

# ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DE COBERTURA EM MADEIRA LEVANDO-SE EM CONTA AS CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS AO CONFORTO TÉRMICO<sup>1</sup>

Carlos Teixeira PUCCINI<sup>2</sup>, Raquel Gonçalves TANAAMI<sup>3</sup>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta o cálculo estrutural de uma cobertura treliçada em madeira, utilizando três espécies (duas de reflorestamento e uma nativa), para três valores de vão livre (5m; 10m e 15m) objetivando a obtenção de curvas que possibilitem a racionalização do uso da madeira. A escolha do projeto arquitetônico se deu em função de parâmetros de conforto térmico. Através das curvas obtidas, verifica-se que o consumo de madeira por área diminui da espécie mais densa para a menos densa para todos os vãos livres, mas a diferença é mais marcante entre a maior e menor densidade para o maior vão. Quando se utiliza o gráfico de custo/área o gráfico se inverte, mostrando que as madeiras de reflorestamento são mais interessantes do ponto de vista econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estruturas de Madeira; Estruturas de Cobertura

**ABSTRACT:** This work presents structural calculus for wood truss frame shelter. Three wood species were used (two from cultivated forest and a native one). Three span values (5m, 10m and 15m) were used to obtain curves to make possible rational wood use. The architectonic project was chosen in accordance to thermal comfort parameters. It was verified that wood consumption per shelter area decreases from denser species to lighter ones for all spans when the curves obtained were used. The highest difference was found between the higher and smaller density for the larger span (15m). When one uses the plot of the costs per area, the curve is inverse. This plot shows that woods from cultivated forests are more interesting from the economical point of view.

**KEYWORDS:** Wood Structures; Shelter Structures

**INTRODUÇÃO:** Tradicionalmente o Brasil tem se constituído em um país de incontestável vocação agropecuária. Os requisitos da vocação agropecuária passam por gamas distintas de necessidades técnicas, entre elas, as relacionadas com parâmetros de conforto térmico das estruturas, que, muitas vezes, é a responsável pelos baixos índices de produtividade dos animais neles confinados. Os elementos da edificação, (aberturas, posição com relação ao vento, inclinação da cobertura, tipo de cobertura, etc.), associados ao bom desempenho térmico da mesma, influenciam em parâmetros do Projeto

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado a ser apresentada pelo primeiro autor à FEAGRI/UNICAMP.

<sup>2</sup> Eng. Civil, mestrando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Cidade Univ. Zeferino Vaz, Cx. Postal 6011, CEP 13083-970, Campinas-SP, Fax (019) 239-4717, Fone:(019) 233-7619, E-mail:calpuc@agr.unicamp.br.

<sup>3</sup> Professora Doutora da Faculdade de Engenharia Agrícola -Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, mesmo endereço, E-mail: raquel@agr.unicamp.br.

Estrutural. A associação do projeto arquitetônico em termos de conforto térmico e do projeto estrutural racional em termos de utilização da madeira, torna-se imprescindível.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Madeira com baixa densidade ( $\gamma=560 \text{ kg/m}^3$ ) *Pinus elliotii* (*Pinus elliotii*), , madeira com média densidade ( $\gamma=688 \text{ kg/m}^3$ ) Angelim Araroba (*Vataireopsis araroba*), e madeira com alta densidade ( $\gamma=999 \text{ kg/m}^3$ ) Eucalipto citriodora (*Eucalyptus citriodora*). Espaçamento entre treliças adotado em função das espécies, de 2.0m, 3.0m, e 4.0m respectivamente. Telha de barro tipo capa-canal e programa computacional SAP/90. A escolha dos parâmetros da edificação (vão livre, tipo de telha, aspectos da atuação do vento) foram obtidos através de estudos de parâmetros relativos ao conforto térmico das edificações. Métodos: a) Execução dos projetos, seguindo as recomendações das normas técnicas NBR-7190 - Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira, Nbr-6123 - Forças Devidas ao Vento em Edificações e NBR-8681 - Ações e Segurança nas Estruturas; b) Análise, sob o ponto de vista estrutural, do comportamento dos esforços nas barras da treliça; c) Cálculo do volume de madeira necessários e dos custos para cada um dos projetos e obtenção das curvas  $\text{vol/m}^2 \times \text{vão livre}$  e  $\text{custo/m}^2 \times \text{vão livre}$ ; e) análise crítica dos resultados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A figura 1 mostra o consumo de madeira por área e por espécie em função do vão livre e a figura 2 o custo por área e por espécie em função do vão livre. Observa-se que para o vão de 5m o consumo e o custo por área são praticamente o mesmo, demonstrando que a escolha da espécie a ser utilizada na construção da estrutura poderia se dar apenas em função da disponibilidade de obtenção do material. Já para 10m de vão a diferença entre o consumo de madeira quando se utiliza o eucalipto citriodora é bastante marcante, podendo indicar que seria a espécie adequada para o projeto definido neste trabalho. A espécie angelim araroba seria a segunda mais conveniente em termos de consumo para este mesmo vão, com uma diferença um pouco menos marcante. Para o vão de 15m, o eucalipto citriodora continua sendo o mais conveniente enquanto que o pinus elliotii e o angelim araroba deixam de apresentar diferença de consumo. Quando se observa a figura 2, a situação se inverte entre o pinus e angelim, indicando que, com os custos específicos da região estudada (Campinas), o eucalipto continua sendo a melhor opção, seguida de perto pelo pinus e apresentando diferença crescente com a espécie nativa (angelim) com o aumento do vão livre.

