



## ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DO BAMBU EM ESTRUTURAS DE COBERTURA DE EDIFICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS NO PARANÁ ATRAVÉS DE CONEXÕES ESTRUTURAIS INOVADORAS

*Laiana Chopek Sarvezuk<sup>1</sup>, César de Godoy Gomes<sup>2</sup>*

**RESUMO:** Os impactos ambientais, decorrentes do processo de industrialização e do consumo dos recursos naturais, têm levantado nas últimas décadas a preocupação em todo o mundo a respeito das mudanças necessárias principalmente no setor da construção civil. O bambu tornou-se uma variável ambiental considerável nos projetos denominados sustentáveis, devido às suas propriedades físicas e mecânicas, além das vantagens ecológicas. O estudo proposto tem como objetivo contribuir para a viabilização do uso do bambu como material de construção em estruturas de coberturas de edificações contemporâneas de design expressivo e inovador, além de verificar a possibilidade da utilização de uma conexão estrutural que permita utilizar a plenitude da resistência do bambu, e contribuir ao mesmo tempo para a qualidade estética das edificações. Para tanto, propõe-se uma pesquisa qualitativa e exploratória, tendo como procedimentos técnicos a pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica e estudos de caso. No primeiro, a coleta de dados terá como instrumento a entrevista estruturada, e as respostas obtidas serão tabuladas em tabelas dinâmicas e organizadas em gráficos, que servirão de base para o estudo da viabilidade econômica e social. A pesquisa bibliográfica abrangerá, além dos estudos sobre as propriedades do material, as técnicas empregadas em seu uso na construção civil ao longo do tempo, com foco nas ligações entre os elementos. Direcionará os estudos de caso, realizados em duas obras contemporâneas construídas com estrutura de bambu na cobertura. Espera-se identificar, através de quadro comparativo, uma conexão estrutural que se adapte à realidade local e possibilite a melhor exploração das propriedades físicas e mecânicas do bambu. Assim, além de conhecer as características da cultura do Estado do Paraná a respeito do uso do bambu como material construtivo, será possível contribuir para a divulgação das potencialidades do uso desse sistema estrutural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bambu, estrutura, cobertura, conexões.

### 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa proposta tematiza a viabilidade do uso do bambu, um material renovável, como alternativa para o sistema estrutural de coberturas de edificações contemporâneas no estado do Paraná, em substituição à madeira e ao aço, materiais tradicionalmente utilizados. No cenário da arquitetura brasileira percebe-se a tímida participação do bambu nas estruturas das edificações, apesar do crescente desenvolvimento de tecnologias próprias e pesquisas sobre o mesmo. Quais seriam os principais fatores da falta de credibilidade do uso do material no Paraná? Onde se encontrariam os produtores e comercializadores mais próximos? Em comparação com os materiais tradicionais oferecidos no mercado da região, haveria viabilidade econômica? Com base nas pesquisas sobre as propriedades físicas e mecânicas do material e na análise das edificações construídas com esse tipo de estrutura, seria possível padronizar uma conexão estrutural adaptada à realidade local, que possibilitasse o projeto de uma arquitetura contemporânea, de design expressivo?

O processo de industrialização, que no Brasil inicia-se na década de 30, com a Crise de 29, e se efetiva após a Segunda Guerra Mundial, desencadeou o consumo desenfreado dos recursos naturais. A crise energética da década de 70 torna-se incentivo para a busca por sistemas construtivos com menor impacto ambiental, já que a indústria da construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais, além da enorme geração de resíduos e emissão de carbono. Tratados e conferências nacionais e internacionais, como o protocolo de Kyoto e a Agenda 21, ressaltam a preocupação mundial com o meio ambiente em diversos setores sociais, e estimulam agências governamentais, instituições de ensino e pesquisa e o setor privado a investir em pesquisas para desenvolvimento de novas tecnologias, materiais e sistemas construtivos sustentáveis.

Assim surgem conceitos como “construção ecológica”, “construção sustentável”, “arquitetura bioclimática”, dentre diversos outros, ligados à redução do consumo energético e ao uso de materiais naturais renováveis e não poluentes, sem deixar perecer a qualidade de vida dos usuários. Um desses materiais é o bambu, que já tem sido mundialmente explorado como sistema estrutural. Possui diversas vantagens com relação ao meio ambiente, como a possibilidade de promover a recuperação de áreas desmatadas, de contribuir para a formação de nichos

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. Programa de Bolsas de Iniciação Científica da Unicesumar (PROBIC). laiana\_chopek@hotmail.com

<sup>2</sup> Orientador e docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. godyjarq@gmail.com



ecológicos, atraindo espécies de insetos, pássaros e outros animais. Além disso, cada hectare cultivado consome toneladas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, sendo ainda biodegradável.

A estrutura de cobertura, comumente realizada em madeira, consome mais de 50% da madeira produzida na Amazônia, onde 20% da cobertura florestal já desapareceu (SOBRAL, 2002). Como alternativa, o bambu, com suas propriedades físicas e mecânicas já comprovadas, pode ser uma opção sustentável. Possui grandes potencialidades, como ciclo mais curto do que o da madeira; alta produtividade por hectare; rapidez de crescimento; baixo custo de plantio; facilidade de cultivo, e utilização de ferramentas simples para seu manuseio (PADOVAN, 2010). A resistência apresentada pelo bambu à tração é maior do que a da madeira e do concreto, sendo superada apenas pelo aço. Ao analisarmos as relações entre peso específico e resistência à tração do bambu, podemos chegar à conclusão de que este possui uma alta eficiência estrutural, melhor até do que os materiais estruturais mais usuais. Portanto, um material de grande leveza e alta resistência mecânica, ficando atrás apenas do titânio e do Kevlar (GLENN, 1950).

A arquitetura com bambu é amplamente utilizada em países asiáticos e em vários países da América Latina, como o Peru, Equador, Costa Rica, e principalmente a Colômbia, onde o uso já ultrapassa ao da madeira. As construções vão desde pequenas habitações de interesse social até edificações de grande porte. No Brasil ainda é utilizado de forma dispersa e informal, apesar de existirem aproximadamente 400 espécies encontradas no país. A cadeia produtiva ainda é indefinida, mas algumas regiões já se destacam como produtores, como o Norte, Nordeste, e o Sudeste.

Diversos pesquisadores elegem a influência da cultura local como principal dificuldade do uso do bambu na construção civil. A busca por sistemas construtivos industrializados e pré-fabricados que acompanhem o ritmo das necessidades do mercado tem descartado o uso das técnicas vernaculares. Além disso, no Brasil estas técnicas estão associadas preconceituosamente aos índios e populações mais pobres, com o mito de que produto de bambu é de baixa qualidade ou não tem valor estético. Diferentemente de países como a Costa Rica, por exemplo, onde 75% das habitações econômicas foram construídas com emprego do bambu, e 98% dos moradores das casas do Projeto Nacional de Bambu relatam que suas casas construídas com bambu são de igual ou melhor qualidade, em comparação com aquelas construídas com outros materiais (CARDOSO, 2000).

Outra grande dificuldade no emprego do bambu como material de construção são as conexões estruturais entre os elementos, devido à falta de padrões de referência e normatizações específicas para as pesquisas. Os encaixes requerem tratamentos e utilização conjunta com outros materiais, como peças de madeira ou aço, e as dificuldades dos processos variam de acordo com a região. A ausência de uma conexão padronizada e eficiente, que garanta estabilidade às edificações remonta à carência e ao desenvolvimento de pesquisas na área, visto que as conexões tipo Vélez, mais utilizadas atualmente, possuem resistência às forças admissíveis menores que alcançam o potencial do bambu (PADOVAN, 2010). Em edificações contemporâneas, que possuem grandes dimensões, cargas, e vãos extensos, há uma necessidade maior da garantia da resistência estrutural, além de ser maior a exigência estética por parte dos usuários.

Com base no estudo das características físicas e mecânicas do bambu, bem como das técnicas já empregadas, entende-se que existe a necessidade de utilizar-se de tecnologias para desenvolver novas conexões estruturais que possam ser utilizadas em sistemas estruturais inovadores, que possibilitarão a aliança entre a resistência estrutural e as propriedades estéticas.

A carência de pesquisas específicas sobre o desenvolvimento tecnológico do material ocorre por falta de normatizações ou parâmetros reais para as análises, já que não entra na abrangência das Normas Brasileiras. São utilizadas então legislações internacionais, ou normas para construções em madeira, o que muitas vezes ocasiona o superdimensionamento, e conseqüentemente o aumento do custo final da obra. Além disso, há poucos estudos sobre o mercado e a demanda atual, já que não há uma cadeia produtiva definida no país, ao contrário dos países asiáticos e da América Latina, por exemplo, onde o mercado do bambu para a construção civil é mais tradicional. Se não há demanda, não há o incentivo para a produção, diminuindo o incentivo do uso por parte dos construtores e incorporadores, que terão que buscar o produto em regiões mais distantes. Daí a necessidade de estudos a respeito do uso do bambu e de sua viabilidade em diferentes aspectos, a nível local.

O bambu é classificado como alternativa para os materiais existentes no mercado por suas características sustentáveis: é uma cultura nativa, suporta diferentes condições climáticas, e topográficas e tem crescimento rápido – pode ser colhido em 4 anos com altas propriedades estruturais, o que com a madeira ocorreria em aproximadamente 30 anos. Além disso, tem menor custo, pois seu preço em relação ao peso próprio será menos da metade do aço (JANSSEN, 2000). Somam-se às características favoráveis, uma forma tubular acabada e estruturalmente estável, baixo peso específico, uma geometria circular oca, resultando em uma excelente relação entre o peso específico e a resistência à tração. A combinação dessas características resulta em baixo custo de produção, facilidade de transporte e trabalhabilidade, aspectos que se revertem em diminuição nos custos das construções (GHAVAMI, 1995, citados por PADOVAN, 2010).

