

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

O BAMBU COMO UMA ALTERNATIVA DE MATERIAL SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL¹

BAMBOO AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE MATERIAL IN CIVIL ENGENNERING

Rafael Felipe Sawitzki², Cristiane Dalcin³, Éder Claro Pedrozo⁴, Taciana Paula Enderle⁵

¹ Artigo produzido no Grupo de Estudos Interdisciplinares do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijui - Campus Santa Rosa

² Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unijui - Santa Rosa/RS - Bolsista voluntário do Núcleo de Estudos Interdisciplinares em Construção e Sustentabilidade (NECS) - E-mail: rafael.sawitzki@sou.unijui.edu.br

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unijui - Santa Rosa/RS - Bolsista voluntária do Núcleo de Estudos Interdisciplinares em Construção e Sustentabilidade (NECS) - E-mail: cristiane.dalcin@sou.unijui.edu.br

⁴ Professor Mestre, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientador - E-mail: eder.pedrozo@unijui.edu.br

⁵ Professora Mestre do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Unijui, Orientadora - E-mail: taciana.enderle@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

A necessidade de redução das emissões (ou aumento da retenção) de gases do efeito estufa, traz oportunidades e desafios à Engenharia. Alguns dos principais materiais utilizados na construção civil têm evoluído cada vez mais, tanto em forma quanto em natureza, em consonância com a crescente conscientização dos consumidores em busca de produtos que causam menores danos ao meio ambiente. Segundo Agopyan e John (2011) o conjunto de etapas que engloba a construção civil, são os grandes causadores das mudanças do ambiente natural para o ambiente construído, causando efeitos negativos a natureza, principalmente quanto ao vasto uso de materiais. Sendo assim, cada vez mais busca-se por um meio onde se tenha qualidade de vida, no entanto, é necessário que se tenha transformações na cultura, nas tecnologias, no uso dos materiais e na conduta de responsáveis pelas construções e governos.

Nesse sentido, um dos materiais que vêm ganhando notoriedade por suas características peculiares e, até então, pouco exploradas no ocidente, é o bambu. O material comprovadamente possui inúmeras vantagens em relação aos materiais tradicionais, o que vem sendo evidenciado em inúmeras pesquisas (realizadas internacionalmente por Xiao, Sharma, Trujillo, e, no Brasil, pelo professor Khosrow Ghavami da PUC-RJ), contudo ainda possui pouco destaque à nível nacional. De acordo com Krause (2009) o bambu surge como um elemento sustentável na construção civil, trazendo uma série de vantagens devido às suas características físicas e mecânicas. Há ainda uma carência de normas e devido a isto sua utilização ainda não tem grande destaque, porém, já vem sendo utilizado por muito tempo por comunidades da China e da Índia, sendo construções que resistem até mesmo aos terremotos que são comuns nesses países.

Conforme Gutiérrez (2000), as formas do bambu permitem desde a antiguidade que ele seja usado em construções, como um elemento de grande importância estrutural, principalmente em locais onde ele cresce naturalmente.

No entanto, para que se possa utilizar o bambu em grande quantidade na construção civil, é relevante que se façam estudos a respeito da sua propagação, de como é o seu plantio e colheita, bem como sua cura, os tratamentos e pós tratamentos que deve receber. Assim como, a verificação das características físicas e mecânicas do colmo do bambu, tendo assim parâmetros que servirão de base

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

para dimensionar e fazer seu uso em larga escala (GHAVAMI; BARBOSA, 2010).

Por isso, este estudo objetiva fazer uma breve revisão sobre as principais características do bambu, visando contribuir com as pesquisas já realizadas, na luz da procura por maior esclarecimento acerca das possibilidades do material, de suas vantagens ou desvantagens.

METODOLOGIA

Para esta pesquisa buscou-se bibliografias nacionais e internacionais que trazem informações sobre o bambu, suas características e aplicações. Nesse sentido, por se tratar de um material de construção não convencional, fez-se necessária a apresentação das características da planta que influenciam tanto o seu desempenho em construções, como em aspectos de produtividade e influência no meio ambiente, bem como a existência e diferenciação entre espécies mais conhecidas até a presente data.

