

Avaliação das modificações das propriedades físicas do colmo de *Guadua sp.* submetidos a tratamentos preservativos convencionais, naturais e residuais

Jéssica Nunes Silva¹, Janaira Araújo Sousa¹, Michaela Nascimento Queiroz¹, Mariane Pita de Sá¹, Lucas Vieira Lemos Romeu¹, Neila Cristina de Lima Fernandes², Moisés Silveira Lobão^{3*}

¹Discente do curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil, ²Técnica da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. ³Docente da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil.

*moiseslobao6@gmail.com

Recebido em: 30/04/2020 Aceito em: 02/05/2020 Publicado em: 07/05/2020

RESUMO

O bambu é renovável e de baixo custo, encontrado em abundância no Estado Acre. Porém, a maior parte das espécies de bambu é suscetível ao ataque de fungos e insetos. Pode-se aumentar a durabilidade dos colmos de bambu por tratamentos com produtos naturais ou químicos sintéticos. Portanto, pretende-se avaliar modificações das propriedades físicas do colmo de *Guadua sp.* submetidos a diferentes tratamentos preservativos utilizando-se água salgada, óleo residual e solução de Boro (CCB). Foram realizadas as etapas: coleta e identificação de colmos de *Guadua sp.* no Parque Zoobotânico da UFAC; tratamento preservativo, secagem e saturação dos corpos de prova para obtenção da densidade básica, teor de umidade, retratibilidade (radial, tangencial e volumétrica) e anisotropia. Conclui-se que os colmos tratados sofreram alterações significativas nas propriedades físicas em relação a testemunha; dentre as características físicas as que sofreram maiores variações foram as retratibilidades (radial, tangencial e volumétrica) nas amostras tratadas com óleo residual mostrando potencial deste tipo de tratamento na proteção dos colmos de *Guadua sp.*, porém ensaios de apodrecimento acelerado dos colmos devem ser realizados para a comprovação dos resultados.

Palavras-chave: Taboca. Análise de componentes principais. Qualidade do bambu.

Evaluation of changes in the physical properties of the culm of *Guadua sp.* subjected to conventional, natural and residual preservative treatments

ABSTRACT

Bamboo is renewable and low cost, found in abundance in the State of Acre. However, most bamboo species are susceptible to the attack of fungi and insects. The durability of bamboo culms can be increased by treatments with natural products or synthetic chemicals. Therefore, this study aimed to evaluate changes in the physical properties of the *Guadua sp.* culm submitted to different preservative treatments using salt water, residual oil and Boron solution (CCB). The steps were carried out: collection and identification of culms from *Guadua sp.* in UFAC Zoobotanical Park; preservative treatment, drying and saturation of the culms to obtain the basic density, moisture content, shrinkage (radial, tangential and

volumetric) and anisotropy. It is concluded that the treated culms underwent significant changes in physical properties in comparison to the control; among the physical characteristics that suffered the greatest variations were the shrinkages (radial, tangential and volumetric) in the samples treated with residual oil, showing the potential of this type of treatment in the protection of the culms of *Guadua* sp., however tests of accelerated decay of culms must be carried out to prove the results.

Keywords: Taboca. Principal component analysis. Bamboo quality concise.

INTRODUÇÃO

A cultura do bambu, embora milenar, tem sua utilização e desenvolvimento de pesquisas em sua maioria restritas aos países orientais, onde se encontram a maioria das espécies de bambus, com exceção feita ao gênero *Guadua*, originário da América, sendo muito utilizado na Colômbia e Equador, e possuindo várias espécies nativas no Brasil (PEREIRA; BERALDO, 2007).

No Brasil a ocorrência do bambu nativo está concentrada na região Sudoeste da Amazônia, destacando-se o Estado do Acre, onde 38% de suas florestas são compostas por várias espécies de bambus lenhosos, tais como *Elytostachys* spp., *Arthrostyidium* spp., *Guadua weberbaueri*, *G. sarcocarpa*, dentre outras espécies do gênero *Guadua*, (JUDZIEWICZ et al., 1999). Nessa região, há ocorrência de bambus nativos perfazendo uma área de cerca de 600 mil hectares, denominadas áreas de tabocais, incluindo além dos Estados do Acre e sul do Amazonas, as regiões vizinhas da Bolívia e do Peru, sendo esse local considerado a maior área contínua de bambu nativo existente no mundo (LIMA et al., 2012).

O bambu por ser um material biológico de constituição anatômica formada por feixes fibrovasculares circundados por tecido parenquimatoso, rico em substâncias de reserva na forma de amido (BERALDO; AZZINI, 2004), está sujeito à deterioração por fungos xilófagos, podendo em alguns casos apresentar vida útil entre um a três anos se não for tratado e entre dez a mais de quinze anos quando submetido a tratamento preservativo (PEREIRA; BERALDO, 2007). Entre os fungos responsáveis pelo apodrecimento dos materiais lignocelulósicos do bambu, destaca-se a classe dos basidiomicetos, na qual se encontram os fungos responsáveis pela chamada podridão parda e podridão branca, que possuem características enzimáticas próprias, quanto à deterioração dos constituintes químicos lignocelulósicos. Os primeiros deterioram os polissacarídeos (celulose e polioses) da parede celular, enquanto os últimos atacam, indistintamente, tanto os polissacarídeos quanto a lignina (ZABEL; MORRELL, 1992).

