

## Propriedades físicas da madeira de cinco espécies nativas da Caatinga

Daniel Tavares de Farias<sup>1\*</sup> Rafael Rodolfo de Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1.000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

### Original Article

\*Corresponding author:  
danieltavaresf7@gmail.com

### Keywords:

Semiárido

Density

Technological properties

### Palavras-chave:

Semiárido

Densidade

Propriedades tecnológicas

### Received in

2020/05/09

### Accepted on

2020/06/22

### Published in

2020/11/02



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i3.10333>



**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização das propriedades físicas da madeira de cinco espécies nativas da Caatinga. As espécies avaliadas foram aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), angico branco (*Anadenanthera colubrina*), canafistula (*Senna trachypus*), cedro (*Cedrela odorata*) e cumaru (*Amburana cearensis*). Para realização desta pesquisa, foram utilizadas 28 amostras de cada com dimensões de 2,0 x 3,0 x 4,0 cm nos sentidos radial, tangencial e longitudinal, respectivamente. Foram realizados testes físicos para determinação da massa específica básica, dos coeficientes de contração linear nos eixos tangencial, radial, contração volumétrica e fator de anisotropia. A madeira de cumaru foi a que apresentou a maior densidade e, a menor foi observada para madeira de cedro. Para os testes de contração, as madeiras de aroeira, cedro e cumaru foram as que apresentaram a maior estabilidade, podendo ser usadas como matéria prima de produtos que exijam da madeira sólida elevada qualidade quanto à variação de suas dimensões. A madeira de angico branco apresenta potencial para ser empregada para fins estruturais, devido à sua elevada massa específica. Já a canafistula, por se tratar de uma madeira leve, é mais adequada para caixotaria.

### Physical properties from five Caatinga woods

**ABSTRACT:** The present work aims to characterize the properties used of the Caatinga wood. The species evaluated were *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Senna trachypus*, *Cedrela odorata* and *Amburana cearensis*. To carry out this research, 28 samples of each with dimensions of 2.0 x 3.0 x 4.0 cm were used in the radial, tangential and longitudinal directions respectively. Physical tests were realized to determine the basic density, the linear contraction (coefficients on the tangential and radial), volumetric contraction and anisotropy factor. *A. cearensis* wood had the highest density and the lowest density was observed for *C. odorata* wood. For the contraction tests, the *M. urundeuva*, *C. odorata* and *A. cearensis* woods were the ones that presented the best stability, being able to be used as raw material of products that demand high quality solid wood as the variation of its dimensions. *A. colubrina* wood has the potential to be used for structural purposes, due to its high density. *S. trachypus*, on the other hand, because it is a light wood, is more suitable for pallets.

## Introdução

A madeira é um material de origem biológica com alto potencial de uso e, propriedades tecnológicas que permitem que seja definida como material de alta versatilidade de aplicação e mundialmente usado como matéria prima em diversos setores industriais, por atender as exigências do mercado atual, que demandam por matérias de origem renovável, ecológica e de baixo custo (Ghosh et al., 2008; Papadopoulos et al., 2020).

No Brasil, há cerca de 489 milhões de hectares de florestas nativas e plantadas. A madeira proveniente de áreas plantadas dá origem a mais de cinco mil produtos e subprodutos, como por exemplo celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal, e biomassa, sendo exportados para China, Estados Unidos, Europa além dos países latino americanos (Industria Brasileira de Árvores – IBÁ, 2019).

O sucesso para significativa contribuição do setor florestal para a balança comercial se deve entre algumas razões ao vasto conhecimento das propriedades tecnológicas das espécies florestais exploradas comercialmente. Dada a importância do conhecimento das propriedades desse material, e visto que o Brasil se destaca por possuir uma reserva significativa desse recurso madeireiro não apenas em plantios silviculturais, mas também em diferentes fitofisionomias naturais. O desenvolvimento de pesquisas que abasteçam a literatura com informações de espécies desconhecidas torna possível o estabelecimento de valores de referência para o emprego dessas novas espécies, podendo diminuir a pressão sob algumas espécies já em uso e garantindo uma maior diversidade de fontes de matéria prima para um determinado uso.

