se que quanto mais o resultado se aproxima de 1, maior é a estabilidade dimensional da madeira. Foi observado valor de 2,44 para lenho adulto, que diferiu estatisticamente do valor de 1,43 do lenho juvenil. Segundo a classificação de madeiras sugerida por Durlo & Marchiori (1992), quanto ao parâmetro fator anisotrópico, o lenho adulto enquadra-se como madeira ruim, com fator acima de 2,0.

Já o lenho juvenil enquadra-se como excelente, com fator na faixa de 1,2 a 1,5. Tais resultados remetem à relação com a massa específica de cada lenho. Apesar destes valores obtidos, o coeficiente de anisotropia adotado isoladamente não caracteriza uma madeira como sendo estável dimensionalmente, causando impressão de estabilidade, de acordo com Chies (2005), pois este resultado pode ser oriundo de contrações tangencial e radial elevadas, o que demonstra uma madeira com alta instabilidade dimensional.

Segundo Kollmann & Côté Junior (1968), a madeira com fator de anisotropia baixo pode ser considerada de alta qualidade do ponto de vista da estabilidade dimensional. Por outro lado, uma madeira com fator de anisotropia alto pode restringir o seu uso, em especial para madeira serrada, fato que concorre para uma utilização cada vez maior da madeira de *Pinus patula* proveniente de Machipanda.

Na Tabela 3 são apresentados os modelos ajustados para as retratibilidades radial, tangencial e volumétrica em função da massa específica, para o lenho juvenil e adulto avaliados separadamente, assim como analisados sem a separação dos lenhos.

Tabela 3. Modelo de variação da retratibilidade no lenho juvenil e adulto

Lenho	Retratibilidade	Modelos ajustados	R ² _{aj} (%)	S _{yx} (%)	F
Adulto	Radial	$\beta\sqrt{(-87,4005 + 683,385 * ME^2)}$	70,41	8,04	10,71
	Tangencial	$\beta\sqrt{(-22,3311 + 286,062 * ME^2)}$	27,95	10,21	1,16
	Volumétrico	$\beta = e^{(-1,92368 + 4,18012 * ME^2)}$	88,46	0,03	31,65
Juvenil	Radial	$\beta\sqrt{(-22,4242 + 102,532 * ME^2)}$	40,95	2,40	3,77
	Tangencial	$\beta = \frac{1}{\left(0,0922581 + \frac{0,0120049}{ME^2}\right)}$	25,75	0,0073	1,04
	Volumétrico	$\beta = \frac{1}{\left(0,0524445 + \frac{0,00696336}{ME^2}\right)}$	32,16	0,0025	2,90
Adulto e juvenil	Radial	$\beta = 4,2724 + 12,5387 * ME^2$	37,97	0,66	6,51
	Tangencial	$\beta\sqrt{(-38,1329 + 203,144 * ME^2)}$	53,28	8,09	11,26
	Volumétrico	$\beta = \frac{1}{\left(0,086631 - 0,112004 * ME^2\right)}$	73,46	0,0029	25,91

β :Retratibilidade; ME: Massa específica; R²_{aj}: coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}: erro padrão da estimativa; F: fator de significância.

Os modelos tiveram melhor ajuste para o lenho adulto do que para o lenho juvenil. Além disso a equação de retratibilidade volumétrica apresentou melhor ajuste quando considerado o lenho adulto, o que também foi observado quando analisados os lenhos conjuntamente.

Conclusões

Pinus patula apresenta variação radial dos valores de massa específica básica, umidade, e retratibilidade da madeira, sendo que estas propriedades tendem a diminuir próximo da medula, exceto o teor umidade, que aumenta na direção casca para a medula.

Em função da sua massa específica básica, a madeira de *Pinus patula* pode ser aplicada tanto para fins estruturais como para a confecção de produtos sólidos de madeira.

A maior massa específica e retratibilidade observadas na madeira da região próxima à casca indica a necessidade de maior cuidado no seu processamento e utilização, particularmente na secagem das tábuas provenientes dessa região do fuste.

