



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

EIXO TEMÁTICO:

- () Arborização e Florestas Urbanas
- () APP Urbana
- () Arquitetura da Paisagem
- () Infraestrutura Verde
- () Jardins, Praças e Parques
- (x) Tecnologia e Bioconstrução
- () Urbanismo Ecológico

Bambu como matéria-prima para construções sustentáveis.

Bamboo of raw material for sustainable buildings.

Bambú como materia prima para edificios sostenibles.

Ronaldo Massaharu Tatibana

Acadêmico de Engenharia Civil, UNIP, Araçatuba/SP, Brasil
ronaldo.tatibana@live.com

Marcel Pereira dos Reis

Prof. especialista, UNIP, Araçatuba/SP, Brasil
reis.marcel@gmail.com

Gislaine Bianchi

Prof. especialista, UNIP, Araçatuba/SP, Brasil
gbianchi.arq@gmail.com



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

1- INTRODUÇÃO

A falta de informação por grande parte dos brasileiros consolidou o uso de materiais convencionais não sustentáveis como o aço, o cimento e a alvenaria na maioria das obras urbanas.

Por motivos culturais, a população brasileira ainda discrimina obras não realizadas em alvenaria e concreto. Desde a época da escravidão, herda-se o pensamento de que obras feitas em madeira eram destinadas e realizadas pelas classes mais baixas. (FIDEL, ARAUJO & FRANCO (2011).

A busca pela sustentabilidade nas construções convoca o bambu como sendo uma das novas matérias-primas pela facilidade do manejo e versatilidade na utilização. Desta forma, além do Decreto nº 6.660 de 21/09/2008, as novas leis socioambientais que regularizam a emissão e produção de agentes poluidores, dão nova direção ao futuro das novas construções.

Estudos demonstram que o bambu pode estar substituindo o uso do aço que é utilizado no concreto armado, diminuindo a demanda do mesmo. Essa diminuição influencia nos processos de obtenção, que se utiliza, em sua grande parte, de recursos naturais não-renováveis como o minério de ferro, bem como o consumo de energia de natureza fóssil (carvão), tendo como consequência a diminuição da emissão de dióxido de carbono, agente causador do efeito estufa. (GHAVAMI & MARINHO (2004).

Esta pesquisa tem o intuito de incentivar o uso do bambu como material estrutural na construção civil, visando apresentar aos seus leitores, o manejo e os processos de tratamento corretos do bambu para que possa um dia substituir o aço do concreto armado.

2- OBJETIVO

O presente resumo expandido tem por escopo apresentar dados fiáveis acerca do manejo correto do bambu, para que sejam preservadas as altas resistências físico-mecânicas dos colmos, de modo a estimular a sua utilização em larga escala na construção civil como matéria-prima renovável para a produção do Bambucreto¹. Logrando-se secundariamente aos tratamentos corretos.

3- METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desse trabalho foram, pesquisas realizadas em bibliografias existentes através de livros e artigos que permitiram o conhecimento de materiais, técnicas e conceitos relevantes para a elaboração de um estudo que demonstrasse o correto manejo e tratamento do bambu, para a utilização na construção civil. Também foram extraídas experiências do curso de manejo de bambu realizado na UNESP de Bauru em 2016,

¹ Concreto armado por fibras de bambu em substituição ao aço.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

ministrado pelo Designer Gabriel Fernandes dos Santos e o Artesão José Maria Rodrigues sendo orientados pelo Professor Adjunto Marco Antônio dos Reis Pereira, autor do livro “Bambu de Corpo e Alma” juntamente com o Professor Titular Aposentado Antônio Ludovico Beraldo.

