

1- INTRODUÇÃO

A população mundial cresce aproximadamente 1,5 % a cada ano e em paralelo aumenta o consumo de madeira, aliado à melhoria de renda dessa população. De acordo com as estimativas, o consumo é da ordem de 0,67 m³/pessoa/ano, com uma taxa variando de 1,2 a 3,4 %. Segundo as previsões, em 2010 deverão ser consumidos 5,9 bilhões de metros cúbicos de madeira. No Brasil, o consumo médio anual por pessoa é aproximadamente 0,83 metro cúbico, a uma taxa de 3 % ao ano e um crescimento industrial setorial variando entre 6 e 8 %. O país consome, atualmente, 350 milhões de m³/ano, o que significa 8 % do consumo mundial de madeira (SILVA, 2000).

Os reflorestamentos no Brasil correspondem a 6 milhões de hectares, sendo 4,8 milhões com *Pinus* e eucalipto, que se concentram nas regiões sul e sudeste do país. Desta área, 1,6 milhões são povoamentos de *Pinus*, sendo que 57 % encontra-se nos estados do Paraná e Santa Catarina (SBS, 1996), podendo fornecer 40 milhões de m³/ano. Estes povoamentos estão comprometidos com o setor de celulose, pasta e papel e atualmente, com a redução significativa do uso de madeiras nativas, estão atendendo também o setor de madeira sólida. Nos últimos anos, a demanda brasileira por *Pinus* cresceu 10 % ao ano. O consumo de madeira desse gênero em 2004 foi de aproximadamente 45 milhões de metros cúbicos, sendo os estados do Paraná e Santa Catarina os maiores consumidores, com um volume de 32 milhões de m³/ano (com casca). As estatísticas mostram uma demanda significativamente superior à oferta e se intensificará nos próximos dois anos. Mantendo-se a demanda atual dos dois estados, o déficit de madeira de *Pinus* será acentuado entre 2007 e 2016, alcançando seu pico máximo em 2011 com um déficit de 12 milhões de metros cúbicos com casca (VALOR FLORESTAL, 2004), dado preocupante para as indústrias de base florestal.

Além da falta de matéria-prima, outro fator que preocupa os consumidores é a variada qualidade da madeira produzida que, em geral, não atende aos padrões exigidos pelos produtos. O tronco de algumas espécies apresenta forma inadequada, elevada frequência e diâmetro de galhos, gerando considerada quantidade e diâmetro de nós, grande região medular, acentuados canais e bolsas de resina, além de outras variáveis que afetam as características dessa madeira.

Soma-se a essas questões o problema da madeira juvenil, onde aproximadamente 48 % dos povoamentos de *Pinus* disponíveis apresentam idade entre 0 e 10 anos e 15 % entre 11 e 15 anos (VALOR FLORESTAL, 2004). A madeira juvenil apresenta limitações no seu uso, devido à menor resistência mecânica, menor qualidade de fibras para determinados produtos, além da maior quantidade de nós. Apenas 22,5 % dos reflorestamentos de *Pinus* apresentam idade superior a 20 anos. Entretanto, parte dessas florestas adultas foi plantada aproveitando-se dos benefícios fiscais do Imposto de Renda, com baixa tecnologia de produção e outra parte foi conduzida para obtenção de produtos menos exigentes quanto a aspectos visuais e defeitos da madeira, apresentando considerável número e diâmetro de nós. Esses defeitos comprometem a utilização destas madeiras para obtenção de produtos mais nobres. As tentativas de uso têm resultado em baixo rendimento, grande perda e alto custo de produção. Para compensar estes problemas o valor da matéria-prima é reduzido, ou estas indústrias acabam optando pelo uso de madeiras nobres, onde a garantia de qualidade é expressiva. Essa é uma atitude esperada dentro de um processo de globalização, onde a produtividade e qualidade são aspectos essenciais para a sobrevivência das indústrias em um mercado cada vez mais competitivo.

Para melhorar a qualidade dos produtos é necessário o conhecimento prévio das propriedades da madeira a ser utilizada. Para isso, as grandes empresas de base florestal e os centros de pesquisas dispõem de laboratórios, onde são realizadas análises convencionais e, em geral, com um número restrito de amostras, uma vez que são demoradas e com um custo considerado, desde a coleta das amostras, em geral de forma destrutiva, até a obtenção dos resultados finais.

Para tornar o processo dinâmico e menos oneroso é necessária a implementação de novas tecnologias. Dentro desse contexto, os métodos de ensaios não destrutivos, como, por exemplo, a aplicação de ondas de tensão, pode fornecer uma indicação de uso. Além da maior rapidez e do baixo custo de análise, permite seu uso posterior, podendo ser aplicado na árvore em pé, em parte do tronco e também no produto final, proporcionando grandes avanços científicos, ganhos econômicos – financeiros e ambientais, destacando-se entre eles:

- Maior qualidade dos produtos

- Uso adequado da madeira nas indústrias, aumentando rendimentos e produção, reduzindo os desperdícios e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos;
- Uso adequado das florestas instaladas, melhorando o aproveitamento, otimizando-as ao máximo, de acordo com os diferentes segmentos de mercado e produtos, colaborando para minimização do processo de exaustão dos povoamentos e, ao mesmo tempo, agregando valor à madeira;
- Fator complementar para planejamentos e decisões econômicas (estudos de viabilidade econômica), que são, em geral, baseadas em características dimensionais (volume, IMA, diâmetro/sortimento);
- Redução dos desperdícios nas diversas fases de preparo da matéria

Essa técnica apresenta influências de várias propriedades da madeira, tais como, densidade básica, dimensões de fibras, percentuais de lenhos, ângulo de grã, freqüência e diâmetro de nós, dentre outros. O conhecimento destas influências é importante para a aplicação do método em qualquer material a ser analisado, como em árvores em pé, toras ou produto final, possibilitando inferências sobre as propriedades desejadas.

Apesar de estar sendo investigada há mais de 30 anos, a aplicação de ondas de tensão tem sido utilizada com maior intensidade dentro das indústrias, nos produtos finais. A aplicação do método em toras e árvores é muito recente, tendo sido realizados poucos estudos com propriedades isoladas.

Este trabalho tem como objetivo geral testar a técnica não destrutiva de aplicação de ondas de tensão para estimativa das propriedades da madeira, verificando a viabilidade técnica de utilização como ferramenta para seleção de árvores em pé e toras. Além disso, tem como objetivos específicos:

- a) Buscar inter-relações entre as propriedades da madeira e as variáveis do método de emissão de ondas de tensão, o tempo e velocidade de propagação das ondas;
- b) Testar as influências das propriedades da madeira sobre os princípios do método proposto;

- c) Desenvolver modelos matemáticos que permitam estimar as propriedades da madeira através da técnica de emissão de ondas de tensão;
- d) Testar a possibilidade de estimar a qualidade do produto final (lâminas, tábuas) com base no uso da técnica em árvores em pé e toras.