Tem-se buscado abordagens ecológicas no tratamento preservativo de colmos de bambu como o uso de produtos naturais e residuais (SAXENA; PANDEY, 2001) em tentativa de substituição aos tratamentos preservativos convencionais que são feitos a partir do uso de substâncias químicas sintéticas que acarretam problemas ambientais por apresentarem substâncias tóxicas como metais pesados em sua composição (ESPELHO; BERALDO, 2008).

Todavia, o principal obstáculo para a execução de ensaios das características físico-mecânicas do bambu é a inexistência de normas técnicas específicas para pesquisas com bambu. Uma das normas utilizadas é a ABNT – Projeto de Estruturas de Madeira 1997, porém há diferenças bem distintas, entre as características anatômicas e geométricas destes dois materiais, dificultando as comparações entre os elementos do bambu e da madeira (LIMA et al, 2012).

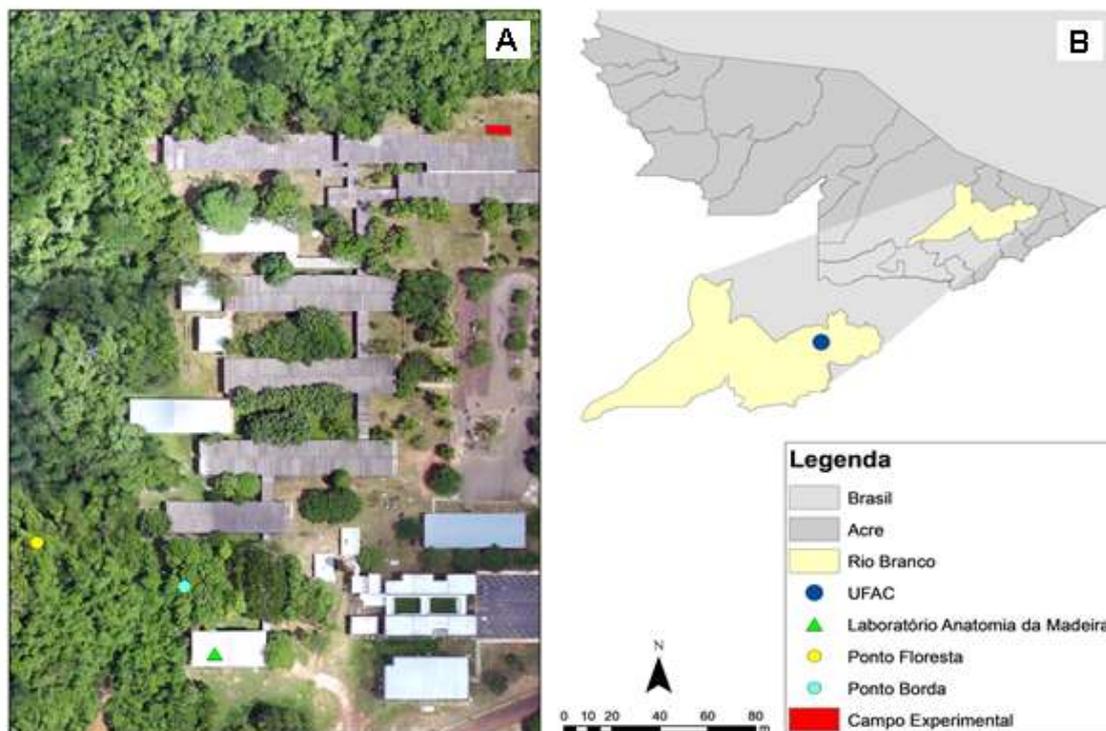
Sendo assim, dada a importância em aprimorar os estudos sobre as características tecnológicas do bambu e definição de normas para sua melhor empregabilidade, dentre elas as modificações que a impregnação de produtos naturais e residuais podem provocar nas propriedades físicas e mecânicas desses materiais, o objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações das propriedades físicas do colmo de *Guadua* sp submetidos a diferentes tratamentos preservativos com produtos convencionais, naturais e residuais.

METODOLOGIA

Local da coleta, seleção dos colmos de Guadua sp. e preparação dos corpos de prova