A Caatinga é um dos biomas brasileiros que compõem essas fitofisionomias com estoque em recurso florestal madeireiro, e compreende a maior parte do território da região nordeste do país. E baseando-se em dados coletados na literatura, Sousa et al. (2018) estimaram que as madeiras da Caatinga estão sendo aproveitadas majoritariamente para fins energéticos.

Baseando-se no conhecimento tecnológicos ainda insipiente dessas madeiras, os principais produtos obtidos da vegetação da Caatinga são: lenha, carvão vegetal, estacas, moirões e postes (Sampaio et al., 2006). Desta forma, torna-se importante examinar as características dessas espécies para que seja possível estimar a qualidade dessa fonte de matéria-prima, do mesmo modo que, possa tornar possível o surgimento de novas formas de aproveitamento do recurso. Apesar das árvores da região, em sua maioria, apresentar diâmetros reduzidos, com o emprego de adesivos e com as tecnologias disponíveis, é possível produzir peças de madeiras de maior valor agregado, como na produção de móveis (Rocha et al., 2015).

Com base no exposto, a presente pesquisa tem como objetivo realizar a caracterização das propriedades físicas da madeira de cinco espécies nativas da Caatinga – aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão.), angico branco (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan.), canafistula (*Senna trachypus* (Benth.) H. S. Irwin & Barneby.), cedro (*Cedrela odorata* L.) e cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.) – com a finalidade de potencializar o uso múltiplo dessas espécies.

## Material e Métodos

### Espécies estudadas

As madeiras estudadas neste trabalho foram selecionadas a partir da necessidade de maiores informações técnicas das características tecnológicas de espécies florestais da caatinga, que podem apresentar potencial de aplicação no setor madeireiro e que já são usadas tendo como base o conhecimento empírico. As espécies selecionadas para o presente estudo foram: Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão.), angico branco (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan.), canafistula (*Senna trachypus* (Benth.) H. S. Irwin & Barneby.), cedro (*Cedrela odorata* L.) e cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.).

### Preparo das amostras

As amostras foram disponibilizadas por uma marcenaria do município de Doutor Severiano, localizado no Oeste Potiguar, mesorregião do estado do Rio Grande do Norte. Estes foram confeccionados com dimensões de 2,0 x 3,0 x 4,0 cm, nos sentidos tangencial, radial e longitudinal respectivamente. Estas foram selecionadas para os testes estavam isentos de rachaduras, marcas de ataque de insetos, injúrias mecânicas ou qualquer tipo de defeitos e devidamente orientados. Ao todo, selecionaram-se 28 amostras para cada uma das espécies estudadas.

### Determinação das propriedades físicas

As propriedades físicas analisadas foram: massa específica básica; contrações lineares nos eixos longitudinal, radial e tangencial; contração volumétrica; e fator anisotrópico. A massa específica básica de cada corpo-de-prova foi determinada de acordo com a norma ASTM (1997), e calculada utilizando a Equação 1. Foi estimada ainda a porosidade da madeira utilizando a Equação 2 e, considerando como massa específica da parede celular a constante de 1,54 g/cm<sup>3</sup>.

$$ME_b(g/cm^3) = \frac{P_o}{V_u} \quad (1)$$

$$\varphi = \left( \frac{ME_b}{ME_p} \right) \times 100 \quad (2)$$

Em que:  $ME_b$  = Massa específica básica, em  $g/cm^3$ ;  $ME_p$  = Massa específica da parede celular, em  $g/cm^3$ ;  $Po$  = Peso seco em estufa ( $103\text{ }^\circ C$ ), em g;  $Vu$  = Volume saturado, em cm

Para a determinação da retratibilidade da madeira (contrações), os corpos de prova foram devidamente marcados para facilitar a identificação dos sentidos dos elementos anatômicos. Posteriormente foram submersos em água destilada à temperatura ambiente até atingirem a completa saturação das fibras (PSF). Os coeficientes de contração nos eixos tangencial e radial foram determinados (Equação 3). Para as análises foram utilizadas 28 amostras por espécies, com dimensões  $4,5 \times 3,0 \times 2,5$  cm, nos sentidos longitudinal, radial e tangencial respectivamente.

$$\beta_{(r,t)} = \frac{Du-Ds}{Du} \times 100 \quad (3)$$

Em que:  $\beta$  (r,t) = contração, em uma dada direção (%);  $Du$  = dimensão úmida, em uma dada direção (cm);  $Ds$  = dimensão seca, em uma dada direção (cm).

