

## **PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA E DO CARVÃO DE *Dinizia excelsa* E *Dipteryx odorata*.**

Marília Amas Pires da Silva <sup>1\*</sup>; Ana Carolina Limiro da Silva <sup>1</sup>, Magda Cardoso de Oliveira Martins <sup>1</sup>, Camila Martins de Sousa <sup>1</sup>, Ryan Rodrigues da Silva <sup>1</sup> e Matheus Peres Chagas <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Estudante de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia/GO, Brasil

<sup>2</sup> Professor Doutor do Departamento de Qualidade da Madeira e Bioenergia da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia/GO, Brasil.

\*e-mail da autora correspondente: marilia.amasflorestal@gmail.com

**Resumo:** Nesse estudo buscou-se determinar a densidade básica e aparente da madeira, a densidade aparente do carvão e os coeficientes de retração e inchamento de duas espécies, popularmente conhecidas como Angelim vermelho e Cumaru, a partir de tábuas de madeira obtidas em serrarias da região metropolitana da cidade de Goiânia-GO. Para a determinação das propriedades físicas supracitadas foram confeccionados seis corpos de prova de dimensões nominais determinadas na NBR 7190:1997. A partir da aplicação do teste t-Student ao nível de 5% de probabilidade, foi possível constatar que não houve diferenças significativas entre as duas espécies para todas as propriedades, e que ambas apresentam características satisfatórias e aptidão para múltiplos usos, especialmente para a construção civil.

**Palavras-chave:** Angelim vermelho; Cumaru; Densidade da madeira; Movimentação dimensional;

## **PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD AND CHARCOAL FROM *Dinizia excelsa* AND *Dipteryx odorata***

**Abstract:** In this study we sought to determine the basic and bulk density of wood, the bulk density of charcoal and the shrinkage and swelling coefficients two tree species, popularly known as Angelim vermelho and Cumaru obtained from wood boards from sawmills in the metropolitan region of the city of Goiânia, Goiás State. To determine the physical properties mentioned above, six wood samples per species of nominal dimensions were made following the parameters of NBR 7190:1997. From the application of the Student test at 5% probability level, it was possible to verify, to all physical properties, no significant differences between the two species and that both present satisfactory characteristics and suitability for multiple uses, especially for civil construction.

**Keywords:** Angelim vermelho; Cumaru; Wood density; Dimensional Movement;

## 1. INTRODUÇÃO

O uso da madeira vem sendo amplamente difundido através das gerações, e o conhecimento empírico sobre a durabilidade e versatilidade das espécies acarretou a exploração e seleção das mesmas para usos específicos. Tais conhecimentos foram, gradualmente, validados através de métodos matemáticos e estudos avaliando a anatomia, composição química e as propriedades físicas e mecânicas. Atualmente, mesmo contando com inúmeras informações sobre as propriedades da madeira, novos estudos são necessários para avaliar a sua qualidade, permitindo seu uso racional, além de propor novas aplicações, visto que suas características variam de acordo com a espécie.

Ao avaliar as florestas nativas e seus potenciais produtos, [1] infere sobre a ampla comercialização de madeira nativa, em suas diversas formas, tais como, acabamento, formas, indústria moveleira e no ramo da construção civil. O Angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*) e o Cumaru (*Dipteryx odorata*) são duas espécies de ocorrência natural no bioma amazônico e de grande interesse econômico. São madeiras nobres amplamente comercializadas para diversas regiões do Brasil, incluindo o Centro-Oeste e no que se refere às aplicações, se destacam por suas propriedades físico-mecânicas, que conferem a elas um excelente desempenho. Além disso, possuem alta resistência aos agentes deterioradores e as intempéries naturais fator que proporciona grande aplicabilidade interna e externa sendo usado em construções pesadas, pisos industriais, construção naval, marcenaria e carpintaria [2]. Segundo [3], a densidade é o melhor índice para avaliar e determinar os usos da madeira, especialmente aquelas destinadas a construção civil. De acordo [4], com grande parte da madeira serrada encontrada nas madeireiras em Goiânia é proveniente do estado do Pará, e as espécies Angelim-vermelho e Cumaru estão entre as quatro mais comercializadas na região.