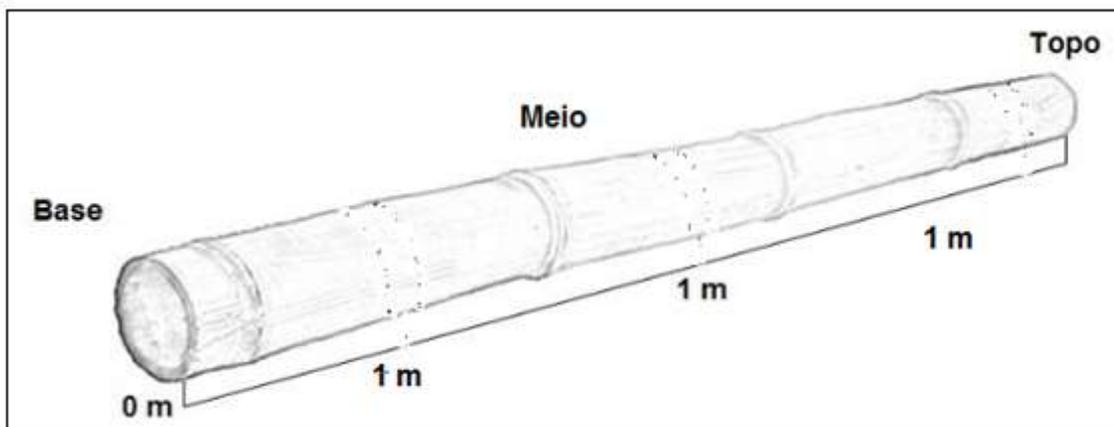
Os colmos do gênero *Guadua* foram coletados em Floresta secundária do Parque Zoobotânico, pertencente ao Campus da Universidade Federal do Acre - UFAC, município de Rio Branco, Acre (**Figura 1**). No total foram seis colmos coletados no interior da floresta e outros seis em sua área de borda, para seleção dos colmos, procurou-se aqueles que fossem maduros e suficientemente lignificados, exibindo manchas brancas e/ou verdes nas suas paredes, não estando envolvidos por bainhas e apresentando alturas superiores a 6 metros.

Figura 1 - Representação da área de estudo. A- Imagem aérea parcial do Parque Zoobotânico, área de coleta na borda (ponto azul) e interior da floresta (ponto amarelo) e B- localização da área no mapa do município de Rio Branco, estado do Acre



As amostras de bambu de 3 metros foram seccionadas de forma a se obter corpos de prova de sua base, meio e topo (Figura 2).

Figura 2 - Posições onde foram retirados os corpos de prova para as análises



Fonte: Adaptado de Tiburtino (2012)

Com ajuda de equipamentos de marcenaria foram feitos cortes das taliscas com aproximadamente 3 cm de largura e 1 metro de comprimento, perfazendo um total de

trinta e seis taliscas do colmo para cada tratamento (testemunha, ácido bórico, água salgada e óleo residual de fritura).

Para os ensaios das propriedades físicas, usando serra circular, retirou-se uma amostra do início de cada seção (base, meio e topo), com uso de terçado foram retiradas as taliscas (pequenas ripas) com largura fixa de 3 cm, posteriormente essas taliscas foram seccionadas com um comprimento de 5 cm com o uso da serra circular e para finalizar a confecção, todas as amostras foram lixadas de forma a se retirar as imperfeições do corte em sua superfície, com isto foram confeccionados para cada tratamento: 36 corpos de prova (dimensões de 3 cm largura x 5 cm de comprimento da parede do colmo).

Tratamentos preservativos dos corpos de prova e testemunha

Para o tratamento com solução salina, os colmos foram submersos durante 30 minutos em um tanque de preservação, no qual a água salgada (1kg de sal diluído em 10 litros de água) foi aquecida em temperatura de 90 °C. Em seguida foram colocadas para resfriamento em banho frio durante uma semana e depois para secar em local sombreado e protegido.

No tratamento com óleo residual de fritura, o óleo coletado em alguns pontos comerciais foi peneirado para retirada das impurezas e depois misturado com mesma proporção de água para ser aquecida em temperatura de 90 °C. Essa temperatura foi utilizada para promover a abertura dos poros e facilitar a entrada da mistura no tecido parenquimatoso bem como nos feixes vasculares. Após a preparação da mistura as amostras foram imersas por trinta minutos e, em seguida, colocadas em banho frio, para que ocorresse choque térmico. No banho frio as amostras passaram um período de uma semana para que a água em temperatura ambiente contribuísse com a contração das células dos feixes vasculares, propiciando melhor aderência da solução preservativa à parede das células.

Já o tratamento Preservativo com Borato de Cobre Cromatado (CCB), as amostras dos colmos de bambu foram submersas em solução de CCB, contendo 200 gramas de Bórax e 200 gramas de sulfato de cobre para 20 litros de água, a essa mistura foi adicionada ainda 40 ml de ácido acético. As taliscas permaneceram na solução preservante por duas semanas para que ocorresse melhor absorção.

Por fim, as amostras denominadas testemunhas (sem tratamento preservativo) foram secas em estufa a temperatura de 85 °C durante 72 horas, para em seguida serem feitos os procedimentos para obtenção de suas propriedades físicas.

Avaliação das propriedades físicas

As propriedades físicas foram determinadas de acordo com a NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997). Para determinação da densidade básica os corpos de prova de *Guadua* sp. foram saturados em água, mensuradas as dimensões (axial, radial, tangencial), e depois secas para obtenção da massa anidra (estufa, 103±2°C), Já na aquisição dos dados de teor de umidade, retratibilidade linear (radial e tangencial), volumétrica, os corpos de prova foram mensurados (dimensões lineares) em condição saturada (umidade > PSF) e anidra, a partir da relação de retratibilidade máxima linear tangencial e radial obteve-se o coeficiente de anisotropia.