4- O BAMBU

O bambu, planta lenhosa, monocotiledônea é constituída basicamente por colmo, rizoma e um sistema radicular fasciculado. Grande parte das utilizações atribuídas hoje ao aço eram antes desempenhadas pelo bambu, devido suas fibras serem longas e dispostas paralelamente na direção longitudinal do colmo, fornece uma alta resistência físico-mecânica aos esforços de tração, compressão, flexão e torção. (FERREIRA, GISLEIVA (2002))

Por ser um material natural, é normal que se obtenham variações nas propriedades de resistência entre as espécies e até mesmo dentro das mesmas. Isso pode ocorrer dependendo da amostra e da sua localização no colmo, sendo que a parte central do colmo é melhor devido a uniformidade das dimensões do diâmetro e comprimento entre os nós A resistência é máxima quando o bambu está completamente maduro, mas as várias espécies alcançam maturidade em diferentes idades. Assim, somente bambus maduros devem ser usados como reforço em peças de concreto. (FERREIRA, GISLEIVA (2002))

De acordo com estudos realizados por GHAVAMI,1992, é comprovado que a relação entre resistência à tração e o peso específico do bambu, é mais vantajosa para a construção quando comparada ao aço CA-50, ao alumínio e ao ferro fundido.

Tabela 1: Relação entre resistência à tração e peso específico.

Material	Res. Tração σ_t (N/mm ²)	Peso específico γ (N/mm ³ .10 ⁻²)	$R = \sigma_t / \gamma \cdot 10^2$	$R/R_{aço=1,00}$
Aço (CA 50 A)	500	7,83	0,63	1,00
Bambu	140	0,80	1,75	2,77
Alumínio	304	2,70	1,13	1,79
Ferro fundido	281	7,20	0,39	0,62

Fonte: Vigas de Concreto Armado – FERREIRA, GISLEIVA – PG 13 – 2002

Em pesquisas realizadas pela PUC-RIO, também gerenciadas por GHAVAMI, 1994 foram obtidos valores de resistência diferentes, entre as regiões de nó e entrenó do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*. Além disso, foi constatado, nesta espécie, um crescimento de até 32 cm por dia, atingindo a altura máxima de 21 metros no período de 2 meses após a brotação. Sendo que, após o período de 3 a 5 anos, já se encontra apto para ser utilizado na construção civil.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

GHAVAMI (1994) obteve os valores apresentados nas tabelas 2 e 3 para as características físicas e mecânicas do *D. giganteus*:

Tabela 2: Características físicas do *D. giganteus*. (GHAVAMI (1994))

Umidade natural (%)	Comprimento (m)	Distância entre nós (m)	Diâmetro (m)	Espessura (mm)	Peso específico (kN/m ³)
17,60	21,00	0,50	0,10	11,00	9,00

Fonte: Vigas de Concreto Armado – FERREIRA, GISLEIVA – PG 14 – 2002

Tabela 3: Características mecânicas do *D. giganteus*.

	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à tração (MPa)
Zona do entrenó	80	150
Zona do nó	39	119
Módulo de elasticidade	4020	14500

Fonte: Vigas de Concreto Armado – FERREIRA, GISLEIVA – PG 15 – 2002

Dentro da construção, podemos destacar as seguintes aplicações do bambu como material de construção (FREIRE, WESLEY JORGE): Para a obtenção de esteiras; como fôrmas de lajes; para o erguimento de andaimes provisórios; como elemento de reforço no concreto; para a construção de telhados; na construção de cúpulas, pórticos e arcadas; para a obtenção de materiais de construção; na construção de pontes pênses e rígidas.

a. Vantagens:

- As características físicas do bambu permitem seu emprego em todo tipo de estrutura, desde cabos para pontes pênses e estruturas rígidas até as modernas estruturas geodésicas e laminadas;
- Sua forma circular e sua seção em geral oca o tornam um material leve, de fácil transporte e armazenamento, permitindo a construção rápida de estruturas temporárias ou permanentes;
- Em cada um dos nós do bambu existe um tabique ou parede transversal que, além de torná-lo mais rígido e elástico, evita sua ruptura ao curvar-se; por esse motivo, o bambu é um material muito apropriado para construções resistentes a abalos sísmicos;
- O bambu pode ser empregado em combinação com qualquer tipo de material de construção;
- O bambu continua sendo um dos materiais de construção de mais baixo preço.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

b. Desvantagens:

- O bambu, em contato permanente com a umidade do solo, apodrece e é atacado por térmitas e outros insetos;
- O bambu é um material altamente inflamável quando seco; por isso deve ser recoberto com uma substância ou material à prova de fogo;
- O bambu não tem um diâmetro igual em todo o seu comprimento; tampouco é constante a espessura da parede, o que algumas vezes resulta em dificuldades na construção;

Entretanto, muitas das desvantagens presentes no bambu podem ser superadas com a aplicação de preservativos apropriados, com um bom projeto estrutural e a adoção de procedimentos adequados para a preparação e aplicação dos produtos químicos utilizados nos tratamentos preservativos.

Para CAEIRO, 2010, as espécies mais significativas para a construção civil são: *B. balcoa* e *D. balcooa*, *B. bambos* b. *A. e b.spinosa*, *G. Angustifolia*, *G. Aculeata*, *B. Vulgaris*, *B. Polymorpha*, *B. Tulda*, *D. strictus*, *G. Apus*, *G. Levis*, *P. Pubescens*.

A espécie de *Guadua Angustifolia* é indicada mais comumente para a produção do Bambucreto no Brasil, esta espécie é definida por CAEIRO, p 19, 2010 como:

Guadua Angustifolia: este bambu é uma espécie originária da América do Sul e Central. Caracteriza-se por ter uma capacidade de regeneração forte e alterar o seu estado de maturidade em períodos muito curtos. O tempo que permanece em maturidade chama-se tempo de passagem, o que implica em ser cortado antes que envelheça e comece a perder qualidades mecânicas. (...) Amplamente usado em construção de casas e infraestruturas, reforço de paredes de terra e concreto. Utensílios variados.

5- O MANEJO CORRETO DOS COLMOS

As resistências físico-mecânicas ideais são obtidas quando a vara atinge idade entre 3 a 7 anos, podendo haver pequenas variações entre espécies. Neste período os processos de lignificação² e a sílica exterior atingem o seu ápice.

A altura do corte deve acontecer o mais próximo possível do solo, de preferência, sendo rente ao primeiro nó, evitando-se a formação de “copinhos” que possam acumular água e contaminar o rizoma, comprometendo o desenvolvimento da planta.

O corte deve ser feito, preferencialmente, nos meses em que a umidade do ar é baixa, afim de se evitar rachaduras nos colmos.

²processo que torna a gramínea com aspecto lenhoso



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

As touceiras de bambu, geralmente, apresentam-se de forma circular contendo os colmos maduros no centro. Porém, para que a identificação do bambu seja mais precisa, é necessário que se identifiquem alguns pontos visuais nos colmos. Os bambus mais jovens apresentam folhas caulinares e uma espécie de manta branca em sua superfície (cera), por sua vez, os colmos mais antigos apresentam líquens em sua superfície e uma coloração mais escura.

A época de corte e a idade do colmo definirão a sua durabilidade, ou seja, a sua resistência quanto ao ataque dos insetos e fungos. Pode-se considerar que o corte é o primeiro tratamento do bambu, entretanto, dependendo do uso final, outros tratamentos se farão necessários.

Segundo cartilha proposta e elaborada pela arquiteta Sumara Lisbôa, publicada pela BambuSC (Associação Catarinense do Bambu). A época de corte ideal é a pós-brotação, pois os indivíduos mais jovens do bambuzal já completaram seu crescimento em altura e por isso concentram em si grande parte dos nutrientes. Este crescimento se dá em torno de 3 a 4 meses a partir do surgimento do broto. Após 6 meses os brotos já atingem suas alturas e espessuras máximas e começam a ramificar e realizar fotossíntese passando, então, a integrar a família e alimentar os próximos brotos.

A colheita é realizada, preferencialmente, no inverno quando as plantas têm índices mais baixos de absorção solar e por isso acumulam menos seiva, evitando-se os períodos de chuvas. O bambu é formado essencialmente por feixes de fibras longitudinais unidas fortemente por uma substância aglutinante. Considera-se o bambu um material ortotrópico (GHAVAMI, 2001). Entre as características físicas que são necessárias para caracterizar o bambu destacam-se o teor de umidade, a densidade e o peso específico, parâmetros que influenciam a resistência do bambu (HIDALGO, 2003).

