

JES

12(1)

2017



MASTER EDITORA
Publicações Científicas

Título / Title:	Journal of Exact Sciences
Título abreviado/ Short title:	J. Ex. Sci.
Sigla/ Acronym:	JES
Editora / Publisher:	Master Editora
Periodicidade / Periodicity:	Trimestral / Quarterly
Indexação / Indexed:	Latindex, Google Acadêmico
Início / Start:	Abril, 2014/ April, 2014

Editor-Chefe / Editor-in-Chief:

Prof. Dr. Mário dos Anjos Neto Filho [MS; Dr; PhD]

Conselho Editorial:

Prof. Dr. Vinícius Vaulei Gonçalves Mariucci- FEITEP – Maringá – PR – Brasil

Prof. Dr. João Ricardo Nickenig Vissoci- Duke Global Health Inst - NY - EUA; UNINGÁ – Maringá – PR – Brasil

Prof. Me. Lupércio Cascone- FEITEP – Maringá – PR – Brasil

Prof. Me. Odete Bulla Cascone- FEITEP – Maringá – PR – Brasil

Prof. Dr. Julio Cesar Tocacelli Colella – Maringá – PR- Brasil

O periódico **Journal of Exact Sciences – JES** é uma publicação da **Master Editora** para divulgação de artigos científicos apenas em mídia eletrônica, indexada à base de dados **Latindex** e **Google Escolar**. Todos os artigos publicados foram formalmente autorizados por seus autores e são de sua exclusiva responsabilidade. As opiniões emitidas pelos autores dos artigos publicados não correspondem necessariamente, às opiniões da Master Editora, do periódico **JES** e/ou de seu conselho editorial.

*The **Journal of Exact Sciences - JES** is an editorial product of **Master Publisher** aimed at disseminating scientific articles only in electronic media, indexed in **Latindex** and **Google Scholar** databases. All articles published were formally authorized by the authors and are your sole responsibility. The opinions expressed by the authors of the published articles do not necessarily correspond to the opinions of Master Publisher, the **JES** and/or its editorial board.*



Prezado leitor,

*Temos a imensa satisfação de lançar a décima segunda edição do **Journal of Exact Sciences - JES***

*A **Master Editora** e o periódico **JES** agradecem publicamente aos Autores dos artigos que abrilhantam esta sexta edição pela colaboração e pela confiança depositada neste projeto. O periódico **JES** é um dos primeiros “open access journal” do Brasil, representando a materialização dos elevados ideais da **Master Editora** acerca da divulgação ampla e irrestrita do conhecimento científico produzido pelas diversas áreas das Ciências Exatas.*

Aos autores de artigos científicos que se enquadram em nosso escopo, envie seus manuscritos para análise de nosso conselho editorial!

Nossa décima terceira edição estará disponível a partir do mês de abril de 2017!

Boa leitura!

Mário dos Anjos Neto Filho
Editor-Chefe JES

Dear reader,

*We have the great pleasure to launch the Twelfth Edition of the **Journal of Exact Sciences - JES**.*

*The **Master Publisher** and the **JES** are very grateful to the authors of the articles that brighten this third edition by the trust placed in this project. The **JES** is one of the early open access journal in Brazil, representing the materialization of the lofty ideals of **Master Publisher** about the broad and unrestricted dissemination of scientific knowledge produced by the Exact Sciences.*

*Authors of scientific articles that are interested in the scope of **JES**, send their manuscripts for consideration of our editorial board!*

Our Thirteenth edition will be available in april, 2017!

Happy reading!

Mário dos Anjos Neto Filho
Editor-in-Chief JES

**ESTUDO TÉCNICO E VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO
ELEMENTO ESTRUTURAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

RAISSA DA SILVA **PORTELA**, DALILA LARISSA **MEDEIROS**, JOSÉ EDUARDO **NUNES**,
LINARDY **MOURA** 05

ESTUDO TÉCNICO E VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ELEMENTO ESTRUTURAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TECHNICAL STUDY OF THE VIABILITY OF BAMBOO AS A STRUCTURAL ELEMENT: A REVIEW BIBLIOGRAPHIC

RAISSA DA SILVA PORTELA^{1*}, DALILA LARISSA MEDEIROS², JOSÉ EDUARDO NUNES³, LINARDY MOURA⁴

1. Cursando Engenharia civil no Centro Universitário da Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí (UNINOVAFAPÍ); 2. Cursando Engenharia civil no Centro Universitário da Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí (UNINOVAFAPÍ); 3. Cursando Engenharia civil no Centro Universitário da Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí (UNINOVAFAPÍ); 4. Engenheiro civil, mestre do curso de engenharia civil no centro Universitário da Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí (UNINOVAFAPÍ).