Análise Estatística

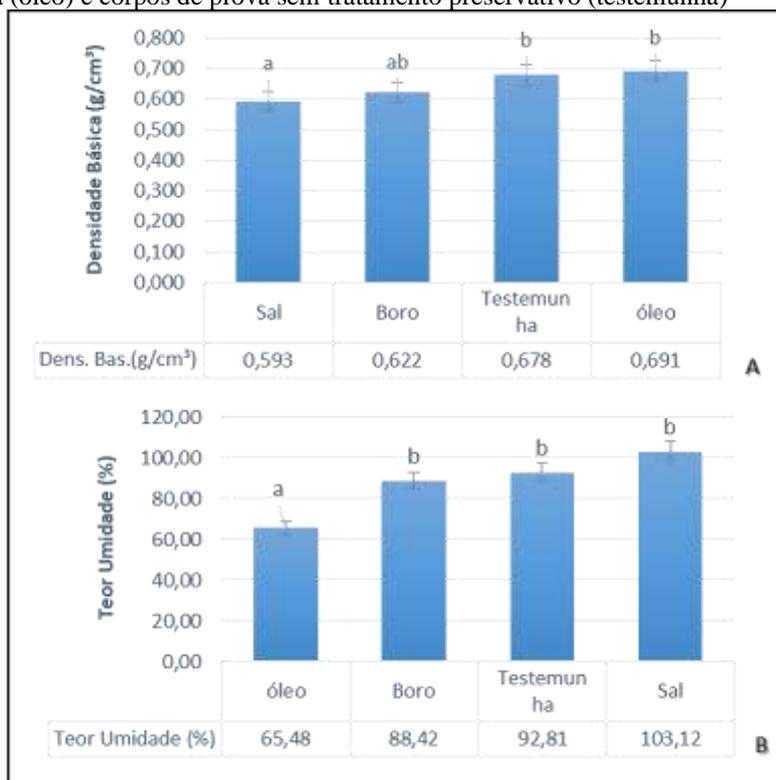
Os valores médios da retratibilidade linear (radial e tangencial), volumétrica e anisotropia dos colmos de bambu foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e aplicado o teste de médias Tukey para a comparação das médias.

O agrupamento das propriedades físicas do colmo de *Guadua* sp. foi realizado pela técnica de Análise de Componentes Principais (PCA), com o programa Statistica 7, analisando as covariâncias e as correlações, baseada nas raízes (ou valores) das variáveis (características físicas) e nos vetores gerados, em matrizes simétricas, considerando as duas primeiras raízes extraídas que apresentarem os maiores autovalores. Com base no conjunto de amostras de cada tratamento pode-se verificar pelas similaridades existentes ou dissimilaridades com as amostras testemunhas, quais propriedades físicas apresentaram maiores diferenças significativas entre as amostras e/ou tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises das características físicas dos diferentes tratamentos preservativos realizados no colmo de *Guadua* sp. evidenciaram variações significativas da densidade básica e teor de umidade das amostras (**Figura 3, A e B**).

Figura 3 – Médias das propriedades físicas de densidade básica (A) e teor de umidade (B) das amostras de *Guadua* sp. em solução salina (sal), borato de cobre cromatado (boro), óleo residual de fritura (óleo) e corpos de prova sem tratamento preservativo (testemunha)



* Letras diferentes mostram que há diferença significativa ($p < 0,05$) com intervalo de confiança de 95%

Na Figura 3 A, vemos os valores médios da densidade básica dos corpos de prova de *Guadua* sp. nos diferentes tratamentos preservativos e testemunha. A densidade sofre alteração no tratamento com solução salina ($p < 0,05$) e de forma parcial com a solução de boro, o que não ocorre em relação ao resultado de densidade básica dos corpos de prova submetidos a solução com óleo que não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação a testemunha. Sendo assim, o tratamento com solução salina mostra-se estatisticamente igual ($p > 0,05$) ao de boro e estatisticamente diferente ($p < 0,05$) aos com óleo e testemunha.

