

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem as seguintes conclusões:

- A julgar pela teoria de propagação de ondas de tensão, que se dá em meio elástico, caracterizado na madeira pela espessura da parede das fibras e seus arranjos microfibrilares, as maiores espessuras proporcionaram maior velocidade das ondas. O diâmetro do lúmen, vazio considerado como área descontínua, reduziu a velocidade das ondas ao mudar seu curso;
- Os nós (frequência, diâmetro e área), também caracterizados por áreas descontínuas, e os maiores ângulos de grã aumentaram o tempo e reduziram a velocidade de propagação das ondas, podendo ser determinados pelo método, sem que a madeira seja destruída;
- Nas árvores em pé e nas toras, a área, diâmetro de nós e a densidade básica exerceram as maiores influências sobre as variáveis do método. Nas tábuas úmidas, a largura das fibras, índice de enfiletamento e espessura de parede foram mais importantes. Nas tábuas secas, a densidade básica, diâmetro do lúmen e ângulo de grã, determinado no ponto 2, se correlacionaram mais fortemente com o tempo e velocidade de propagação das ondas. Nas lâminas, o comprimento de fibras exerceu influência marcante sobre as variáveis do método;
- A aplicação da técnica para avaliação das propriedades da madeira pode ser realizada nos produtos úmidos, já que foi observada correlação significativa para as variáveis do método determinadas nas tábuas úmidas e secas ao ar, verificadas também na bibliografia, podendo-se eliminar a fase de secagem para obtenção dos resultados com maior rapidez e facilitando sua utilização no início das linhas de produção;

- A técnica de aplicação de ondas de tensão pode ser utilizada para determinação das propriedades da madeira, de maneira indireta (não destrutiva), com rapidez e eficiência, uma vez que apresentou fortes correlações entre suas variáveis tempo e velocidade de propagação das ondas e as propriedades avaliadas nos grupos árvores em pé, toras, tábuas e lâminas;
- As relações obtidas entre as variáveis avaliadas nos diferentes grupos estudados, indicaram que a técnica de propagação de ondas de tensão pode ser empregada tanto na árvore em pé, quanto nas toras. Isso possibilita a seleção do melhor material para diferentes finalidades (pasta, celulose, papel, laminados e serrados, dentre outros), de acordo com os requisitos exigidos. Também pode ser empregada em linhas de produção para classificação de produtos, já que as relações observadas entre as variáveis foram significativas nos produtos avaliados;
- É possível determinar a qualidade dos produtos com base no uso da técnica em árvores em pé e toras, considerando as significativas relações obtidas entre as variáveis do método e as propriedades da madeira determinadas nestes grupos e suas relações teóricas com a qualidade dos produtos finais;
- Equações baseadas no tempo e velocidade de propagação das ondas de tensão proporcionam estimativas das propriedades anatômicas (dimensões de fibras e suas relações), físicas (densidade básica e densidade aparente), morfológicas (percentuais de lenhos, ângulo de grã) e defeitos (diâmetro, frequência e área de nós) com precisão, rapidez e facilidade, permitindo tomadas de decisões rápidas quanto aos aspectos de produção e utilização.

Com base nos resultados, discussões e conclusões deste trabalho, recomenda-se:

- Desenvolver estudo para validação das equações determinadas neste trabalho e do método utilizado;
- Considerar a variação radial das propriedades da madeira para estimativa do número adequado de avaliações a serem realizadas nos produtos (tábuas e lâminas) e também para determinação dos nós nas árvores em pé e toras, indicados nos resultados deste trabalho.
- Estudar forma de determinação do tempo de propagação nas lâminas, de modo a evitar interferências do ambiente e padronizar as determinações;
- Estudar a viabilidade de aplicação da técnica em pilhas de toras, visando facilitar a seleção das mesmas dentro das indústrias;
- Estudar as relações entre as variáveis da técnica (tempo e velocidade de propagação das ondas) e outras variáveis não contempladas neste trabalho, como, por exemplo, o ângulo fibrilar e outras propriedades de resistência mecânica;
- Realizar estudo para estimar a densidade aparente através da emissão de ondas de tensão, uma vez que esta propriedade tem sido uma das variáveis que mais interfere na utilização de grande parte dos métodos não destrutivos;
- Realizar novos estudos para diferentes idades e condições de crescimento desta espécie e também estudos para outras espécies;

- Testar a possibilidade de se estimar a qualidade de celulose/pasta com base no uso da técnica em árvores em pé e toras;
- Por se tratar de uma técnica simples e barata, desenvolvida com equipamento de baixo custo (aproximadamente 7,5 mil dólares), torna-se acessível também à pequenas indústrias e empresas do ramo madeireiro, permitindo maior aproveitamento da madeira, melhoria de seus processos e produtos, reduzindo as perdas e resíduos e, conseqüentemente os impactos sobre o meio ambiente, podendo ser implementada nestas indústrias.