

Delimitação entre os lenhos juvenil e adulto de *Pinus taeda* L. em função do comprimento dos traqueídeos

Delimitation between juvenile and adult woods of *Pinus taeda* L. as a function of tracheid length

DOI: 10.34188/bjaerv6n1-020

Recebimento dos originais: 20/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

Willian Barros Sidião

Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual de Goiás. 2022

Instituição: Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: willian.ws88@outlook.com

Ademilson Coneglian

Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP/Botucatu-SP. 2011

Graduado em Engenharia Florestal

Instituição: Docente da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: coneglian@ueg.br

Vinícius Ricardo de Oliveira

Pós graduado em Recuperação de Áreas Degradadas pela Universidade Federal de Viçosa. 2019

Graduado em Engenharia Florestal

Local de Trabalho: Fazenda Palmeiras do Ricardo S/A

Rodovia Eduardo Saigh, SP 259, Km 88,8 Bairro Taquari-Guassú, Itapeva-SP, Brasil.

E-mail: vinicius.oliveira@fazpalmeiras.com.br

Ednaldo Cândido Rocha

Doutorado em Ciência Florestal (área de concentração: Meio Ambiente e Conservação da Natureza) pela Universidade Federal de Viçosa. 2010

Graduado em Ciências Biológicas

Instituição: Docente da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: ednaldo.rocha@ueg.br

Lucas Robson de Oliveira

Pós graduando em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri. 2023

Graduado em Engenharia Florestal

Instituição: Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: lucas-florestal@outlook.com

Ismael Martins Pereira

Doutorado em Ciências pelo programa de Pós Graduação em Biologia Comparada da Universidade de São Paulo, USP- Ribeirão Preto. 2014

Graduado em Ciências Biológicas

Instituição: Docente da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: ismaelmpufg@gmail.com

Daniel Diego Costa Carvalho

Doutorado em Fitopatologia pela Universidade de Brasília – UnB. 2011

Graduado em Agronomia

Instituição: Docente da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: daniel.carvalho@ueg.br

Gabriel Ettore Tiengo

Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual de Goiás. 2023

Instituição: Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Sul, UnU Ipameri

Endereço: Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário. Ipameri-GO, Brasil

E-mail: ettoretiengo@gmail.com

RESUMO

O *Pinus taeda* L., destaca-se como a espécie de pinus mais cultivada no Brasil com uma área de aproximadamente 1 milhão de hectares. Por conseguinte, florestas de ciclos mais curtos têm sido superofertadas no mercado, apresentando madeiras com propriedades tecnológicas inferiores. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi delimitar os lenhos juvenil e adulto na madeira de *Pinus taeda* L. aos 26 anos de idade. O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção Florestal e Bioenergia (LPFBio) da Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul/Unidade Universitária de Ipameri. Para realização do trabalho foram utilizadas cinco árvores de *Pinus taeda* L. aos 26 anos de idade, localizadas no município de Itapeva – SP. Os coeficientes de determinação dos modelos ajustados para o comprimento dos traqueídeos (μm) em função da distância radial (mm) foram, $R^2 = 0,84, 0,97, 0,98, 0,98$ e $0,97$. No entanto, ao se aplicar a regressão segmentada foi determinado que o lenho juvenil de *Pinus taeda* L. compreende desde a medula até o 9° anel de crescimento, a zona de transição está entre o 9° e 15° anel, enquanto que o lenho adulto fica após o 15° anel, estendendo-se até a casca. Desta forma, conclui-se que os exemplares estudados possuem significativa quantidade de madeira adulta (31,30%), mas, o percentual de madeira juvenil (43,05%) é predominante em árvores de *Pinus taeda* L. aos 26 anos de idade. Destaca-se que o mercado requer uma atenção e uma necessidade de investimentos nos estudos de florestas jovens plantadas, pois a determinação do ponto de maturação da madeira, é fundamental na tomada de decisões, junto as aplicações e usos da madeira.

Palavras-chave: Pinheiro-amarelo, madeira exótica, qualidade da madeira, regressão segmentada.

