

Densidade e retratibilidade de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.

Rodolpho Stephan Santos Braga¹; Glaucileide Ferreira¹; Flávia Maria Silva Brito¹; Juarez Benigno Paes¹; Nédia Pereira Correia Mendes Correia¹; Merlindo Jacinto Manjate¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

Resumo: O bambu, especialmente a espécie *Bambusa vulgaris*, tem potencial para substituir a madeira em várias aplicações industriais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a densidade e retratibilidade dos colmos de *Bambusa vulgaris* ao longo da haste. O bambu foi coletado no município de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil. Foram obtidas seções com 5 cm de espessura em três diferentes posições dos colmos (base, meio e topo). Foi avaliado a densidade básica e aparente, a contração linear, volumétrica e o coeficiente anisotrópico. As análises revelaram que a densidade básica variou de 0,42 a 0,64 g.cm⁻³, sendo maior no meio do colmo. A retratibilidade volumétrica variou entre 14,77% e 23,39%, com maiores contrações na parte superior dos colmos. Esses resultados indicam que o bambu, pode ser uma alternativa viável à madeira, embora sejam necessários equipamentos e técnicas adequados para otimizar seu processamento e uso industrial.

Palavras-chave: Bambu vulgar, Colmo, Contração da madeira.

Density and retractability of *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.

Abstract: Bamboo, especially the species *Bambusa vulgaris*, have potential to replace wood in several industrial applications. This study aimed to evaluate the density and shrinkage of *Bambusa vulgaris* culms along the stem. The bamboo was collected in the municipality of Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brazil. Sections with 5 cm thickness were obtained from three different positions of the culms (base, middle and top). The basic and apparent density, linear and volumetric shrinkage and the anisotropic coefficient were evaluated. The analyses revealed that the basic density ranged from 0.42 to 0.64 g.cm⁻³, being higher in the middle position of the culm. The volumetric shrinkage ranged from 14.77% to 23.39%, with greater shrinkage in the top of the culms. These results indicate that bamboo can be a viable alternative to wood, although appropriate equipment and techniques are needed to optimize its processing and industrial use.

Keywords: Bamboo vulgaris, Bamboo culm, Wood shrinkage.

1. INTRODUÇÃO

As reservas naturais que produzem madeiras de espécies florestais tropicais estão se tornando escassas. Essa diminuição, juntamente com o aumento do uso da madeira e o potencial de crescimento florestal, causa uma crescente necessidade de buscar materiais alternativos que possam atender, de forma

eficiente, a demanda de um mercado cada vez mais exigente por qualidade e sustentabilidade ecológica. No entanto, as novas matérias-primas devem ter características estruturais e durabilidade semelhantes aos materiais já utilizados. Nesse contexto, o bambu tem mostrado potencial para diversos usos (ROSA *et al.* 2016).

Para utilizações mais adequadas, como os usos industriais do bambu (móveis, pisos, forros, lambris e estruturas diversas), há a necessidade do desenvolvimento de técnicas adequadas para transformar e utilizar, de forma mais adequado seus colmos ou hastes (PEDRANGELO *et al.*, 2020). Esses elementos são cilíndricos e ocos. Assim, tem-se desenvolvido pesquisas com diversos tipos de laminados colados (ROSA *et al.*, 2014; BRITO *et al.*, 2018) e, também painéis reconstituídos (BRITO *et al.*, 2020; 2021; 2022).

Apesar da versatilidade do bambu, sua estrutura anatômica é formada, basicamente por feixes fibrilares ou fibras, células parenquimáticas (contendo material de reserva, como amido e açúcares simples) e vasos (metaxilema e protoxilema) (RUSCH *et al.*, 2018). Para a *Bambusa vulgaris*, sua composição química é semelhante à da madeira, com teores de holocelulose (celulose + hemiceluloses) de 66,49%, lignina insolúvel (23,89%), lignina solúvel (1,20%), lignina total (25,09%), extrativos totais (8,42%) e cinzas de 2,17% (SANTOS, 2022). Marinho *et al.* (2012) citam que a composição química do bambu pode variar com a idade das hastes. Logo, o bambu, de forma semelhante à madeira, é fonte de alimento para vários organismos xilófagos, sendo necessário algum tipo de tratamento para seu uso industrial.

Assim, para garantir o desenvolvimento de novos produtos, o desempenho mecânico dos colmos é importante. Ademais, é influenciado pela sua densidade aparente, que pode variar do local de crescimento, da espécie e da sua posição no colmo, sendo notado no sentido transversal, aumento da massa específica aparente no sentido da parede interna para a externa, já longitudinalmente, o aumento ocorre da base em direção ao topo (CRUZ; BARROS, 2022).

No entanto, ainda é necessário pesquisas que possam dar suporte à aplicação do bambu em escala industrial e na geração de novos produtos com qualidade e eficiência. Logo, este trabalho teve como objetivo avaliar a densidade e retratibilidade dos colmos de *Bambusa vulgaris* ao longo da haste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Procedência do material*

As coletas foram realizadas de touceiras que ocorrem no município de Jerônimo Monteiro, Sul do Estado do Espírito Santo. Na classificação internacional de Köppen, o clima da região é caracterizado como do tipo "Aw", clima tropical chuvoso, com estação seca no inverno. Segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER (2023), a média anual de precipitação no município é de 1.732,8 mm, enquanto a temperatura média anual é de 24,6°C.

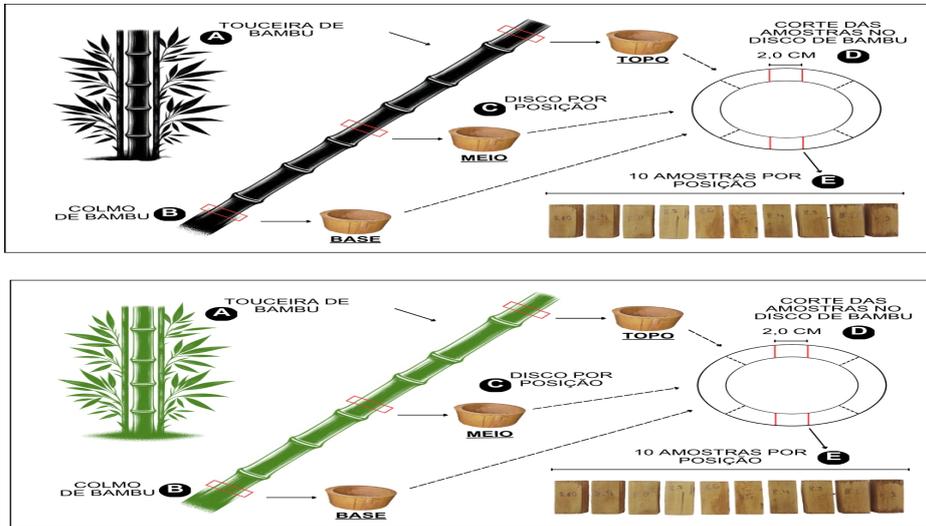
Na pesquisa foi utilizado o bambu da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., com idade superior a três anos, com diâmetro a altura do peito (DAP) médio de 13 cm, e altura média de 14 metros. O *Bambusa vulgaris* foi colhido na latitude 20°47'40,57"S e longitude 41°22'40,81"O.

2.2 *Coleta e obtenção das amostras*

O corte dos bambus foi realizado a 20 cm do solo (nível da touceira) e logo acima de um dos nós, como indicado por Santos e Lopes (1998), para não permitir a entrada de água das chuvas, o que pode causar a morte dos rizomas e assim, não emitir mais brotos. Foram coletados cinco indivíduos para a espécie, a fim de permitir a produção da quantidade necessária de material para as análises mencionada neste trabalho, e demais análises posteriores a mesma pesquisa (Figura 1).

Com a finalidade de adquirir as amostras para posterior análise, foram obtidas seções com 5 cm de largura em três diferentes posições dos colmos de bambu (base, meio e topo). De cada uma delas foram cortadas com o auxílio de um formão, duas amostras opostas, por seção, com 2 cm de largura × 5 cm de comprimento, e espessura variável de acordo com a seção, totalizando 10 amostras por posição e 30 no total (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da coleta dos bambus até obtenção das amostras.



Fonte: (Autor).

2.3 Densidade, retratibilidade e coeficiente de anisotropia

As análises de densidade foram realizadas conforme a Norma Brasileira - NBR 14984, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2003). As amostras foram expostas a secagem ao ar até que atingissem o teor de umidade de equilíbrio com o ambiente ($\approx 12\%$) na região do estudo, as quais foram utilizadas para determinação da densidade aparente a 12% de umidade.

Para a obtenção do volume saturado, as amostras foram submersas em água em dessecador, com a aplicação de vácuo intermitente até o ponto de saturação das fibras, para a massa anidra, as amostras foram alocadas em estufa com circulação de ar forçada, mantida a 105 ± 2 °C até que atingissem massa constante para a determinação da densidade básica conforme a NBR 11941, ABNT (2003).

Para a determinação dos coeficientes de contração linear (tangencial, radial e longitudinal), contração máxima volumétrica e coeficiente de anisotropia, seguiram o estipulado pela NBR 7190, ABNT (2022). Assim, foram marcados os sentidos radial, tangencial e longitudinal e as dimensões foram mensuradas utilizando um paquímetro digital, onde os cálculos foram realizados conforme a normativa citada.

O estudo consistiu em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três posições e 10 amostras por posição. Os dados foram analisados estatisticamente no programa R, versão 4.4.1, ao realizarem a estatística descritiva e análise de variância. Para tanto os pressupostos de normalidade da distribuição dos dados (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$) e homogeneidade de variâncias (Bartlett, $p < 0,05$) foram checados. Na sequência, utilizou-se teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para agrupamento das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica de *Bambusa vulgaris* variou de 0,42 a 0,64 g.cm⁻³, com média de 0,50 g.cm⁻³ (Tabela 1). Valores semelhantes foram obtidos por Brito (2013) e Rosa (2013) para a densidade básica. A densidade aparente variou de 0,64 a 0,85 g.cm⁻³, com média de 0,73 g.cm⁻³.

Tabela 1. Valores médios para densidade aparente e básica, seguido do desvio padrão da *Bambusa vulgaris*.

Posições avaliadas	Densidade básica (g.cm ⁻³)	Densidade aparente (g.cm ⁻³)
Topo	0,43 ± 0,06 b	0,69 ± 0,06 b
Meio	0,64 ± 0,06 a	0,85 ± 0,04 a
Base	0,42 ± 0,03 b	0,64 ± 0,10 b
Média ± Desvio padrão	0,50 ± 0,11	0,73 ± 0,12

*Médias seguidas por uma mesma letra na vertical, não diferem (Scott-Knott, $p > 0,05$).

Nota-se (Tabela 1) que as médias de densidade diferiram, tendo os maiores valores na posição central dos colmos de *Bambusa vulgaris*, independente da metodologia empregada para obter os valores. Segundo Carvalho (1996), a densidade aparente de *Bambusa vulgaris* pode ser classificada como moderadamente pesada (valores de 0,65 a 0,79 g.cm⁻³).

Esperava-se que a densidade básica fosse maior na base e menor no meio e

topo, porém Brand et al. (2020) encontraram comportamento semelhante ao analisarem a mesma espécie (*Bambusa vulgaris*), com a mesma idade e posições. Os autores obtiveram valores médios de 0,54; 0,64 e 0,69 g.cm⁻³ para base, meio e topo dos colmos.

Ao analisar os dados da Tabela 2, é possível verificar que a contração no sentido longitudinal, foi pouco expressiva, ficando situada no intervalo de variação de 0,05 e 1,0% como citado por Durlo e Marchiori (1992) para madeira de eucalipto. Com relação a contração nos sentidos tangencial e radial, segundo Rosa et al. (2016) o comportamento observado para o bambu não ocorre com a madeira, que possui contração tangencial sempre maior que a radial, logo, neste trabalho a contração radial foi superior a tangencial.

Tabela 2. Valores médios de contração nas direções longitudinal, tangencial, radial e volumétrica da *Bambusa vulgaris*.

Posição	Contração (%)				Coeficiente anisotrópico*
	Tangencial*	Radial*	Longitudinal*	Volumétrica	
Topo	8,47	15,41	0,86	23,39 a	0,41
Meio	8,70	7,02	0,70	15,83 b	1,71
Base	6,78	8,15	0,54	14,77 b	0,99
Média ± Desvio padrão	7,98 ± 3,92	10,20 ± 9,06	0,52 ± 0,49	18,00 ± 8,46	1,04 ± 2,21

* Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). Médias seguidas por uma mesma letra na vertical, não diferem (Scott-Knott, $p > 0,05$).