O método de abordagem deste trabalho caracteriza-se como qualitativo, a natureza é básica e os fins da pesquisa são exploratórios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Trujillo e López (2016), o bambu é uma planta da família das gramíneas, assim como o trigo, o milho e da maior parte das relvas, e que ocupa zonas tropicais e subtropicais de todo o planeta. São mais de 90 gêneros e mais de 1250 espécies catalogadas (porém menos de 100 possuem potencial para uso estrutural), e é nativo em todos os continentes, exceto Europa e Antártida. É uma planta que apresenta um rápido crescimento, sendo a detentora do recorde mundial de crescimento de planta em um dia segundo o Guinness World Records: 91 cm.

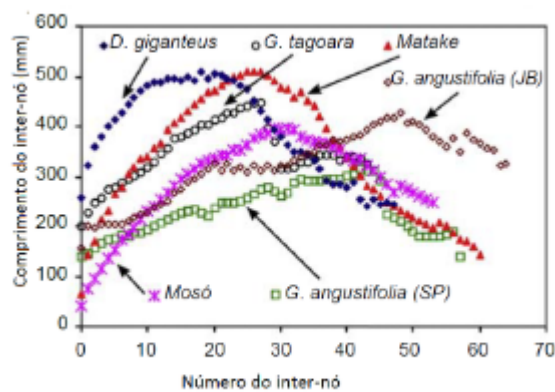
Segundo Ghavami (2016) o bambu é um material compósito, formado por longas fibras de celulose alinhadas e imersas em uma matriz de lignina. As fibras são mais concentradas nas proximidades da parede externa, de modo a ajudar na resistência do colmo à ação dos ventos, e diminuem sua concentração na direção da parede interna. O colmo possui duas partes distintas, os nós e os entre-nós. Os bambus apresentam crescimento apenas primário, diferente das árvores, que apresentam também crescimento secundário. Isso significa que o diâmetro externo com o qual um bambu emerge (broto) será seu diâmetro máximo durante toda sua existência. O que acontece ao longo dos primeiros anos é a densificação da estrutura do colmo, até atingir sua fase madura. Ele também atinge sua altura máxima em pouco tempo (cerca de 3 meses). O entre-nó é oco, e no nó ocorre uma confluência das fibras de celulose, formando um emaranhado que age como membrana, isolando a parte oca entre um entre-nó e outro.

Em estudos realizados por Ghavami (2016) foram analisadas características dimensionais das espécies *Dendrocalamus giganteus*, *Guadua angustifolia* (de duas touceiras diferentes, uma em São Paulo e outra no Jardim Botânico do Rio de Janeiro), *Guadua tagoara*, *Phyllostachys heterocycla pubescens* (Moso) e *Phyllostachys bambusoides* (Matake). Cada espécie apresenta características que seguem um padrão de comportamento semelhante à medida que avançam sua posição no colmo, porém cada espécie apresenta algumas diferenças entre si. Em relação ao comprimento de cada inter-nó, o comprimento é menor mais próximo da base, e atinge seu ponto máximo mais ao centro do colmo, conforme Figura 1. O diâmetro externo apresenta um comportamento de decréscimo quase linear em algumas espécies, conforme Figura 2. Já a espessura da parede (Figura

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

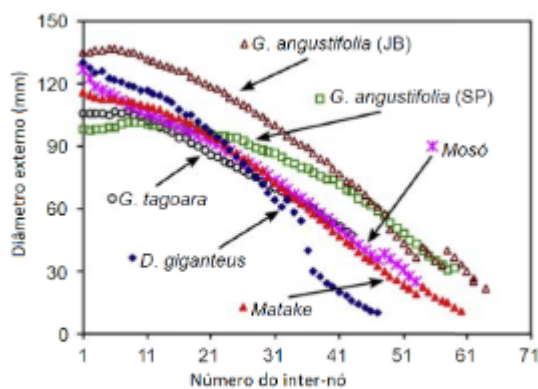
3) apresenta comportamento mais errático, porém a tendência é de decréscimo nesse parâmetro, assim como ocorre no diâmetro externo. Cabe salientar a diferença de comportamento da mesma espécie, *Guadua angustifolia*, que é nativa da floresta Amazônica e foi plantada em regiões distintas (SP e JB-RJ), onde podemos ver características significativamente mais robustas para a amostra colhida no Jardim Botânico. Para as demais espécies não foi indicado o local de origem dos colmos utilizados.

Figura 1 - Comprimento internodal ao longo do colmo do bambu.



Fonte: Ghavami (2016)

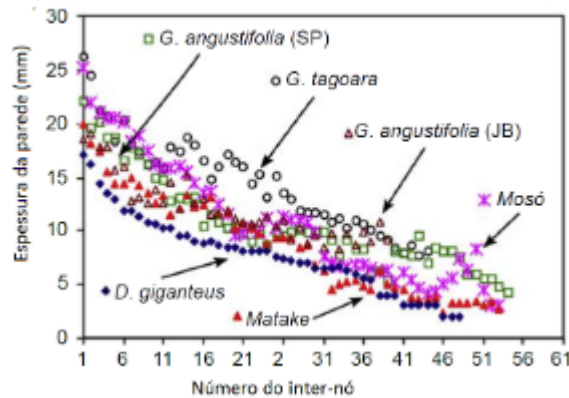
Figura 2 - Diâmetro externo em relação ao número do inter-nó ao longo do colmo do bambu.



Fonte: Ghavami (2016)

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

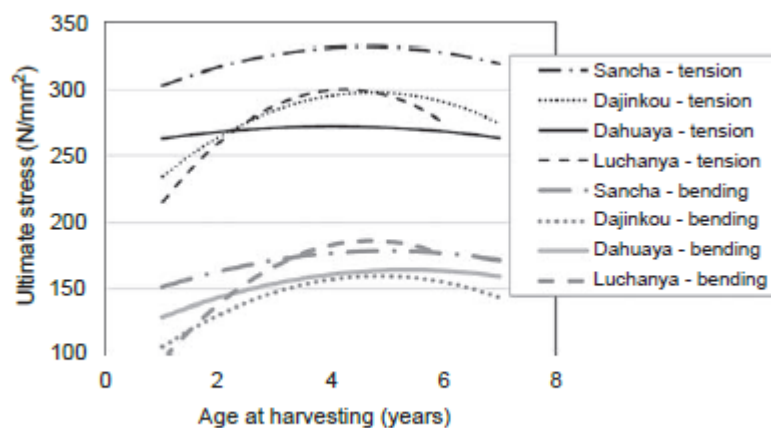
Figura 3 - Espessura da parede em relação ao número do inter-nó ao longo do colmo do bambu.



Fonte: Ghavami (2016)

A idade do colmo também é um aspecto importante a se notar, pois impactará nas suas propriedades físicas e mecânicas. Segundo Lu et al. (1985 apud Trujillo; López, 2016), alguns estudos conduzidos com o colmo em sua forma natural demonstram a evolução das características físicas do bambu nos primeiros anos, até atingir um pico e iniciar o declínio. Como exemplo, temos o teste de stress, conforme Figura 4, e a densidade, conforme Figura 5, conduzidos com a espécie *Phyllostachys glauca* extraídas de quatro diferentes regiões da província de Shandong.

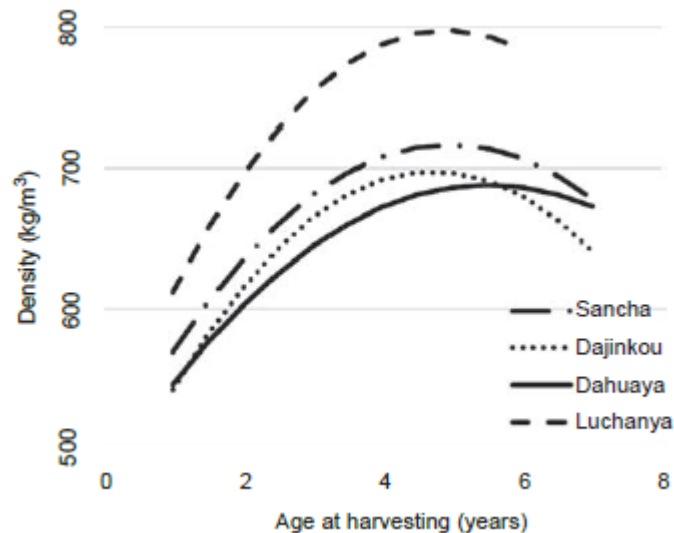
Figura 4 - Efeito da idade de colheita na resistência da espécie *Phyllostachys glauca*



Fonte: Lu et al. (1985 apud Trujillo; López, 2016)

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Figura 5 - Efeito da idade de colheita na densidade da espécie *Phyllostachys glauca*.



Fonte: Lu et al. (1985 apud Trujillo; López, 2016)

Trujillo e López (2016) salientam que, assim como outros materiais usados na construção civil, a densidade do bambu tem boa correlação com sua resistência, principalmente à compressão, flexão e tração. Assim, os estudos conduzidos com bambu precisam levar em consideração a idade do colmo utilizado, pois pode apresentar variações e, para ser utilizado em fins comerciais, é importante encontrar a idade correta onde haverá maior produtividade do bambuzal.

Durante o desenvolvimento da planta, o bambu é um material que sequestra CO₂ da atmosfera. Xiao (2016) salienta que, em estudos conduzidos na China, uma floresta de bambu pode fixar cerca de 46% mais carbono que o pinheiro chinês em sua fase de crescimento rápido, e 33% mais que uma floresta tropical de montanha.

Uma das formas que vêm recebendo maior atenção, dentre os arranjos de bambu processado, é o chamado glubam. De acordo com Xiao (2016), o glubam é formado por arranjos de tiras de bambu que possuem entre 2 e 3 mm de espessura e 20-30 mm de largura, tecidas e coladas. Algumas das aplicações encontradas para o glubam estão na esfera de estruturas para pontes. Na China, algumas pontes para pedestre e de pista simples para veículos até 8 toneladas foram desenvolvidas com base nos estudos de Xiao, apresentando resultados em conformidade com as normas construtivas daquele país.

No Brasil, alguns estudos trazem a união do concreto com o bambu, que é denominada de bambucreto como uma forma de utilização do bambu em substituição ao aço. Conforme Ferreira (2002) o emprego desse material nas construções, se torna viável economicamente comparado com o concreto armado com aço, porém uma das fragilidades do uso deste material é a falta de aderência entre o bambu e o concreto, além da necessidade de mais pesquisas quanto às dimensões dos elementos armados com bambu.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bambu é um material com características bastante distintas, dentre os materiais considerados renováveis, e para tanto é necessário entender suas peculiaridades para extrair suas vantagens corretamente. Por se tratar de material orgânico, estudos devem ser conduzidos levando em conta diversos aspectos, como a idade do colmo na colheita, características geográficas a que a planta está submetida, bem como variabilidade apresentada por diferentes espécies. A viabilidade econômica também é um aspecto importante para consolidação do bambu como material construtivo, para tanto o reconhecimento de que espécies diferentes apresentam produtividade e resistência potencial de acordo com o local em que se pretende implantar um bambuzal também é uma variável que não deve ser negligenciada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderlei M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil: volume 5**. São Paulo: Blucher, 2011. 137 p.
- FERREIRA, Gisleiva C. S. **Vigas de concreto armadas com bambu. 2002**. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- GHAVAMI, Khosrow; BARBOSA, Normando P. **Bambu**. São Paulo. IBRACON, 2010, cap. 50, 31 p.
- GHAVAMI, Khosrow. Introduction to nonconventional materials and an historic retrospective of the field In: SHARMA, B.; HARRIES (org.), K. A. **Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation, Properties, and Applications**. [S. I.]: Editora Elsevier, 2016, cap 2, p. 37-61
- GUINNESS WORLD RECORDS. **Fastest growing plant**. Disponível em: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/fastest-growing-plant>. Acesso em: 25 de junho de 2020.
- GUTIÉRREZ, J.A. **Structural adequacy of traditional bamboo housing in Latin America. Technical Report n. 19**. Pequim: International Network for Bamboo and Rattan, 2000.
- KRAUSE, João Q. **Desenvolvimento de elementos especiais de bambu para treliças espaciais**. 2009. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- TRUJILLO, D.; LÓPEZ, L.F.; Bamboo material characterisation. In: SHARMA, B.; HARRIES (org.), K. A. **Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation, Properties, and Applications**. [S. I.]: Editora Elsevier, 2016, cap 13, p. 365-392
- XIAO, Y. Engineered bamboo. In: SHARMA, B.; HARRIES (org.), K. A. **Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation, Properties, and Applications**. [S. I.]: Editora Elsevier, 2016, cap 15, p. 433-452



Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Parecer CEUA: 23205.004977/2015-90

Parecer CEUA: CAAE: 84431118.2.0000.5350