



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

DISTRIBUIÇÃO DE ISODEFORMAÇÕES EM CORPOS-DE-PROVA DE TRÊS ESPÉCIES DE BAMBU

Daniel Albiero (daniel.albiero@agr.unicamp.br), **Leonardo S. Lourenço** (leostat@agr.unicamp.br), **Antonio L. Beraldo** (beraldo@agr.unicamp.br), **Silvestre Rodrigues** (silvestre.rodrigues@agr.unicamp.br); **Inácio M. Dal Fabbro** (inacio@agr.unicamp.br) ; **Antonio J. S. Maciel** (amaciell@agr.unicamp.br).

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola

RESUMO: Este trabalho trata de proposta de uma nova metodologia para a diferenciação de espécies de bambu, baseada na técnica interferométrica de moiré de sombra, com auxílio de técnicas de geoprocessamento e de análise estatística. A técnica de moiré de sombra baseia-se no fenômeno de interferência luminosa, entre ondas de luz, que forma um padrão de franjas sobre o objeto estudado. A metodologia consiste em fotografar o bambu iluminado pelo padrão de franjas antes e depois de sofrer uma solicitação de compressão. As fotos sofrem tratamentos para eliminação de ruído, através de filtros, e são processadas segundo o método de cálculo subtração de campo inteiro, fornecendo como resultado um mapa de isodeformações do espécime. Três espécies de bambu foram estudadas: *Guadua angustifolia*, *Bambusa tuldoidea* e *Dendrocalamus giganteus*. Após o processamento das imagens foi possível constatar que a metodologia apresenta grande potencial para a diferenciação de espécies de bambu, utilizando-se de um arranjo experimental simples e prático.

Palavras-chave: bambu; moiré, isodeformações.

ISODEFORMATIONS DISTRIBUTION ON SPECIMENS OF THREE BAMBOO SPECIES

ABSTRACT: This work proposed a new methodology for bamboo specimens differentiation based in shadow moiré interferometric technique combined with geoprocessing technique and statistical analysis. The shadow moiré technique based in light interference phenomenon between light waves, that generated a fringe pattern under the studied object. The methodology consists in to photograph the bamboo illuminated for the fringe pattern, before and after of a compression force. Those photos are processed for eliminate the noise through filters, and they are processed through the method of whole range subtraction, the result is a isodeformation map of the specimen. Three bamboo specimens were studied: *Guadua angustifolia*, *Bambusa tuldoidea* and *Dendrocalamus giganteus*. After the processing the images was possible to evidence that the methodology have great potencial for bamboo specimens differentiation using a experimental setup simple and practical.

Keywords: Bamboo, moiré, isodeformations.

1. INTRODUÇÃO

O bambu é considerado um material anisotrópico, pois seu comportamento depende de forma significativa da direção anatômica considerada. Além disso, outros fatores também são responsáveis pela variabilidade nas características do bambu: espécie, idade do colmo, presença e quantidade dos nós, posição ao longo do colmo e teor de umidade, dentre outras (www.brasilis.pro.br).

Em termos de engenharia, de particular interesse mostra-se a possibilidade de utilização do bambu na forma estrutural, em pilares, vigas e treliças. No entanto, pouco se conhece sobre a distribuição das tensões durante um determinado carregamento aplicado ao bambu, principalmente porque a obtenção das deformações mostra-se uma tarefa complicada, devido à ocorrência de maior concentração de tensões na região dos nós.

Uma alternativa promissora para efetuar o mapeamento das deformações em um material submetido a determinado carregamento é a técnica de Moiré, que pode fornecer informações referentes a caracterização física de espécies de bambu, perfazendo um método para se diferenciar espécies de bambu que seja muito semelhantes visualmente.

A luz se propaga na forma de ondas, sendo descrita matematicamente por uma função de onda (SALEH, 1991). Quando duas ou mais ondas luminosas coerentes de mesma frequência e amplitude encontram-se simultaneamente na mesma região do espaço, a função de onda total é a soma das ondas, e devido a interferência sua intensidade depende da relação de fases entre as ondas superpostas (SALEH, 1991). Esta interferência pode gerar um padrão de franjas, escuras e claras.

Quando se olha através de duas telas ou grades sobrepostas, nota-se a formação de padrões ou franjas, que são resultado da combinação das linhas dessas telas. Essa ocorrência é chamada de fenômeno ou efeito de *moiré*; as franjas produzidas são chamadas de padrões ou franjas de *moiré*. CLOUD (1988) citou que D. TOLLENAR em 1945 estudando esse fenômeno descobriu que as franjas de *moiré* são na verdade amplificadoras de movimento, e que poderiam dar uma alta sensibilidade a medições de movimentos relativos. HU (2001) afirmou que as Técnicas de *Moiré* (de Sombra e Projeção), são as técnicas perfilométricas mais utilizadas devido, principalmente, à sua simplicidade e rapidez de medição, e por isso têm sido alvo de freqüentes estudos servindo para vários tipos de aplicações.

Os padrões Moiré podem ser pensados como sendo a superposição de duas ondas planas em ângulo entre suas direções de propagação. Nas regiões em que as duas ondas estejam em fase, ocorre interferência construtiva, resultando em franjas claras, e onde elas estão fora de fase geram-se franjas escuras, devido a interferência destrutiva (MALACARA, 1992). Esta aproximação deriva da interferência entre os padrões de franjas através do uso de relações usualmente chamadas de modelos de transição inicial (PISAREV, 2001).

Neste trabalho serão negligenciadas as características eletromagnéticas e quânticas da luz, assim sendo a mesma será tratada apenas pela teoria ondulatória que é suficiente para explicar os fenômenos descritos. Pretende-se provar a eficiência da técnica interferométrica de moiré de sombra para captar diferenças entre espécies diferentes de bambu.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A fase experimental deste trabalho foi realizada no Laboratório de Materiais e Estruturas, da Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas, em Campinas, São Paulo, Brasil. O arranjo experimental para obtenção das franjas de Moiré está mostrado na Figura 1, tratando-se basicamente de uma fonte de luz, uma câmera fotográfica digital, e de