

# AValiação DA QUALIDADE DA MADEIRA DE *Pinus taeda* A PARTIR DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Ricardo Arruda Camargo<sup>1</sup> Dr Jorge Luis Monteiro de Matos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – (ricardoengflo@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Doutor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – (jmatos.ufpr@gmail.com)

25/11/2016

---

## RESUMO

*Pinus taeda* é uma das espécies mais utilizada no Brasil atualmente, o que ocorre pelos múltiplos-usos oferecidos por sua madeira. Possuir o conhecimento das propriedades da madeira desta espécie facilita na avaliação da qualidade da mesma, auxiliando na indicação de usos finais mais adequados. Isso possibilita a geração de maior valor econômico, maior sustentabilidade, especialmente um produto com maior valor agregado. Portanto este trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade da madeira a partir das amostras obtidas de árvores de plantios comerciais de *Pinus taeda* L. com idades de 16 anos, oriundas do município Lages. Foram selecionadas 20 amostras aleatoriamente, nas quais determinou-se a densidade básica da madeira e mediu-se a largura dos anéis e entre anéis de crescimento, com cálculo de suas respectivas áreas. Diante dos resultados obtidos, foi identificado épocas do ano em que o crescimento permaneceu estagnado devido a fatores ambientais ou até mesmo ataques de agente xilófagos, os quais proporcionam transformações químicas e estruturais na madeira. Além disso, a quantidade de lenho juvenil, a velocidade de crescimento e a distância entre os anéis de crescimento ocasionaram a diminuição da densidade básica e conseqüentemente das propriedades mecânicas da madeira. Isto aponta os fatores que afetam a qualidade da madeira, sendo eles idade da árvore, ângulo da grã, teor de umidade, temperatura, constituintes químicos, massa específica e lenho juvenil. Pode-se, então, verificar quais amostras de madeira tiveram tendência de possuir boa qualidade. Com isso, existe a possibilidade da criação de um plano de manejo buscando maior eficiência na produção de madeira.

Palavra chave: Pinus, resistência, crescimento.

## ABSTRACT

*Pinus taeda* is one of the most used species in Brazil currently, which happens due to its wood multiple-uses possibilities. Having the knowledge about this species wood properties facilitates wood's quality assessments, assisting in opting for most adequated final uses. This can lead to greater added value, sustainability and specially a higher-added-value product. Thus, this research aimed to evaluate wood quality from samples collected in commercially planted areas, aged 16, from Lages. 20 samples were randomly collected, in which basic density was determined, width of and between growth rings were measured, and its respective area was calculated. With the obtained results it was identified periods of the year in which growth remained stagnant due to environmental factors or even wood decay organisms, which caused chemical and structural transformations in wood. In addition, quantity of juvenile wood, growth velocity and distance between growth rings caused a decrease in the basic density and thus to the wood mechanical properties. This points out aspects that affect wood quality: tree age, wood angle, temperature, chemical components, specific mass and juvenile wood. It is possible to verify which wood samples tend to have good quality. Based on it, it is possible to create a management plan seeking greater efficiency in the production of wood.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus*, compõe-se de mais de uma centena de espécies nativas de regiões temperadas e tropicais do mundo. *Pinus* é o nome latino clássico dessas madeiras que podem ser separadas microscopicamente nos grupos branco, amarelo e vermelho. *Taeda* é a denominação antiga de pinheiros resinosos segundo United States Department of Agriculture (USDA, 2008).

No Brasil, o gênero *Pinus* foi introduzido em 1966 com a lei de incentivos fiscais promovida pelo governo federal, que tinha como objetivo principal solucionar a escassez de matéria prima e regulamentar a exploração e o uso das florestas. Na região sul do Brasil de acordo com (Bertol.) ele teve o objetivo de substituir a madeira da *Araucaria angustifolia*, já (KRONKA et al., 2005) diz que a utilização do gênero *Pinus* é voltada para o reflorestamento e que a cada ano que passa vem crescendo cada vez mais sua implantação. Já em relação *Pinus taeda*, segundo (SHIMIZU, 2008) ele é o mais plantado e utilizado industrialmente na região Sul do país, isso ocorre, pois atualmente o gênero *Pinus* caracteriza-se como espécie sustentadora de uma cadeia produtiva importante para a região Sul e para o país (BERGER et al., 2007).

