

## ESTRUTURAS *TENSIGRID* DE BAMBU COM CABOS DE AÇO

**Alunos: Felipe Vicente e Thiago José D. Fortes**  
**Orientador: Khosrow Ghavami**

### Introdução

*Tensigríd* é uma malha espacial de cabos enrijecida por elementos isolados submetidos à compressão. Buckminster Fuller, arquiteto norte-americano, a define como “uma ilha de compressão flutuando em um mar de tração” (1). Esse sistema permite que se construam estruturas leves de grandes dimensões como no caso das pontes (Figura 1a).

O bambu é um material de interesse à Engenharia Civil, pois possui elevada resistência com relação ao peso. Sua constituição fibrosa permite que possa ser cortado tanto longitudinal como transversalmente e sua forma circular e seção oca fazem dele um material leve. Em quase todo o mundo, é de fácil disponibilidade, de rápido crescimento e de baixo custo. (2)

A partir deste contexto, foi realizada a análise e a fabricação de uma estrutura *tensigríd* de bambu com cabos de aço (Figura 1b), que serviu de modelo para observação do seu comportamento estrutural. Esta observação é importante, pois o modelo pode ser comparado a uma estrutura similar com maiores dimensões.

Este trabalho dá continuidade ao programa de pesquisas de Materiais Não-Convencionais com utilização na construção civil, que vem sendo desenvolvido desde 1979 pelo Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio sob orientação do professor Khosrow Ghavami.

### Objetivos

Realizar uma revisão bibliográfica da utilização de materiais não-convencionais na construção civil, em especial do bambu, e aplicá-la como solução para estruturas.

Utilizar este material como substituto de materiais não-renováveis.

Construir uma estrutura *tensigríd* que utilize materiais não-convencionais e analisar o comportamento estático desta estrutura, utilizando métodos numéricos e computacionais.



a) Ponte estaiada baseada numa estrutura *tensigríd*.



b) Modelo estrutural *tensigríd* de bambu com cabos de aço.

**Figura 1 – Ponte estaiada e modelo estrutural Tensigríd**

### Metodologia

Para estudar o comportamento de uma estrutura *tensigríd* foi construído um modelo reduzido baseando-se nesta técnica. O modelo é composto por quatro andares representados por placas de vidros sustentadas por cabos de aço e tem sua estrutura principal formada por

bambus. Foi feita a análise geométrica da estrutura e observou-se que a projeção do centro de massa no plano bidimensional de sua base não sairia de um retângulo. O retângulo em questão tem como vértices os quatro pés do modelo. Portanto foi possível a sua auto-sustentação, pois o seu peso adicionado aos eventuais carregamentos nos andares não comprometeria seu equilíbrio. Também foi simulado, através de programas computacionais e da análise vetorial, o comportamento da estrutura em outras situações de carregamento.

O modelo foi projetado com dois pés principais de bambu tendo, em cada um deles, um suporte aparafusado com inclinação de  $45^\circ$  em relação ao piso, que caracterizam dois pés adicionais (Figura 2a). Para o equilíbrio destes quatro pés foram colocados cabos de aço interligando cada par. Assim, os diferentes cabos presentes na estante têm funções estruturais distintas: dois deles têm como principal função a sustentação dos vidros e os outros dois, que interligam os pés, visam ao equilíbrio estrutural do modelo.

Para conectar as duas colunas foram instaladas três hastes horizontais, sendo uma de bambu e duas de alumínio. Nas ligações entre bambus foi utilizado um sistema de encaixe e uma massa constituída de polpa de bambu e cola. Nas ligações entre o alumínio e o bambu foram utilizados parafusos, porcas e arruelas.

Durante o trabalho foi diagnosticada a necessidade de colocação de um sistema de contraventamento numa das faces da estrutura. Este sistema tem como finalidade diminuir o número de deslocabilidades dos nós da estrutura aumentando a rigidez numa estabilidade global (Figura 2b).

A estrutura se caracterizou principalmente pela sua esbelteza e auto-sustentação.



a) Base do modelo.



b) Sistema de contraventamento

**Figura 2 – Base e contraventamento do modelo Tensigríd**

## Conclusões

Com a pesquisa realizada neste trabalho, foi possível aprender a importância e a viabilidade do uso de matérias não-convencionais usando princípios técnico-científicos de materiais não-renováveis. O bambu se mostrou um material eficaz, inclusive quando aliado às estruturas *tensigríd*, desde que seja utilizado e conservado de maneiras adequadas, podendo assim ser bastante resistente e durável.

É de grande importância que os engenheiros busquem aprimorar suas técnicas e conhecimentos de novos métodos construtivos dentro de um desenvolvimento sustentável.

## Referências

- 1 – MICHALE, J. R. **Buckminster Fuller**. 1. ed. Cidade do México: Editorial Hermes S.A., 1962. 347p.
- 2 – CULZONI, R. A. M. **Características dos bambus e sua utilização como material alternativo ao concreto**. Rio de Janeiro, 1986. 134p. Tese de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.
- 3 – ENGEL, H. **Sistemas de estructuras**. 2. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002. 351p.