O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de carvão vegetal [5], uma fonte de energia renovável e de grande representatividade na sua matriz energética, visto que alimenta quase integralmente o setor de ferro-gusa e aço. As características da espécie como a densidade aparente, porosidade, resistência mecânica e técnica utilizada para carbonizar tem influência direta nas propriedades do carvão vegetal. Assim como em outros processos produtivos, a umidade da madeira apresenta grande interferência na qualidade e integridade do produto: um alto teor de umidade na madeira gera um carvão mais quebradiço e friável [6].

O carvão vegetal produzido na Amazônia é, muitas vezes, obtido a partir de resíduos provenientes da produção da madeira serrada, entretanto ainda há uma grande quantidade de

madeira que é abandonada e que poderia ser transformada neste produto [7]. Além disso, a gestão dos resíduos gerados pela poda de árvores, fabricação de móveis, construção civil e demais atividades deveriam ser mais eficiente, como sua transformação em carvão vegetal afim de explorar ao máximo a capacidade desse material.

Esse estudo tem como objetivo determinar as propriedades físicas da madeira e do carvão de *D. excelsa* e *D. odorata* a fim de avaliar a qualidade da madeira comercializada na região metropolitana de Goiânia - GO e suas aplicações na construção civil, movelaria e demais usos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Qualidade da Madeira e Bioenergia (LQMBio/UFG). Os ensaios foram constituídos por dois tratamentos (espécies), com seis repetições. As espécies utilizadas foram *D. excelsa* e *D. odorata* adquiridas em duas madeireiras da região metropolitana de Goiânia/GO. As tábuas de madeira com em média 12% de umidade foram cortadas a fim de se obter seis corpos de prova com seções transversais retangulares descritas pela ABNT NBR 7190:1997 para ensaios sobre as propriedades físicas da madeira e que norteou esse trabalho. O material seco foi levado ao forno à 450 °C, com taxa de aquecimento de 1,67°C por minuto onde se obteve o material carbonizado. A pesagem dos corpos de prova também foi feita a cada estágio, com o uso de balança de precisão, e com os dados obtidos através dessas aferições foi possível determinar os coeficientes de densidade básica ( $\rho_{bas}$ ), densidade aparente ( $\rho_{bas}$ ), retração ( $\epsilon_r$ ) e inchamento ( $\epsilon_i$ ) da madeira e a densidade aparente do carvão ( $\rho_{pap_{carvão}}$ ). Os resultados obtidos foram posteriormente submetidos ao teste t-Student para avaliar estatisticamente a existência de diferença entre os valores dos parâmetros obtidos para cada espécie.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível observar os valores obtidos de densidade básica, densidade aparente e variação volumétrica do Angelim Vermelho e do Cumaru. Para a densidade básica e aparente, foi encontrado um valor de 0,89  $\rho_{bas}$  (g/cm<sup>3</sup>) e 1,048  $\rho_{pap}$  (g/cm<sup>3</sup>) para *D. excelsa* que se assemelha ao encontrado por [2] com 0,83  $\rho_{bas}$  (g/cm<sup>3</sup>) e 1,09  $\rho_{pap}$  (g/cm<sup>3</sup>). Para *D. odorata* os resultados foram 0,85  $\rho_{bas}$  (g/cm<sup>3</sup>) e 1,005  $\rho_{pap}$  (g/cm<sup>3</sup>) ficando próximo ao encontrado por [8] com 0,84  $\rho_{bas}$  (g/cm<sup>3</sup>).

De acordo com a escala proposta por [9] a madeira de ambas as espécies é considerada pesada. Já em relação ao coeficiente de anisotropia, a madeira de Cumaru apresentou um valor referente a 1,27 sendo, portanto, classificada como excelente para as aplicações que não permitem empenamentos e torções. A madeira de Angelim-vermelho, cujo coeficiente foi 1,61, pode ser

considerada como normal [10].

Também, foi realizado a avaliação da densidade aparente do carvão, com o intuito experimental, uma vez que, por apresentarem alto valor comercial a madeira das espécies é destinada a usos mais nobres. Não obstante, mais avaliações sobre o carvão obtido a partir de sobras da produção podem auxiliar em uma gestão mais eficiente dos resíduos.

A semelhança dos resultados obtidos para as duas espécies pode ser explicada pela estrutura anatômica e a composição química da madeira, consideradas determinantes.