O teor de umidade do bambu natural varia de 13% a 20%, dependendo do clima e da umidade local. É um material higroscópico, dilatando-se com o aumento de umidade e contraindo-se com a perda de água. O teor de umidade adequado para ser usado no bambu é em torno de 12% a 15% (GHAVAMI, 2001).

Uma vez cortado, o bambu deve ser submetido imediatamente a um tratamento de cura e secagem para evitar que insetos xilófagos construam grandes galerias em sua parede. A secagem também não pode ser muito abrupta, quando o bambu seca ocorre contração e seu diâmetro se reduz, acarretando algumas patologias na construção, particularmente quando empregado como reforço no concreto.

6- TRATAMENTOS DO BAMBU

A durabilidade natural do bambu é relativamente pequena quando comparada a outros materiais. Sem um tratamento apropriado o bambu terá vida útil de 4 a 7 anos, podendo atingir até 12 anos em condições climáticas perfeitas.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

6.1- OS PROCESSOS DE TRATAMENTO TRADICIONAIS OU NATURAIS

O bambu, por ser rico em amido (carboidrato constituído, principalmente, por glicose), torna-se muito atrativo para insetos xilófagos como as “brocas” e alguns tipos de fungos. Para que não seja atacado por estes tipos de insetos, faz-se necessário a utilização de métodos que diminuam ou eliminem o amido presente nos colmos.

A camada protetora externa e os vasos, que cobrem uma pequena superfície de aproximadamente 10% da seção transversal do colmo, tornam os tratamentos um pouco difíceis. Porém, alguns métodos são capazes de ultrapassar essas dificuldades.

Os métodos de tratamento naturais utilizam-se de substâncias encontradas na natureza, datam de vários anos atrás e eram utilizados onde o bambu crescia naturalmente, sendo passados de geração a geração. Segundo ALEX, p 02, 2014:

- Fumigação: baseia-se no tratamento do colmo de bambu com fumaça. Os agentes tóxicos da fumaça e o calor penetram no colmo destruindo o amido e tornando-o não atrativo a insetos, além de formar uma camada protetora escurecida através da carbonatação superficial;
- Imersão em água: armazena-se o bambu recém-cortado em tanques de água ou em água corrente durante cerca de 3 a 4 semanas para a lixiviação do amido, já que é uma substância solúvel em água. Faz-se necessário a troca constante da água para evitar a contaminação. Os colmos de bambu tendem a flutuar quando colocados na água, por essa razão devem ser colocados pesos sobre os colmos para fixa-los no fundo dos tanques.

6.2- OS PROCESSOS DE TRATAMENTO QUÍMICOS

Como os métodos de tratamento naturais muitas vezes acabavam perdendo a eficácia com o passar do tempo, foi necessário a inclusão de agentes químicos no processo para que se obtivesse a garantia de que os bambus utilizados não sofram rapidamente com as intempéries. Alguns métodos de tratamentos químicos podem ser efetuados utilizando um processo básico de substituição de seiva ou de difusão, sendo os métodos de imersão prolongada e o de Boucherie modificado, exemplos destes processos. Para o tratamento químico recomenda-se o uso de uma solução de 1% de concentração, preparada com sulfato de cobre, dicromato de sódio e ácido bórico. (TIBURTINO, PAES, BERALDO, ARANTES & BROCCO (2015)).

No método de Boucherie modificado, o agente preservativo é passado sob pressão por meio dos vasos, até que saia na outra extremidade do colmo. Essa prática deve ser aplicada apenas ao bambu recém-cortado, dentro de 24 horas após a colheita (JANSSEN (2000)).



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

Figura 7: Preparo dos colmos para o método de Boucherie modificado.



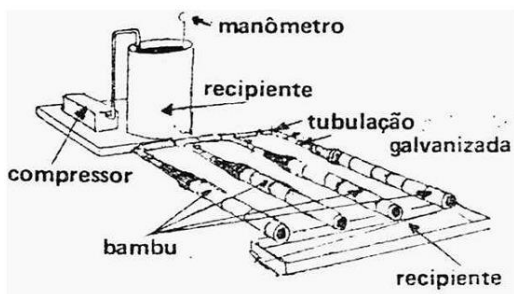
Fonte: Autoria Própria, 2016.

Figura 8: Adição de pressão na solução preservativa do processo de Boucherie modificado.



Fonte: Autoria Própria, 2016.

Figura 9: Esquema ilustrativo do método de Boucherie Modificado.



Fonte: Hildago Lopez (2003)

Figura 10: Agente preservativo passado sob pressão por meio dos vasos condutores.



Fonte: CAEIRO (2010)

7- O BAMBUCRETO

Devido a pequena quantidade de estudos experimentais executados até o momento, não se tem conhecimentos suficientes do comportamento das vigas de concreto armadas com bambu em relação aos estados limites. Desta forma, tomam-se imprescindíveis estudos experimentais de modelos, para se definir parâmetros que forneçam subsídios que possibilitem garantir segurança frente aos estados limites.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido

A utilização do bambu tem como principal obstáculo a pouca aderência que este desenvolve com o concreto. Devido a sua alta resistência a tração, GHAVAMI (1995) recomendou o uso do bambu como um material alternativo, substituindo o aço, como reforço em peças de concreto. Para o autor, as melhores espécies para este fim são *B. vulgaris* e *D. giganteus*, respectivamente, com 170 MPa e 135 MPa de resistência a tração.

8- CONCLUSÃO

Utilizando-se de coeficientes de segurança mais conservadores do que os estipulados pela NBR referente ao concreto armado, pode-se dizer que a viabilidade de uso ou até mesmo a substituição do aço no reforço de peças de concreto, torna-se algo possível. Sendo assim, estudos relacionados ao tema tornam-se cada dia mais presentes. As altas resistências físico-mecânicas, impacto ambiental praticamente nulo, tempo de crescimento extremamente curto, alta taxa de produção por metro quadrado, dentre inúmeras outras qualidades, tornam o cultivo e utilização do bambu um ótimo investimento.

Quando tratado e aplicado de maneira correta, pode-se atingir facilmente o mesmo tempo de utilização dos materiais convencionais como o concreto armado. Além disso, a relação resistência por peso, mostra-se inúmeras vezes mais vantajosa quando colocada em comparação aos materiais convencionais de construção.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GHAVAMI, K. e MARINHO, A., **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua Angustifolia***. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande/PB, 2005.
- SILVA, O. F., **Estudo sobre a substituição do aço liso pelo *Bambusa Vulgaris*, como reforço em vigas de concreto, para o uso em construções rurais**. Maceió/AL, 2007.
- CAEIRO, J. G. B. M., **Construção em bambu**. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitetura, Lisboa, 2010.
- NACCACHE, A. A. C., **Tratamentos do bambu como reforço em concreto**. Gráfica da PUC-Rio.
- GHAVAMI, K., **O bambu, forte como o aço**. DC Tecnologia, p. 24-26, Março, 1992.
- GHAVAMI, K., **Ultimate load behaviour of bamboo - reinforced lightweight concrete beams**, Cement and concrete composites, London. 1995.
- GHAVAMI, K.; SOUZA, M.V. de. **Propriedades mecânicas do bambu**. Rio de Janeiro: Relatório Interno apresentado ao PIBIC, PUC Rio. Ago., 2000.
- JANSSEN, J.J.A. **Building with Bamboo**. London, UK. Intermediate Technology Publications, 65p. 1995.
- FREIRE, W. J., **Materiais alternativos de Construção**. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola. Data de postagem não divulgada.
- AZZINI, A. E BERALDO, A., **Métodos práticos para a utilização do bambu**. Gráfica da UNICAMP, Campinas/SP, 2001.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido