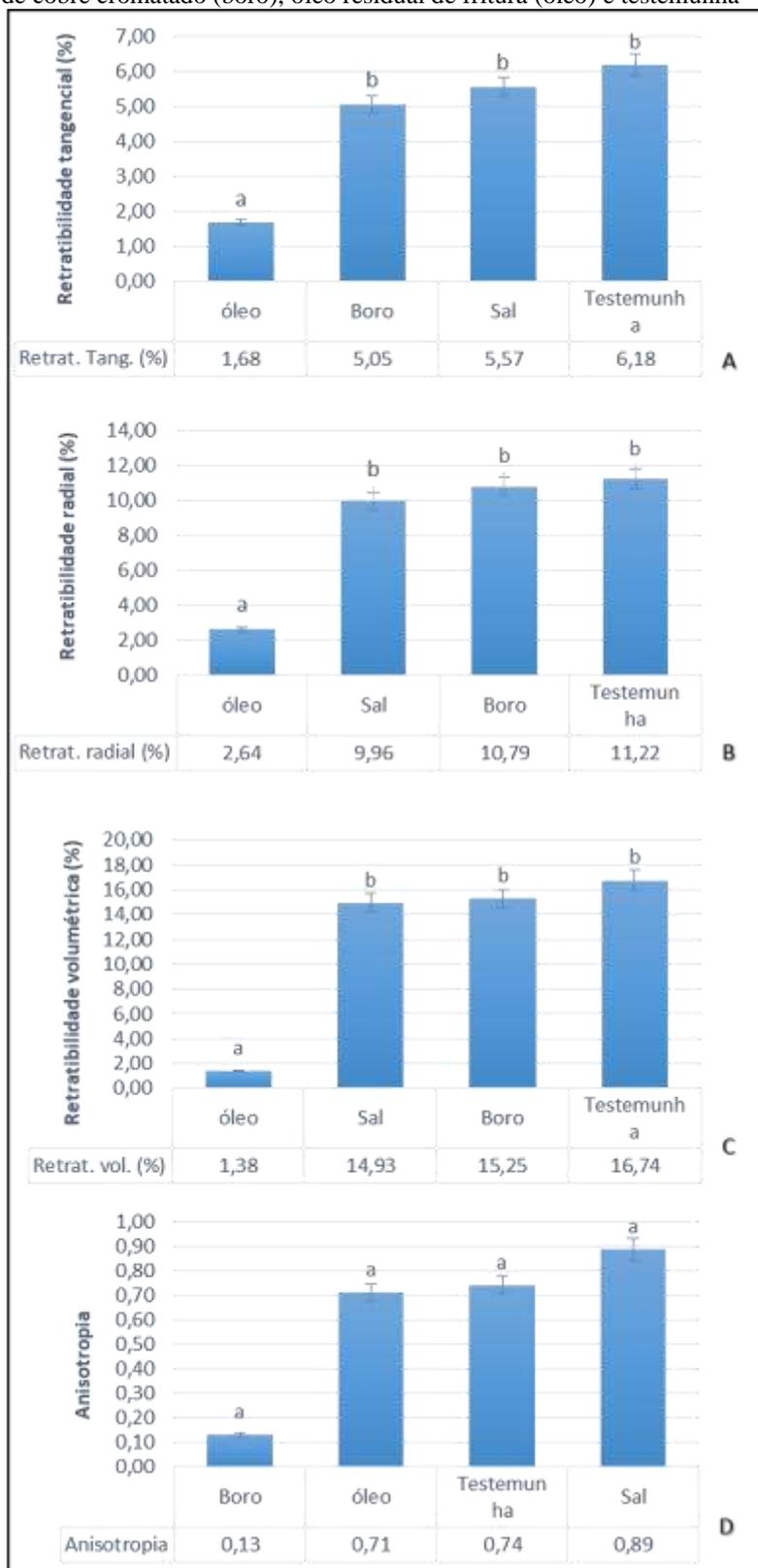
Tal comportamento pode ser explicado pela diferença de concentração de substâncias nos corpos de prova tratados com solução salina e com solução de boro

(CCB), pois a presença dessas substâncias salinas (solutos) no interior das células, principalmente nas células parenquimáticas provocam turgidez do seu vacúolo alterando a dimensão dessas células quando novamente saturadas, como resultado da osmose e/ou embebição (PEIXOTO, 2019). O que explica a alteração da densidade básica dos corpos tratados com água salgada e CCB. Esse resultado implica em alguns cuidados que devem ser dados aos colmos de *Guadua* sp. tratados com soluções salinas como água e sal e com produtos à base de CCB, pois os mesmos apresentam o inconveniente de não poder ser colocado em ambientes não protegidos das chuvas devido ao risco de ocorrer lixiviação do material de tratamento a longo prazo (LIESE, 2004).

Já em relação aos valores de teor de umidade, pode se verificar na figura 3-B que o tratamento utilizando óleo residual apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com a testemunha e os demais tratamentos. O óleo por ser uma substância hidrofóbica, reduz a capacidade de absorção da água na estrutura do colmo, assim quando as amostras são colocadas em um meio onde o teor de umidade é mais elevado, a parte que está impregnada com a substância oleosa impede a remoção do ar dos capilares, causada pela mudança de interface ar-madeira para líquido-madeira, alterando a ligação da água com os constituintes químicos do bambu e seus espaços vazios (DEMARZO; SGAI, 2010).

Os resultados corroboram com o que foi relatado por Sá (2019) que pontuou que as amostras de *Guadua* sp. tratadas com óleo residual tiveram o preenchimento de boa parte do tecido parenquimático pela substância oleaginosa, impedindo assim a entrada de água na estrutura do bambu. A amostra testemunha apresentou os maiores valores de teor de umidade, mas não diferindo significativamente dos tratamentos com boro (CCB) e água salgada, já que os compostos dos dois tratamentos são hidrofílicos, não apresentando, portanto, impedimento para a absorção de umidade pelos elementos anatômicos do *Guadua* sp. (PEIXOTO, 2019).

Figura 4 – Médias das propriedades físicas retratibilidade linear tangencial (A), radial (B) e volumétrica (C) e coeficiente de anisotropia (D) dos corpos de prova de *Guadua sp.* em solução salina (sal), borato de cobre cromatado (boro), óleo residual de fritura (óleo) e testemunha



* Letras diferentes mostram que há diferença significativa ($p < 0,05$) com intervalo de confiança de 95%

Segundo Liese (2004), o teor de umidade apresenta uma relevância decisiva na resistência biológica dos colmos e na sua tratabilidade, influenciando assim na qualidade do tratamento preservativo obtido, o que demonstra ser interessante esse comportamento das amostras tratadas com preservativo óleos para o potencial para fins de preservação dos colmos de *Guadua sp.*

Os resultados das análises das características físicas dos diferentes tratamentos preservativos realizados no colmo de *Guadua sp.* evidenciam variações significativas nos valores médios de retratibilidade linear (radial e tangencial) e volumétrica dos corpos de prova dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* (Figura 4A-C).

