

A Utilização do Bambu Como Material Alternativo na Construção Civil

Samuel Gil Costa Levino

Orientador: Prof. Me. Fabiano Medeiros da Costa

RESUMO

A cada dia surgem novos elementos e métodos construtivos. Alguns deles são mais utilizados, como o concreto, o aço e a madeira. Entretanto, há a busca por materiais que possam diminuir o gasto energético e a degradação ambiental resultante da extração dos elementos tradicionais, surgindo assim um pensamento sustentável e que se preocupa com o futuro da construção civil. O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a viabilidade da utilização do bambu como material de construção alternativo sendo complemento do sistema construtivo tradicional, com foco na questão ambiental, visando ainda seu custo-benefício. O bambu possui propriedades mecânicas e resistência a esforços semelhantes às do concreto e do aço, apresentando-se um excelente material alternativo. Pode ser caracterizado como material renovável por atingir em tempo reduzido idades ideais de corte e necessitar de pequenas áreas de plantio. O uso de técnicas construtivas facilita a execução das obras, além de aumentar a vida útil das estruturas constituídas desse material. Este trabalho foi realizado com base na pesquisa bibliográfica de artigos, dissertações e uma tese, organizados conforme a relevância para o tema. Os principais autores contribuintes foram Marçal (2008), Ferreira (2007), Júnior (2001), Barros (2004) e Torgal (2007). Os resultados evidenciaram as semelhanças das propriedades mecânicas do bambu com as do concreto e do aço, destacando construções executadas majoritariamente em bambu. É possível perceber a presença desses materiais (concreto e aço), visto que ainda são componentes importantes para a construção civil. Com isso, conclui-se que o bambu é de fato viável para a construção civil. Os objetivos foram alcançados através da análise dos gráficos e tabelas relacionadas aos esforços solicitantes do bambu e sua redução do custo final das obras por se tratar de um material renovável.

Palavras-chave: bambu, material alternativo, sustentabilidade.

ABSTRACT

Every day new elements and constructive methods emerge. Some of them are more commonly used, such as concrete, steel and wood. However, there is a search for materials that can reduce energy expenditure and environmental degradation resulting from the extraction of traditional elements, thus creating a sustainable thinking that is concerned with the future of civil construction. The present work aims to demonstrate the feasibility of the use of bamboo as an alternative construction material, complementing the traditional construction system, focusing on the environmental issue, aiming at its cost-benefit. The bamboo has mechanical properties and resistance to stresses similar to those of concrete and steel, presenting an excellent alternative material. It can be characterized as a renewable material because it achieves in a short time ideal cutting ages and requires small areas of planting. The use of constructive techniques facilitates the execution of the works, besides increasing the useful life of the structures constituted of this material. This work was based on the bibliographical research of articles, dissertations and a thesis, organized according to the relevance to the theme. The main contributors were Marçal (2008), Ferreira (2007), Júnior (2001), Barros (2004) and Torgal (2007). The results showed the similarities of the mechanical properties of the bamboo with those of the concrete and the steel, emphasizing constructions executed mainly in bamboo. It is possible to perceive the presence of these materials (concrete and steel), since they are still important components for the civil construction. With this, it is concluded that bamboo is indeed viable for civil construction. The objectives were achieved by analyzing the charts and tables related to the requesting efforts of bamboo and its reduction of the final cost of the works because it is a renewable material.

Keywords: bamboo, alternative material, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Bambu é o nome dado às plantas da subfamília *Bambusoideae*, da família das gramíneas (*Poaceae* ou *Gramineae*). Essa subfamília se subdivide em duas tribos, a *Bambuseae* (os bambus chamados de lenhosos) e a *Olyrae* (os bambus chamados herbáceos).