ABSTRACT

Pinus taeda L. stands out as the most cultivated pine species in Brazil with an area of approximately 1 million hectares. Consequently, forests with shorter cycles have been oversupplied in the market, presenting woods with inferior technological properties. Thus, the objective of the present study was to delimit the juvenile and adult woods in the wood of *Pinus taeda* L. at 26 years of age. The experiment was carried out at the Laboratory of Forest Production and Bioenergy (LPFBio) at the State University of Goiás, Campus Sul/Unidade Universitária de Ipameri. To carry out the work, five trees of *Pinus taeda* L. at 26 years of age, located in the municipality of Itapeva - SP, were used.

The coefficients of determination of the models adjusted for the length of the tracheids (μm) as a function of the radial distance (mm) were, $R^2 = 0.84, 0.97, 0.98, 0.98$ and 0.97 . However, when applying segmented regression it was determined that the juvenile wood of *Pinus taeda* L. comprises from the pith to the 9th growth ring, the transition zone is between the 9th and 15th ring, while the wood adult is after the 15th ring, extending to the bark. Thus, it is concluded that the studied specimens have a significant amount of adult wood (31.30%), but the percentage of juvenile wood (43.05%) is predominant in *Pinus taeda* L. trees at 26 years of age. It is noteworthy that the market requires attention and a need for investments in studies of young planted forests, since the determination of the maturation point of the wood is fundamental in decision-making, along with the applications and uses of the wood.

Keywords: Yellow pine, exotic wood, wood quality, segmented regression.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os plantios florestais totalizaram cerca de 9,93 milhões de hectares em 2022 (IBÁ, 2022). Estima-se que no Brasil, apenas os plantios do gênero *Pinus* já tenham ultrapassado 1,93 milhões de hectares. Entretanto, os plantios comerciais concentram na região Sul, sendo o Paraná e Santa Catarina os principais estados produtores (IBÁ, 2022). No Brasil, os plantios florestais destinam-se principalmente à fabricação de celulose, papel e produtos de papel (46,5%), a produção florestal (36,2%) e a fabricação de produtos madeireiros (17,3%) (IBÁ, 2021).

Conhecido popularmente como pinheiro-amarelo, *Pinus taeda* L. pertence à família Pinaceae e ao gênero *Pinus* (GERNANDT et al., 2005), ocorrendo naturalmente na região no Sul e Sudeste dos Estados Unidos. O cultivo de *Pinus taeda* L., destaca-se na fabricação de paletes, embalagens, mobiliário, construção civil, indústrias de papel e celulose e extração do breu e da terebintina, derivados da resina natural (MISSIO et al., 2015; SALVADOR et al., 2020).

Em território brasileiro os programas de fertilidade do solo, melhoramento genético, mecanização de plantios e nutrição de plantas em viveiro ocasionaram um incremento volumétrico nos plantios de *Pinus* de $29,7 \text{ m}^3/\text{ha.ano}$, números superam as médias globais e destacam o Brasil no conhecimento silvicultural e tecnológico da cultura (IBÁ, 2022). Contudo, mesmo com o aumento de produtividade, florestas de ciclos mais curtos têm sido superofertadas no mercado, apresentando madeiras com propriedades tecnológicas inferiores (CONEGLIAN et al., 2016; CONEGLIAN et al., 2017; GIL et al., 2018; MACIEL et al., 2020).

Deste modo, em busca de reduzir a propagação de madeira de baixa qualidade, estudos que determinam a região de ocorrência dos lenhos juvenil e adulto tornam-se necessários. Vários autores verificaram que no sentido radial da madeira partindo da medula até a casca, ocorre um aumento gradativo da massa específica, das características anatômicas e transição do lenho juvenil para o lenho adulto (VIDAURRE et al., 2011; GATTO et al., 2013; PALERMO et al., 2013; TREVISAN et al., 2014). Por conseguinte, Coneglian et al. (2016) e Coneglian et al. (2017), afirmam que a

aplicação da regressão segmentada sobre o comprimento das fibras e traqueídeos é o melhor parâmetro para essa estimativa, pois utilizam duas retas para determinar os pontos de inflexão de cada região do lenho juvenil e adulto estudando *Tectona grandis* L. f. e *Pinus caribae* var. *hondurensis*, respectivamente.