Os valores obtidos para contração linear (tangencial, radial e longitudinal) e volumétrica estão em conformidade como o encontrado por Rosa et al. (2016). Todavia, a média obtida para a contração radial foi superior a citada pelo autor (7,92%). A partir dos valores obtidos para o coeficiente anisotrópico, é possível observar que a base de *Bambusa vulgaris* tem uma tendência a se contrair de maneira uniforme nas direções (tangencial e radial), mas isso não ocorre para o meio e o topo. O que pode indicar uma posição adequada para se obter lenho de bambu visando usos industriais.

Volumetricamente, a contração variou de 14,77 a 23,39%, sendo a posição do topo, a que apresentou a maior contração. Ademais, a contração volumétrica foi a única variável a apresentar diferença significativa (Tabela 2). As demais variáveis não diferiram estatisticamente.

4. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- As análises de densidade e retratibilidade revelaram variações significativas conforme a posição no colmo;
- A posição central do colmo apresentou a maior densidade, sugerindo ser a mais adequada para uso industrial;
- Esses resultados indicam a viabilidade do bambu como material alternativo, destacando a necessidade de equipamentos e técnicas adequados para otimizar seu uso em escala industrial.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeiras**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14984: **Madeira – Determinação da densidade aparente de cavacos**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941: **Madeira – Determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro, 2003.

BRAND, M.A.; GAA, A. Z. N.; JUNIOR, A.L.B. *et al.* Potencial do uso de quatro espécies de bambu para a produção de carvão vegetal para uso doméstico. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 60-71, 2020.

BRITO, F.M.S. **Efeito da termorreificação nas propriedades tecnológicas do bambu**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). 2013. 88f. Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

BRITO, F.M.S.; PAES, J.B.; OLIVEIRA, J.T.S. *et al.* Physico-mechanical characterization of heat-treated glued laminated bamboo. **Construction and Building Materials**, v. 190, p. 719-727, 2018.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PAES, J.B. *et al.* Technological characterization of particleboards made with sugarcane bagasse and bamboo culm particles. **Construction and Building Materials**, v. 262, p. 120501, 2020.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PAES, J. B. Effect of leaching and particles size in some properties of particleboards produced with *Dendrocalamus*

asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne. **Scientia Forestalis**, v. 49, n.131, p. e3356, 2021.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PAES, J.B. Wettability and decay of particleboards manufactured with thermally treated sugarcane residue and bamboo (*Dendrocalamus asper*) particles. **Maderas: Ciencia y Tecnología**, v. 24, n. 30, p. 1-22, 2022.

CARVALHO, A. **Estrutura anatômica, propriedades, utilizações**. Viseu: Escola Superior de Tecnologia de Viseu, Instituto Florestal, v.1., 1996.

CRUZ, L. S. N. F.; BARROS, M. M. Bambu estrutural: possibilidades para uma engenharia sustentável. **Mix Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 79-92, 2022.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. **Jerônimo Monteiro**. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER 2020 – 2023. 52p. 2023. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Jeronimo_Monteiro.pdf

MARINHO, N.P.; NISGOSKI, S.; KLOCK, U. *et al.* Análise química do bambu-gigante (*Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v.22, n. 2, p. 417-422, 2012.

PEDRANGELO, A. C. S.; DIAS, J. L.; KATTEL, C. C. L. B. *et al.* Considerações sobre o material bambu: Potencialidades e desafios no Brasil. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**, v. 5, n. 7, p. 288-01,288-15, 2020.

ROSA, R.A. **Caracterização do bambu laminado colado como alternativa tecnológica industrial**. 2013. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

ROSA, R.A.; PAES, J.B.; SEGUNDINHO, P.G.A. *et al.* Efeitos do tratamento preservativo e adesivo nas características mecânicas do laminado colado de duas espécies de bambu. **Scientia Forestalis**, v. 42, p. 451-462, 2014.

ROSA, R.A.; PAES, J.B.; SEGUNDINHO, P.G.A. *et al.* Influências da espécie, tratamento preservativo e adesivos nas propriedades físicas do bambu laminado colado. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 913-924, 2016.

RUSCH, F.; HILLIG, É.; CEOLIN, G. B. Anatomia de hastes adultas de bambu: uma revisão. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, e201701530, p. 1-10, 2018.

SANTOS, R. L.; LOPES, J. D. S. **Construções com bambu**: opção de baixo custo. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998. 40p. (Série Construções Rurais, 160).

SANTOS, A. R. C. S. **Caracterização tecnológica de espécies de bambu visando a produção de polpa celulósica**. 2023. 81f. Dissertação (Mestrado em

Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.



Engenharia
Industrial
Madeireira



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA