

Estrutura populacional e o potencial de uso de *Guadua cf. superba* na região do Alto Acre

Elias Melo de Miranda⁽¹⁾, *Dixon Gomes Afonso*⁽²⁾,
Suelem Marina de Araújo Pontes⁽²⁾, *João Carlos Neves de Souza*⁽²⁾,
Daniel do Nascimento Lima⁽²⁾ e *João Lima de Freitas Júnior*⁽²⁾

⁽¹⁾ Embrapa Acre. Rodovia BR 363 Km 14, Caixa Postal: 321 CEP: 69900-970, Rio Branco, AC. E-mail: elias.miranda@embrapa.br

⁽²⁾ Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (Funtac). Rua das Acácias, 279 – Distrito Industrial. CEP: 69.920-175, Rio Branco, AC. E-mails: dixon.afonso@ac.gov.br, suelem.pontes@ac.gov.br, joao.souza@ac.gov.br, daniel.lima@ac.gov.br e biojoao04@gmail.com

Resumo – O objetivo deste estudo foi conhecer a estrutura populacional e indicar usos para *Guadua cf. superba*, com base nas propriedades anatômicas do colmo (haste com nós e entrenós bem visíveis). A população estudada está localizada na Reserva Extrativista Chico Mendes, no Acre. Foi realizado um levantamento amostral e demarcada uma parcela de 1ha, onde foi avaliada a estrutura da população e coletados segmentos de colmos para testar a resistência do material à deterioração natural e a esforços físicos-mecânicos. Os resultados mostraram uma elevada densidade e dominância do bambu e equilíbrio entre o número de colmos jovens e maduros. As provas realizadas denotaram a baixa resistência do material ao ataque de agentes biológicos e à abrasão, porém com grande estabilidade dimensional. Assim, esse material pode ser usado para confecção de painéis e produtos derivados que não exijam dureza elevada. No entanto, para outros usos, como a fabricação de pisos, que exigem maior resistência mecânica na superfície, os colmos devem ser transformados em madeira maciça por meio de processamento industrial para adquirir a resistência necessária. Conclui-se que a população estudada apresenta características que favorecem a produção sustentável e pode fornecer material para diversos usos. Mas é necessária a realização de tratamentos de preservação e imunização para aumentar a sua durabilidade.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: TABOCA GRANDE, BAMBU NATIVO, LEVANTAMENTO POPULACIONAL, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS.



Population structure and use potential of *Guadua cf. superba* in the Alto Acre region

Abstract – The aim of this study was to understand the population structure and indicate uses for *Guadua cf. superba*, based on the anatomical properties of the stem. The population studied is located in the Chico Mendes Extractive Reserve, in Acre. A sampling survey was conducted and a plot of 1 ha was demarcated, where we evaluated the structure of the population and collected stem segments to test the resistance of the material to natural deterioration and to physical-mechanical stress. The results showed a high density and dominance of bamboo and balance between the number of young and mature stems. The tests carried out made it possible to pinpoint the low resistance of the material to the attack of biological agents and abrasion, however with great dimensional stability. Thus, this material can be used for making panels and products thereof, which do not require high hardness. Nevertheless, for other uses, such as manufacturing floors, requiring higher mechanical strength on the surface, the stems must be transformed into solid wood through industrial processing, to acquire the necessary strength. We conclude that the studied population has characteristics that favor sustainable production and can provide material for diverse uses. However, it is necessary to perform preservation and immunization treatments in order to increase its durability.

INDEX TERMS: GREAT TABOCA, NATIVE BAMBOO, POPULATION SURVEYS, PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS.

Introdução

Bambu é uma designação genérica para um grupo de plantas da família Poaceae. Seu crescimento e sua ocupação do terreno ocorrem por meio da emissão de rizomas, que são um tipo de caule subterrâneo. Nesses rizomas estão as gemas (brotos) de onde se originam os colmos (haste das gramíneas como a cana-de-açúcar e o bambu, que possuem nós e entrenós bastante visíveis). Existe grande número de espécies de bambus no mundo, de variados portes, desde herbáceos até gigantes, que podem atingir mais de 30 metros de altura e 20 centímetros de diâmetro. Entre os bambus arborescentes, de maior potencial econômico, destacam-se os asiáticos, como os pertencentes aos gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Phyllostachys*, entre outros. Nas Américas os

bambus nativos com maior potencial de uso são as espécies pertencentes ao gênero *Guadua*.

Londoño e Peterson (1991) afirmam que *Guadua* é um dos gêneros de bambu com maior amplitude de distribuição no novo mundo – a maioria de suas 33 espécies é, inclusive, endêmica no continente sul-americano. Muitas delas estão concentradas na Amazônia e na bacia do Orinoco, crescendo, geralmente, em altitudes abaixo de 1.500 m (mas já foram encontradas em até 2.500 m). Os seus *hábitats* incluem várzea tropical e floresta submontana, savanas, cerrados, matas de galeria e vales interandinos com vegetação perturbada (Clark, 1990; Londoño, 1992).

Nesse sentido, Medina e Medina (1965) mostram que cerca de 20 das 33 espécies conhecidas de *Guadua* pertencem à flora indígena do Brasil, um centro vegetativo desse gênero botânico. Estes autores também se referem à *Guadua superba* Huber (taboca grande ou taquaruçu) como nativa da região do alto Rio Purus, no Acre, enquanto Hidalgo-López (2003) relata a ocorrência de *G. superba* e *Guadua angustifolia* Kunt nas margens desse mesmo rio. Também no Acre, ocorrem *Guadua weberbaueri* Pilger e *Guadua sarcocarpa* Londoño e Peterson, que apresentam distribuição ampla e aparecem frequentemente nos interflúvios tabulares. Vale destacar, ainda, que *G. superba* se restringe às florestas temporariamente alagadas ou a áreas de drenagem deficiente. A abundância de registros mostra que o Brasil é o país de maior diversidade de bambus e possui uma das maiores reservas do mundo, com elevada ocorrência de espécies, principalmente no sudoeste da Amazônia.

Os bambus têm grande potencial econômico e de geração de emprego e renda, devido à diversidade de suas potenciais aplicações. Entre as mais conhecidas estão o uso nos setores da construção civil, movelaria, celulose e papel, bioenergia e artesanato, uma vez que pode substituir ou complementar o emprego da madeira, seja na forma de colmos roliços ou transformado em painéis por processo industrial.

A sustentabilidade parece inerente às características da planta e ela poderia ser utilizada, por exemplo, para reduzir a pressão sobre as florestas tropicais, prestar outros serviços ecossistêmicos e contribuir no combate ao aquecimento global. Anualmente ocorre a emissão de novos brotos em substituição aos colmos senescentes (envelhecidos), que, se não extraídos, morrem e apodrecem na touceira. Dessa forma, o corte de colmos maduros, além de ser aproveitado como matéria-prima para diversos fins, é um tratamento silvicultural (isto é, que regenera o povoamento florestal), pois a extração proporciona benefícios, aumentando o espaço para o surgimento de novos brotos, resultando em maior produção do bambuzal.

Apesar de todo esse potencial e de algumas iniciativas governamentais para o desenvolvimento da cadeia produtiva do bambu, seu uso ainda é incipiente. A geração de conhecimentos sobre tratamentos adequados para a preservação dos colmos das espécies de bambus nativos é de grande importância para viabilizar seu uso tanto na construção civil como para outros usos em que se faça necessário garantir a sustentabilidade estrutural da matéria-prima, principalmente por ele ser um material com propriedades ainda pouco conhecidas e de domínio tecnológico deficiente.

Na maior parte do mundo ocidental, porém, o interesse e a demanda por essa matéria-prima são eventos recentes. Algumas instituições de pesquisa já têm iniciado estudos para aumentar o conhecimento sobre o potencial de uso das espécies (Marton, 2008). Considerando a área estudada neste trabalho, Silveira (1999) mostra que cerca de 40% da cobertura florestal no Acre tem ocorrência de bambu. Porém poucos estudos aprofundaram o conhecimento existente no que se refere à identificação botânica, taxonomia, volume, espacialização, manejo, colheita e características físicas e mecânicas das espécies da planta. Assim, o enfoque deste trabalho é contribuir para o aumento do conhecimento sobre a estrutura de populações de *Guadua* cf. *superba* e possibilitar a identificação dos usos potenciais desse material com base no estudo de suas propriedades físico-mecânicas.

Material e métodos

A população em estudo está localizada na Reserva Extrativista Chico Mendes, no município de Brasiléia, próxima à divisa com Assis Brasil, tendo como ponto de referência as coordenadas geográficas S10°43'02,2" W69°24'06,5". O acesso à área é feito a partir do Km 85 da BR 317, pelo ramal Santa Luzia, percorrendo-se cerca de 15 km no referido ramal. A área de ocorrência da espécie está localizada às margens do Igarapé Paciente, afluente da margem direita do Rio Xapuri, na "colocação" Água Boa, comunidade do bambuzal, no antigo Seringal Etlve. A floresta onde ocorre essa população de taboca grande é classificada como Floresta Aberta com Bambu e tem uma área de aproximadamente 17 ha. Apesar de dominante nessa área, essa espécie de bambu tem uma ocorrência restrita às áreas temporariamente alagadas, com predominância de argissolos. Quanto à espécie, por suas características morfológicas e pela fisiografia da área onde ocorre, provavelmente se trata de *Guadua superba* Huber (figura 1), conforme observações de Medina e Medina (1965) e Hidalgo-López (2003).