**Tabela 1.** Valores médios para densidade básica ( $\rho_{bas}$ ), densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) e variação volumétrica ( $\Delta V$ ) por espécie

Espécie	$\rho_{bas} (g/cm^3)$	$\rho_{ap} (g/cm^3)$	$\rho_{ap(carvão)}(g/cm^3)$
<i>Dinizia excelsa</i>	0,891	1,048	0,639
<i>Dipteryx odorata</i>	0,852	1,005	0,665

Na tabela 2 temos representado os valores médios relacionados a retração tangencial, retração radial, retração longitudinal, inchamento tangencial, inchamento radial e o inchamento longitudinal. Os valores dos coeficientes de retração de *D. excelsa* nos sentidos tangencial e radial foram de 6,12 e 3,82 respectivamente ficando próximos aos encontrados por [2] onde  $\epsilon_r, tg = 6,6$  e  $\epsilon_r, rd = 4,2$ , para *D. odorata* foram obtidos 6,43 e 5,54, semelhante ao determinado por [8] com  $\epsilon_r, tg = 6,84$  e  $\epsilon_r, rd = 4,68$ . Na classificação proposta por [11] os valores de retração no sentido tangencial de ambas as espécies são apontados como baixo e no sentido radial é considerado como médio. Os coeficientes de inchamento tangencial, radial e longitudinal das espécies mantiveram-se próximos e de acordo com a literatura o inchamento foi considerado baixo.

**Tabela 2.** Valores médios por espécie para retração tangencial ( $\epsilon_r, tg$ ), retração radial ( $\epsilon_r, rd$ ), retração longitudinal ( $\epsilon_r, lg$ ), inchamento tangencial ( $\epsilon_i, tg$ ), inchamento radial ( $\epsilon_i, rd$ ) e inchamento longitudinal ( $\epsilon_i, lg$ ).

Espécie	$\epsilon_r, tg$	$\epsilon_r, rd$	$\epsilon_r, lg$	$\epsilon_i, tg$	$\epsilon_i, rd$	$\epsilon_i, lg$
<i>Dinizia excelsa</i>	6,12	3,82	0,23	6,92	3,97	0,23
<i>Dipteryx odorata</i>	6,43	5,54	0,90	6,88	5,92	0,91

#### 4. CONCLUSÕES

A determinação e avaliação das propriedades físicas do da madeira do presente estudo são a base para a sua classificação. A ausência de diferenças (madeira e carvão) indica que ambas são

versáteis quanto aos usos, podendo ser aplicadas na construção civil, para uso em pontes, dormentes de ferrovias, vigas, caibros, docas, estruturas portuárias, barcos e etc. Ainda, a ampla aplicação da madeira das espécies se dá em função de sua resistência natural a ação de xilófagos, amplamente reportada na literatura.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] SOBRAL, L. et al. Acertando o Alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 72p. 2002.
- [2] IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil. São Paulo, 1989.
- [3] HELLMEISTER, J.C. (1982). Sobre a determinação das características físicas da madeira. São Carlos. 119p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- [4] LOPES, T. S. Caracterização do comércio de madeira serrada na cidade de Goiânia - GO. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7616>
- [5] INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Ibá 2021. 111p. 2021  
Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>
- [6] Froehlich, P. L.; Moura, A. Carvão vegetal: propriedades físico-químicas e principais aplicações. Revista Tecnologias e Tendências v. 9. n. 1: jan./jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistatecnologiaetendencias/article/view/1329>
- [7] Dittmar, Herbert. Da sustentabilidade social e ambiental da cadeia produtiva do carvão vegetal nativo no Brasil aos crimes ambientais. 269p. Tese (Doutorado) – Universidade Aberta, 2022. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/11877>
- [8] Pasa, M. C.; David, M. Múltiplos olhares sobre a biodiversidade. 5ed. Cuiabá. EdUFMT. 2017. 87-89p.
- [9] STERNADT, G.H. 2001. Trabalhabilidade de 108 espécies de madeiras da região Amazônica. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, DF, 2001, 106p.
- [10] MORESCHI, J. C. Propriedades da madeira. 4. ed. Curitiba: UFPR, 2012. 194p
- [11] Durante, R. Materiais de construção. Limeira: Unicamp, 2003. 8p.