**CONCLUSÕES:** A associação do projeto arquitetônico em termos de conforto térmico e do projeto estrutural racional possibilita a otimização do consumo de madeira e a redução dos custos da construção, sem a perda da segurança e qualidade da obra. As curvas obtidas permitem ao engenheiro uma escolha racional da espécie de madeira a ser utilizada na construção da estrutura de cobertura treliçada.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

LEAL,P.A.M.; OLIVEIRA,P.A.V.; TERESO,M.J.A. Metodologia para avaliação do desempenho térmico de instalações para confinamento animal. In. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1993. Ilhéus/BA. Anais. v.1. p26-36.

PERDOMO, C.C. e OLIVEIRA, P.A.V. de. **Características Construtivas de Instalações para Suínos**. CNPSA/EMBRAPA. Manual Técnico. nº03, 45p. Dezembro/87. Concórdia/SC.

TANAAMI, R.G.; LAHR, F.A.R.; BARROS JR., O.B. A importância do uso de espécies alternativas na construção de estruturas de madeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Santa Maria, RS, 1992. Anais. vl.p5-10.

TABELA 1 - Valores em volumes por área ( $m^3/m^2$ ) em função do vão livre.

Vão Livre (m)	Pinus elliottii	Angelim Araroba	Eucaliptus Citriodora
5.0	0.022	0.022	0.017
10.0	0.06	0.05	0.03
15.0	0.09	0.09	0.06

FIGURA 1 - Relação de volume por área e vão livre para as três espécies.

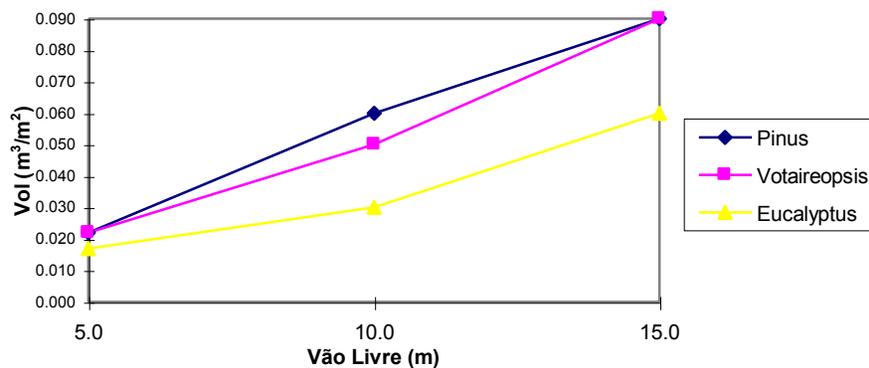


TABELA 2 - Valores de custo por área ( $R\$/m^2$ ) em função do vão livre.

Vão Livre (m)	Pinus elliottii	Angelim Araroba	Eucaliptus Citriodora
5.0	5.060	7.19	5.95
10.0	13.80	16.40	10.50
15.0	20.70	31.50	21.00

FIGURA 2 - Relação de custo por área e vão livre para as três espécies.