A contração volumétrica das madeiras foi determinada pela diferença entre o volume no estado saturado de umidade e no estado seco, em relação ao volume da madeira no estado saturado de umidade, conforme a Equação 4. Já a determinação do fator anisotrópico (FA) foram usados os valores da contração tangencial ( $\beta_t$ ) e da contração radial ( $\beta_r$ ) de acordo com a Equação 5.

$$\beta_{(vol)} = \frac{Vu-Vs}{Vu} \times 100 \quad (4)$$

$$FA = \frac{\beta_r}{\beta_t} \quad (5)$$

Em que:  $\beta$  (vol) = contração, em volume (%);  $Vu$  = dimensão saturada ( $cm^3$ );  $Vs$  = dimensão seca ( $cm^3$ ). FA = coeficiente de anisotropia (adimensional);  $\beta_t$  = contração tangencial (%);  $\beta_r$  = contração radial (%).

### Análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), utilizando 28 amostras de de cada espécie madeireira, totalizando 140 unidades amostrais. Posteriormente as médias dos tratamentos de cada produto foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Action 3.7, suplemento estatístico do Microsoft Excel.

### Resultados e discussão

#### Massa específica e porosidade

Verifica-se, pela Figura 1 a comparação de médias de massa específica básica para as espécies

em estudo. Os valores verificados para as espécies aroeira, angico branco, canafistula, cedro e cumaru respectivamente. Observou-se diferença estatística significativa entre as espécies canafistula e cumaru. Para a aroeira e o angico branco não foi verificado diferenças significativas entre elas, sendo dentre as espécies estudadas, as duas com maior valor de massa específica básica. A madeira de cedro diferiu significativamente de todas as espécies, com o menor valor observado.

Entre as espécies estudadas, a aroeira e o angico branco apresentaram os maiores valores de massa específica. Paes, Moraes e Lima (2002), ao estudarem a resistência natural da madeira de três espécies florestais da caatinga ao ataque de fungos e cupins xilófagos verificaram para a madeira de aroeira massa específica de  $1,09\text{ }g/cm^3$ . Enquanto Silva et al. (2017) avaliando as características dendrométricas, físicas e químicas de duas espécies florestais observaram para a aroeira valores médios de massa específica inferiores, na ordem de  $0,75\text{ }g/cm^3$ . A diferença entre os valores de massa específica básica observados neste trabalho e os encontrados na literatura podem ser explicados pela alta complexidade que há na formação da madeira, e a influência que fatores intrínsecos da espécie, ambientais e tratamentos silviculturais.

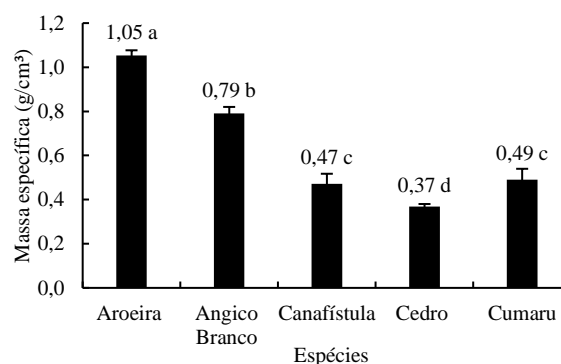


Figura 1. Valores médios de massa específica básica da madeira observados para as espécies estudadas (valores seguidos por uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey –  $p \leq 0,05$ ).