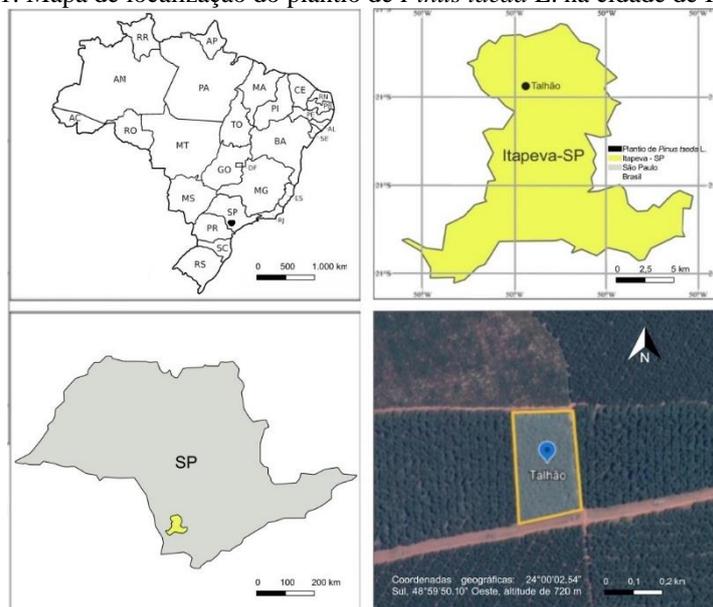
Além de possuir menor densidade, traqueídeos mais curtos, paredes celulares mais finas e menor conteúdo de celulose (CALEGARI et al., 2002), a madeira juvenil apresenta propriedades mecânicas e anatômicas constantemente inferiores as da madeira adulta (LUBE et al., 2013). Desta forma, pode-se afirmar que as diferentes características do lenho juvenil e adulto são determinantes quanto a sua destinação no mercado madeireiro (CALEGARI et al., 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo, delimitar os lenhos juvenil e adulto na madeira de *Pinus taeda* L. aos 26 anos de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produtos Florestais e Bioenergia (LPFBio) da Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul/Unidade Universitária de Ipameri. Para execução do estudo foram amostradas aleatoriamente cinco árvores matrizes de *Pinus taeda* L. de 26 anos com DAP médio entre 30-35 cm, provenientes de um plantio comercial na cidade de Itapeva-SP, cuja as coordenadas geográficas são 24°00'02.54" Sul, 48°59'50.10" Oeste, altitude de 720 m (Figura 1). O clima da região é o Cfb (Clima oceânico temperado) segundo a classificação de Köppen e Geiger (INMET, 2021). A temperatura média anual e a pluviosidade média anual é de 18,3 °C e 1880 mm, respectivamente. Destacando-se por ser uma região apta para o cultivo de espécies do gênero *Pinus* (BRUNINI; CARVALHO, 2018).

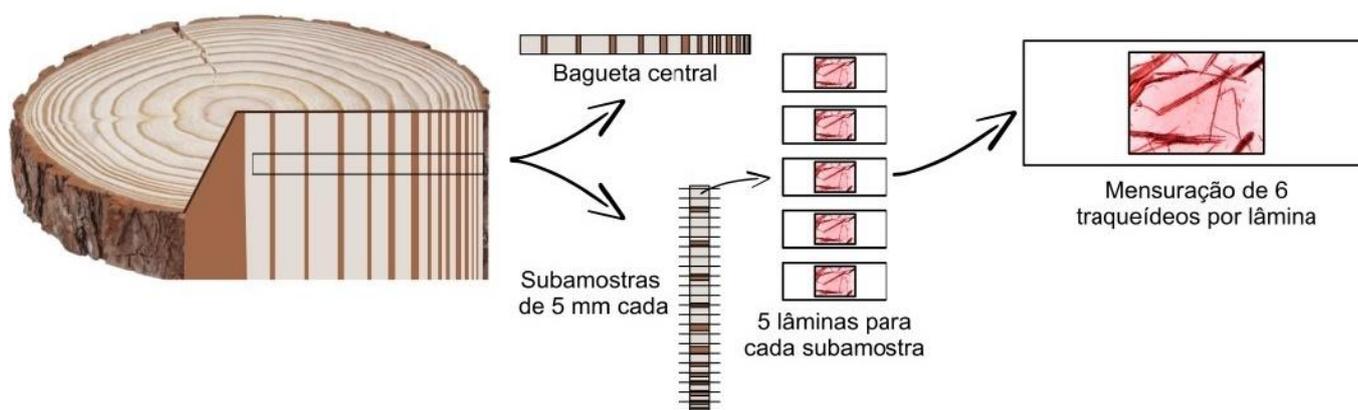
Figura 1: Mapa de localização do plantio de *Pinus taeda* L. na cidade de Itapeva-SP.



As árvores foram abatidas e com auxílio de um motosserra retiraram-se discos na base do fuste, com dimensões de 30-35 cm de diâmetro e 5 cm de espessura. Posteriormente, com o auxílio de uma serra de fita foi marcada e seccionada em cada disco uma bagueta central, orientada no sentido radial e com a medula presente. Em seguida, cada bagueta foi dividida em subamostras de 5 mm cada, a partir da medula até a casca. Por conseguinte, para cada subamostra foram confeccionadas cinco lâminas com mensuração de seis traqueídeos por lâmina, perfazendo 30 medições por subamostra. No entanto, o número de traqueídeos mensurados variaram de acordo com o diâmetro de cada árvore, sendo assim, a variação foi de 810 a 900 traqueídeos mensurados por árvore, totalizando 4260 medições.

A determinação do número de traqueídeos mensurados em cada subamostra seguiu as recomendações de Lara Palma et al. (2010) e Coneglian et al. (2017). O esquema simplificado da coleta do material pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2: Retirada das amostras no sentido radial (medula-casca) para mensuração dos traqueídeos de *Pinus taeda* L.



O método utilizado na maceração e no estudo anatômico foi o de Peróxido de hidrogênio e Ácido acético glacial, conforme descrito por Franklin modificado (TAYLOR, 1975), norma IAWA (1989) e Coradin; Muñiz (1992). Após a maceração do material e confecção das lâminas, iniciou-se o procedimento de captura das imagens. Deste modo, as imagens digitais de cada lâmina foram captadas com auxílio de um microscópio LEICA DM500, acoplada a uma câmera digital ICC50 W/E. Utilizando-se de um software de análise de imagens LAS EZ 3.4.0.272, para mensuração do comprimento dos traqueídeos com projeção de uma régua de escala micrométrica.

Conforme descrito por Bendtsen; Senft (1986), devido à gradual variação das propriedades da madeira no sentido radial (medula-casca), o ponto em que uma árvore deixa de produzir madeira juvenil e passa a produzir madeira madura não é bem definido. No entanto, há um ponto em que essas propriedades se estabilizam e decrescem. Para delimitação da idade de segregação, os dados

do comprimento dos traqueídeos foram analisados utilizando-se o método de regressão segmentada, recomendada por Coneglian et al. (2016) e Coneglian et al. (2017) que proporciona maior flexibilidade para a caracterização dos distintos comportamentos dos comprimentos das células. No entanto, após o cálculo da regressão segmentada foi realizado o cálculo de porcentagem de lenho juvenil e adulto em cada árvore (Equação 1 e 2).

Equação 1:

$$\% \text{Lenho Juvenil} = ((L. \text{ juvenil} / L. \text{ Total}) * 100)$$

Equação 2:

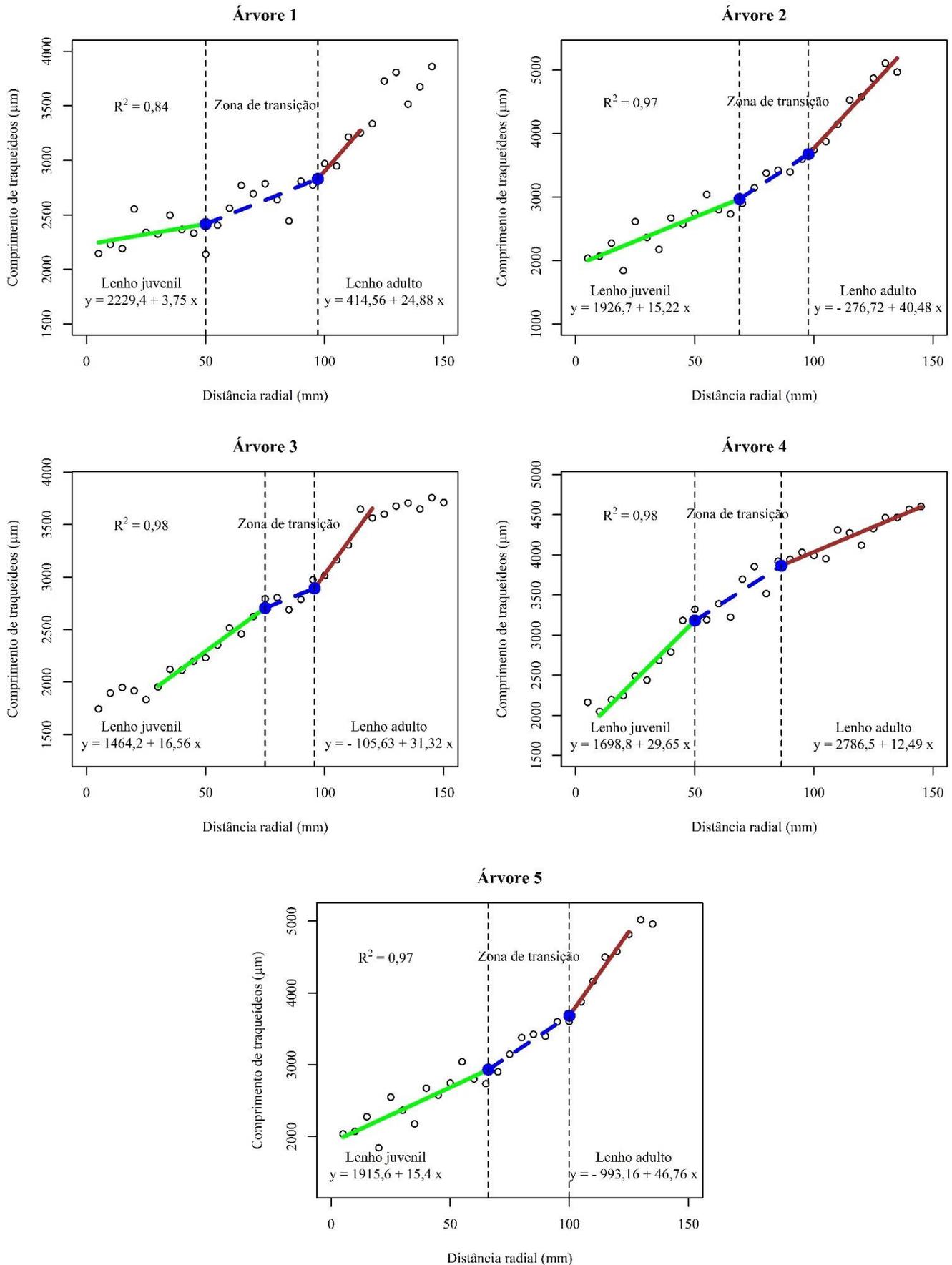
$$\% \text{Lenho Adulto} = ((L. \text{ adulto} / L. \text{ Total}) * 100)$$

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, teste de T de Student para dados pareados e análise de regressão segmentada (MUGGEO, 2003), para a delimitação da fase de desenvolvimento do lenho das plantas (juvenil, transição e adulto). As análises foram conduzidas no Programa R (R CORE TEAM, 2021) com o uso do pacote `segmented` (MUGGEO, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de determinação dos modelos ajustados para o comprimento dos traqueídeos (μm) em função da distância radial (mm) foram, $R^2 = 0,84, 0,97, 0,98, 0,98$ e $0,97$. Os traqueídeos apresentaram um padrão de crescimento quase que linear a partir da medula até o primeiro ponto de inflexão (linha verde). Posteriormente, foi observado uma tendência de estabilização até o segundo ponto de inflexão (linha azul), seguida de um novo padrão de crescimento do segundo ponto até a casca (linha vermelha). Tais linhas delimitam o lenho juvenil, zona de transição e lenho adulto das árvores 01, 02, 03, 04 e 05 (Figura 3).

Figura 3: Regressão segmentada do comprimento dos traqueídeos (μm) em função da distância radial (mm), usada para delimitar o lenho juvenil, zona de transição e lenho adulto das árvores 01, 02, 03, 04 e 05 de *Pinus taeda* L.



No entanto, diversos autores obtiveram resultados semelhantes quanto ao crescimento acentuado do lenho juvenil acompanhados por uma tendência de estabilização referente a zona de transição em se tratando da madeira de *Corymbia citriodora* (Hook.) KD Hill & LAS Johnson (LARA PALMA et al., 2010) e *Pinus elliottii* Engelm (PALERMO et al., 2013).

De acordo com esse comportamento e com o ajuste da regressão segmentada pode-se afirmar que, a madeira juvenil compreende desde a medula até o primeiro ponto de inflexão (60 mm), a zona de transição está delimitada entre 60-95 mm, enquanto que a madeira adulta tem seu primórdio desde o segundo ponto de inflexão (95 mm) estendendo-se até a casca.

Deste modo, a zona de transição de *Pinus taeda* L. corresponde desde o 9° ao 15° anel de crescimento. Entretanto, em estudos anteriormente realizados por Trevisan et al. (2014), foram alcançados resultados correspondentes, onde a idade de segregação *Pinus elliottii* Engelm foi de 10 anos (10° anel de crescimento). Em consonância, outros pesquisadores observaram que o lenho juvenil de *Pinus taeda* L. parte da medula e se delimita entre o 8° e o 12° anel de crescimento (ZOBEL; SPRAGUE, 1998), 9° e o 13° anel de crescimento (TOMASELLI, 1979), corroborando com os registrados no referente estudo.

Em estudos conduzidos por Coneglian et al. (2017), observaram que a região de transição de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 40 anos de idade, está delimitada entre o 9° e 17° anel de crescimento, valor semelhante ao encontrado para *Pinus taeda* L. de 26 anos de idade. Entretanto, resultados encontrados por Lara Palma; Ballarin (2002), referenciam que para *Pinus taeda* L. de 37 anos de idade, a região classificada como zona de transição se localiza entre o 14° e o 18° anel de crescimento.

Após a realização da análise estatística descritiva foram obtidos os resultados para comprimento máximo, médio e mínimo (μm), assim como a porcentagem de lenho juvenil e adulto, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%), que estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritivas do comprimento dos traqueídeos (μm) de 5 árvores de *Pinus taeda* L. e porcentagem de lenho juvenil e adulto em cada árvore.

Estatística Descritiva	Árvore 01		Árvore 02		Árvore 03		Árvore 04		Árvore 05	
	Juvenil	Adulto								
Máximo (μm)	3259	4346	3644	5825	3078	4215	3669	5131	3644	5491
Médio (μm)	2327	3351	2458	4396	2180	3496	2556	4247	2451	4425
Mínimo (μm)	1632	2354	1632	2671	1477	2403	1891	3515	1632	2671
Porcentagem (%)	34,48	32,41	48,14	32,41	50,01	27,40	34,48	41,37	48,14	25,92
Desvio padrão (μm)	371	503	431	687	340	377	452	360	422	677
CV%	15,96	15,02	17,55	15,62	15,59	10,79	17,68	8,49	17,21	15,29

Dist. Radial (mm) = distância radial; CV% = coeficiente de variação; n = 810-900 / observação: o número de traqueídeos mensurados variam de acordo com o diâmetro de cada árvore.

Em se tratando do comprimento máximo dos traqueídeos de *Pinus taeda* L., é observado uma variação crescente de 3.078 μm a 3.669 μm para madeira juvenil e 4.215 μm a 5.825 μm para madeira adulta. Enquanto que o comprimento mínimo dos traqueídeos variam de 1.477 μm a 1.891 μm e 2.354 μm a 3.515 μm para lenho juvenile adulto, respectivamente. Todavia, em estudos realizados por Trevisan et al. (2014), foram alcançados resultados semelhantes, onde o comprimento dos traqueídeos de *Pinus elliottii* Engel, apresentaram um padrão de variação crescente no sentido da medula até a casca de 1.401 μm a 3.442 μm . No entanto, o comprimento máximo encontrado para os traqueídeos de *Pinus taeda* L. (37 anos de idade), foram de 7.375 μm a 8.325 μm (BALLARIN; LARA PALMA, 2003).

No que tange os dados de desvio padrão, verifica-se uma maior variação do comprimento dos traqueídeos (360 μm a 647 μm) no lenho adulto, o que pode estar relacionado à maior dimensão das células xilemáticas. O coeficiente de variação médio para madeira juvenil é de 16,79%, já para madeira adulta encontra-se uma queda de 22,4% (quase $\frac{1}{4}$ no total de 16,79% que corresponde a 3,75%), com um CV% de 13,04%. Estes dados corroboram com os obtidos por Ballarin; Lara Palma (2003), que obtiveram um coeficiente de variação maior para lenho juvenil (24,82%) em relação ao lenho adulto (18,43%) de *Pinus taeda* L.

Ademais, todas as árvores apresentaram valores de CV% inferiores para o lenho adulto quando comparados aos obtidos para lenho juvenil. Por conseguinte, resultados semelhantes foram relatados por Lara Palma et al. (2010) e Coneglian et al. (2016), afirmando que este comportamento é devido a uma maior homogeneidade no comprimento dos traqueídeos que correspondem a madeira adulta.

Diante do exposto, entende-se que árvores de *Pinus taeda* L. de 26 anos de idade, possuem significativa quantidade de madeira adulta (31,30%). No entanto, a porcentagem de madeira juvenil é superior, totalizando 43,05%, enquanto que a zona de transição corresponde a 25,65%.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o comprimento máximo, médio e mínimo (μm) dos traqueídeos apresentaram variação crescente no sentido da medula até a casca com tendência a estabilização na zona de transição, seguida por uma nova variação crescente que corresponde o lenho adulto.

A madeira juvenil de *Pinus taeda* L. compreende desde a medula até o 9° anel de crescimento, a zona de transição está delimitada entre o 9° e 15° anel de crescimento, enquanto que a madeira adulta tem seu primórdio no 15° anel de crescimento, estendendo-se até a casca.

As árvores de *Pinus taeda* L. estudadas apresentaram, 31,30% de madeira adulta, 43,05% de madeira juvenil e 25,65% de zona de transição aos 26 anos de Idade.

Atualmente o decréscimo constante no suprimento de árvores adultas com grandes diâmetros, tornou oportuna a produção de árvores de ciclo curtos de corte por meio de adoção de espécies de rápido crescimento. Mudanças nas práticas silviculturais das plantações de rápido crescimento, aumentaram o interesse dos pesquisadores em relação às características da madeira juvenil e a sua influência nas propriedades anatômicas, físicas e mecânicas da madeira. Consequentemente, o mercado requer uma atenção e uma necessidade de investimentos nos estudos de florestas jovens plantadas, pois a determinação do ponto de maturação da madeira, onde a árvore deixa de produzir lenho juvenil e começa a produzir lenho adulto, se torna fundamental na tomada de decisões, junto as aplicações e usos da madeira.

REFERÊNCIAS

BALLARIN, A. W.; LARA PALMA A. F. Propriedades de resistência e rigidez na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v, 27, n. 3, p. 371-380, 2003.

BENDTSEN B. A.; SENFT J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation grown eastern cottonwood and loblolly pine. **Wood and Fiber Science**, Estados Unidos, v. 18, n. 11, p. 23-38, 1986.

BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P. **Zoneamento agroambiental para o setor florestal: zoneamento edafoclimático orientações técnicas e viabilidade de cultivo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2018, 39p.