A madeira de *Pinus taeda* ao longo do tempo tem sido usada para diversas finalidades. Segundo (KRONKA et al., 2005) Constitui uma importante fonte de matéria-prima na fabricação de diferentes produtos, cuja utilização pela indústria moveleira e de construção civil vem crescendo a cada ano. Já (Marto et al., 2006) indicam a utilização de *Pinus taeda* para as seguintes finalidades: produção de celulose, construções, dormentes, laminação, fabricação de moveis e para serraria.

O estudo das características da madeira é essencial para seu uso eficiente. De acordo com Dias e Lahr (2004) ter o conhecimento destas propriedades possibilita um uso mais racional da madeira. Segundo Gonçalves et al. (2009) a intensificação no uso da madeira como matéria prima para fins industriais e construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam elas físicas ou mecânicas.

Quando se diz respeito às propriedades físicas da madeira de *Pinus taeda* que estão envolvidas diretamente com a qualidade da madeira, podemos levar em consideração a massa específica que de acordo com TRENDELENBURG e MAYER-WEGELINI (1956), apud KLOCK (2000), é uma das propriedades físicas mais importantes da madeira, pois está relacionada diretamente com propriedades como a resistência mecânica, grau de alteração dimensional e perda ou absorção de água. Dela depende a maior parte das propriedades físicas e tecnológicas, servindo como parâmetro para classificação de madeiras. Ela é definida como a razão entre a massa de um corpo e seu volume (VAN WYLEN et al, 2003).

Outra propriedade de grande importância que também deve ser levada em consideração é a resistência da madeira. Segundo WIANDY e ROWELL (1984) a resistência da madeira está relacionada à quantidade de água na parede da célula da fibra. Acima do ponto de saturação das fibras a água se acumula nas cavidades das células da madeira (água livre), e não se verifica efeito sensível sobre a resistência da madeira associado à variação do teor de umidade neste intervalo. Uns dos fatores que afetam a resistência mecânica da madeira é a

quantidade de lenho juvenil, pois segundo Larson et al. (2001), Guler et al. (2007) e Passialis e Kiriazakos (2004) o módulo de elasticidade (MOE), a resistência à compressão paralela e normal, a flexão estática e a tração paralela são seriamente afetadas pela presença de madeira juvenil.

Ter conhecimento das propriedades da madeira desta espécie torna-se então, uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade e principalmente para a indicação de usos finais adequados, gerando com isso maior valor econômico, maior sustentabilidade. Portanto este trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade da madeira de *Pinus taeda*, de plantios com rotações curtas, com objetivos específicos de avaliar os valores de densidade básica da madeira de árvores na idade de 16 anos, determinar a largura dos anéis de crescimento de discos tomados na altura do DAP das árvores, definir os comprimentos das fibras e analisar os fatores que afetam essas características.

## **MATERIAS E METODOS**

Para este estudo foram utilizadas amostras de madeiras obtidas de árvores de plantios comerciais de *Pinus taeda* L. com idades de 16 anos, oriundas da região do município Lages.com coordenadas 27° 48' 57" S, 50° 19' 33" W. No município de Lages o clima de acordo com a classificação climática de Köppen é considerado como Cfb, isso significa que o clima é temperado subtropical, com temperatura média de 16 °C. Durante o inverno, o clima é frio, onde as temperaturas podem chegar a -4 °C e sensação térmica de -10 °C. Na região ocorrem fortes geadas e também queda de neve. Já no verão, o clima varia de agradável a quente, as temperaturas podem chegar a 30 °C, podendo haver secas.

Quanto à vegetação, o município de Lages esta inserido no bioma Mata Atlântica, mais especificamente na formação da Floresta Ombrófila Mista, popularmente conhecida como Mata com Araucárias. Já o relevo é formado, em sua maior extensão, por escarpas de estratos e planaltos que declinam suavemente em direção a oeste e noroeste.

Inicialmente as amostras foram analisadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira localizado na Universidade Federal do Paraná. Foram selecionadas 20 amostras aleatoriamente, dessas amostras foram obtidos os valores de densidade básica, larguras dos anéis de crescimento e comprimento de lenho tardio e lenho inicial e suas respectivas áreas.