Essa propriedade física é um importante parâmetro a ser avaliado, por esta associada a outras propriedades tecnológicas da madeira, sendo influenciada pela frequência, volume de raios e espessura da parede das fibras (Poubel et al., 2011). De acordo com tabela elaborada por Eleotério et al. (2014) que classificam as madeiras com base nos valores de massa específica, a madeira de cedro pode ser classificada como muito leve ( $<0,40\text{ }g/cm^3$ ), canafistula e cumarú leves ( $0,40$  a  $0,55\text{ }g/cm^3$ ), angico branco moderadamente pesada ( $0,55$  a  $0,75\text{ }g/cm^3$ ) e a madeira de aroeira muito pesada ( $>0,95\text{ }g/cm^3$ ). Os valores de massa específica verificados para canafistula e cumaru ( $0,47\text{ }g/cm^3$  e  $0,49\text{ }g/cm^3$  respectivamente) são estatisticamente iguais.

Azevêdo et al. (2010) ao verificarem os valores de massa específica básica para a madeira de cumaru de 0,63 g/cm<sup>3</sup>.

Para o cedro foi verificado um valor médio de massa específica de 0,37 g/cm<sup>3</sup>. Inferior a 0,40 g/cm<sup>3</sup> observado por Lobão et al. (2016) ao verificar as propriedades físicas, químicas e anatômicas de 12 espécies florestais, entre elas o cedro. Fernandes et al. (2018) verificaram valor médio de 0,41 para a referida espécie.

Analisando a Figura 2, verifica-se os valores percentuais de porosidade para as 5 espécies. Consta-se valores entre 31,62% a 76,12%. Quando submetidos ao teste de comparação de médias observou-se diferenças significativas entre os resultados obtidos. Por representar o volume de espaços vazios presentes na madeira e ter uma relação inversamente proporcional ao valor de massa específica, já era esperado que madeiras de aroeira e angico branco apresentassem os menores valores de porosidade. A porosidade da madeira é importante parâmetro para caracterização de seu uso, principalmente para aplicação de ceras, vernizes e outros tipos de revestimento. No processo de colagem, a porosidade da madeira também é fundamental para determinação da viscosidade do adesivo e até mesmo da quantidade que será aplicada.

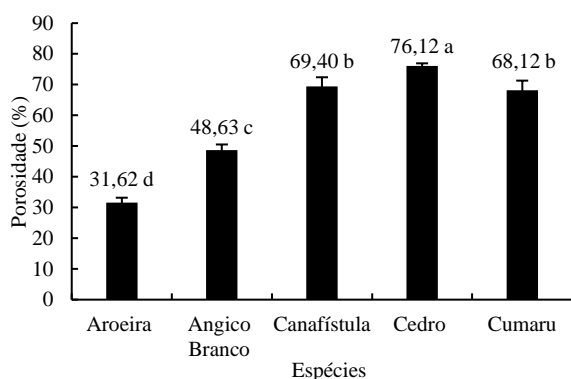


Figura 2. Valores médios percentuais da porosidade observados para as espécies estudadas (valores seguidos por uma mesma letra não diferente estatisticamente pelo teste de Tukey –  $p \leq 0,05$ ).

#### Estabilidade dimensional

Observa-se que, os valores de contração linear na direção radial (CR) da madeira foram estatisticamente maiores para o angico branco (4,31%) e a canafístula (4,13%), seguidos do cedro (3,49%) e cumaru (3,09%). A aroeira (2,54%) apresentou a menor CR diferindo significativamente entre as espécies em estudo. Os valores de desvio padrão observados podem ser indicativos de maior homogeneidade quanto a essa propriedade nas amostras analisadas (Figura 3).

A aroeira obteve os melhores resultados para a contração linear no sentido tangencial (CT) da madeira, diferindo estatisticamente das demais espécies com valor médio de 3,12%, como pode ser verificado na Figura 3b. As amostras de cedro (4,62%) e cumaru (4,05%), também apresentaram baixos valores de CT, com diferença significativa entre seus valores médios.