Na figura 4A-C, verifica-se que a média das propriedades de estabilidade dimensional dos corpos de prova tratados com óleo diferenciou significativamente ($p < 0,05$), mostrando ter maior estabilidade dimensional que os demais tratamentos e a testemunha, havendo pouca variação no teor de umidade e conseqüentemente na retratibilidade dos corpos de prova tratados com óleo residual.

Segundo Gauss (2018) há limitação de aplicação do CCB (borato de cobre cromatado) em determinadas aplicações, principalmente em ambientes externos por sua lixiviação, por isso diversos esforços tem sido realizados para o desenvolvimento de soluções para a fixação do boro no bambu para melhorar a resistência à degradação biológica, a variação dimensional e hidrofobicidade, deste modo essa significativa estabilidade dimensional dos corpos tratados com óleo, mostra ser este um tratamento preservativo promissor para a solução desse problema.

Na Figura 4D, são mostrados os valores médios de anisotropia dos corpos de prova dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.*, verifica-se que a os tratamentos preservativos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação a testemunha.

Tal comportamento é semelhante ao encontrado por Lima, Afonso e Pontes (2012) que demonstraram que tanto a espécie do gênero *Guadua* quanto a do gênero *Bambusa* apresentam boas características físicas, onde o *Guadua sp.* apresentou um coeficiente de anisotropia de 1,45 sendo classificado como material de densidade baixa e alta estabilidade dimensional.

A análise dos componentes principais (PCA) das características físicas dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* indica

que 3 componentes explicam 96,1% da variabilidade, sendo que os 2 primeiros (Fatores 1 e 2) são responsáveis por 77,6% (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Autovalores e autovetores na análise multivariada por componentes principais (PCA) das propriedades físicas dos corpos de prova de *Guadua sp.* submetidos aos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha

Fator	Auto-valor	% Total variância	Auto-valor Acumulado	Acumulado %
1	3,3	55,5	3,3	55,5
2	1,3	22,1	4,7	77,6
3	0,9	15,1	5,6	92,6
4	0,2	3,5	5,8	96,1
5	0,1	2,1	5,9	98,3
6	0,1	1,7	6,0	100,0

A importância das propriedades físicas para agrupar os corpos de prova, pelas diferenças das características físicas dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.*, foi determinada através dos seus autovetores, estabelecendo que (i) no componente (fator) principal 1, a retratibilidade tangencial, radial e volumétrica foram estatisticamente significativos e explicam 84% da variância total; (ii) no componente (fator) 2, a densidade básica, juntamente com o teor de umidade e o coeficiente de anisotropia foram significativos e explicando 87% da variação total desse componente principal (Tabela 2, Figura 5A).

Na análise de componentes principais (PCA), os vetores relacionados às propriedades físicas dos colmos de *Guadua* indicam atributos caracterizados pela pequena diferenciação. Por outro lado, os vetores das propriedades do lenho de grandes dimensões são de grande importância para explicar as variações existentes entre as propriedades dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* Portanto, verificou-se que no quadrante 1 as retratibilidades lineares tangencial e radial e a retratibilidade volumétrica mostra relação inversa e diretamente proporcional a densidade básica do colmo (KOLLMANN; COTÊ, 1968).