Recomenda-se aumentar a representatividade para outras classes diamétricas, avaliando-se a variação das mesmas ao longo do tronco e relacionando-as com a largura dos anéis de crescimento, o que permitirá obter conclusões mais abrangentes.

Referências

- BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003. DOI: 10.1590/S0100-67622003000300014
- BORTOLETTO JÚNIOR, G. Estudo de algumas propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus merkusii*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 237-243, 2008.
- CARVALHO, A. Denominações convencionais para propriedades da madeira. In: _____. **Tecnologia das indústrias da madeira**. Lisboa: [s.n.], 1996. v. 1. 5 p.
- CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005. 12 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 460**: método de determinación de la humedad. [S.l.], 1972a. 12 p.
- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 461**: método de determinación del peso específico aparente. [S.l.], 1972b. 8 p.
- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 462**: método de determinación de la contracción. [S.l.], 1972c. 8 p.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira**: retratibilidade. Santa Maria, RS: CEPEF/FATEC, 1992. 33 p. (Série técnica, 10).
- GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.
- GATTO, D. A.; CALEGARI, L.; SANTINI, E. J.; STANGERLIN, D. M.; TREVISAN, R.; OLIVEIRA, L. S. Propriedades da madeira de *Pinus elliottii* Engelm submetida a diferentes temperaturas de secagem. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 220-226, 2008.
- GOMES, D. F. F.; SILVA, J. R. M.; BIANCHI, M. L.; TRUGILHO, P. F. Avaliação da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 125-130, 2006.
- HASELEIN, C. R.; BERGER, R.; GOULART, M.; STHAL, M.; TREVISAN, R.; SANTINI, E. J.; LOPES, M. de C. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Banco de dados de madeiras brasileiras**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/resultado.php?>>. Acesso em: 18 ago. 2015
- JANKOWSKY, I. P. Efeito do aparelhamento e do tratamento preservativo superficial na secagem da madeira de *Pinus spp.* **IPEF**, Piracicaba, 1980. 11 p.
- KEINERT, S. J.; ROZAS, E. C. E.; ESTURION, A. J.; MATSUNAGA, K. D.; ALBERTO, M. A. M.; RINCOSKI, R. C. Relação entre a contração e o teor de umidade em madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, em vários ângulos de grã. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 2, n. 1, p. 81-86, 1992.
- KLITZKE, R. J. Secagem da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. da S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (Org.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2007. v. 1.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 2000. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KOLLMANN, F. E. P.; CÔTE JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology**. New York: Springer-Verlag, 1968. 592 p.
- 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.
- MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T. Variação da densidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schldtl no sentido longitudinal dos caules, **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2000.
- MOURA, G. P. V.; PARCA, S. L. M.; SILVA, A. M. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de *Pinus centro-americanos* em três locais na região dos cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 29 - 44, 1991.
- OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.
- REZENDE, A. M. Retratibilidade da madeira de *Pinus caribaea* var. hondurensis e de *Eucalyptus grandis* e suas relações com a umidade e densidade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 120-127, 2003.
- SOUSA, R. C.; GIOVANINI, E. P.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M.; B.; GARCIA, J. N. Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueídeos da madeira de *Pinus taeda* L. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 119-127, 2007.
- TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de *Pinus* tropicais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 3, p. 398-406, 2013a. DOI: 10.4322/loram.2012.071
- TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de espécies de *Pinus* tropicais. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 503-510, 2013b. DOI: 10.5380/rf.v43i3.28252
- TOMASELLI, I. **Comparação da qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia* e *Pinus sp* produzida em reflorestamento**. Curitiba: FINEP, 1979. (Relatório, n. 18).
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood**: structure, properties and utilization. New York: Van Nostrand Reinold, 1991. 494 p.
- VIDAURRE, G. B.; LOMBARDI, L. R.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. C. Lenho juvenil e adulto e as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 4, p. 10-18, 2011.

VITAL, B. R.; TRUGILHO, P. F. Variação dimensional e uso da madeira de *Eucalyptus*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p. 57-61, 1997.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation**: its causes and control. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361p.