Não se encontra na literatura informações que tangem a estabilidade dimensional para as referidas espécies, com exceção do cedro. No entanto, Eleotério et al. (2014) elaboraram uma tabela para classificar a massa específica e os coeficientes de contração da madeira. E tomando essa tabela como referência, e com base nos resultados de CR e CT constata-se baixa variação dimensional nas amostras de aroeira, indicando que a madeira é mais propensa a não apresentar muitos problemas referentes a estabilidade dimensional.

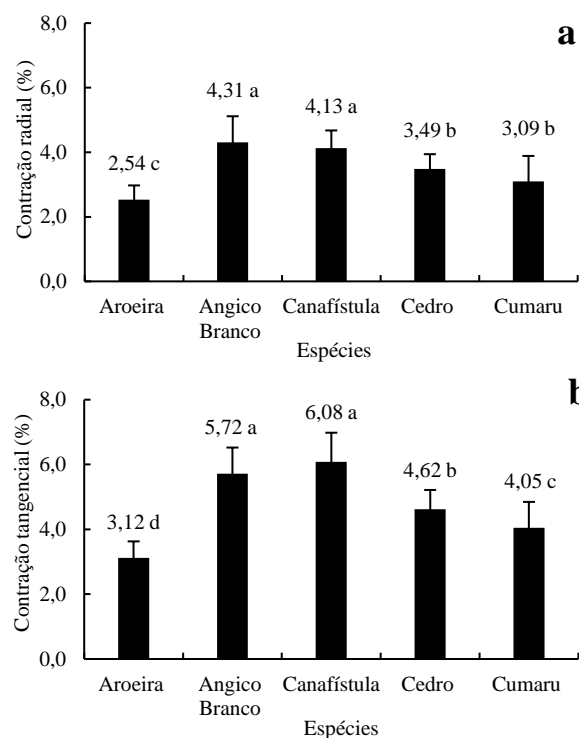


Figura 3. Valores percentuais para contrações nos sentidos radial (a) e tangencial (b) da madeira observados para as espécies estudadas (valores seguidos por uma mesma letra não diferente estatisticamente pelo teste de Tukey –  $p \leq 0,05$ ).

Salienta-se que, essas informações servem de base para que as madeiras da caatinga possam ser indicadas a aplicações que dependem da avaliação desses parâmetros, subsidiando setores que usam a madeira sólida como matéria-prima. As madeiras podem ser agrupadas em três classes distintas de acordo com seus respectivos valores de contração volumétrica, em que, madeiras com valores de 4 a 9% possuem fraca contração volumétrica, 9 a 14%

médias, e 14,1 a 19% madeiras com contração volumétrica forte (Eleotério et al., 2015).

De acordo com a Figura 4a, as madeiras de aroeira, cedro e cumaru podem ser agrupadas na classe de madeiras com fraca contração volumétrica, e as madeiras de angico branco e canafístula como média contração volumétrica.

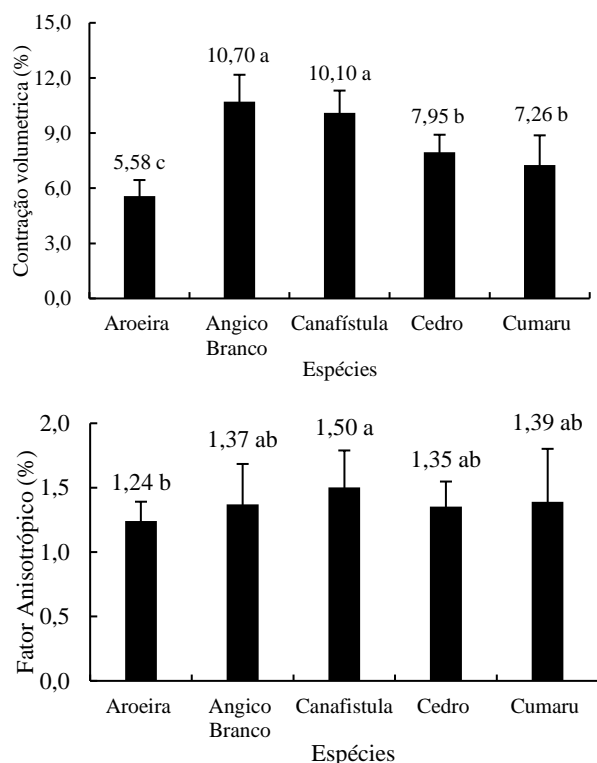


Figura 4. Valores percentuais para contração volumétrica (a) e fator anisotrópico (b) da madeira observados para as espécies estudadas (valores seguidos por uma mesma letra não diferente estatisticamente pelo teste de Tukey –  $p \leq 0,05$ ).

A aroeira (5,58%), angico branco (10,70%), canafístula (10,10%), cedro (7,95%) e o cumaru (7,26%) apresentaram contração volumétrica muito a baixo dos valores observado em árvores de crescimento rápido como *E. paniculata* (Oliveira et al., 2010), 27,2%, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* (Lopes et al. 2011) de 21,3, 20,7 e 14,1% respectivamente.

Quando comparadas com espécies nativas, verifica-se valores de contração volumétrica inferiores aos observados por Marchesan et al. (2006) para a *Ocotea porosa* (12,80%), e os constatados por Mori et al. (2003) para a madeira de *Anadenanthera peregrina* (12,66%).

Quanto ao fator anisotrópico, a madeira de canafístula se destacou-se negativamente em relação as demais espécies, por apresentar o maior valor para esse parâmetro como disposto na Figura 4b. A partir desse fator e os valores de contração linear e

volumétrica observados para essa espécie é possível inferir que esse tipo de madeira pode apresentar problemas relacionados a estabilidade.

Os resultados observados na figura 4b para as madeiras de aroeira (1,24) e cedro (1,35) podem ser indicativos que a estabilidade dimensional delas é alta, podendo servir de matéria-prima para usos que são limitados por problemas como empenamentos ou fendilhamentos causados pela alta anisotropia da madeira. De acordo com Moreschi (2012) o fator anisotrópico ideal para uma perfeita estabilidade dimensional de qualquer tipo de material seria aquele que apresentasse valor igual a 1, como isso não é possível para madeiras, busca-se encontrar espécies que apresentem valores mais aproximados de 1. Desta forma, as madeiras de aroeira e cedro tem destaque positivo no que concerne à variação de suas dimensões quando submetidas a condições de elevada umidade, podendo ser empregadas para a fabricação de portas, janelas e alguns tipos de instrumentos musicais.

Quando comparadas com o valor de 2,11 de fator anisotrópico da madeira de cerne da *Cryptomeria japônica* (Fonte et al., 2017), e 1,42 para a *Mimosa tenuiflora* (Rocha et al., 2015) as madeiras de aroeira, angico branco, cedro, e cumaru apresentaram valores mais próximos de 1, indicando mais estabilidade dimensional.

As madeiras da caatinga são reconhecidamente usadas para fins energéticos na forma de lenha e/ou carvão vegetal, e a determinação dos baixos valores de contração linear e volumétrica, e fator anisotrópico próximo a 1 para as madeiras de aroeira, cedro e cumaru ampliam o potencial dessas espécies para que possam ser aplicadas a usos nobres e que dependem dessas características para obtenção de produtos madeireiros com a qualidade que o mercado exige.

### Conclusões

As madeiras de aroeira e angico branco são consideradas pesadas, enquanto as madeiras de cedro, cumaru e canafístula forma classificadas como leves.

As madeiras de aroeira, cumaru e cedro foram as mais estáveis, com variações dimensionais compatíveis com os valores adotados para fins de alta exigência, como a produção de moveis, esquadrias, instrumentos musicais e demais produtos que exigem elevada estabilidade dimensional.

### Referências

- Azevêdo, T. K. B., Brito, H. R., Lima, F. S., Almeida, A. M. C., Trevisan, L. F. A., Pereira, A. V., Oliveira, E. & Medeiros, J. X. (2010). Determinação da densidade básica da madeira de *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke e *áAmburana cearensis*. *Agropecuária Técnica*, 31(1): 94-97. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v31i1.23008>
- Bremer, C. F. (2009). Histórico das construções de

- madeira. In: Rodrigues, B. P., Fiedler, N. C. & Braz, R. L. Tópicos em ciências florestais. Alegre: CCAUFES.
- Eleotério, J. R., Reichert, D., Hornburg, K. F. & Meneguelli, I. (2015). Massa específica e retratibilidade da madeira de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral Santa Catarina. *Floresta*, 45(2): 329-336. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v45i2.34699>
- Figuroa, M. J. M. (2012). Coeficientes de modificação das propriedades mecânicas da madeira devidos à temperatura. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Fonte, A. P. N., Trianoski, R., Iwakiri, S. & Anjos, R. A. M. (2017). Propriedades físicas e químicas da madeira de cerne e alborno de *Cryptomeria japonica*. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(3): 277-285. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711632017277>
- Ghosh, S. C., Militz, H. & Mai, C. (2008). Decay resistance of treated wood with functionalised commercial silicones. *BioResources*, 3(4): 1303-1314.
- Indústria Brasileira de Árvores [IBÁ]. (2019). Relatório 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2020.
- Lobão, M. S., Ortega, G. P., Amaral, E., Amorim, P. G. R., Amaro, M. A., Roig, F. A. & Tomazello Filho, M. (2016). Análise de similaridade das árvores de *Cedrela* sp. sob diferentes condições de crescimento no leste do estado do Acre, Brasil. *Scientia Forestalis*, 44(109): 231-239. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n1>
- Longhi, P., Souza, A., Garcia, R. & Pioveza, V. R. (2009). Estudo de caso do processo de extração do óleo essencial da madeira de Candeia no Sul de Minas Gerais. *Floresta*, 39(3): 555-570. <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v39i3.15355>
- Lopes, C. S. D., Nolasco, A. M., Tomazello Filho, M., Dias, C. T. D. S. & Pansini, A. (2011). Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. *Ciência Florestal*, 21(2): 315-322. <http://dx.doi.org/10.5902/198050983235>
- Marchesan, R., Mattos, P. P., Bortoli, C. & Rosot N. C. (2006). Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso. Colombo: Embrapa Florestas. (Comunicado Técnico, 161).
- Moreschi, J. C. (2012). Propriedades da madeira. 4. ed. Curitiba: UFPR.
- Mori, C. L. S. O., Mori, F. A., Mendes, L. M. & Silva, J. R. M. (2003). Caracterização da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera Peregrina* (Benth.) Speng.) para confecção de móveis. *Brasil Florestal*, 22(77), 29-36.
- Oliveira, J. T. S., Tomazello Filho, M. & Fiedler, N. C. (2010). Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. *Revista Árvore*, 34(5): 929-936. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500018>
- Paes, J. B., Morais, V. M. & Lima, C. R. (2002). Resistência das madeiras de aroeira resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. *Floresta e Ambiente*, 9(1): 135-144.
- Papadopoulos, A. N., Foti, D. & Kyzas, G. Z. (2020). Sorption behavior of water vapor of wood treated by chitosan polymer. *European Journal of Wood and Wood Products*, 78(3), 483-491. <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01528-7>
- Poubel, D. S., Garcia, R. A., Latorraca, J. V. F. & Carvalho, A. M. (2011). Estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Floresta e Ambiente*, 18(2): 117-126. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.029>
- Rocha, H. L. S., Paes, J. B., Miná, A. J. S. & Oliveira, E. (2015). Caracterização físico mecânica da madeira de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) visando seu emprego na indústria moveleira. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10(2): 262-267. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i2a3772>
- Sampaio, E. V. S. B., Gamarrá-Rojas, C. F. L. & Araújo, M. S. B. (2006). Espacialização do uso da vegetação nativa no Semi-Árido Nordeste. *Revista de Geografia*, 23(1): 117-156.
- Silva, L. N. (2017). Correlações entre propriedades tecnológicas da madeira de cedro (*Cedrela odorata* L.) determinadas por metodologias destrutivas e não destrutivas. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília.