

Determinação das propriedades físicas da madeira de *pinus. sp.***Determination of the physical properties of *pinus. sp.* wood**

Recebimento dos originais: 01/10/2018

Aceitação para publicação: 29/10/2018

Lucas Abrantes Ladeira

Engenheiro Civil - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (campus JK)

Endereço: Campus JK -Diamantina/MG-Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000 - Alto da Jacuba

Email: lukkas.abrantes@hotmail.com

Cristina Chaves Alves Pereira

Engenheira de Produção - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (campus JK)

Endereço: Campus JK -Diamantina/MG-Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000 - Alto da Jacuba

Email: cristina.chaves@ufvjm.edu.br

Luiz Carlos Couto

Doutor em Ciências da Madeira pela Universidade Laval - Québec, Canadá

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (campus JK)

Endereço: Campus JK -Diamantina/MG-Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000 - Alto da Jacuba

Email: coutoluizc@yahoo.com.br

Arlete Barbosa dos Reis

Doutora em Engenharia Química pela UNICAMP

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (campus JK)

Endereço: Campus JK -Diamantina/MG-Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000 - Alto da Jacuba

Email: arlete.reis@ict.ufvjm.edu.br

RESUMO

A madeira possui aplicações em diversas áreas e por existir diferenças significativas entre as várias espécies ou até mesmo dentro de um mesmo indivíduo, a utilização dessa matéria prima sem o conhecimento específico das propriedades físicas pode gerar inúmeros problemas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a densidade aparente, a densidade básica, a retratibilidade volumétrica total e o fator de anisotropia da árvore *Pinus. Sp.* Os valores médios da densidade básica e aparente foram, respectivamente, 0,41 e 0,52 g/cm³, por isso estão inseridas na classe C20 da NBR 7190/1997. A retratibilidade volumétrica total encontrada foi de 9,57%, ou seja, além da

diminuição de massa também ocorreu a perda de volume com a diminuição da umidade da madeira. Os valores encontrados nesse estudo foram semelhantes aos presentes na literatura, o que mostram uma congruência de dados para a espécie analisada (*Pinus sp.*).

Palavras-chave: Retratibilidade, Densidade, Fator de Anisotropia.

ABSTRACT

Wood has applications in several areas and because there are significant differences between the various species or even within the same individual, the use of this raw material without the specific knowledge of the physical properties can generate numerous problems. The present study had as objective to evaluate the apparent density, the basic density, the total volumetric retratibility and the anisotropy factor of the *Pinus sp.* tree. The average values of the basic and apparent density were, respectively, 0.41 and 0.52 g / cm³, so they are inserted in class C20 of NBR 7190/1997. The total volumetric retratibility found was 9.57%, that is, in addition to the decrease in mass also the volume loss occurred with the decrease of the moisture of the wood. The values found in this study were similar to those in the literature, which shows a congruence of data for the analyzed species (*Pinus sp.*).

Keywords: Retratibility, Density, Anisotropy Factor.

1 INTRODUÇÃO

A procura por materiais renováveis e menos poluidores se tornou essencial devido às grandes degradações causadas no meio ambiente pelo homem. A madeira se apresenta como um exemplo de produto renovável, e que já tem uma participação significativa em diversas áreas. As espécies de *Pinus* começaram a ser cultivadas no Brasil há um tempo considerável para múltiplas finalidades, os primeiros plantios iniciaram por volta de 1936 (EMBRAPA, 2018).

Segundo GONÇALEZ et al. (2006), a qualidade da madeira, para uma determinada aplicação, se define pela combinação das características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas da árvore. Entre esses aspectos, as propriedades físicas se sobressaem como as mais relevantes quando a questão se refere à qualidade da madeira (ALVES; OLIVEIRA; CARRASCO 2017).

A madeira se mostra bem heterogênea, ou seja, existem diferenças significativas entre as várias espécies ou até mesmo dentro de um mesmo indivíduo, por isso o uso da madeira sem o conhecimento específico de suas propriedades físico-mecânicas pode gerar inúmeros problemas (ALMEIDA, et al., 2014). A densidade se define como o aspecto físico mais importante em que se baseia os potenciais de utilização (PAROLIN; WORBES, 2000 e SOTANDE et al, 2010).

Atualmente, com muitas árvores oriundas de florestas plantadas, a estabilidade dimensional e a deformação se tornaram uma das principais preocupações no processamento da madeira, isso ocorre devido a retração anisotrópica de madeira, tanto nas direções radial e axial (WANG et al, 2008). A retratibilidade se define como uma propriedade física que avalia a variação

das dimensões da madeira, quando ocorre modificação da umidade (IPT, 1985, *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A madeira se apresenta como um material anisotrópico, ou seja, as propriedades físicas variam com a direção, por isso determinar a retratibilidade volumétrica total não se mostra suficiente, também se torna necessário conhecer as variações lineares das dimensões nas direções transversal e longitudinal (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A relação entre as retratibilidades nas diferentes direções define o fator de anisotropia. O presente estudo teve como objetivo avaliara densidade aparente, a densidade básica, a retratibilidade volumétrica total e o fator de anisotropia da árvore *Pinus. Sp.*

2 METODOLOGIA

Os procedimentos para a determinação das propriedades físicas seguiram a norma ABNT NBR 7190/1997 (adaptada), primeiramente determinou-se a massa inicial, e as medidas dos lados da seção transversal, do comprimento, largura e espessura de 40 corpos de prova. Em seguida, a madeira foi totalmente submersa em água por 90 dias, e após esse período passou por um tratamento complementar com vácuo para assegurar que a madeira atingisse a completa saturação.

Posteriormente, passaram pelo processo de secagem a uma temperatura máxima de 103°C em uma estufa durante 24 horas, para o cálculo da massa e do volume secos. Na condição de saturação e anidra, os corpos de prova foram pesados e medidos os lados. As equações a seguir mostram como os cálculos procederam.

A determinação das densidades ocorreu conforme as equações abaixo:

- Densidade aparente

$$Dap = \frac{Mi}{Vi} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

- Densidade básica

$$Db = \frac{Mo}{Vs} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Onde:

Mi = Massa inicial (g);

Mo = Massa seca (g);

Vi = Volume inicial (cm);

Vs = Volume saturado (cm);

Brazilian Applied Science Review

A retratibilidade volumétrica total da madeira define-se a partir da seguinte expressão, e as outras foram determinadas de forma análoga:

$$Rv = \frac{Vs - Vo}{Vs} \times 100$$

Onde:

Rv = Retratibilidade volumétrica total (%)

Vs = Volume saturado de umidade (cm³)

Vo = Volume absolutamente seco (cm³)

Segundo OLIVEIRA (2003), as mudanças dimensionais na madeira são diferentes ao longo das direções longitudinais, tangenciais e radiais. Normalmente, a contração observada na direção tangencial é, aproximadamente, o dobro dos valores encontrados na direção radial; sendo o fator de anisotropia descrito como uma relação entre a contração tangencial e radial (relação T/R), sendo calculado a partir das seguintes formulações.

- Retratibilidade Longitudinal Tangencial (%)

$$Rt = [Lt(sat) - Lt(seco)] \times 100$$

Onde:

Lt(sat) = Comprimento Tangencial Saturado (cm);

Lt(seco) = Comprimento Tangencial Absolutamente seco (cm);

- Retratibilidade Longitudinal Radial (%)

$$Rr = [Lr(sat) - Lr(seco)] \times 100$$

Onde:

Lr(sat) = Comprimento Radial Saturado (cm);

Lr(seco) = Comprimento Radial Absolutamente seco (cm);

- Fator de Anisotropia

$$A = \frac{Rt}{Rr}$$

Onde:

Rt = Retratibilidade Longitudinal Tangencial (%);

Rr = Retratibilidade Longitudinal Radial (%);

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos pesquisadores afirmam que a densidade básica se apresenta entre outras formas de densidade, como a mais confiável para inferências em estudos dessa natureza, por ter uma fácil determinação e fácil replicabilidade. Os valores médios da densidade básica e aparente foram, respectivamente, 0,41 e 0,52 g/cm³, por isso estão inseridas na classe C20 da NBR 7190/1997 para fins de aplicações estruturais. Os quadros a seguir mostram os valores médios encontrados (Quadros 1 e 2).

Quadro 1: Valores médios para a densidade aparente da madeira de *Pinus sp.*

Densidade Aparente						
Amostras	Massa	Comprimento Longitudinal	Comprimento Radial	Comprimento Tangencial	Volume	Densidade Aparente
#	(g)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ³)	(g/cm ³)
Média	2,3253	2,3752	2,4789	0,7562	4,4520	0,52
Mínimo	2,0527	2,296	2,44	0,71	4,1414	0,47
Máximo	3,1359	2,529	2,509	0,789	4,6700	0,69
Variância	0,0477	0,0025	0,0002	0,0002	0,0125	0,0018
Desvio padrão	0,2184	0,0502	0,0136	0,0141	0,1117	0,0427
Coefici.variação	9,3933	2,1130	0,5486	1,8702	2,5097	8,1862

Quadro 2: Valores médios para a densidade básica da madeira de *Pinus sp.*

Densidade Básica			
Amostra	Massa Absolutamente Seca	Volume Saturado	Densidade básica
#	(g)	(cm ³)	(g/cm ³)
Média	1,9874	4,8255	0,4116
Mínimo	1,8054	4,5627	0,3796
Máximo	2,4446	5,1458	0,4781
Variância	0,0186	0,0155	0,0005
Desvio padrão	0,1365	0,1245	0,0217
Coefici. variação	6,9	2,6	5,3

A retratibilidade volumétrica total encontrada foi de 9,57%, ou seja, além da diminuição de massa também ocorreu a perda de volume com a diminuição da umidade da madeira. O valor encontrado se encontra em conformidade com os valores apresentados por TRIANOSKI et. al. (2013), que obteve uma variação de 8,67% a 10,65%.

Segundo MORESCHI (2005), o fator de anisotropia ideal seria igual a 1, tal fato significaria que não ocorreu variação nas dimensões da madeira, ou que a alteração foi simétrica. Quanto maior a desigualdade entre as dimensões, maior o fator anisotrópico, que implica em um pior comportamento da madeira na secagem e na absorção de umidade, o *Pinus sp.* apresentou um fator 1,3, por isso qualifica-se como uma madeira de ótima qualidade, uma vez que não permite empenamentos e torções (MORESCHI, 2005). Os quadros a seguir mostram os valores médios encontrados (Quadro 3 e 4).

Quadro 3: Valores médios para a retratibilidade volumétrica total da madeira de *Pinus sp.*

Retratibilidade Volumétrica Total			
Amostras	Volume Saturado	Volume Absolutamente Seco	Retratibilidade Volumétrica Total
#	(cm ³)	(cm ³)	(%)
Média	4,8255	4,3610	9,5736
Mínimo	4,5627	4,1204	1,1100
Máximo	5,1458	4,6976	15,0895
Variância	0,0155	0,0121	9,6828
Desvio padrão	0,1245	0,1101	3,1117
Coefici. variação	2,6	2,5	32,5

Quadro 3: Valores médios para o fator de anisotropia da madeira de *Pinus sp.*

Fator de Anisotropia			
Amostra	Retratibilidade Longitudinal Tangencial	Retratibilidade Longitudinal Tangencial	Fator de Anisotropia
#	(%)	(%)	
Média	4,4706	3,7180	1,2610
Mínimo	0,5000	2,0875	0,1255
Máximo	8,5000	6,2280	2,4431
Variância	1,2201	0,8172	0,1518
Desvio padrão	1,1046	0,9040	0,3896
Coefici. variação	24,7	24,3	30,9

4 CONCLUSÃO

Entender as propriedades físicas da madeira permite a aplicação adequada dessa matéria prima, e evita problemas futuros em projetos estruturais, confecção de móveis, entre outros. Os valores encontrados nesse estudo foram semelhantes aos presentes na literatura, o que mostra uma congruência de dados para a espécie analisada (*Pinus sp.*). Enfim, por meio desse estudo percebeu-se que o *Pinus sp.* possui características que permitem uma ampla aplicação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. H. de; MOLINA, J. C.; ALMEIDA, T. H. de; CALIL JUNIOR, C.; ALVES, A. C. L. Determinação do teor de umidade e densidade básica pra espécies de *Pinus* e *Eucalipto*. **Revista Científica Eletrônica da FAIT**, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/GJqhOS2OjOZ3IRW_2014-4-16-16-31-23.pdf>. Acesso em: 06/03/2018.

ALVES, R. C; OLIVEIRA, A. L. C; CARRASCO, E. V. M. Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Floresta e Ambiente**, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v24/2179-8087-floram-2179-8087015312.pdf>>. Acesso em: 06/03/2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projetos de estruturas de madeira – Rio de Janeiro, 1997.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 02/10/2018.

GONÇALEZ, J. C; BREDÁ, L. C; BARROS, J. F. M; MACEDO, D. G; JANIN, G; COSTA, A. F. C; VALE, A. T. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hilleb e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Revista Ciência Florestal** 2006, Santa Maria, v. 16, n. 3. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v24/2179-8087-floram-2179-8087015312.pdf>>. Acesso em: 06/03/2018.

Brazilian Applied Science Review

MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**. Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/PROPRIEDADES%20DA%20MADEIRA.pdf>>. Acesso em: 09/03/2018.

OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N. C. Avaliação da Retratibilidade da Madeira de Sete Espécies de *Eucalyptus*¹. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.929-936, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n5/18.pdf>>. Acesso em: 07/03/2018.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptussaligna* Sm. 2003. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n3/a15v27n3.pdf>>. Acesso em: 01/10/2018.

PAROLIN, P.; WORBES, M. Wood density of trees in black waterfloodplains of rioJaú national park, Amazonia, Brazil. **Revista Acta Amazonica** 2000; 30(3): 441-448. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-43922000303448>>. Acesso em: 20/03/2018.

SOTANDE, O. A.; OLUYEGE, A. O.; ADEOGUN, P. F.; MAINA, S. B. Variation in Wood Density, Grain Orientation and Anisotropic Shrinkage of Plantation Grown *Azadirachta Indica*. **Journal of Applied Sciences Research**, 6(11): 1855-1861, 2010. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/283684000_Variation_in_Wood_Density_Grain_Orientation_and_Anisotropic_Shrinkage_of_Plantation_Grown_Azadirachta_Indica>. Acesso em: 18/03/2018.

TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J.G. Avaliação da Estabilidade Dimensional de Espécies de *Pinus* Tropicais. **Revista Floresta e Ambiente** 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v20n3/aop_145.pdf>. Acesso em: 02/10/2018.

WANG, E.; CHEN, T.; PANG, S.; KARALUS, A. Variation in anisotropic shrinkage of plantation grown *Pinus radiata* wood. **Ciencia y Tecnología** 2008; 10(3): 243-249. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2008000300007>. Acesso em: 05/10/2018.