É possível também produzir a partir desta gramínea a fibra de bambu. Uma matéria vegetal assim como o algodão ou o linho, o bambu tem em seu favor alguns trunfos suplementares. A sua fibra, extraída de uma pasta celulósica, se caracteriza pela sua característica homogênea e pesada (ela não amassa) e seu aspecto suave e reluzente, parecidos com os da seda. Sobretudo, ela possui virtudes respiratórias, antibacterianas. O bambu possui “caules” lenhificados utilizados na fabricação de diversos objetos como instrumentos musicais, móveis, cestos e até na construção civil, onde é utilizado em construções de edifícios a prova de terremotos (MARÇAL, 2008, pg. 5)

É possível perceber que ainda hoje a construção civil passa por um momento de transição. Segundo Marçal (2008), as técnicas construtivas e as recuperações de patologias são cada vez mais demandadas e a cada dia surgem novos elementos construtivos para suprir a necessidade dos proprietários das obras e profissionais responsáveis. O que vale na hora de escolher o material de construção é a sensação externa de segurança, sua durabilidade e resistência, como por exemplo: o concreto e sua alta resistência à compressão, o aço e sua resistência à tração, a madeira por ser um elemento construtivo natural e também bastante resistente quanto a esforços solicitantes em uma estrutura. A extração desses elementos afeta de forma preocupante o local de exploração (meio ambiente), fazendo com que a parte da população mundial passe a se interessar por recursos renováveis (materiais alternativos).

Torna-se evidente que os materiais ecológicos satisfazem alguns requerimentos fundamentais, tais como: minimização do consumo de energia, conservação dos recursos naturais, redução da poluição e manutenção de um ambiente saudável (GHAVAMI, 2001). Material como o bambu não é poluente, não requer grande consumo de energia e oxigênio em seu processo de preparo; sua fonte é renovável e de baixo custo (RIPPER, 1994).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é demonstrar a viabilidade da utilização do bambu como material de construção alternativo sendo complemento do sistema construtivo tradicional, com foco na questão ambiental, visando ainda o seu custo-benefício.

1.1.2 Objetivos específicos

- Discorrer sobre a utilização do bambu na construção civil;
- Expor as vantagens de se utilizar uma fonte renovável;

1.2 JUSTIFICATIVA

O bambu possui características semelhantes às do concreto e aço quanto a esforços solicitantes. Além disso, por ser um elemento renovável, o bambu gera um impacto positivo no meio ambiente. A utilização do bambu no meio da construção civil tem como vantagem a sua facilidade no manuseio.

Assim como a durabilidade, as propriedades mecânicas do bambu também são influenciadas pela espécie, idade de corte, teores de água e umidade na composição, entre outros. As resistências variam em função do sentido das fibras, da localização dos nós e do posicionamento vertical, sendo este último comumente avaliado em três partes: basal, intermediário e topo (BARROS, 2004, pg. 7).

Segundo Barros (2004), o bambu é a gramínea contemplada como agente de alta capacidade na redução de dióxido de carbono na atmosfera, sendo o maior consumidor de gás carbônico do reino vegetal.

O que diferencia o bambu, de imediato, de outros materiais vegetais estruturais é a sua alta produtividade. Dois anos e meio após ter brotado do solo, o bambu possui resistência mecânica estrutural elevada, não havendo, portanto, nesse aspecto, nenhum concorrente no reino vegetal. Somam-se as características favoráveis uma forma tubular acabada, estruturalmente estável, uma baixa massa específica, uma geometria circular oca, otimizada em termos da razão resistência / massa do material. (MARÇAL, 2008, pg. 9)

O bambu reduz de forma significativa o valor final das obras, além de facilitar a implantação de construções rurais já que este pode ser plantado, colhido e tratado pela própria pessoa que o cultiva. Segundo Marçal (2008), devido ao seu baixo peso próprio, facilidade de transporte, fácil manuseio por parte da mão de obra no local da construção e extrema beleza arquitetônica, o bambu já é utilizado em estruturas por todo o mundo. Ainda segundo o autor, o uso do bambu na construção civil requer mão de obra especializada, apesar de o sistema construtivo ser bastante simples.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O bambu vem sendo cada vez mais utilizado como material alternativo na construção civil, mas sem substituir completamente o concreto, já que há grande diferença na sua forma de manipulação e atribuições.

Além de ser um material de baixo impacto ambiental, é um material com baixo custo e fácil de ser obtido e isso ajuda em casos de pessoas com menor poder aquisitivo.

A seguir serão apresentados os principais tipos de bambu utilizados na construção civil e suas características.

2.1 PRINCIPAIS TIPOS DE BAMBU

“Existem cerca de 1100 espécies de bambu espalhadas pelo mundo e as mais adequadas entre essas seriam as que possuem grande resistência mecânica e baixa susceptibilidade às pragas que enfraquecem o material.” (BARROS, 2004, pg. 2).

Assim, serão abordados os tipos de bambu mais proveitosos no campo da engenharia e encontrados facilmente no Brasil, como é o caso do *Dendrocalamus giganteus*, *Guadua angustifolia*, *Bambusa vulgaris* e *Phyllostachis áurea* (SANTOS, 2004, pg. 2).

Segundo Ghavami (1996), as espécies *Dendrocalamus giganteus* e *Guadua angustifolia*, respectivamente, podem ser empregadas como elemento estrutural em substituição ao aço em lajes e vigas de concreto e utilizadas como viga, pilar, componentes da coberta e painéis divisórios.

2.2 CARACTERÍSTICAS QUANTO A ESFORÇOS

As características mecânicas do bambu são decorrentes de alguns fatores como: espécie, idade, tipo de solo, clima, teor de umidade, presença de nós e o tipo de teste realizado.

O ótimo desempenho estrutural dos bambus quanto à compressão, torção, flexão e, sobretudo quanto à tração é conferido pela sua volumetria tubular e pelos arranjos longitudinais de suas fibras que formam feixes de micro tubos (GHAVAMI, 1989). Além disso, o bambu usado em estruturas pode absorver alta energia e é muito seguro quando usado em zonas sujeitas a abalos sísmicos (JANSSEN, apud SCHNIEWIND, 1989).

Lopez (1974) et al, destacou a importância de haver uma normatização nos ensaios de bambus pois a maior dificuldade do estudo das características mecânicas do bambu refere-se à sua forma geométrica peculiar.

Segundo Liese (1987) a resistência à compressão e à tração do bambu são maiores durante seis anos, enquanto que amostras com idade superior a oito anos apresentam uma resistência mais elevada à flexão.

Segundo Ghavami & Marinho (2002), a resistência do bambu à compressão é 30% menor que a resistência à tração, encontrando-se entre 20 MPa e 120 MPa nos ensaios de compressão normal às fibras. A disposição das fibras do bambu é orientada no sentido paralelo ao eixo do colmo, por isso, a resistência à tração longitudinal às fibras é bastante alta. De acordo com Ghavami & Marinho (2002), esse valor está compreendido entre 40 MPa e 215 MPa, a depender da espécie.

2.2.1 COMPRESSÃO

Datta, apud Lopez (1974), foi um dos primeiros a estudar a resistência do bambu. Para corpos-de-prova de 30 cm de altura e 3 cm de diâmetro, o autor encontrou uma tensão de ruptura de 80 MPa e um módulo de elasticidade em torno de 20 GPa; significa dizer que o bambu pode reforçar adequadamente o concreto em obras secundárias. Beraldo (1987) estudou o comportamento em compressão de algumas espécies de bambus, como: *Phyllostachys sp* e *Dendrocalamus giganteus*. Para *Phyllostachys sp* de diâmetro externo 43 mm e diâmetro interno igual a 34 mm, o autor obteve uma resistência à compressão de 55 Mpa; corpos-de prova paralelepípedicos de *Dendrocalamus giganteus* apresentaram 93 Mpa. De acordo com Janssen, apud Schniewind (1989), o bambu, a exemplo da madeira, apresentou uma dependência estreita entre propriedades mecânicas e massa específica.

2.2.2 TRAÇÃO

Teoricamente, a resistência de tecidos da região externa do bambu, submetido à tração paralela, pode atingir valores da ordem de 260 MPa (ONU, 1972). A resistência à tração é de 2,5 a 3,5 vezes aquela obtida em ensaios de compressão (SCHNIEWIND, 1989). A resistência à tração do bambu é elevada e, em algumas espécies, pode atingir até 370 MPa. Isso torna atrativo o uso do bambu como um substituto para o aço, especialmente quando for considerada a razão entre sua resistência à tração e sua massa específica.

