

ULTRASSOM NA GERAÇÃO DE IMAGENS REPRESENTATIVAS DA CONDIÇÃO INTERNA DA MADEIRA COM PRESENÇA DE OCOS

Chiara Barros Secco (cbsecco@hotmail.com) - UNICAMP/FEAGRI; **Raquel Gonçalves** (raquel@agr.unicamp.br) - UNICAMP/FEAGRI; **Domingos Cerri** (dgpcerri@terra.com.br) - UNICAMP/FEAGRI; **Fernando Batista** (fernandobatista_19@msn.com) - UNICAMP/FEAGRI

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar metodologia de utilização de ultrassom para representar a condição interna de peças de madeira com presença de oco. Os ensaios de ultrassom foram realizados utilizando equipamento USLab (AGRICEF) e transdutores de 45 kHz. Tendo em vista que a metodologia envolveu a associação de imagens aos resultados de velocidade, o método pode ser denominado tomografia ultrassônica. Para as medições de ultrassom utilizou-se disco de Pequiá (*Aspidosperma desmanthum*), inicialmente integro, no qual foram inseridos ocos artificiais. As leituras de tempo de propagação de ondas foram realizadas na direção perpendicular às fibras e utilizando-se malha de medição. A variação de velocidade de propagação na peça integra e após cada orifício produzido de forma proposital em máquina de usinagem CNC foi utilizada para gerar a imagem da condição interna da peça. Os orifícios, de forma circular, foram produzidos com aumento percentual da área em relação ao tamanho da peça. A redução da velocidade foi provocada pela mudança de percurso da onda, que tende a se desviar do vazio e percorrer o material. A variação da velocidade com o aumento do oco possibilitou a geração de imagem que representou, de forma aproximada, a condição real da peça, permitindo concluir a viabilidade da metodologia de tomografia ultrassônica proposta.

Palavras-chave: Pequiá, método não destrutivo, tomografia ultrassônica.

ULTRASOUND IMAGING REPRESENTATIVE IN THE INTERNAL CONDITION OF WOOD WITH PRESENCE OF HOLLOW

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate methods of using ultrasound to represent the internal condition of pieces of wood with the presence of hole. Tests were performed using ultrasound equipment USLab (AGRICEF) and 45 kHz transducers. Since the methodology involved the association of images to speed results, the method can be called ultrasonic tomography. The Pequiá (*Aspidosperma desmanthum*) wood was used for the ultrasound measurements, which was performed in the perpendicular direction to the fibers and using a grid measurement. Variation of ultrasonic wave speed was evaluated with piece without hole and after different size holes produced by CNC machine. The holes were produced with increasing percentage of the area in relation to the size of the piece. To represent the types of most common in native trees a circular hole were made. There was variation in the velocity of wave propagation. The velocity reduction was caused by the change of path of the wave, which tends to shift the void and through the material. The speed variation with the increase of hollow allowed the generation of image representing the actual condition of the piece, confirming the viability of the methodology proposed ultrasonic tomography.

Keywords: Pequiá (*Aspidosperma desmanthum*), non-destructive method, ultrasonic tomography.

1. INTRODUÇÃO

Métodos acústicos têm sido utilizados com sucesso em todo o mundo em avaliações florestais e vêm substituindo, a cada dia e em mais aplicações, as avaliações visuais, uma vez que em muitos casos as patologias não estão visíveis, como é o caso de grande parte dos ocos em árvores.

No caso do ultrassom a propagação de ondas é afetada pela presença de materiais com diferentes características de impedância acústica de forma que a presença de material deteriorado ou diferenciado (trincas, nós, etc.) no interior do tronco acarretará variação na velocidade de propagação da onda e na amplitude do sinal emitido. Para ocos de maiores dimensões a propagação também poderá ser afetada pela mudança de percurso da onda que tente a percorrer o material. Estas variações são detectadas pelo equipamento e podem ser estudadas para a elaboração de perfil de comportamento que possa vir a ser associado não somente à presença ou ausência de um oco interno como também à quantificação desse oco em termos de dimensões.

A propagação de ondas na madeira é um dinâmico processo, diretamente relacionado com suas propriedades físicas e mecânicas. Em geral, as velocidades das ondas são mais rápidas em madeiras de melhor qualidade do que nas madeiras de baixa qualidade. Wang et al. (2004) concluíram que medições de tempo utilizando propagação de ondas no caule, na direção radial, permitiram determinar, com precisão, a condição interna da árvore. Segundo os autores a velocidade de propagação de ondas em sólidos com defeitos diminui porque a onda contorna o defeito, fazendo com que o tempo de propagação aumente.

Conforme Bucur (2005) a obtenção de imagens da estrutura interna das árvores é possível através de técnicas que utilizam parâmetros da propagação de ondas, gerando a denominada tomografia ultrassônica, a qual pode ser baseada no tempo de propagação, na amplitude do sinal, ou na resposta em frequência. Segundo a autora as frequências usuais para esse tipo de medição variam de 50 a 1000 kHz. Quanto mais alta a frequência melhor a resolução, por outro lado, frequências altas apresentam atenuações mais elevadas, de forma que a melhor opção deve ser encontrada para cada tipo de pesquisa ou resultado desejado.

Para demonstrar a viabilidade da tomografia ultrassônica na detecção de zonas internas deterioradas em árvores Bucur (2005) utilizou uma tora de Beech (*Fagus grandifolia*) de 0,55 m de diâmetro com uma zona interna deteriorada. Medições de tempo de propagação das ondas nos troncos foram realizadas em três níveis – 0,36 m, 0,84 m e 1,38 m a partir do solo. Em cada nível foram realizadas 16 medições de tempo de propagação em dois eixos (x e y), considerando uma grade de aproximadamente 4 cm, gerando um total de 120 medições na árvore. As medições de velocidade de ondas longitudinais, realizadas nos eixos x e y, permitiram gerar imagens 2D. Tendo em vista as medições em diferentes níveis do eixo z (altura da tora), foi possível, também, a obtenção de uma imagem 3D que reconstituiu a condição do tronco. As imagens foram geradas adotando-se diferentes cores para regiões de mesmas velocidades, que no caso desse trabalho foram fixadas em faixas de 300 m/s. A variação total de velocidades obtida nessa pesquisa foi de 400 m/s a 2350 m/s. Os resultados permitiram identificar a que a região central da árvore possuía uma grande zona deteriorada, o que foi confirmado posteriormente com o corte da árvore.

Najafi et. al. (2009) realizaram inspeções com onda ultrassônica a fim de detectar ocos em Beech (*F. orientalis*). Para a obtenção de melhores contrastes, discos de árvores saudáveis de diferentes secções do tronco foram selecionados e orifícios (representando apodrecimento interno) foram criados manualmente e progressivamente alargados. Os orifícios artificiais foram de dois tipos, circulares e lineares. Velocidades de ondas de ultrassom foram mensuradas nesses discos de madeira sem orifícios e com os orifícios de diferentes tipos e em diferentes posições. Os resultados deste estudo mostraram que as velocidades das ondas ultrassônicas diminuíram significativamente com o aumento das dimensões dos orifícios. A localização dos orifícios não teve qualquer influência, nem sobre a magnitude nem sobre a