

Influência das propriedades anatômicas e químicas na densidade básica de *Parkia gigantocarpa* e *Brosimum parinarioides*

Resumo: A densidade básica é a propriedade mais utilizada para análise de qualidade da madeira, sendo dependente de suas propriedades químicas e anatômicas intrínsecas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi detectar quais propriedades anatômicas e químicas de duas madeiras de espécies Amazônicas são determinantes para sua densidade básica. Foram amostradas duas árvores de cada uma das espécies *Parkia gigantocarpa* Ducke e *Brosimum parinarioides* Ducke para realização de análises anatômica, química, densidade real e densidade básica. *Parkia gigantocarpa* (0,28 g/cm³) apresenta densidade básica inferior à *Brosimum parinarioides* (0,42 g/cm³) devido ao maior diâmetro dos seus poros, maior frequência de raio, menor teor de celulose e menor densidade real. O efeito dessas propriedades se sobressaiu em relação aos efeitos das demais.

Palavras-chave: Densidade real, Celulose, Parede celular, Fibras.

Influence of anatomical and chemical properties on basic density of *Parkia gigantocarpa* e *Brosimum parinarioides*

Abstract: The basic density is the most used property for wood quality analysis, being dependent on its intrinsic chemical and anatomical properties. Therefore, the objective of this work was to detect which anatomical and chemical properties of two woods of Amazonian species are determinant for their basic density. Two trees of each species *Parkia gigantocarpa* Ducke and *Brosimum parinarioides* Ducke were sampled to perform anatomical, chemical, real density and basic density analyzes. *Parkia gigantocarpa* (0.28 g/cm³) has a basic density lower than *Brosimum parinarioides* (0.42 g/cm³) because to the largest diameter of your pores, higher frequency of rays, lower cellulose content and lower real density. The effect of these properties overcome those of the other properties.

Keywords: Real density, Cellulose, Cell wall, Fibers.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um recurso natural utilizado para vários fins, principalmente indústrias de energia, celulose, construção civil e outras (Junior & Colodette, 2013). Apresenta variações em suas propriedades físicas, químicas e anatômicas entre espécies, entre indivíduos da mesma espécie e entre regiões de uma mesma árvore. A propriedade física mais utilizada para sua qualificação e classificação é a densidade básica que, por sua vez, relaciona-se com várias outras propriedades anatômicas, químicas, físicas e mecânicas da madeira (Veiga, 2014).

Há dois tipos de densidade que podem ser determinados para a madeira, a real, que não considera espaços vazios e que teoricamente apresenta valor similar para todas as espécies ($\approx 1,53$ g/cm³), e aparente, para qual se considera os espaços vazios nas estruturas celulares e substâncias que constituem a parede celular (Santos et al., 2015). Para evitar a

influência da umidade e facilitar a comparação entre madeiras, a densidade básica, que é um tipo de densidade aparente, relaciona a menor massa (umidade = 0%) pelo maior valor de volume da amostra (umidade acima do ponto de saturação das fibras).

A ampla variação da densidade da madeira entre espécies, bem como sua importância prática para o uso do material, resulta na necessidade de investigar os fatores que originam essa propriedade. Portanto, o objetivo desse trabalho foi detectar quais propriedades anatômicas e químicas de duas madeiras de espécies Amazônicas são determinantes para sua densidade básica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparo do material

As madeiras estudadas foram obtidas na área de manejo florestal da Fazenda Rio-Capim, que possui 140.658 hectares de área certificada, pertencente à Empresa Cikel Brasil Verde S.A., localizada no município de Paragominas, no estado do Pará. Foram obtidas duas árvores de cada uma das espécies, *Brosimum parinarioides* Ducke (amapá) e *Parkia gigantocarpa* Ducke (faveira). As espécies foram devidamente identificadas por comparação com material de referência existente no herbário e na xiloteca do Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental, no estado do Pará.

