

SUBSTITUIÇÃO DAS TRELIÇAS METÁLICAS POR TRELIÇAS DE BAMBÚ NAS VIGOTAS PARA LAJES TRELIÇADAS

Patrícia Sanches Trevisan¹; Karolina Gomes de Sousa²; Flávia C. V. Ribeiro³; Hudson B. Garcia⁴

1. Estudante do curso de Engenharia Civil; e-mail: patriciast714@gmail.com
2. Estudante do curso de Engenharia Civil; e-mail: karol-gsousa96@hotmail.com
3. Professor da Universidade Mogi das Cruzes; e-mail: flaviacv@umc.br
4. Professor da Universidade Mogi das Cruzes; e-mail: hudsongarcia@umc.br

Área de conhecimento: **Material de construção civil**

Palavras-chaves: Bambu; treliça; concreto.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais a indústria busca métodos alternativos para a construção, buscando economia de materiais e custo de obra, e principalmente métodos construtivos que não agredam o meio ambiente. Uma das formas de agressão ao meio ambiente que a indústria visa reduzir é na produção dos materiais, que geralmente consomem muita energia, recursos naturais, e são poluentes, como o cimento, o aço, pisos cerâmicos, etc. Na indústria da construção civil o aço é um material muito utilizado para resistir às tensões de tração nas estruturas, principalmente as de concreto, visto que as estas não são eficazes para resistir a estes esforços; também pode ser usado como vigas e pilares por sua ductilidade. Devida a falta de incentivo ao uso de materiais alternativos que garantam a mesma resistência e trabalhabilidade do aço, há uma dependência desse material na construção civil no Brasil. A produção do aço depende de vários processos industriais que necessitam de alto consumo energético e extração de recursos que não podem ser repostos, como alguns minérios; ademais, geram altas quantidades de rejeitos que possuem como única finalidade o descarte. Em função do alto custo do transporte da matéria prima, busca-se também a utilização de matérias cuja produção encontra próximo das regiões onde os mesmos serão utilizados. Em suma, a alta demanda do aço garante o aumento de sua fabricação e os problemas que ela causa. Pensando em materiais alternativos que possam substituir o aço parcialmente ou totalmente nas estruturas, pesquisas constatarem que o bambu é um material que possui alta resistência mecânica, podendo substituir o aço e a madeira convencional tanto em elementos estruturais quanto não estruturais, como por exemplo, paredes, pisos laminados ou moveis. O bambu é um material em abundância no Brasil, estima-se que o país conta com uma grande diversidade de espécies e possui o mais alto índice de florestas endêmicas de bambu de toda a América Latina, representando 32% das espécies e 85% dos gêneros presentes na América Latina. Os estados que possuem maior concentração de florestas de bambu no Brasil são o Paraná, Santa Catarina, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. O bambu pode ser considerado um material econômico e sustentável, visto que seu crescimento é relativamente rápido, amadurecendo de 3 a 6 anos dependendo da espécie; protege o solo de erosão e evita o assoreamento de portos e rios (Moreira, L.E. [et al.], 2012); o plantio do bambu contribui para diminuição de carbono na atmosfera, pois possui alta taxa de crescimento, convertendo mais CO₂ em O₂ do que as árvores. Entretanto não é um material totalmente sustentável, pois para ter maior aproveitamento das propriedades mecânicas do material, devemos realizar tratamentos nas espécies de bambu, que podem ser químicos ou físicos. Para início de pesquisas a respeito da eficiência do bambu como uma alternativa ao aço, serão desenvolvidos ensaios experimentais e pesquisas acadêmicas para comprovar a eficácia deste material orgânico como um elemento estrutural. Os resultados deste trabalho podem

promover o incentivo a novas pesquisas no Brasil voltadas ao uso do bambu como estrutura, não somente como substituto do aço, mas também substituindo o concreto em vigas e pilares.

OBJETIVO

Analisar a propriedades mecânicas do bambu Bambu Mosso (*Phyllostachys edulis*), afim de comprovar sua eficiência como armadura treliçada para vigota de concreto.

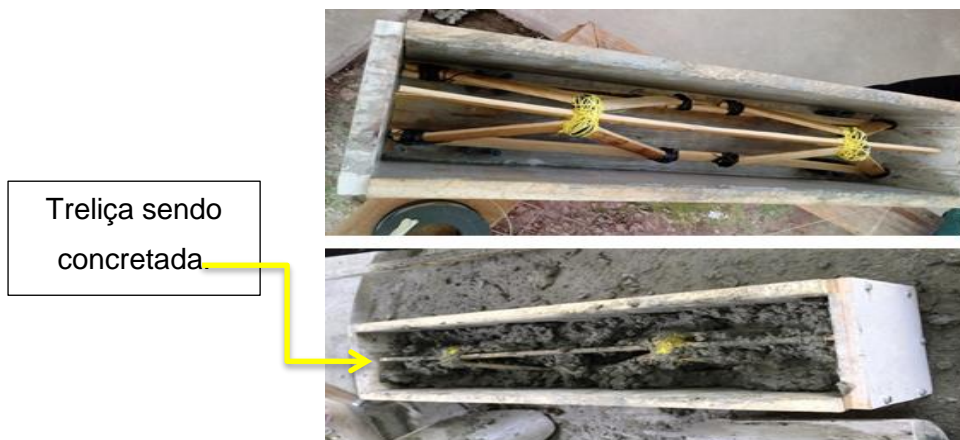
METODOLOGIA

Para comprovar a eficácia do bambu como armadura treliçada para vigotas de concreto, foram feitos ensaios de tração no bambu Mosso e foram confeccionadas nove vigotas (CPs Prismáticos) com seção quadricular de 12x12 cm, totalmente preenchidas com concreto, simulando uma vigota já coberta pela mesa de compressão. Destas nove vigotas, três foram preenchidas somente com concreto, três preenchidas com concreto e armadas com treliça de aço (banzos com \varnothing 6 mm e diagonais com \varnothing 4,2 mm) e três preenchidas com concreto e armadas com treliças de bambu (seção quadricular de 15x15 mm). A montagem dos CPs foi dividida em três partes: Confecção das formas; Ajuste do traço; Concretagem. O traço utilizado buscou uma resistência de 25 MPa após sete dias, para tanto foi utilizado para o concreto os seguintes materiais: Cimento Portland V de Alta Resistência Inicial (CPV ARI); Água; brita nº0 e Areia Média, na proporção estabelecida pelo traço. Esses corpos de provas foram rompidos no ensaio NBR 12142/2010 concreto - determinação da resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os ensaios de tração na flexão dos corpos prismáticos, podemos observar diferentes comportamentos entre os CPs. Como esperado os CPs armados obtiveram melhores resultados do que os somente de concreto, suportado maiores cargas que este. A ruptura dos CPs de concreto foi completa, o que significa que eles romperam em sua totalidade partindo-se em dois. Os CPs com aço e bambu romperam com tensão de aproximadamente 9,0 MPa, porém ambos os corpos de prova apresentaram deformações e características diferentes. Os CPs de aço romperam com uma força total média de 34,43 kN e essa ruptura se deu de forma rápida e pouco perceptível. Eles apresentaram deformação não visível a olho, exceto pela fissura na parte tracionada que pôde ser vista na espessura de aproximadamente 3 mm. Já os CPs armados com bambu tiveram ruptura com força total média de 30,28 kN. É essa ruptura foi mais lenta e com uma deformação na flexão que pôde ser vista. As fendas abertas nos CPs de bambu tiveram espessura de 4 a 5 mm o que podemos configurar como uma rachadura. Outra particularidade é que a treliça de bambu tornou a estrutura de concreto cerca de 1kg mais leve. As diferenças entre os CPs armados com aço e bambu são consequência das características distintas dos dois materiais. Embora o bambu tenha boa resistência aos esforços de tração, é um material que permite considerável alongamento de suas fibras, o que o torna um material muito flexível. Esse fator pode ter sido o catalizador para que os CPs deformassem mais que os CPs de aço. Apesar disso, a estrutura treliçada foi capaz neutralizar os esforços de momento e o bambu garantiu resistência à estrutura de concreto, não superior, porém muito próxima à armada com aço.

Figura 1 - CP armado com bambu.



Treliça sendo concretada.

Fonte: Autoral, 06.jul.2019.

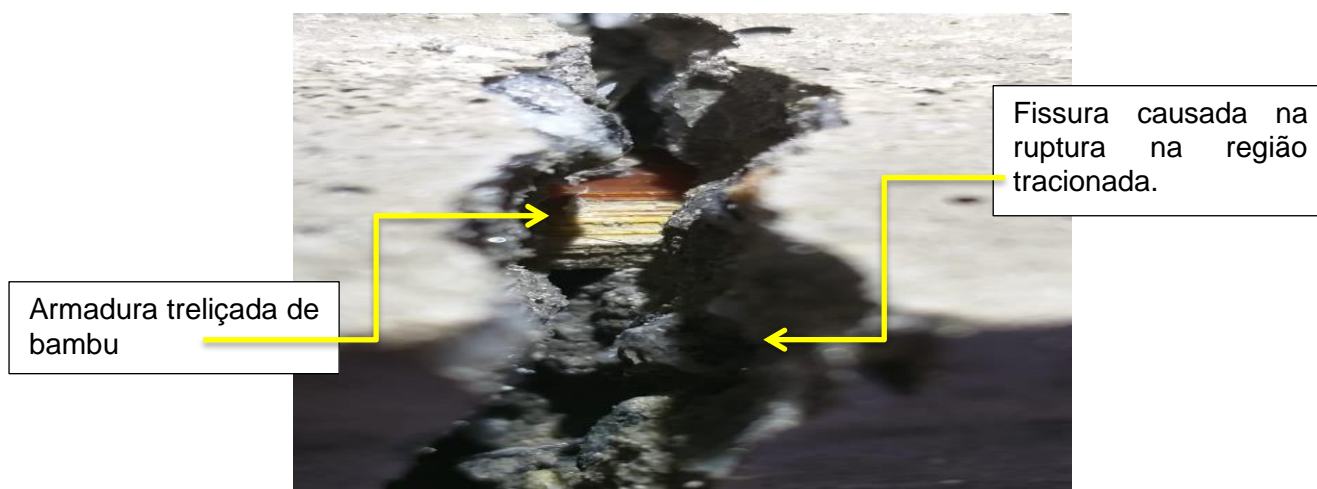
Tabela 1 - Resultado dos ensaios do teste de tração na flexão.

Corpo de Prova	Dimensões Médias			Ensaio de Compressão		Tensão Rup.
	Altura (cm)	Largura (cm)	Comprim. (cm)	Peso (gf)	Ruptura (kN)	f _{ct,f7} (MPa)
A1	12,25	12,10	50,11	17310	35,54	9,81
A2	12,32	12,00	50,14	17129	34,19	9,40
A3	12,29	12,00	50,17	17107	33,74	9,34
B1	12,05	12,09	50,12	16000	28,77	8,22
B2	12,10	12,13	50,04	16050	33,63	9,47
B3	12,25	12,22	49,96	16426	28,44	7,75
C1	11,93	12,05	50,09	16374	13,34	3,90
C2	11,82	12,12	49,99	16300	16,64	4,91
C3	12,33	12,20	50,00	17175	18,44	4,97

Fonte: Autoral, 13.jul.2019.

Legenda dos resultados dos ensaios	
CP	Corpo de Prova
A	Aço
B	Bambu
C	Concreto

Figura 2 - CP de bambu após o rompimento.



Fonte: Autoral, 13.jul.2019.

CONCLUSÃO

Neste ponto, chegamos à conclusão de que a seção 15 x 15 mm da treliça de bambu, não foi suficiente para conferir rigidez à estrutura de forma que ela equivalesse a de aço. Todavia, uma seção maior impossibilitaria a confecção das treliças da forma que adotamos, visto que quanto maior as barras de bambu, mais estarão sujeitas a curvatura do material original. Consideramos os resultados obtidos com a armação de bambu satisfatórios, em razão dos resultados obtidos serem próximos aos da treliça de aço. Assim, uma estrutura que não tenha cargas solicitantes altas (até 30kN), teria como única opção ser armada com aço, porém o bambu se mostra uma alternativa capaz resistir a esta carga, além de tornar a estrutura mais leve. Com o auxílio do software Ftool, fomos capazes de analisar as treliças de aço e de bambu, e percebemos que a treliça de bambu possui maior deslocamento na direção X do que na direção Y, ao contrário da treliça de aço. O software analisou apenas as treliças, não a sua junção ao concreto, e sendo analisadas individualmente, a seção 15 x 15 mm do bambu supera a treliça de aço no Momento de Inércia (I), e conseqüentemente reduz sua deformação na flexão

REFERÊNCIAS

- GHAVAMI, K. O bambu, forte como o aço. DC Tecnologia, p. 24-26, Março, 1992.
- OLSEN, Hugo; REINITZHUBER, Fritz. Lajes: cálculo estático. Rio de Janeiro: Globo, 1957
- LOPEZ, O. H. Manual de construccion con bambu. Estudios Tecnicos Colombianos LTDA. Universidad Nacional de Colombia. Cali, 1981, 71p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** - Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2001.
- PEREIRA, V. Manual de projeto de lajes pré-moldadas treliçadas. São Paulo. Associação dos fabricantes de lajes de São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12142**: Determinação da resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos.. Rio de Janeiro: Abnt, 2010. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/umc/>. Acesso em: 25 jul. 20019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira.. Rio de Janeiro: Abnt, 1997. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/umc/>. Acesso em: 26 jun. 20019.