Segundo Marçal (2008), a montagem de um ensaio de tração do bambu é uma operação particularmente delicada. Ainda segundo o autor, a simples pressão das garras da máquina de ensaio pode provocar a ruptura dos corpos-de-prova por compressão transversal.

Para que os ensaios sejam realizados em condições satisfatórias, torna-se indispensável, de um lado, utilizar corpos-de-prova proveniente da região central do colmo (e usinados, como no caso da madeira), e, por outro lado, proteger a ação perturbadora das garras da máquina de ensaio pela colocação de proteções de borracha, resinas ou placas de alumínio visando, igualmente, eliminar o escorregamento. (GHAVAMI, 1988)

Segundo Ghavami e Hombeck (1981), a resistência do bambu à tração não depende da região do colmo onde foi efetuada a amostragem, entretanto, ela pode ser reduzida consideravelmente pela presença de nós (LOPEZ, 1974).

Na região do colmo onde os nós se encontram presentes, ocorre uma concentração de tensões durante os ensaios, pois os feixes de fibras, ao sofrerem um desvio lateral, ocasionam pontos de menor resistência. Teoricamente, os corpos-de-prova que apresentarem nós na região central tenderão a apresentar resultados inferiores à média da espécie. (MARÇAL, 2008, pg. 18)

2.2.3 FLEXÃO

“O comportamento à flexão do bambu, como um todo ou de seus segmentos, é muito importante na análise estrutural e vários trabalhos experimentais estão sendo desenvolvidos para estabelecer esse tipo de resistência.” (MARÇAL, 2008, pg. 19). Ainda segundo Marçal (2008), a maior concentração de feixes de fibras na casca indica, provavelmente, que o corpo-de-prova apresentará maior resistência se a camada externa estiver abaixo da linha neutra, na região onde o corpo-de-prova se encontra submetido à tração. Pôde ser observado também o efeito da baixa resistência das camadas superiores na região de compressão, o que induzia à ruptura prematura do corpo-de-prova (BERALDO, 1994). As diferentes espécies, ou amostras recolhidas de um mesmo colmo, apresentam diferenças nas distâncias entre nós consecutivos, ou no número de nós existentes na região do colmo situada entre os apoios.

As espécies que apresentarem maior diâmetro (e maior distância entre os nós) permitem a confecção de corpos-de-prova semelhantes aos das madeiras. No entanto, enquanto que, no caso das madeiras, se deve adotar uma posição adequada no corpo-de prova, considerando a disposição dos raios (paralelos ou perpendiculares ao carregamento), para o bambu, um cuidado semelhante deve ser tomado em relação à disposição da camada externa do colmo (casca). (MARÇAL, 2008, pg. 19)

2.2.4 TORÇÃO

Segundo Marçal (2008), a seção circular é a única seção ou arranjo geométrico possível capaz de abarcar o máximo de conteúdo com o mínimo de perímetro ou superfície, já que isto é uma qualidade natural e inerente da circunferência que é utilizada pela natureza, nos caules e nas raízes das plantas, nas artérias e veias do corpo humano etc.

Devido ao seu formato cilíndrico o bambu possui boas propriedades quando submetido a forças de torção. Feita uma analogia a uma fila de pessoas em formato circular a força que uma pessoa exerce sobre a outra é passada adiante já que não existe espaço para onde a força se desloque. (MARÇAL, 2008, pg. 21)

Ainda segundo o autor, as fibras do bambu são facilmente descoladas e esse deslocamento pode ser muito prejudicial ao sistema de tensão, causando uma descontinuidade no mesmo. Essa descontinuidade tende a diminuir as resistências à torção da vara.