A determinação da densidade básica da madeira de *Pinus taeda* foi realizada seguindo o método de volumetria, sendo esta metodologia é a mais utilizada e difundida para qualificar a madeira, além disso, de um modo geral, Esse método é considerado preciso e muito utilizada para caracterização da madeira e é regida pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em que a norma utilizada é a NBR 11941 - Densidade Básica da Madeira.

A densidade Básica ( $\rho_b$ ) é calculada por meio da relação entre a massa 0% de umidade ( $M_0$ ) e volume saturado (VSAT), expressa em  $g.cm^{-3}$ , conforme a equação a seguir.

$$\rho_b = \frac{M_0}{V_{SAT}}$$

Figura 1. Fórmula da densidade básica da madeira

Figure 1. Basic wood density formula

Sendo:

$\rho_b$  : Densidade Básica (g/cm<sup>3</sup>)

$M_0$  : Massa 0% de umidade (g)

$V_{SAT}$  : Volume saturado (cm<sup>3</sup>)

A determinação dos valores de largura e área dos anéis de crescimento de anéis foi feita a partir da análise de imagens digitalizadas de discos das árvores, tomados ao DAP. Para a análise das imagens foi utilizado o programa AutoCad que permite em uma resolução específica medir cada anel de crescimento e sua respectiva área com margem de erro de até 5%.

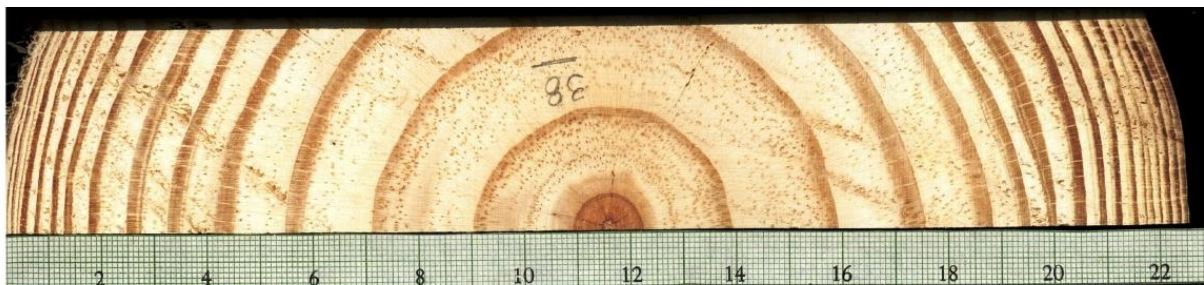


Figura 2. Imagem digitalizada dos anéis de crescimento da amostra 38.

Figure 2. Scanned image of sample growth rings 38

No AutoCad, para se determinar os valores das larguras e áreas ocupadas pelos anéis primeiramente foi definida a escala a ser utilizada, que nesse caso foi de 1:1, isso significa que 1 cm do plano equivale a 1cm da área real. Em seguida com relação aos valores dos comprimentos dos anéis de crescimento foi requerida uma opção do programa chamado de Cotas. Os tipos de cota compatíveis que podem ser utilizadas variam de cotas lineares verticais, horizontais, alinhadas e rotacionadas, até cotas angulares, cotas de raio entre outros.

Nesse projeto para buscar a maior precisão consequentemente diminuindo a margem de erro foram utilizadas tanto as cotas lineares verticais como as cotas lineares horizontais.



Figura 3. Largura dos anéis e entre anéis.

Figure 3. Width of rings and between rings

Já em relação à obtenção das áreas entre os anéis inicialmente foi necessário usar uma ferramenta do programa chamado de Polilinha que é uma sequencia conectada de segmentos que permite marcar a região desejável para se calcular a área. A partir destas demarcações feitas pela a polilinha, delimitando a região especifica, foi selecionada a opção em que se calculam automaticamente os valores das áreas, com isso obtendo-se em  $\text{cm}^2$  os valores das áreas entre os anéis.