Desde as primeiras edificações utilizando o bambu, ele é utilizado em estruturas de cobertura na forma de triângulos e arcos, formando treliças planas ou espaciais. As inovações tecnológicas nas conexões estruturais entre os elementos, já observadas nas edificações contemporâneas, aliam a preocupação estética ao método construtivo, valorizando o design final da edificação. Porém, não há uma padronização das mesmas, e a maioria não permite



utilizar plenamente a resistência oferecida pelo bambu. Justifica-se então a necessidade desta pesquisa, que estudará mais profundamente as conexões, servindo como base para um processo de padronização e divulgação de uma conexão eleita, facilitando o enfoque de pesquisas experimentais, a qualificação de mão de obra para a execução da mesma e os projetos de novas edificações.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em contribuir para a viabilização do uso do bambu como material de construção em estruturas de coberturas de edificações contemporâneas de design expressivo e inovador, a fim de desmistificar a ideia de que o bambu é a “madeira dos pobres”. Para atingir este objetivo, deseja-se realizar um breve estudo sobre os fatores sociais e econômicos a respeito do uso do material na construção civil no Paraná, demonstrando a possível viabilidade nestes aspectos. Objetiva-se ainda analisar as propriedades estruturais aplicadas em obras já existentes, envolvendo o estudo das conexões estruturais utilizadas, a fim de direcionar a proposta da padronização de uma conexão estrutural inovadora que permita utilizar a plenitude da resistência do bambu. Os resultados finais servirão de base para um futuro projeto arquitetônico de uma edificação contemporânea, utilizando sistemas espaciais de coberturas com a estrutura em bambu, sendo esta uma proposta de extensão desta pesquisa.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento de uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratória, assumindo de acordo com os procedimentos técnicos a forma de pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

O processo inicial será pautado por uma sucinta pesquisa de campo, envolvendo produtores, comerciantes, construtores e consumidores, tendo como instrumento de coleta de dados a entrevista estruturada, através de questionários diferentes para cada um dos grupos. Os questionários serão aplicados através de e-mail, telefone ou visitas técnicas. Os dados coletados serão tabulados em tabelas dinâmicas, organizados em gráficos, analisados de acordo com os objetivos da pesquisa e classificados de forma a subsidiar as conclusões finais. Os resultados possibilitarão conhecer o posicionamento da população local, a identificação dos produtores mais próximos, a comparação de custos com outros materiais, direcionando assim o estudo da viabilidade econômica e social do produto no Estado do Paraná.

Em seguida, será realizada uma pesquisa bibliográfica, abrangendo as principais técnicas construtivas em bambu, com ênfase nos tipos de conexões estruturais utilizados desde o início de seu uso, e o estudo de caso de duas obras contemporâneas: Recepção e Restaurante do Hotel do Frade & Golf Resort, em Angra dos Reis, obra do arquiteto colombiano Simon Vélez em conjunto com a empresa Bambu Jungle, construída em 2006; e a Grating Shell Construction, na cidade de Chikuo Fukuota, no Japão, do arquiteto Shoei Yoh, construída em 1994. Serão analisados através de parâmetros comparativos os pontos positivos e negativos de cada tipo de conexão utilizada nas diversas edificações pesquisadas, o que direcionará a etapa final, que compreende a proposta de padronização de uma conexão estrutural que permita a utilização do bambu em treliças espaciais, adaptada à realidade local no que se refere à disponibilidade de materiais, qualificação de mão-de-obra, e facilidade de produção.

### 4 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com este trabalho conhecer as características da cultura do Estado do Paraná a respeito do uso do bambu como material construtivo, entendendo assim em quais pontos a divulgação do sistema precisa ser trabalhada. Ademais, é esperado que o conhecimento das peculiaridades dos sistemas construtivos já empregados em coberturas de edificações com estrutura em bambu, possibilite a análise das conexões que utilizam técnicas inovadoras. Com a eleição de uma dessas conexões, que possa ser adaptada à realidade do mercado da construção civil no estado do Paraná, espera-se contribuir para a viabilização do uso do bambu na região em estruturas de cobertura, especialmente em edificações contemporâneas, desmistificando a ideia de que o bambu não possui valor econômico ou estético.

### REFERÊNCIAS

CARDOSO JR., R. Arquitetura com bambu. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

GLENN, H. E. Bamboo reinforcement of portland cement concrete structures. Clemson College Engineering Experiment Station. Bul. 4. Clemson, S.C., 1950

JANSSEN, J.A. Bamboo in Building Structures, Dissertatie Drukkerij Wibro, Helmond, 2000.

PADOVAN, R.B. O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais. Dissertação (Pós-Graduação em Design) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

## Anais Eletrônico

*IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar*

Nov. 2015, n. 9, p. 4-8

ISBN 978-85-8084-996-7



SOBRAL, L. Consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002.

SITE: <http://www.faperj.br/?id=2685.2.8> – acessado em 08/05/2015