2.2.5 CISALHAMENTO

Ghavami & Marinho (2002) realizaram estudos em relação à resistência ao cisalhamento longitudinal e transversal às fibras em corpos de prova de bambu, obtendo valores em torno de 8 MPa e 32 MPa, respectivamente. A força de cisalhamento no bambu é paralela ao sentido das fibras. Esse é o ponto fraco do bambu, os menores valores obtidos em testes de laboratório para resistência são para cisalhamento.

Segundo Marçal (2008), isto se deve ao fato das fibras serem unidas umas às outras unicamente por elementos naturais colantes e o descolamento das fibras serem iniciados com baixos valores de tensões. Além de surgirem preocupações quanto à queda de resistência da estrutura, o aparecimento de fissuras também serve de local de entrada de água e penetração de insetos que podem diminuir a vida útil do bambu.

É possível dividir um bambu perfeitamente ao meio usando apenas um facão e um martelo, colocando o facão paralelo às fibras e aplicando golpes no mesmo com o martelo, as fibras se separam sem muito esforço (MARÇAL, 2008, pg. 22).

Em geral, quanto maior o teor de umidade do bambu, menor será sua resistência ao cisalhamento. Um sistema de secagem mais adequado, que faça com que a perda de umidade no bambu seja feita de forma controlada pode aumentar os valores de cisalhamento e impedir que a peça fissure facilmente (MARÇAL, 2008).

2.3 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS UTILIZANDO BAMBU

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 *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus giganteus*. O bambu também pode ser utilizado como reforço na zona de tração de vigas de concreto, mas devido ao módulo de elasticidade do bambu ser menor do que o do aço, a área de armadura de bambu deve ser maior do que a do aço.

A variação na espessura da parede do bambu e a distância entre nós interferem nos valores finais obtidos para resistências, porém esses valores não interferem muito no resultado final já que o valor do fator de segurança usado em cálculo estrutural de bambu é em torno de 4, ou seja, a carga para qual a estrutura é projetada equivale a quatro vezes a carga real de solicitação de projeto. Esse valor pode ser considerado muito alto já que o fator de segurança para obras convencionais não ultrapassa 1,5. (MARÇAL, 2008, pg. 23).

Segundo Marçal (2008), a maioria das conexões entre varas de bambu não atingem rigidez muito alta o que faz com que a conexão possa ser considerada rotulada. Como a estrutura não possui rigidez suficiente é necessário o uso de elementos como tesouras e triangulamento de varas para travamento da mesma.

Como no Brasil não há normatização técnica para o uso do bambu em construções é necessário sempre garantir a segurança do usuário, para não ter nenhuma surpresa futura. Levando em conta que obras de bambu necessitam de supervisão anual para observar como a estrutura reage às intempéries do local. Faz-se necessário, caso haja algum problema, a manutenção da obra. Ela pode variar desde a aplicação de nova demão de verniz, possível controle de fissuras ou até substituição de peças. Esse é outro ponto forte de estruturas bem projetadas, caso seja necessário a substituição de alguma peça estrutural não há necessidade de desmonte total, apenas apoio de pontos próximos e substituição da peça (MARÇAL, 2008, pg. 24).

Ainda segundo o autor, a qualidade das estruturas de bambu na construção civil é diretamente proporcional ao uso de técnicas construtivas destinadas a este material.

O autor ainda afirma que o bambu deve sempre manter uma distância do solo, a fim de se evitar o contato direto das peças com a umidade do terreno, que pode causar o aparecimento de fungos, aumentar a umidade interna e diminuir a resistência do material.

“Dentro desse contexto, é possível dizer que o bambu está apto a ser empregado como matéria-prima dos elementos que são caracterizados pela função estrutural exercida na edificação, tais como: pilares, vigas, lajes, escadas, composição das tesouras de cobertas, etc.” (BARROS, 2004)

“Fora do âmbito estrutural, ainda se observam várias aplicações com bambu na confecção de componentes construtivos, a exemplo de painéis de fechamento, forros, esquadrias e de laminados colados em pisos.” (PIMENTEL, 1997).

Há também a técnica de Bambu Laminado Colado, que resolve o problema do cisalhamento.