## RESULTADOS

Observando-se a Figura 2, analisando o gráfico da amostra 1, podemos observar que ocorre uma variação entre os valores da largura dos anéis de crescimento e entre os anéis, sendo que até o quinto ano de idade essa variação é maior devido a alta taxa de crescimento da árvore. Já a partir do quinto ano podemos analisar que o percentual de crescimento é menor, conseqüentemente reduzindo ao passar dos anos.

Outras observações que podemos debater a partir do gráfico são a identificação de épocas do ano em que não houve crescimento da árvore devido a fatores ambientais como geadas, deficit hídrico, entre outras situações ou até mesmo ataques de agentes xilófagos (vespas da madeira, formigas, etc). Essa queda brusca no crescimento também pode prejudicar perda de qualidade, pois esses agentes podem ocasionar transformações químicas e estruturais na madeira, conseqüentemente reduzindo a resistência mecânica.

### Largura dos Anéis e Entre Anéis

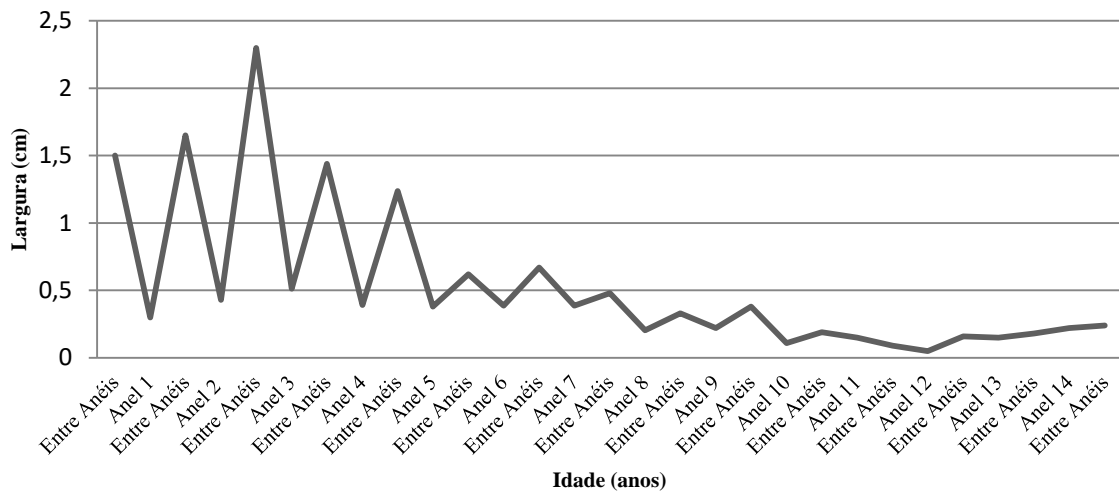


Figura 4. Largura dos anéis e entre anéis.

Figure 4. Width of rings and between rings

Já a figura 5 a baixo compreende todas as amostras no mesmo gráfico e observamos que as amostra apresentaram a mesma tendência de crescimento entre si, apresentando rápido crescimento nos seis primeiros anos, certas amostras como 44, 3, 65 também tiveram os mesmos problemas da amostra 1, que em certo anos ocorreram fatores que cessaram o crescimento da árvore.

### Largura dos anéis e entre anéis

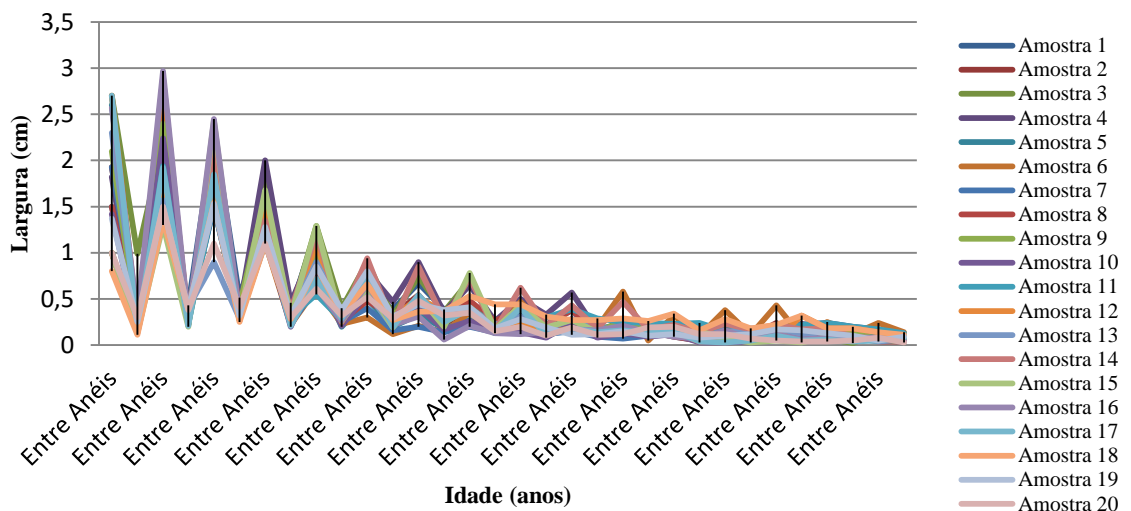


Figura 5. Largura dos anéis e entre anéis de crescimento de crescimento das amostras.

Figure 5. Width of the rings and between growth rings of the samples

Com relação aos resultados dos valores das áreas entre os anéis de crescimento podemos observar pela amostra 2 que até o segundo ano de idade ocorre um aumento na porcentagem de área de lenho juvenil, visto que, segundo Ramay & Briggs (1986) esse crescimento é caracterizado anatomicamente por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e por alterações em sua forma, estrutura e disposição, em sucessivos anéis de crescimento, que se reflete nas propriedades da madeira.

### Área entre Anéis de Crescimento

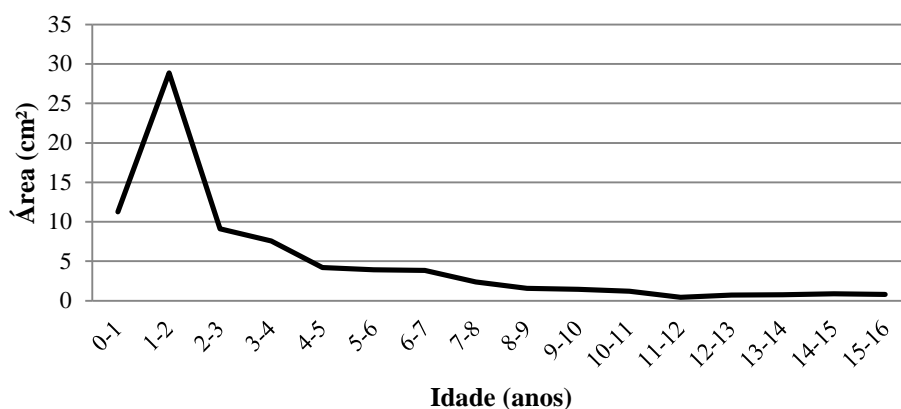


Figura 6. Gráfico sobre os valores das áreas entre anéis de crescimento da amostra 2.

Figure 6. Graph on the values of the areas between growth rings of sample 2

Já em relação ao lenho juvenil e lenho adulto pelo gráfico podemos identificar onde se começa a formação do lenho adulto e onde se termina o lenho juvenil. Essa identificação é observada quando ocorre a estabilização do valor da área tanto dos anéis de crescimento como os valores entre anéis. Nesse teste a transição do lenho juvenil para o lenho adulto ocorreu aproximadamente no 14.º anel, como podemos notar na figura 3, enquanto que segundo Lara Palma & Ballarin (2003) em estudo similar para a madeira de *Pinus taeda*, concluíram que a madeira adulta começa a ser formada entre o 14.º e o 20.º anel. Já Tomaselli (1979), estudando *Pinus taeda* observou que o comprimento dos traqueoides aumenta em direção à casca até uma idade entre 9 e 13 anos, após a qual ocorre uma estabilização dimensional.

### Área entre anéis de crescimento

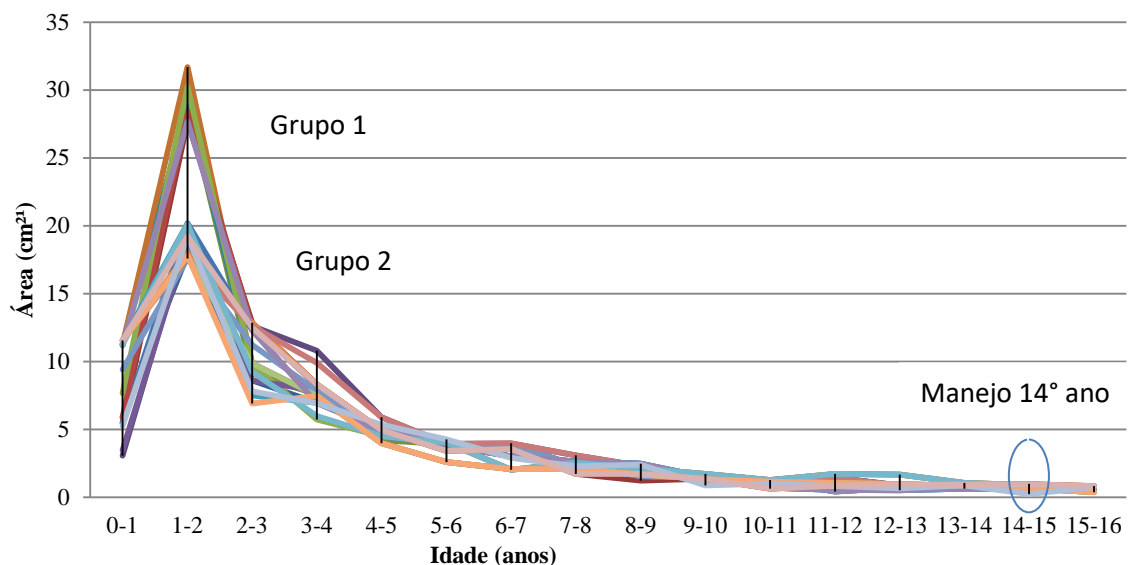


Figura 7. Valores das áreas entre anéis de crescimento das 20 amostras.

Figure 7. Values of the areas between growth rings of the 20 samples

Diante desses comentários tanto dos valores de espessuras dos anéis e entre anéis como seus respectivos gráficos podemos compreender que quanto mais distantes os anéis de crescimento entre si, tendo uma maior área de entre anéis, menor será a densidade básica da madeira. Com isso podemos compreender que a resistência mecânica é menor, conseqüentemente a madeira possuirá uma qualidade inferior.

Assim de acordo com os dados do Forest Products Laboratory (1974) e de Kollmann & Côté (1968), as propriedades mecânicas da madeira são significativamente influenciadas por diversos fatores, tais como a idade da árvore, o ângulo da grã, o teor de umidade, a temperatura, os constituintes químicos, a massa específica, a constituição anatômica, a duração da tensão e da deformação, as falhas na madeira e a presença de nós; assim, a presença de lenho juvenil e adulto na madeira, em qualquer proporção, irá interferir nas propriedades mecânicas, visto que a presença desses lenhos influencia nas propriedades supracitadas.

De acordo com Jessé Agostinho (2009) a densidade na idade de 16 anos é de 384 g /cm<sup>3</sup> enquanto Carlos José Mendes (1993) diz que para essa idade a densidade é de 0,370 realizando uma média entre os valores da densidade básica média do *Pinus taeda* para a idade de 16 anos encontradas na literatura, a variação é de 0,370 a 0,384 g/cm<sup>3</sup>. Portanto analisando essas amostras pela tabela abaixo, observa-se que 70% das amostras tem a tendência de apresentar boa qualidade e somente 30% não tem tendência de apresentar uma boa qualidade visto que, é necessário realizar posteriormente testes para que haja confirmação da hipótese apresentada.

A partir desses valores podemos observar que em plantios florestais se dá mais importância a produzir madeira em ciclos cada vez mais curtos, fazendo que a espécie tenha uma velocidade de crescimento muito alta,

como observamos nos gráficos acima e não levando em consideração as praticas de manejo que tem o intuito de produzir madeira de qualidade.

Amostra	Densidade Básica	Resistência	Amostra	Densidade Básica	Resistência
1	0,393	Boa	42	0,368	Ruim
38	0,385	Boa	52	0,368	Ruim
44	0,387	Boa	57	0,352	Ruim
45	0,378	Boa	63	0,337	Ruim
54	0,385	Boa	66	0,363	Ruim
151	0,389	Boa	67	0,364	Ruim
61	0,383	Boa			
65	0,405	Boa			
70	0,378	Boa			
50	0,373	Boa			
39	0,37	Boa			
41	0,37	Boa			
49	0,37	Boa			
68	0,371	Boa			

Tabela 1 Tendência das amostras apresentarem boa resistência mecânica.

## CONCLUSÃO

Diante da obtenção dos valores da espessura dos anéis e entre anéis de crescimento das amostras e suas respectivas áreas podemos compreender como ocorre o desenvolvimento da espécie, identificando fatores que podem influenciar diretamente na qualidade da madeira, bem como a quantidade de lenho juvenil, a velocidade de crescimento, a distância entre os anéis de crescimento entre outros fatores que também afetam.

Isso possibilita a criação de um plano de manejo com intuito de planejar, executar e monitorar técnicas que viabilizam melhorar a qualidade da madeira. Isso contribui na obtenção de madeiras de boa qualidade, ou seja, madeira com maior valor agregado, na redução dos custos e por fim proporcionando futuramente que as empresas do setor florestal possam se introduzir e crescer no mercado de madeira serrada.

## BIBLIOGRÁFIA

- BALLARIN, A.W.; LARA PALMA, H.A. **Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *P. taeda* L.** Revista *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003.
- CARLOS JOSÉ MENDES. **Influência da idade em *pinus taeda* sobre a qualidade de madeira para produção de celulose.** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.9, n.27, p.81 – 90, Ago.1993

- CASTELO, p.a.r. **Avaliação da qualidade da madeira de pinus taeda em diferentes sítios de crescimento e espaçamentos, através do método não destrutivo de emissão de ondas de tensão.** 137 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- CHIES, d. **Influência dos espaçamentos sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de Pinus taeda L.** 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Selection and properties of woodworking glues. Research Note. FPL USDA. Forest Service, Madison. Wise.,** n. 138, p. 1-10, Oct. 1974.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SP, **Pinus taeda.** 2016.
- JESSÉ AGOSTINHO XAVIER. **Variabilidade da massa específica básica de Pinus taeda I. Em diferentes idades de plantio.** Curitiba, Maio 2009
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira de Pinus maximinoi** H. E. Moore. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- KOLLMANN, F.F.P.; COTE JR., W A **Principles of wood science and technology Berlin Springer Verlag,** 1968. 2 v.
- KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. [on line]. Disponível em **A cultura do Pinus no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.
- LARSON PR, KRETSCHMANN DE, CLARK A, ISEBRANDS JG. **Formation and properties of juvenil wood in southern pines.** Forest service; 2001. 46 p.
- PACHECO, JOÃO MAURÍCIO. **Influência do espaçamento no crescimento de pinus taeda I. na região Centro-Sul do Paraná.**
- RODRIGO LIMA. **Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de Pinus taeda I.** IRATI 2013.
- ROSOT, M.A.D. ; DISPERATI, A.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Medição da área de anéis de crescimento usando imagens digitais.** Revista **Árvore,** Viçosa, v.25, n.1, p.79-88, 2001.
- SHIMIZU, J. Y. **cultivo do Pinus: espécies.** Disponível em: <[http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/Cultivodo\\_Pinus](http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/Cultivodo_Pinus)>
- SIDON KEINERT Jr. **Avaliação da utilização de madeira comercial de pinus taeda I e da adequabilidade da norma européia unificada (cem), à construção de vigas laminadas coladas.** CURITIBA 1995
- SPIECKER, H. **Análise do crescimento florestal: concorrência e sua importância no desbaste.** Curitiba: FUPEF, 1981. 62 p.
- TOMASELLI, I. **Comparação da qualidade da madeira de Araucaria angustifolia e Pinus spp produzida em reflorestamentos.** In: Relatório Final. Convenio FINEP. UFPR Curitiba, 1979. n. 18, p. 157- 161
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (FAO). Disponível em :<http://www2.fpl.fs.us/TeechSbeets/SoftwoodNA/htmlDocs/pinustaeda.html>. Acesso em: 16/11/2016