*Rua Jasmin 2200, Horto Florestal, Teresina, Piauí, Brasil. CEP: 64052-490. r.aissaportela@hotmail.com

Recebido em 17/01/2016. Aceito para publicação em 25/03/2017

RESUMO

Nesta pesquisa científica, serão abordadas as espécies de bambu mais utilizadas na construção civil, mostrando as suas características físicas e mecânicas, suas vantagens neste meio de atuação, bem como suas desvantagens e o seu custo-benefício, podendo assim, verificar a viabilidade do material neste campo de atuação. Ao redor do mundo, em países asiáticos, como China, Índia, Japão, o bambu já é uma alternativa de construção já aplicada. Até mesmo em países sul-americanos, com ênfase na Colômbia, isto também já acontece. O bambu, tem características diferenciadas de acordo com a sua espécie. Dependendo deste quesito, o mesmo pode variar, em resistência, flexibilidade, comportamento na presença de água, resistência a agentes agressores, dentre outros. Logo, não são todas as espécies de bambu que atingiriam um desempenho satisfatório quando o mesmo, assume condições estruturais na construção civil. É importante ressaltar, a necessidade que o meio ambiente sofre por medidas sustentáveis de construção, e de uma maior consciência ambiental por parte dos construtores. A engenharia sustentável é uma saída inteligente, para aqueles que visam amenizar os impactos ambientais através da utilização de matérias-primas ecologicamente corretas. Uma vez que adotado este material, deve ter cuidadoso cultivo, e os devidos tratamentos para que o mesmo, não perca suas características responsáveis pela sua viabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia sustentável, bambu, viabilidade.

ABSTRACT

In this scientific research, will be addressed the most used bamboo species in the civil building construction, present their physical attributes, as also their disadvantages in this field and its cost benefit, thereafter verify the material's viability in this field. Around the world, in asian countries, as China, India, Japan, bamboo is already an applied construction alternative. Even in south american countries,

especially in Colombia, it already happens. Bamboo has different physical characteristics according to its species. Depending on this item, it may vary, in resistance, flexibility, behaviour in the presence of water, resistance to aggressive agents, among others. So, not all bamboo species that could achieve a satisfying performance when it assumes structural conditions in building construction. It's important to highlight the need that the environment suffers for renewable standards of construction and for builders is a greater environmental awareness. Sustainable engineering is a smart way out for those who aim to soften the environmental impacts through the use of ecologically correct raw materials. Once adopted this material, it must have a careful cultivation and the right treatments so it can't lose their characteristics responsible for its viability.

KEYWORDS: Sustainable engineering, bamboo, viability.

1. INTRODUÇÃO

Ghavami & Marinho (2001)¹ aborda em seu estudo, o bambu como sendo um material pouco difundido no Brasil, mesmo apresentando condições favoráveis a construção civil, pois suas propriedades se adequam a várias exigências normativas, inclusive estruturais. Também mostra que além de ser muito atraente para a engenharia civil por ser leve, resistente, flexível, ter um fácil manejo, transporte detém de um custo reduzido. Por outro lado, pela ausência de uma normatização específica do material, o seu uso ainda é considerado pouco disseminado. Porém, por conta de suas boas propriedades físicas e mecânicas e por atender as exigências sustentáveis, o mesmo é visto como um material potencialmente vantajoso.

Beraldo & Pereira (2003)² afirmam em seus estudos que é de responsabilidade geral com a preservação do meio ambiente a preocupação com as

gerações futuras, e há extrema necessidades implantações de medidas governamentais para que haja consciência ambiental no planeta. A engenharia sustentável, é uma considerável saída apontada por pesquisadores e construtores que visam amenizar os impactos ambientais através da utilização de matérias-primas ecologicamente corretas, podendo causar reduções tanto no custo da obra, como principalmente, nos resíduos causados pela construção civil

Segundo Oprins (2006)³ em seu estudo, observou que além do bambu ser de caráter renovável, perene e ter um rápido crescimento (atingindo 70% do seu tamanho logo ao primeiro ano), ele ainda é considerado um eficiente sequestrador de carbono atmosférico e algumas espécies chegam a absorver mais de 12 toneladas/hectare de CO₂ que fica retido na planta. O mesmo, ainda é um bom produtor de O₂, gerando uma quantidade equivalente de três árvores, possuindo ainda características físicas e mecânicas que o tornam apto a ser utilizados no desenvolvimento da construção civil.

Segundo Ghavami (1989)⁴, A evolução da construção civil, passa pela criação de outros métodos, processos, sistemas construtivos e aperfeiçoamento dos já existentes. Visto isso, para uma consciente decisão de sistemas e materiais construtivos, faz-se necessário um estudo tecnológico, para verificações de questões como por exemplo, viabilidade, custo e características mecânicas dos materiais, para que com isso, seja possível uma escolha sem danos no orçamento nem para o meio ambiente e que os mesmos sejam compatíveis as exigências do projeto, e para a obtenção destas informações, deverão ser buscados, dados referentes à determinação de suas propriedades em geral, já que os mesmos são de extrema importância para a avaliação da viabilidade e qualidade do material em questão, bem como o seu potencial tecnológico.

Segundo Culzoni (1986)⁵ O material detém de consideráveis características mecânicas, porém, suas qualidades entram em constaste com a pouca mão de obra especializada, e a cultura construtiva dos brasileiros. Por se tratar de um material pouco estudado, a sua vida útil ainda é de caráter duvidosa, o que hipoteticamente explica a escassez do uso, e a utilização mais voltada para o ramo estético, apesar da possibilidade de exercer funções estruturais, barateando os custos e reduzindo os resíduos da construção civil.

A proposta desta pesquisa, é avaliar através de uma revisão bibliográfica a possibilidade da utilização do bambu como elemento estruturante da construção civil, relacionando as suas características físicas e mecânicas com as de outros materiais de construção já difundidos, bem como avaliar a sua relação com o concreto, apresentar o custo-benefício do material, para que ao final deste trabalho, possamos ter conhecimento a respeito das vantagens e desvantagens do seu uso, apontando ou não, a sua viabilidade neste campo de atuação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica em jornais, revistas, revistas eletrônicas, sites específicos, monografias, trabalhos de conclusão de curso, livros, entre outros materiais do gênero. Com esta modalidade de pesquisa ampliou-se as informações sobre o assunto em questão, seguindo as seguintes etapas: definição do tema e objetivos; definição da informação a ser extraída das fontes; seleção dos artigos e apresentação da revisão e dos resultados. A pesquisa bibliográfica, atividade preliminar em qualquer trabalho científico, levanta o conhecimento disponível na área de estudo, possibilitando que o pesquisador possa conhecer as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua colaboração para entender ou explicar seu problema objeto de investigação. Traz entendimentos de diversos autores que abrangem o tema, entendimentos estes extraídos de livros e artigos científicos adquiridos por meio eletrônico e livros didáticos (GIL, 2010)⁶

A pesquisa foi baseada em 10 diferentes artigos relacionados ao tema em questão. Para cada trabalho selecionado, foram extraídas as seguintes variáveis: resistências mecânicas do material (compressão, tração e cisalhamento), vantagens e desvantagens da sua utilização, aplicação na construção civil, melhores espécies a serem utilizadas na engenharia, visando ao final desta pesquisa, identificar a possível viabilidade do material na construção civil, abordando também a necessidade de um desenvolvimento da engenharia sustentável para o planeta.

Para o bambu se consolidar como um material estruturante na construção civil, o mesmo deve deter de características e propriedades que atendem a normatização, e para garantir a sua viabilidade, foi colhido informações na literatura na qual abordam resultados obtidos através de ensaios já realizados.

3. DESENVOLVIMENTO

Segundo Vasconcellos (2000)⁷ Independente do material a ser usado como meio estruturante em uma edificação, o mesmo deve garantir a integridade e estabilidade do conjunto. Um sistema eficiente deve resistir a esforços de compressão, tração e cisalhamento ou a ação combinada dentre elas e aponta como as melhores espécies para serem utilizadas na construção civil : *endrocalamus giganteus* (popularmente conhecido por bambu grande, *dendrocalamus strictus* (bambu maciço, bambu cheio chinês, bambu-de-caniço ou bambu macho), *Guadua angustifolia* (taquaruçu), *Guadua chacoensis*: (utilizado principalmente em obras de casas e galpões).

Uma questão muito importante analisada por Ghavami (1989)⁴ para a verificação da viabilidade foram os estudos das suas resistências mecânicas. Várias são as características do bambu que influenciam em suas propriedades mecânicas. Pode-se citar como principais: idade, tipo de solo, época

da colheita, espécie, presença ou ausência de nós nas amostras realizadas ou tipo de teste realizado

Lopez (1974)⁸ foi um dos pioneiros a realizar pesquisas a respeito da resistência do bambu. Em seu ensaio, o autor utilizou corpos de provas de 30 cm de altura e 3 cm de diâmetro e foi encontrado uma tensão de ruptura de 80 Mpa e um módulo de elasticidade de 20 Gpa. Em conclusão a este ensaio, o autor deduziu que o mesmo poderia ser usado como reforço no concreto em obras secundárias. A curva tensão-deformação no ensaio de compressão se comportou quase que totalmente linear, sendo a resistência a compressão situada entre 20 Mpa a 120 Mpa.

Ghavami & Marinho (2005)¹ também realizaram o mesmo teste para verificação das resistências à tração e foi observado que a resistência a tração obteve um valor médio de 89,96 MPa. Inversamente o que aconteceu nos testes a compressão, as peças sem nós obtiveram valores maiores do que a resistência a tração das peças com os nós, isto se dar por conta da descontinuidade natural das fibras que acontece nos nós, pontos onde ocorreram os rompimentos. Dependendo da espécie o bambu pode atingir resistência a tração de até 370 Mpa, o que acarreta ao bambu grandes viabilidades no meio construtivo, já que ele pode ser um potencial substituto do aço.

Para Beraldo *et al.* (2004)⁹ A relação resistência e massa aparente do bambu é 2,34 vezes maior do que a do aço e em geral, a resistência à tração do bambu, com ou sem nó, situa-se entre 40 MPa e 215 MPa, e seu módulo de elasticidade varia entre 5,5 e 18,0 GPa

O teste também foi realizado anteriormente por Beraldo (2003)², a fim de verificar o comportamento do material quando o mesmo é submetido a esforços cisalhantes, e pode-se considerar a resistência ao cisalhamento do bambu o seu maior ponto fraco, pois são os menores valores encontrados em laboratório a respeito do mesmo. Isso acontece por conta que as suas fibras são unidas entre si somente por colantes naturais. Ghavami (1989)⁴ afirma que estruturalmente falando, as fissuras causadas pela baixa resistência ao cisalhamento do bambu, podem causar problemas sérios na construção desejada, já que as mesmas são muitas vezes responsáveis pela infiltração de água e pelas penetrações de insetos que causam uma redução na vida útil da estrutura. A resistência ao cisalhamento longitudinal às fibras é de, aproximadamente, 15% de sua resistência à compressão, ou seja, em torno de 6 MPa, com variação de 4 MPa a 10MPa.

Para Ghavami & Marinho (2001)¹, As suas vantagens e desvantagens construtivas também apontam muito sobre a viabilidade ou não do bambu. O material detém de vantagens muito atrativas como: Alta resistência a tração e compressão (de acordo com dados verificados através de pesquisas e experimentos práticos, constata-se que o bambu detém de boas características mecânicas), boa flexibilidade (porém, deve-se tomar cuidado com o que diz respeito a flambagem do material, visto que

por ser flexível, deve ter a utilização de travas para evitar deslocamentos laterais), é um material ecologicamente correto, detém de um rápido crescimento e produtividade (o bambu detém de uma enorme produtividade, além de que sua extração não causa danos ambientais nem desmatamentos, já que na extração não são retirados todos os colmos, além de que o material tem um crescimento muito rápido, fazendo assim, com que a sua retirada da natureza não cause impactos ambientais negativos para meio ambiente).

Ghavami & Barbosa (2007)¹⁰, afirmam que é praticamente impossível um material ter apenas impactos positivos em sua utilização, até os já consolidados tem suas restrições e com o bambu não é diferente. O material também conta com algumas limitações, como: necessidade de tratamentos (por ser de origem vegetal, o bambu tem muita facilidade para reter água, gerando problemas, além de que para uma otimização de sua vida útil, é necessário um tratamento especial, além de manutenções durante o seu uso), baixa resistência ao fogo (a anatomia oca do bambu confere a ele um lado negativo do material que é a fácil proliferação das chamas), variação de formas e resistências (Por ser um material extraído diretamente da natureza, pode vir “falho” pelo ponto de vista construtivo, como não vir 100% retilíneo, além de que pode ter grandes variações causadas pelo tipo de solo, clima, teor de umidade, dentre outros fatores que podem vir a intervir em suas características), baixa resistência a forças cortantes (o bambu tem baixa resistência quanto aos esforços ortogonais às fibras, ou seja, quando uma força cortante e aplicada, pode gerar um rompimento do material, tornando o mesmo inviável para atuações que exigem este tipo de solicitação).

4. CONCLUSÕES

Os locais ideais para o cultivo do bambu são os de climas tropicais, o que acarreta ao Brasil a facilidade para a obtenção do material para sua utilização. A troca dos materiais e métodos construtivos já existentes pelo bambu não é solução, tampouco o objetivo desta pesquisa, e sim abrir portas para que hajam estudos a respeito de sua resistência, durabilidade, e patologia para que a partir de novas pesquisas, surjam normatizações para o uso deste material na construção civil.

As boas resistências mecânicas e durabilidade, provam que o bambu pode ser utilizado, inclusive substituir a madeira, além de serem quesitos cruciais para um desempenho favorável na construção civil. O bambu assim como os citados anteriormente, detém de ainda outras vantagens como facilidade de transporte, baixo peso próprio, e facilmente encontrado na natureza. É importante ressaltar que o bambu tem grande produtividade e crescimento rápido, fazendo com que a sua exploração não cause prejuízos ambientais, tornando o material viável em todas as etapas construtivas, tanto no ponto de vista ambiental como em segurança e resistência de uma edificação.

Em qualquer obra, seja qual for o método construtivo, devem haver cuidados. Com o bambu não é diferente. Devem ser tomados alguns cuidados desde a extração do material na natureza até o fim de sua utilização, pois são muitos os fatores que alteram as propriedades do bambu. O material está ficando cada vez mais atrativo para os construtores, principalmente em alguns países da América do Sul, como por exemplo, na Colômbia. Porém, como todo material, o bambu também tem suas restrições, como por exemplo a escassa mão de obra especializada. Além de que o bambu necessita de alguns tratamentos para que o mesmo possa atingir os resultados esperados, aumentando o seu índice de utilização para que haja um maior desenvolvimento da engenharia sustentável e limpa.

REFERÊNCIAS

- [1] Ghavami K., Marinho AB. Determinação das propriedades dos bambus das espécies: Mosó, Matake, Guadua angustifolia, Guadua tigoara e Dencrocalamus giganteus para utilização na engenharia. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2001; 40 p.
- [2] Beraldo AL, Azzini A, Ghavami, K, Pereira AR. Bambu: características e aplicações. In: FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L., pp. 253-319, Editor, Tecnologias e materiais alternativos de construção. Campinas, Unicamp. 2003.
- [3] Oprins JTH, *et al.* Bamboo: A material for Landscape and Garden Design. Birkhauser-publishers for Architecture Basel- Berlin-Boston, 2006
- [4] Ghavami K. Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering. In: Symposium Materials for Low Income Housing, 3, 1989, Mexico City. Symposium...Mexico: CIB/RILEM, 1989; 526-536
- [5] Culzoni RAM. Dissertação Mestrado: Características dos bambus e sua utilização como material alternativo no concreto. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1986.
- [6] Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [7] Vasconcellos RM.; Bambu Brasileiro. Rio de Janeiro, julho de 2000 – Conteúdo disponível em www.bambubrasileiro.com. Acessado entre junho de 2011 a janeiro de 2013. (Conteúdo desenvolvido: Raphael Moras de Vasconcellos - Rio de Janeiro, 2000).
- [8] Lopez O. Bambú – su cultivo y aplicaciones em: fabricación de papel, construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía. EstudiosTécnicos Colombianos Ltda., Colombia, 1974, 318p.
- [9] Beraldo AL, Azzini A, Ghavami, K, Pereira AR. Bambu: características e aplicações. In: FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L., pp. 253-319, Editor, Tecnologias e materiais alternativos de construção. Campinas, Unicamp. 2003.
- [10] Ghavami K, Barbosa NP. Bambu. In: Isaia GC. (Org./Ed.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2007; 1559-1589.