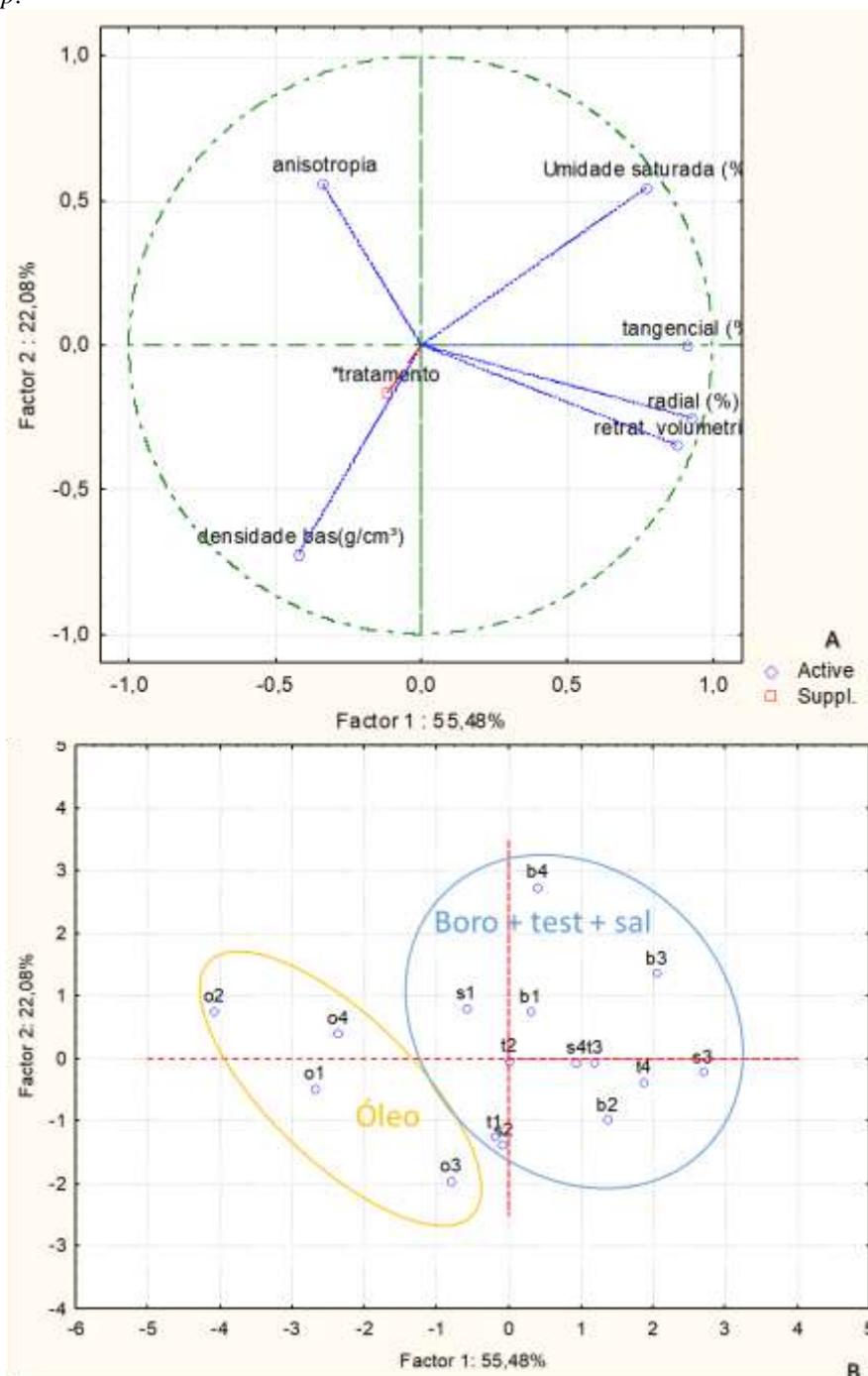
Tabela 2 - Contribuição das variáveis das características físicas dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.*

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 1 (%)	Fator 2(%)
Densidade básica (g/cm³)	0,05	0,40	5	40
Teor de umidade (%)	0,18	0,23	18	23
Retratibilidade Tangencial (%)	0,25	0,00	25	0
Retratibilidade Radial (%)	0,26	0,05	26	5
Coefficiente de Anisotropia	0,03	0,24	3	24
Retratibilidade volumétrica (%)	0,23	0,09	23	9

A amplitude da retratibilidade é indicadora da estabilidade dimensional do colmo e de seus produtos, sendo que a razão ou coeficiente de anisotropia dos valores de retratibilidade tangencial-radial explica, normalmente, os defeitos de secagem do colmo do bambu (GONÇALEZ et al., 2006). Já a densidade básica varia de acordo com o tratamento preservativo realizado, já que foi utilizado em uma mesma espécie de bambu, e como sabemos essa característica é controlada pelo ambiente de crescimento e pelo fator genético (ZOBEL; BUJTENEN, 1989). Essa variação na densidade básica do colmo de bambu, poderá influenciar nas propriedades e no uso do mesmo.

O componente principal 1 correlacionou positivamente com as retratibilidades tangencial, radial, volumétrica e o teor de umidade (%) e negativamente com a densidade básica e a anisotropia, possibilitando discriminar 2 grupos de corpos de prova de acordo com os tratamentos e a testemunha (Figura 5B). O componente principal 2 evidencia que a densidade básica e a anisotropia/teor de umidade correlacionam se negativamente, indicando que os aumentos da densidade básica exercem significativa influência na estabilidade dimensional dos colmos de *Guadua sp.*

Figura 5– Análise de Componentes Principais com a indicação da relação das propriedades físicas (A) e dos grupos de corpos de prova dos diferentes tratamentos e testemunha dos colmos de *Guadua sp.*



A análise por componentes principais evidenciou que: 1) o 1º grupo foi constituído pelas amostras tratadas com óleo residual caracterizado por maior densidade básica e teores de umidade e retratibilidades (radial, tangencial e volumétrica) significativamente mais reduzidas quando comparados aos demais tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* O segundo grupo formado

pelos corpos de prova dos tratamentos preservativos com água e sal, com boro (CCB) e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* que apresentaram valores médios de retratibilidades (radial, tangencial e volumétrica) e altos teores de umidade.

Após o agrupamento dos corpos de prova dos diferentes tratamentos preservativos e da testemunha de colmos de *Guadua sp.* pode se inferir que as características físicas apresentadas pelas amostras tratadas com óleo residual são importantes parâmetros para se esperar que este tipo de tratamento possa trazer maior resistência dos colmos de *Guadua sp.* ao ataque de organismos xilófagos (ALVES et al., 2009; ZENID, 1997).

CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que (i) as propriedades físicas dos colmos de bambu de *Guadua sp.* tratados sofreram alterações quando comparados a testemunha demonstrados pelos testes estatísticos de diferenças de médias (Tukey) e da Análise de Componentes Principais (multivariada); (ii) dentre as características físicas as mais relevantes no agrupamento das espécies pela Análise de Componentes Principais foram as retratibilidades (radial, tangencial e volumétrica) componente 1 e a densidade no componente 2 ; (iii) pode se concluir que as características físicas apresentadas pelas amostras tratadas com óleo residual são importantes parâmetros para se esperar que este tipo de tratamento possa trazer grande durabilidade natural aos colmos de *Guadua sp.*, porém ensaios de apodrecimento acelerado de colmos de *Guadua spp.* devem ser realizados para melhor conclusão dessas inferências e para a comprovação dos resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190/97** - Projeto e Execução de Estruturas de Madeira: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

ALVES, R. C.; MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S. Relação entre a estrutura anatômica e algumas propriedades da madeira de angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*, Leguminosae). In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9. 2009. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A. **Bambu**: características e aplicações. Guaíba: Agropecuária, 2004. 180 p. CIMMINO, A.; MAIS, M.; EVIDENTE, M.; EVIDENTE, A. Fungal phytotoxins with potential herbicidal activity to control *Chenopodium album*. **Natural Product Communication**, v. 10, n. 6, p. 1119-11126, 2015.

- DEMARZO, M. A.; SGAI, R. D. Estudo dos fatores que afetam a preservação de madeiras. **Revista da Madeira**, n. 125, 2010.
- ESPELHO, J. C. C.; BERVALDO, A. L.; Avaliação físico-mecânica de colmos de bambu tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiente**, v.12, n. 6, p. 645-652, 2008.
- GAUSS, C.; DOMINGUEZ, A. L. S.; SAVASTANO JR, H. Estabilidade dimensional e absorção de água do bambu *dendrocalamus asper* tratado com ácido cítrico e sais de boro. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS, 3.; 2018. Coimbra. **Anais...** Coimbra, p. 1-13 2018. (Conference paper).
- GONÇALEZ, J. C ; BREDAS, L. C. S. ; BARROS, J. F. M. ; MACEDO, D. G. ; JANIN, G.; COSTA, A. F. C ; VALE, A. T. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 329-341, 2006.
- JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G.; LONDONO, X.; STERN, M.J. American Bamboos. **Smithsonian Institution Press**, Washington D.C., p. 392, 1999.
- KOLLMANN, F. F. P.; COTÉ, W. A. **Principles of wood science and technology**. New York: Springer Verlag, 1968. v. 1
- LIESE, W. A preservação do colmo de bambu com relação à sua estrutura. **Simpósio Internacional Guadua**. Pereira: Beraldo, AL (trad.), 2004.
- LIMA, D. N.; AFONSO, D. G.; PONTES, S. M. A. Análise comparativa da estabilidade dimensional de 02 espécies de bambu ocorrentes na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012. Curitiba. **Anais...** Curitiba: CFP, 2012.
- MACHEK, L.; EDLUND, M. L.; SIERRA-ALVAREZ, R.; MILITIZ, H. A non- destructive approach for assessing decay in preservative treated wood. **Wood Science and Technology**, v. 37, p. 411-417, 2004.
- OLIVEIRA, K. K. C. **Atividade antimicrobiana de basidiomicetos ocorrentes na Amazônia**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
- PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; MEDEIROS, P. N. N.O. Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e de mamona (*Ricinus communis*) na proteção da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra*) contra cupins xilófagos em ensaio de preferência alimentar. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 751-758. 2011.
- PEIXOTO, P. H. P. **Apostila de biologia funcional e manejo de ecossistemas**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia (PGECOL)-UFJF. Disponível em: <http://www.ufjf.br/fisiologiavegetal/files/2018/07/Apostila-Aulas-Te%C3%B3ricas-Biologia-Funcional.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2019.
- PEREIRA, M. A. D. R.; BERVALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal 6, 2007, 231 p.
- SÁ, M. P. **Caracterização anatômica dos colmos de *Guadua* sp. coletados em dois microambientes e submetidos a diferentes tratamentos preservativos e graus de deterioração**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.
- SAXENA, S.; PANDEY, A. K. Microbial metabolites as eco-friendly agrochemicals for the next millennium. **Applied Microbiology Biotechnology**, v. 55, p. 395-403, 2001.
- TIBURTINO, R. F.; PAES, J. B.; ARANTES, A. L.; BROCCO, V. F. Tratamento Preservativo de Duas Espécies de Bambu por Imersão Prolongada e Boucherie Modificado. **Floresta Ambient**, v. 22, n. 1, p. 124-133. 2015.

TIBURTINO, R. F. **Qualidade e eficiência do tratamento preservativo de duas espécies de bambu**. 2012. 106 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

ZABEL, R. A.; MORRELL, J.J. **Wood microbiology: decay and its prevention**. San Diego: Academic, 1992. 476 p.

ZENID, G. J. **Identificação e agrupamento das madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional na cidade de São Paulo**, 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

ZOBEL, J. B.; BUJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. New York: Springer-Verlag, 1989. 363 p.