De cada árvore, foram obtidos discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, ao longo do fuste comercial. Cada disco foi seccionado para gerar duas cunhas opostas destinada à análise de densidade básica. Das cunhas restantes foram coletadas amostras para análise química. Para análise anatômica, foram obtidos corpos de prova com tamanho aproximado de 2 x 2 x 2 cm, na região intermediária entre casca e medula dos discos da base (0% da altura do caule).

2.2 Análises anatômica, químicas e físicas das madeiras

A determinação das características anatômicas foi realizada de acordo com as recomendações da International Association of Wood Anatomists - IAWA (1989). Foram obtidos corpos de prova orientados nos planos transversal, tangencial e radial,

previamente amolecidas por saturação em água, com o auxílio de um micrótomo de deslize Richert marca Leica. O material macerado foi obtido com o método de Franklin (1945). Foram realizadas 40 medições e contagens para cada parâmetro anatômico analisado. Ao final foram obtidos os valores de média e desvio padrão para os parâmetros analisados.

As análises químicas realizadas nas espécies estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Análises químicas e respectivas normas ou metodologias utilizadas

Análise	Norma/Metodologia
Extrativos	NBR 14853 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -ABNT, 2010)
Lignina	NBR 7989 (ABNT, 2010)
Cinzas	NBR 13999 (ABNT, 2003)
Holocelulose	Browning (1963)
Celulose	Keneddy, Phillips e Williams (1988)

Os materiais foram previamente secos a 50°C até remoção total da umidade. As amostras foram pesadas diretamente em um cilindro de 149 cm³ para obtenção de sua massa. Oito leituras para cada espécie foram realizadas para determinação do volume em um multiplicnômetro de gás hélio modelo Ultrapycnometer 100 (Quantachrome®). O volume e a densidade real foram determinados pelas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$(1)$$

$$(2)$$

Onde: V_{real} é o volume real (cm³); V_{pa} é o volume do porta-amostras (cm³); V_{ref} é o volume de referência do picnômetro (cm³); P_2 é a pressão medida após pressurização do volume referência (PSI); P_1 é a pressão medida após pressurização da amostra (PSI); DR é a densidade real (g/cm³); e M é a massa da amostra (g).

A determinação da densidade básica foi realizada de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003).

3. RESULTADOS

A espessura da parede celular das fibras foi ligeiramente superior para *Parkia gigantocarpa*. A frequência de poros é similar entre as espécies, mas o diâmetro dessas estruturas é maior na espécie *Parkia gigantocarpa*. Enquanto *Brosimum parinarioides* apresenta maior altura de raios, *Parkia gigantocarpa* apresenta maior frequência dessas estruturas. Os teores dos componentes químicos secundários (extrativos e cinzas) foram maiores para *Parkia gigantocarpa*, já o teor de lignina foi igual para as duas espécies. Os teores de celulose e hemiceluloses foram respectivamente maiores e menores para a espécie *Brosimum parinarioides* (Tabela 2).

Tabela 2: Propriedades anatômicas, químicas e físicas das madeiras estudadas

Propriedade	<i>Brosimum parinarioides</i>	<i>Parkia gigantocarpa</i>
Espessura da parede celular das fibras (μm)	3,20 ^(0,65)	3,46 ^(0,73)
Frequência de poros (mm^2)	6,0 ^(1,94)	5,90 ^(2,45)
Diâmetro dos poros (μm)	173,60 ^(38,15)	198,51 ^(42,95)
Frequência de Raios (mm linear)	5,06 ^(1,11)	9,96 ⁽²⁾
Altura de raios (n° células/ mm^2)	24,56 ^(8,35)	17,44 ^(0,76)
Extrativos (%) [*]	4 ^(0,04)	7 ^(0,11)
Inorgânicos [*]	0,35 ^(0,04)	0,86 ^(0,04)
Lignina ^{**}	28 ^(0,68)	28 ^(0,28)
Holocelulose ^{**}	77 ^(0,94)	82 ^(1,24)
Celulose ^{**}	54 ^(0,35)	51 ^(0,51)
Hemiceluloses ^{**}	23 ^(0,35)	31 ^(0,51)
Densidade Real (g/cm^3)	1,440 ^(0,006)	1,408 ^(0,013)
Densidade Básica (g/cm^3)	0.42 ^(0,024)	0.28 ^(0,009)

^{*}base massa total de madeira; ^{**}base massa de madeira livre de extrativos; desvio padrão entre parênteses.

4. DISCUSSÃO

A espessura da parede das fibras está intimamente relacionada com a densidade da madeira (Carrillo et al., 2015), mas esta relação não foi observada na comparação entre *Parkia gigantocarpa* e *Brosimum parinarioides*.

A anatomia de *Parkia gigantocarpa* é propícia para gerar madeira menos densa, devido ao maior diâmetro dos poros em comparação aos de *Brosimum parinarioides*. Os poros tem função de condução de líquidos, portanto têm diâmetros maiores e paredes celulares mais delgadas em comparação com as fibras. A relação entre densidade e porosidade já foi constatada na literatura (Emmendoerfer, 2013).

Células que compõe o tecido parenquimatoso apresentam apenas parede celular primário, portanto, maiores ocorrências de raios significam menos celulose, lignina e hemiceluloses o que contribui para diminuir a densidade básica da madeira (Paula, 2005).

Entre os componentes primários estruturais, a celulose é o mais denso por apresentar estrutura semicristalina (Ehrnrooth, 1984). Portanto, o maior teor desse componente em detrimento aos teores de lignina e hemiceluloses de *Brosimum parinarioides* resultou em maior densidade real que, por sua vez, contribuiu com o aumento da densidade básica. Não foi observado efeito dos componentes químicos secundários das madeiras, para os quais espera-se que maiores teores ocasionem aumento da densidade básica, em função do aumento da massa sem aumento do volume.

5. CONCLUSÕES

De acordo com o presente estudo, a espécie *Parkia gigantocarpa* apresenta densidade básica inferior à *Brosimum parinarioides*, devido ao maior diâmetro dos seus poros, maior frequência de raios, menor teor de celulose e menor densidade real avaliados nas amostras. O efeito dessas propriedades se sobressaiu em relação às demais analisadas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

7. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14853: determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona. Rio de Janeiro; 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7989: determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro; 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13999: determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525°C. Rio de Janeiro; 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003, p. 6.

Browning KA, Ludlam FH, Macklin WC. The density and structure of hailstones. Arlington: Royal Meteorological Society; 1963.

Ehrnrooth RML. Change in pulp fibre density with acid chlorite delignification. Journal of Wood Chemistry Technology 1984; 4(1):91–109.

Emmendoerfer LM. A utilização da madeira como elemento filtrante em tratamento de água [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.

Franklin GL. Preparation of thin sections of synthetic resin and wood: resin composites, and a new macerating method for wood. Nature 1945; 155(3924):5-6.

International association of wood anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. Leiden: IAWA Bulletin; 1989.

Junior LD, Colodette LJ. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. Pesquisa Florestal Brasileira 2013; 33(76):429-438.

Kennedy JF, Phillips GO, Williams PA. Wood and celluloses: industrial utilisation, biotechnology, structure and properties. Forestry 1988; 61(3): 293-294.

Paula JE de. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. Cerne 2005; 11(1):90-100.

Santos AV, Viana MM, Medeiros FHA, Mohallem NDS. O incrível mundo dos materiais porosos – Características, propriedades e aplicações. Química Nova Escola, São Paulo 2015; 38(1):4-11.

Carrillo I, Aguayo MG, Valenzuela S, Mendonça RT, Elissetche JP. Variations in wood anatomy and fiber biometry of *Eucalyptus globulus* genotypes with different wood density. Wood Research 2013; 60(1): 1-10.

Veiga SN. Inferência da densidade da madeira estimada por esclerometria [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2014.