Analisando-se esse processo industrial de laminação do bambu, juntamente com a metodologia aplicada à madeira laminada colada (BONO, 1996), observa-se que esses processos podem ser agrupados e aplicados na fabricação de peças estruturais de bambu laminado colado (BLC). A tecnologia do bambu laminado colado basicamente elimina os problemas de cisalhamento e de geometria discutidos anteriormente, permitindo que esse material tenha utilização mais racional na engenharia estrutural (LIMA JÚNIOR; DIAS, 2001, pg. 16).

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado com base na pesquisa bibliográfica de cinco artigos, duas dissertações de mestrado e uma tese de doutorado, com tema previamente estabelecido, retirados do Google Acadêmico, por meio da inserção dos termos “Utilização do bambu na construção civil”.

Os materiais bibliográficos foram organizados conforme sua relevância para o tema, já que alguns autores tratavam apenas da definição do bambu e suas características. Os materiais mais utilizados foram:

- Artigo(s): Vigas mistas de madeira de reflorestamento e bambu laminado colado: análise teórica e experimental; Construção sustentável: O caso dos materiais de construção.
- Dissertação(ões): Bambu: Alternativa construtiva de baixo impacto ambiental; Uso do bambu na construção civil.
- Tese(s): Vigas de concreto armadas com taliscas de bambu (*Dendrocalamus giganteus*)

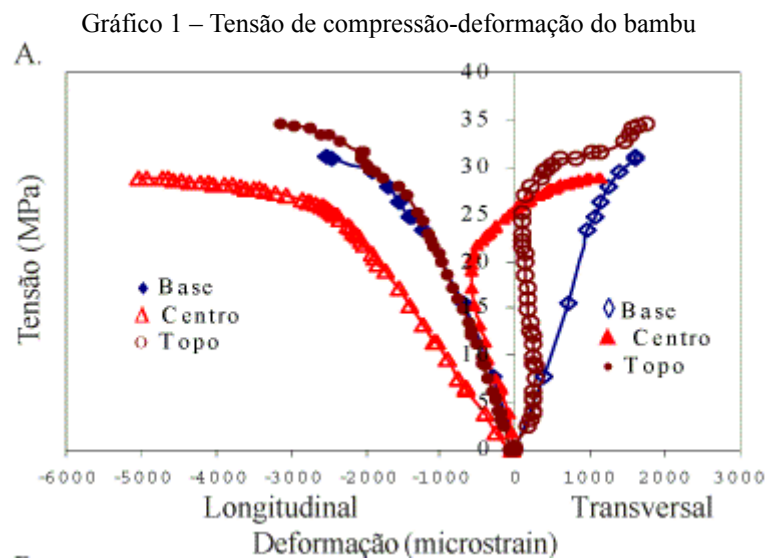
Os principais autores contribuintes foram: Marçal (2008), Ferreira (2007), Júnior (2001), Barros (2004) e Torgal (2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O bambu possui características semelhantes dos dois materiais mais utilizados na construção civil e isso o torna um bom material alternativo, visto que exercerá a mesma função. Entretanto, há o problema do cisalhamento e este pode ser corrigido com uma secagem adequada, já que a umidade diminui sua resistência. A seguir serão abordados os resultados e discussões desta pesquisa, com base nos objetivos gerais e específicos.

Estas características, e que tornam o bambu um possível substituto do concreto e do aço, são a alta resistência a compressão e tração, além da sua alta flexão.

Veja dois gráficos e uma tabela sobre compressão e tração:



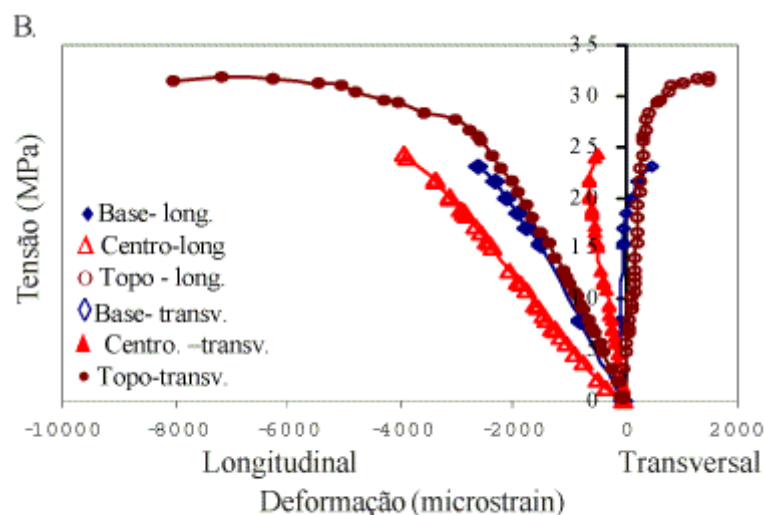


Figura 12. Tensão de compressão-deformação do bambu com (A) e sem nó (B)

Fonte: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016

Tabela 1 – Resistência à tração

Tabela 2. Resistência à tração, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson das partes basal, centro e topo, com e sem nó, do bambu *Guadua angustifolia*

Parte do bambu	Resistência à tração σ_t (MPa)	Módulo Elasticidade-E (GPa)	Coef. Poisson μ
Base sem nó	93,38	16,25	0,19
Base com nó	69,88	15,70	-
Centro sem nó	95,80	18,10	0,25
Centro com nó	82,62	11,10	-
Topo sem nó	115,84	18,36	0,33
Topo com nó	64,26	8,0	-
Valor médio	86,96	14,59	0,26
Variação	64,26 - 115,84	8,0 - 18,36	0,19 - 0,33

Fonte: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016

Pode-se observar que os testes com o bambu sem nó foram mais bem-sucedidos. O cisalhamento é tratado como problema pois varia entre 1,4 e 65 MPa (dependendo da espécie).

Tabela 2 – Resistência ao cisalhamento

Tabela 4. Resistência ao cisalhamento interlaminar do bambu *Guadua angustifolia*

Partes do colmo		Tensão de cisalhamento τ (MPa)
Base	Com nó	1,668
	Sem nó	2,198
Centro	Com nó	1,433
	Sem nó	2,272
Topo	Com nó	2,113
	Sem nó	2,421
Valor médio		2,017

Fonte: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016

Mesmo com essa baixa resistência a cisalhamento, o bambu ainda deve ser utilizado na construção civil por se tratar de um material renovável. A utilização de materiais renováveis, principalmente na construção civil, melhora a qualidade de vida da população e preserva os demais recursos naturais, uma vez que a retirada desses materiais não agride a natureza.

O bambu atinge sua fase adulta entre 5-8 anos e depois passa a produzir os colmos anualmente, além de não precisar ser replantado (sua extração é considerada uma “poda”).

Um dos exemplos de maior destaque da sua utilização na construção civil é a ponte construída (Figura 1) em apenas 10 dias na província de Hunan, na China. Ela tem 3,4 metros de largura e 9 de comprimento, podendo suportar até 90 toneladas.

Figura 1 – Ponte feita de bambu em Hunan, na China.



Fonte: <http://eng447pontes.blogspot.com.br/2014/04/>

Há também uma fábrica (Figura 2) de 2.550 m² em Sibang Kaja, Bali. A estrutura é majoritariamente constituída de bambu.

Figura 2 – Fábrica no vilarejo de Sibang Kaja, em Bali.



Fonte: <http://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/bambu-construcao-civil/>

É possível perceber que há partes executadas em concreto, visto que ainda é um componente importante para a construção civil atual. A utilização predominante do bambu não descarta a utilização dos demais materiais, pois ele atua como uma alternativa barata e

sustentável. Há a necessidade da especialização nessa área, pois o bambu ainda é um material novo na infraestrutura brasileira.

Veja um exemplo (Figura 3) de pergolados em bambu e em madeira:

Figura 3 – Comparativo dos valores totais para pergolados.