CALEGARI, L.; GATTO, D. A.; SANTINI, E. J. Efeitos da temperatura de secagem sobre algumas propriedades em madeira juvenil e adulta de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 99-106, 2002.

CONEGLIAN, A.; CAMPOS, N. P.; SETTE JÚNIOR, C. R.; SILVA, A. R.; SOUSA JÚNIOR, A. D.; PEREIRA, I. M. Using segmented linear regression to identify juvenile and mature wood of *Tectona grandis*. **International Journal of Current Research**, v. 8, n. 11, p. 42021-42024, 2016.

CONEGLIAN, A.; CAMPOS, N. P.; SOUSA JÚNIOR, A. D.; SETTE JÚNIOR, C. R.; SILVA, A. R.; PEREIRA, I. M. Delimitation of juvenile and mature woods of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W. H. Barrett & Golfari as a function of the length of the tracheids. **International Journal of Current Research**, v. 9, n. 7, p. 54790-54794, 2017.

CORADIN V. T. R.; MUÑIZ G. I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia de madeira: (I) angiosperma, (II) gymnospermae**. Brasília: Ibama, 1992, 17 p.

GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P. H. G.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; TREVISAN, R.; DENARDI, L. Proportion of juvenile wood of açoita-cavalo, pecan and London plane wood. **International Wood Products Journal**, London, v. 4, n. 1, p. 33- 36, 2013.

GERNANDT, D. S.; LÓPEZ, G. G.; GARCÍA, S. O.; LISTON, A. Phylogeny and classification of *Pinus*. **Taxon**, v. 54, n. 1, p. 29-42, 2005.

GIL, J. L. R. A.; BARBOZA, F. S.; CONEGLIAN, A.; SILVA, M. F.; MORAES, M. D. A.; SETTE JÚNIOR, C. R. Características físicas e anatômicas da madeira de *Tectona grandis* L. f aos 7 anos de idade. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 41, n. 2, p. 529-538, 2018.

IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. 1989. **IAWA Bulletin**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 219-312, 1989.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2021**: ano base 2020. São Paulo: Ibá, 2021.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2022**: ano base 2021. São Paulo: Ibá, 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, 2021, disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

LARA PALMA, H. A., BALLARIN, A. W. Demarcação e densidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 8, 2002, Uberlândia, MG. **Anais** [...] Florianópolis: IBRAMEM, 2002.

LARA PALMA, H. A.; LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, Lavras, v. 16, p. 141-148, 2010.

LUBE, V. M.; MAZIERO, R.; FRANÇA, L. C. A.; VIADURRE, G. B.; PAULA, E. N. S. O. Madeira juvenil x madeira adulta na produção de celulose. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 22, n. 1, p. 74-81, 2013.

MACIEL, G. O. P.; FERREIRA, B. S.; SOUZA, G. C. Propriedades físicas da madeira juvenil e adulta do *Pinus elliottii* e *Pinus Taeda*. **Tecnologia e Inovação de produtos florestais**, Rio Branco, n. 1, p. 6, 2020.

MISSIO, A. L.; CADEMARTORI, P. H. G.; MATTOS, B. D.; WEILER, M.; GATTO, D. A. Propriedades mecânicas da madeira resinada de *Pinus elliottii*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p 1432-1438, 2015.

MUGGEO, V. M. R. Estimating regression models with unknown breakpoints. **Statistics in Medicine**, v. 22, n. 19, p. 3055-3071, 2003.

MUGGEO, V. M. R. Segmented: an R package for fitting regression models with broken- line relationships. **R News**, v. 8, n. 1, p. 20-25, 2008.

PALERMO, G. P. M.; LATORRACA, J. V. F.; SEVERO, E. T. D.; NASCIMENTO, A. M.; REZENDE, M. A. Delimitação entre os lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* Engelm. **Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p. 191-200, 2013.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2021.

SALVADOR, V. T.; SILVA, E. S.; GONÇALVES, P. G. C.; CELLA, R. Biomass transformation: Hydration and isomerization reactions of turpentine oil using ion exchange resins as catalyst. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 15, p. 100214, 2020.