Figura 1. Colmo de *Guadua cf. superba*, mostrando o ramo principal com dois ramos laterais, umas das características dessa espécie

ESTRUTURA POPULACIONAL DE *G. SUPERBA* - Foi realizado levantamento amostral na área de estudo, com a demarcação de uma parcela de 1 ha (100 x 100 m). Nessa parcela foi realizado um censo das touceiras e contados todos os colmos a partir de 3 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total do colmo (m). Também foi registrado o número de colmos maduros, jovens (verdes) e o total (figura 2).



Figura 2. Inventário e coleta de amostras de *G. superba* na Reserva Extrativista Chico Mendes

RESISTÊNCIA DE COLMOS DE *G. SUPERBA* À DEGRADAÇÃO NATURAL - Os colmos foram cortados com motosserra e transformados em toretes de 120 cm de comprimento, sendo coletadas amostras de 36 colmos. As espécies de bambu, de maneira geral, são altamente susceptíveis ao ataque do caruncho (*Dinoderus minutus*). Desse modo, para evitar ou minimizar o ataque, os toretes foram submetidos aos seguintes tratamentos: fermentação em água e submersão em soluções de ácido bórico a diferentes concentrações (tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos aplicados e tempo de exposição de amostras de colmos de *G. superba*

Tratamentos	Produtos Usados	Tempo de Imersão (Dias)
1	Fermentação em água	10
2	Solução de ácido bórico a 3 %	7
3	Solução de ácido bórico a 5 %	20

- 1) Colmos, submersos em água, a fermentação elimina parcialmente o amido;
- 2) Após a fermentação, submersão em uma solução de ácido bórico a 3%;
- 3) Submersão dos colmos fermentados em solução de ácido bórico a 5%.

Após o tratamento, as amostras foram postas em local seco e ventilado, coberto e aberto, permanecendo nessas condições por cinco meses. A coleta de dados foi realizada semanalmente, tendo início após estabilização do peso dos colmos – quando as amostras atingiram a umidade de equilíbrio por secagem natural após o tratamento no tanque de imersão, com variação média de até 0,060 g. Para determinar a perda de massa por degradação foram realizadas pesagens periódicas e avaliação visual de sua sanidade. Uma vez que ainda não existe uma tabela de classificação da resistência à degradação natural para o bambu, foi usada a tabela de classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (que se alimentam da celulose da madeira) ASTM D - 2017 (1994) para indicar o grau de resistência de cada amostra, com base na perda de massa em porcentagem, medida durante o período de avaliação. A resistência foi classificada pela porcentagem média de perda de massa de acordo com a tabela 2.

Tabela 2. Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos
ASTM D - 2017 (1994)

Classes de Resistência da madeira	Perda de massa (%)
Alta resistência	0 – 10
Resistente	11 – 24
Resistência moderada	25 – 44
Não resistente	≥ 45

Uma análise complementar para determinar o estado de sanidade das amostras foi realizada mensalmente por meio do índice de deterioração de Lepage (1970), adaptado por Trevisan (2006), conforme a classificação mostrada na tabela 3. Para constatar o ataque de fungos xilófagos observados visualmente em cada amostra, foram retirados fragmentos dos colmos e colocados em meio de cultura malte-agar a 3% e 250 mg de cloranfenicol, em condições de temperatura ambiente, e observado se ocorria o crescimento de micélio. Os dados foram submetidos à análise de variância e aplicado o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação dos tratamentos.

Tabela 3. Classificação do nível de degradação do bambu em ambiente externo

Estado de sanidade	Índice de deterioração
Sadio, sem ataque	100
Ataque leve ou superficial de fungos ou térmitas.	90
Ataque evidente, mas moderado de fungos ou térmitas.	70
Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas.	40
Quebra: perda quase total de resistência.	0

Fonte: Lepage (1970), adaptado por Trevisan (2006).

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE COLMOS DE *G. SUPERBA* - As provas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAG e do Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário – CETEMM, em Rio Branco, AC. Foram coletados 12 segmentos de colmos maduros, de seis touceiras distintas, escolhidas de modo aleatório, em uma área com as seguintes coordenadas de referência: L19 - 0456052 UTM - 8815420. A idade das plantas não era conhecida, mas, pelas características dos colmos, foi estimada entre 4 e 5 anos. Cada colmo foi dividido em três partes de igual comprimento denominadas de acordo com a seção de onde a amostra foi tomada: base, meio e topo. Após esse pro-

cesso foi retirada a parte basal de cada seção para confecção dos corpos de prova, possibilitando a análise das características físicas de cada região do colmo. A confecção dos corpos de prova foi feita de acordo com a norma ISO N314 22157 (ISO, 1999), e os resultados dos ensaios foram calculados com base na norma NBR7190/97 (ABNT, 1997), usada em projetos de estruturas de madeira.

Para caracterização física, foram confeccionados seis corpos de prova de cada seção do colmo, utilizados no ensaio de densidade e teor de umidade, e 12 corpos de prova de cada seção, que serviram para o ensaio de retratibilidade (retração e inchamento). Todos os corpos de prova tinham as dimensões de 2,5 x 2,5cm x espessura da parede do colmo.

Com os índices obtidos nos ensaios de retratibilidade, nas direções tangencial, longitudinal e radial, foi calculado o Coeficiente de Anisotropia da espécie, que corresponde ao grau de variabilidade de suas propriedades físicas dependendo da direção observada. Dessa forma, foi possível avaliar a sua estabilidade dimensional. Vale ressaltar que as variações de retração e inchamento na direção longitudinal (sentido do comprimento das fibras) não foram consideradas neste trabalho, pois o seu valor foi insignificante, estando geralmente abaixo de 1%, tanto para retração quanto para inchamento. Para indicar os principais usos para *G. superba*, foi utilizada uma classificação proposta por Nock et al. (1975), baseada no coeficiente de anisotropia na contração aplicada à madeira – um parâmetro de avaliação de qualidade que considera a variação dimensional da madeira e a relação entre as contrações tangencial e radial, cujas escalas podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4. Classificação quanto à qualidade e utilização indicada para a madeira, de acordo com o coeficiente de anisotropia dimensional na retração

Coeficiente de Anisotropia	Qualidade da Madeira	Utilização indicada
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos, e etc.
1,5 a 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, usos que permitam pequenos empenamentos.
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil (observadas às características mecânicas), carvão, lenha e etc.

Fonte: Nock et al. (1975).

Um dos principais requisitos que indicam a viabilidade das espécies para a fabricação de pisos é a resistência à abrasão, obtida por meio de ensaio mecânico e cuja unidade indicadora chama-se dureza Janka. Estudos demonstram

que a dureza Janka das espécies madeireiras usadas na fabricação de pisos deve ser superior a 650 kgf/cm² (ANPM, 2010). Para o bambu, essa resistência deve ser em torno de 750 kgf/cm² (Ostapiv et al., 2008).

Neste estudo, a dureza Janka foi avaliada em sete colmos selecionados entre os que apresentavam maior espessura de parede e que permitiram a confecção dos corpos de prova para realização dos ensaios. Assim, foram confeccionados 12 corpos de prova por colmo, totalizando 84 amostras, todas produzidas de maneira a possuir nó e um entrenó.

O ensaio foi executado segundo a norma ASTM D1037/78 (ASTM, 1978) de dureza Janka para madeiras. Foram necessárias, no entanto, adaptações para a confecção dos corpos de prova, pois a norma exige corpos com dimensões de 50 mm x 50 mm x 150 mm, impossíveis de se obter com bambu sem o uso de adesivos. Assim, foram usados no ensaio corpos de prova com dimensões reduzidas (10 mm x 30 mm x 150 mm), secos em estufa com circulação de ar até que o conteúdo de umidade não fosse superior a 12%. A dureza Janka foi medida a partir de sua face tangencial, com as 84 amostras sendo submetidas a um ensaio de resistência por meio de três penetrações com a esfera. As médias de cada corpo de prova foram expressas em kgf/cm². Após a aplicação de todas as fórmulas, foi calculada a média dos resultados dos ensaios para cada colmo e realizaram-se análises de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Levantamento populacional da taboca grande na Reserva Extrativista Chico Mendes

Os dados obtidos mostram uma alta densidade e elevada dominância do bambu nessa área. Em média, cada uma das 82 touceiras encontradas ocupa uma área de cerca de 122 m² e a vegetação associada ocupa, geralmente, os espaços entre as touceiras. Verifica-se que o número de colmos maduros é proporcional ao de colmos verdes, situando-se em um patamar aproximado de 50% (tabela 5). Essa é uma característica importante para o manejo, pois permite uma produção continuada de colmos. Com a evolução dos estudos, será possível estimar a extração anual de colmos de forma sustentável.

Tabela 5. Estatísticas descritivas de um levantamento populacional de *Guadua cf. superba* em parcela amostral de 100x100 m. Reserva Extrativista Chico Mendes (Seringal Etelve), Brasília-AC

Indicador	Nº de Touceira	Nº Colmos	Nº Colmos Verdes	Nº Colmos Maduros	Nº Colmos/ Touceira	DAP Colmos (cm)	Altura Colmos (m)
Mínimo*	-	-	-	-	3,00	3,18	4,00
Máximo*	-	-	-	-	63,00	24,10	38,00
Média**	-	-	-	-	19,43	10,76	24,85
TOTAL	82	1593	801	792	-	-	-

* Entre colmos; ** Entre touceiras

Os bambus entouceirantes, em que os colmos nascem todos próximos uns aos outros de forma concêntrica (caso da espécie estudada), possuem rizomas dotados de gemas laterais que dão origem somente a novos rizomas. Muitas dessas gemas permanecem inativas de forma permanente ou temporariamente. Apenas a gema apical (nas extremidades) do rizoma pode dar origem ao um novo colmo e, por consequência, cada rizoma emitirá no máximo um colmo. Esse processo continua de tal maneira que os rizomas se desenvolvem formando uma touceira densa e concêntrica.

A figura 3a mostra a distribuição das touceiras em função do número de colmos que apresentam. Observa-se que há uma ligeira predominância das touceiras com menor número de colmos: cerca de 58% das touceiras apresentaram até 19 colmos e 42% apresentaram entre 20 e 63 colmos, sendo a média touceiras de 19,43 colmos (tabela 5). A distribuição do número de colmos por touceira apresenta uma tendência ao padrão de “J” invertido ou exponencial negativa, como é comum quando se analisa a estrutura da população em florestas tropicais, predominando os indivíduos mais jovens. No caso das touceiras de bambus, esse padrão de distribuição do número de colmos indica um alto potencial de regeneração da comunidade.

Na figura 3b são mostrados os dados de distribuição diamétrica das touceiras em função do diâmetro médio dos colmos. Observa-se que 72 touceiras do total de 82 apresentam diâmetro médio entre 7,50 e 12,40 cm, o que representa cerca de 88% do total. Observa-se a predominância de touceiras na classe intermediária de diâmetro médio de colmos (10 a 12,4 cm), com 50 touceiras ou 61% do total, mostrando um padrão bastante aproximado da distribuição normal. A distribuição das touceiras baseada na altura média dos colmos é mostrada na figura 3c. A análise da distribuição mostra que

predominam touceiras com altura média variando entre 20 e 29,9 m, com um total de 72 das 82 touceiras registradas, ou seja, cerca de 88% do total.

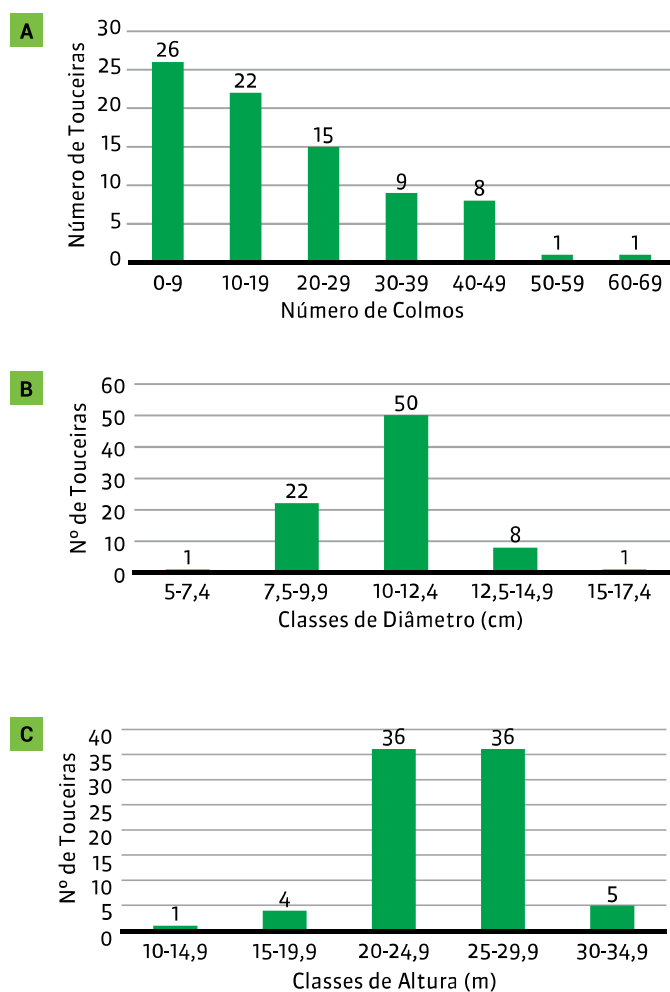


Figura 3. (A) Distribuição das touceiras em função do número de colmos. (B) Distribuição das touceiras em função do diâmetro médio de colmos. (C) Distribuição das touceiras em função da altura média de colmos. Reserva Extrativista Chico Mendes (Seringal Etelve), Brasiléia-AC

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE COLMOS DE *G. SUPERBA* À DEGRADAÇÃO NATURAL - A classificação das amostras quanto à resistência ao ataque é apresentada na tabela 6. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa entre as amostras tratadas com as diferentes concentrações de bórax utilizadas. Por outro lado, a presença do preservante reduziu significativamente a perda de massa em relação ao tratamento testemunha, aumentando a resistência dos colmos à degradação, passando da categoria “não resistente” para “resistência moderada” e melhorando as condições de preservação de *G. superba*.

Tabela 6. Degradação de amostras de colmos de *Guadua cf. superba* submetidas a tratamentos com bórax e a classificação quanto à resistência ao ataque. N= 12

Tratamentos	Perda de massa (%)*	Resistência
Bórax 5%	37,25 b	Resistência moderada
Bórax 3%	37,62 b	Resistência moderada
Testemunha	48,34 a	Não resistente
DMS = 6,99; CV=17,00%; Média geral = 41.06		

* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dessa forma, foi obtido o índice médio de deterioração das amostras de taboca grande, cujo resultado é apresentado na tabela 7. O índice de deterioração das amostras foi classificado como ataque evidente, mas moderado, de fungos ou insetos, com uma média de 30% de ataques moderados em todas as amostras, independentemente do tratamento. Esses resultados indicam que o índice de deterioração de Lepage (1970) não foi eficiente para avaliar o efeito dos tratamentos. Sua aplicação, no caso do bambu, deve ser feita com cuidado, pois mesmo sem a diferenciação visual do ataque entre os tratamentos, houve a redução da perda de massa das amostras, conforme ficou demonstrado com o uso do método das pesagens periódicas (ASTM D – 2017, 1994), o que mostra o efeito, ainda que moderado, das soluções preservantes.

Tabela 7. Índice de deterioração do bambu *G. superba*, após o tratamento com Bórax. Baseado na classificação proposta para a madeira por Lepage (1970)

Produtos	Nº de amostras	Índice de deterioração (%)				
		100	90	70	40	0
Bórax 3%	12			X		
Bórax 5%	12			X		
Testemunha	12			X		

DENSIDADE BÁSICA, APARENTE E TEOR DE UMIDADE DE *G. SUPERBA* - A densidade ou massa específica é uma das propriedades físicas mais importantes da madeira, não sendo diferente para o bambu, pois está relacionada diretamente com propriedades como resistência mecânica, grau de alteração dimensional (retração e inchamento) e perda ou absorção de água (Lobão & Pereira, 2005). Na tabela 8 são apresentados os valores médios de densidade aparente, densidade básica e teor de umidade nas diferentes seções dos colmos.

Tabela 8. Densidades básica e aparente de *G. superba*, em amostras coletadas de diferentes posições no colmo. N = 6

Posição no colmo	Densidade básica (g/cm ³)*	Densidade aparente (g/cm ³)*
Base	0.40 b	0.55 b (19,24%)
Meio	0.51 a	0.70 a (17,80%)
Topo	0.55 a	0.75 a (18,77%)
Média Geral	0.49	0,67
Coef. de Var. (%)	10.50	11.83
Dif. Mín Signif.	0.08	0.12

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao teor médio de umidade das amostras.

Observa-se que, estatisticamente, a densidade básica e aparente na região basal são menores que a densidade nas seções média e do topo do colmo – já entre estas não há diferença significativa. A média geral da densidade básica foi de 0,49 g/cm³, enquanto para a densidade aparente foi de 0,67 g/cm³. Esses valores são relativamente próximos dos relatados por Azzini et al. (1972) onde a densidade para espécies dos gênero *Guadua* varia de 0,45 g/cm³ a 0,65 g/cm³. A menor densidade na região da base está ligada a vários fatores, dentre eles a estrutura anatômica da parede interna do colmo nessa seção onde, geralmente, há maior espessura e porosidade.

Segundo Souza et al. (1997), as densidades das madeiras são classificadas como leve, média ou alta de acordo com os seguintes valores: Leve – densidade básica $\leq 0,50 \text{ g/cm}^3$; Média – densidade básica de $0,50 \text{ g/cm}^3$ a $0,72 \text{ g/cm}^3$; Alta – densidade básica $\geq 0,72 \text{ g/cm}^3$. Utilizando essa escala, de modo geral os colmos do bambu nativo *G. superba* podem ser classificados como material de densidade leve; mas, se considerados apenas os segmentos do meio ao topo, a densidade chega a ser mediana.

RETRATIBILIDADE, INCHAMENTO E COEFICIENTE DE ANISOTROPIA DE *G. SUPERBA*

BA - De acordo com Bodig e Jayne (1992), por ser um material higroscópico, o bambu (assim como a madeira) absorve umidade da atmosfera quando está seco e a libera quando está úmido, procurando atingir um equilíbrio com as condições de umidade do ar. Ao absorver água as dimensões das peças de bambu aumentam, fenômeno conhecido por inchamento e, ao liberar água, as dimensões diminuem, fenômeno denominado retração.

Na tabela 9 são apresentadas respectivamente as médias da retração e do inchamento tangencial e radial calculadas para cada colmo, assim como os resultados do coeficiente de anisotropia nas condições de retração e inchamento para cada uma das seções das seis amostras de colmos. Observa-se que, tanto na retração quanto no inchamento, os coeficientes de anisotropia nas diferentes seções do colmo não diferem estatisticamente entre si, no entanto o coeficiente calculado para a região basal se mostra inferior em relação às demais em ambos os casos. A média geral do coeficiente de anisotropia na retração calculado para o *G. superba* foi de 1,45 e o coeficiente calculado no inchamento foi de 1,53.

Tabela 9. Médias da retração e inchamento tangencial, radial e coeficiente de anisotropia (CA) de *G. superba*. N=12

Amostra/ Colmo	Base			Meio			Topo		
	Tang. %	Radial %	CA	Tang. %	Radial %	CA	Tang. %	Radial %	CA
Retração									
1	12,90	8,74	1,48	11,12	7,11	1,57	10,24	8,10	1,26
2	9,57	8,67	1,10	10,70	7,55	1,42	10,79	7,58	1,42
3	6,81	7,05	0,97	13,98	7,87	1,78	13,48	8,06	1,67
4	13,00	8,82	1,47	9,83	5,66	1,74	15,91	8,44	1,89
5	13,93	8,40	1,66	14,47	9,31	1,55	15,3	8,91	1,72
6	7,31	7,02	1,04	9,06	6,73	1,35	7,52	6,84	1,11
Média	10,59	8,12	1,29*	11,53	7,37	1,57*	12,21	7,99	1,51*
Inchamento									
1	14,87	9,58	1,55	12,68	7,67	1,65	11,48	8,82	1,30
2	10,63	9,50	1,12	12,01	8,17	1,47	12,25	8,21	1,49
3	7,34	7,60	0,97	16,36	8,55	1,91	15,76	8,77	1,80
4	15,14	9,70	1,56	10,98	6,00	1,83	19,29	9,22	2,09
5	16,28	9,17	1,77	17,18	10,29	1,67	18,2	9,82	1,85
6	7,90	7,58	1,04	10,08	7,22	1,40	8,15	7,35	1,11
Média	12,03	8,85	1,34*	13,21	7,98	1,66*	14,19	8,70	1,61*

*Não houve diferença entre as médias de CA, nas colunas, pelo Teste de Tukey ($p > 0,05$). Médias gerais para CA: retração = 1,45; inchamento = 1,53.

De acordo com a proposição de Nock et al. (1975), mostrada na tabela 4, esses resultados classificam *G. superba* como um material de excelente qualidade, apresentando grande estabilidade dimensional, principalmente em sua região basal.

Assim, os colmos de *G. superba* se caracterizam como material relativamente leve e com boas características físicas de densidade e estabilidade dimensional, que se configura como alternativa de matéria-prima para a fabricação de forros e divisórias, tendo em vista que tais componentes não exigem grande esforço mecânico.

DUREZA JANKA - A variável resistência à dureza apresentou uma amplitude de 108,0 a 251,8 kgf/cm², com uma média de 166,0 kgf/cm² e um coeficiente de variação de 16,7% (tabela 10). Todas as amostras foram confeccionadas de maneira a possuir um nó e foi verificado que a resistência foi diretamente influenciada pela região do nó: os pontos tomados mais próximos dessa área foram os que apresentaram maior resistência pela maior concentração de fibras de paredes espessas.

Tabela 10. Resultados médios de dureza Janka, obtidos da análise de 12 corpos de provas provenientes de amostras de sete colmos de *Guadua cf. superba*, coletados em Brasília, AC

Amostra/ Colmo	1	2	3	4	5	6	7	Média Geral	CV%
Dureza Janka (kgf/cm ²)	174,1	160,5	167,5	152,8	176,7	165,2	165,3	166,0	16,7

O valor obtido para dureza Janka de *G. superba* foi inferior ao citado na literatura para usos como piso – entre 650 kgf/cm² (ANPM, 2010) e 750 kgf/cm² (Ostapiv et al., 2008) –, o que mostra a necessidade de aprofundar estudos quanto à aplicação de tratamentos físicos e químicos que possam aumentar a sua resistência à abrasão. Dessa forma, esse material não deve ser indicado para uso *in natura* para a fabricação de piso, devendo antes passar por tratamentos que venham a aumentar a sua dureza. Atualmente, a fabricação de pisos de bambu é possível por um processo industrial para a obtenção de madeira maciça, conhecido internacionalmente como Strand Woven Bamboo (SWB). Por esse processo, o colmo ripado é esgarçado em máquinas apropriadas, para “soltar” as fibras, sendo então impregnado em resinas adesivas, colocado em moldes metálicos e prensado com pressões variáveis, de acordo com o uso a ser dado ao material. Assim, o produto obtido (tábuas, vigas, etc – conforme o molde utilizado) adquire elevada dureza, atingindo densidades que podem ser superiores às de madeiras tropicais.

Apesar dessa restrição de uso, os colmos de *G. superba* apresentam outras características que o classificam como um material de boa qualidade, que pode ser usado para outros fins como a confecção de painéis e produtos derivados que não necessitem de grandes esforços mecânicos sobre a sua superfície (forros, paredes, portas etc). Ressalta-se, porém, a necessidade da aplicação de tratamentos para aumentar a durabilidade dos produtos, os quais são amplamente conhecidos e disponíveis na literatura sobre uso do bambu. No entanto, há possibilidade de inovação nessa área, devendo ser incentivadas pesquisas para desenvolver novos métodos de tratamento eficientes e ambientalmente inócuos.

Conclusões

1. A população de *G. superba* estudada se encontra em equilíbrio dinâmico. O número de colmos maduros corresponde aproximadamente ao número de colmos verdes, possibilitando a sustentabilidade do manejo;
2. Os tratamentos de preservação aplicados reduzem a perda de massa e melhoram a resistência dos colmos, porém essa resistência é apenas moderada, sendo necessária a aplicação de tratamentos de preservação mais efetivos para aumentar a durabilidade do material;
3. Os colmos de *G. superba* apresentam grande estabilidade dimensional, podendo ser usados para a confecção de painéis e produtos derivados, não submetidos a forte abrasão. Sua dureza *in natura* é inferior ao necessário para usos que exijam maiores esforços mecânicos, como pisos. Todavia, os colmos podem ser transformados em madeira maciça, por processo industrial, para adquirir a resistência recomendada.

Agradecimentos

Ao técnico Antônio Bezerra do Nascimento, pela ativa participação em todas as fases deste trabalho;

Ao Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário (CETEMM), do Governo do Estado do Acre, pela cessão do espaço para confecção dos corpos de prova e ensaios complementares;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento deste trabalho.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190: Projetos de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107 p.

ANPM – **Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira**. Disponível em: <<http://www.anpm.org.br/>>. Acesso em 18 mai. 2010.

ASTM – American Society for Testing and Materials. D 1037/78. **Dureza Janka para madeiras**. São Paulo, 1978.

- ASTM – American Society for Testing and Materials. D: 2017: Standard test method for accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v.410, p.324-328, 1994.
- AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. (1977). Número de feixes vasculares em três espécies de bambu. **Bragantia**, Campinas, 36, 7-10.
- AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. Celulose de bambu. In: Congresso Nacional da ABCP, 5, São Paulo, 1972. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1972. 201p.
- BODIG, J.; JAYNE, B.A. **Mechanics of wood and wood composites**. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1992. 712 p.
- CLARK, L.G. Diversity and biogeography of oetropical bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Acta Botanica Brasílica**, 4, 125-132, 1990.
- HIDALGO-LÓPEZ, O. **Bamboo: the gift of the gods**. Ed. Oscar Hidalgo-López: Bogotá, Colômbia, 2003. 553p.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Brazilian Woods Database**. Disponível em: <www.ibama.gov.br/lpf/madeira /foreword.htm>. Acesso em 15 mai. 2010.
- ISO – International Organization for Standardization. **TC 165 N314 - 22157: Determination of Physical and Mechanical Properties of Bamboo**. ISO, 1999. 20p.
- LEPAGE, E.S. Método padrão sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, v.1, n.4, p.205-216, 1970.
- LOBÃO, M.S.; PEREIRA, K.R.M. **Propriedades físicas e mecânicas da madeira** – Universidade Federal do Acre, Departamento de Ciências agrárias – Rio Branco/AC. 2005. 44p. il. – (série tecnologia da madeira, v.1, n.1).
- LONDOÑO, X.; PETERSON, P.M. *Guadua sarcocarpa* (Poaceae:Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. **Syst. Bot.**, v.16, 630-638, 1991.
- LONDOÑO, X.P. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambues del nuevo mundo. **Cespedezia**, v. 19, 87-137, 1992.
- MARTON, G.L. **Produção de compensados de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) utilizando adesivos à base de fenol e uréia**. Seropédica, RJ. 2008.
- MEDINA, J.C.; MEDINA, D.M. Observações citológicas em *Guadua superba* Huber. **Bragantia**, 24, LXIII-LXVIII, 1965.
- NOCK, H.P.; RICHTER, H.G.; BURGER, L.M. Tecnologia da madeira. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais, Universidade Federal do Paraná, 1975. 216p.
- OSTAPIV, F.; SALAMON, C.; YAMAJI, F.M.; MATOS, J.L.M. **Determinação da dureza de tábuas de bambu mossô (*Phyllostachys pubescens*) pela norma Janka e Brinell**. Floresta (UFPR), 2008.
- SILVEIRA, M. Ecological aspects of bamboo-dominated forest in southwestern Amazonia: an ethnosciences perspective. **Ecotropica**, v.5, p.213-216, 1999.
- SOUZA, M.H. de; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A.; colaboração de SOUZA, M.R. de. **Madeiras tropicais brasileiras – brazilian tropical woods**. IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, 1997. 152p.
- TREVISAN, H. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56 p. Dissertação (Mestrado em ciências ambientais e florestais) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006. Disponível em: <www.if.ufrj.br/pgcaf/pdfdt/dissertação%20Henrique%20Trevisan.pdf>. Acesso em 08 jun. 2010.