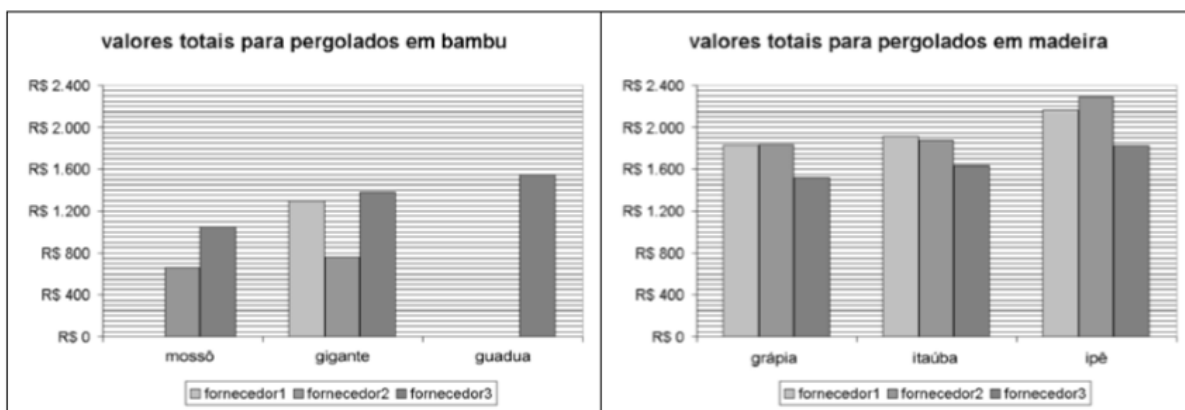


Figura 05 – gráfico comparativo dos valores totais para os pergolados

Fonte:

<http://bambusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/comparativo-custos-construcao-bambu-madeira-rs-klein-et-al-2006.pdf>

Entende-se, portanto, que o bambu é um bom material alternativo pois se equipara ao concreto e ao aço quanto a esforços solicitantes, além de reduzir o valor final das obras. Nesta relação de custo, evidencia-se a redução do custo final de uma obra, relativamente simples, mesmo que ambos sejam materiais renováveis.

5 CONCLUSÃO

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados através da análise de gráficos e tabelas relacionadas aos esforços solicitantes do bambu e sua redução de custo por se tratar de um material renovável.

O bambu é uma alternativa viável para a construção civil e, no Brasil, é necessário que se tenha uma especialização nesse tipo de material. É um material relativamente novo no cenário da construção civil brasileira, o que abre uma vasta gama de empregos e pesquisas relacionadas ao seu potencial tanto como material, quanto fonte de energia sustentável.

Não somente o bambu, mas os demais materiais renováveis também contribuem com a preservação do meio ambiente, diminuindo assim a degradação ambiental gerada pela extração de materiais não renováveis. Os objetivos foram voltados para o tema sustentabilidade, sem descartar a eficiência do concreto e do aço, dando maior enfoque no bambu como material alternativo.

Este trabalho poderá ser de grande complemento para quem busca entender sobre a implementação de novos materiais na construção civil em geral. Sabe-se que o método tradicional ainda é um dos mais seguros e eficazes, mas não significa dizer que os futuros métodos não poderão ser iguais quando se trata de agilidade, eficácia e custo-benefício na execução de uma obra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARÇAL, Vitor Hugo Silva. **Uso do bambu na construção civil**. Brasília, DF, 2008.

FERREIRA, Gisleiva Cristina dos Santos. **Vigas de concreto armadas com taliscas de bambu *Dendrocalamus Giganteus***. Campinas, SP, 2007.

JÚNIOR, Humberto C. Lima; DIAS, Antônio A. **Vigas mistas de madeira de reflorestamento e bambu laminado colado: análise teórica e experimental**. Campina Grande, PB, 2001.

BARROS, Bruna Rosa de; SOUZA, Flávio Antônio Miranda de. **Bambu: alternativa construtiva de baixo impacto ambiental**. São Paulo, SP, 2004.

TORGAL, F. Pacheco. **Construção sustentável: o caso dos materiais de construção**. Coimbra, PT, 2007.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, Albanise B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia***. Acesso em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016