

Idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Pinus elliottii* Engel

Age of segregation of juvenile and mature *Pinus elliottii* Engel wood

Rômulo Trevisan^{*} Cristiane Isabel da Motta¹ Tamires Fioresi¹ Andréia Vanize Trautenmüller¹
Jéssica Emilia Rabuske¹ Luciano Denardi¹

RESUMO

A madeira juvenil em maior proporção no fuste e suas características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas diminuem a qualidade do material. Esse estudo teve como objetivo estimar a idade de segregação do lenho juvenil e adulto pelo comprimento dos traqueóides em *Pinus elliottii* Engel, aos 30 anos de idade. Para tanto, seis árvores foram selecionadas, com base no diâmetro dominante, em um povoamento localizado no Colégio Agrícola de Frederico Westphalen/UFSM. Após o abate, no disco correspondente a 0,15 metros de altura, foram marcadas e seccionadas baguetas centrais de onde se retirou o lenho inicial dos trinta anéis de crescimento, no sentido medula-casca, para maceração. A segregação dos dois tipos de lenhos foi determinada pela variação radial da característica anatômica em estudo através de duas regressões lineares simples. Os resultados indicaram que o comprimento dos traqueóides apresentou padrão de variação crescente no sentido medula-casca, indicando assim que os menores valores foram observados próximos à medula e correspondem aos primeiros anéis de crescimento. A idade de segregação do lenho de *Pinus elliottii* definida por meio do comprimento de traqueóides foi de, aproximadamente, dez anos.

Palavras-chave: maturação do lenho, anéis de crescimento, qualidade da madeira.

ABSTRACT

The juvenile wood in greater proportion in the stem and its physical, mechanical, chemical and anatomical characteristics decrease the quality of the material. This study was undertaken to estimate the segregation age of juvenile and mature wood by tracheid length of *Pinus elliottii* Engel, at 30 years of age. Six trees were selected, on the basis of the dominant diameter, in a stand located in Agricultural College of Frederico Westphalen/UFSM. After cutting down, in the disk corresponding to the 0.15 meters, were marked and sectioned central baguettes from where was removed the initial wood of the thirty growth rings, in pith-to-bark direction, for maceration. The segregation of the two

types of wood was defined by radial variation of the anatomical characteristic in study through two simple linear regressions. The results indicated that the tracheid length showed a pattern of increasing from pith to bark, indicating that the lowest values were observed near the pith and correspond to the first growth rings. The age of segregation of the *Pinus elliottii* wood defined by tracheid length was, approximately, ten years-old.

Key words: maturation of the wood; growth rings; wood quality.

INTRODUÇÃO

A atividade florestal brasileira contribui de forma relevante para o desenvolvimento do país, gerando renda, tributos, empregos e divisas, bem como um impulso ao desenvolvimento regional. Atualmente, o setor florestal possui cerca de 4,65 milhões de hectares de florestas plantadas e, desse total, pode-se verificar um predomínio dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo raramente encontrados povoamentos expressivos com outras espécies exóticas.

Porém, o setor industrial de base florestal tem sido marcado por um processo de utilização crescente de matéria-prima proveniente de reflorestamentos e, no atual cenário, são de relevante importância à sustentabilidade e contínuo aprimoramento de novos processos tecnológicos para produção florestal.

Entretanto, ainda há dificuldade em se produzir madeira com qualidade, pois esse material é originário de um sistema biológico complexo e suas propriedades físico-mecânicas variam

¹Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: romulo_trevisan@ufsm.br. *Autor para correspondência.

significativamente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e diferentes partes de uma mesma árvore, como no sentido medula-casca, ou mesmo dentro dos anéis de crescimento (GONÇALVES et al., 2007). Essas alterações decorrem em razão, principalmente, de fatores genéticos e ambientais (MALAN, 1995; ALZATE et al., 2005; CHIES, 2005; NISGOSKI, 2005; WASHUSEN et al., 2005).

A heterogeneidade no sentido radial é a fonte de variação mais importante, sendo a sua extensão determinada, fundamentalmente, pela proporção de madeira juvenil e suas características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas ao longo do raio (CLARK & SAUCIER, 1989; ZOBEL & BUIJTENEN, 1989; MALAN, 1995; GONÇALVES et al., 2007).

A madeira juvenil, de modo geral, caracteriza-se por apresentar menor massa específica, maior ângulo das microfibrilas na camada S2, traqueoides mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina e hemicelulose, menor conteúdo de celulose e menor resistência, em relação à madeira adulta (BENDTSEN, 1978; ZOBEL, 1984; SENFT et al., 1985; ROWELL et al., 2000; LARSON et al., 2001; NISGOSKI, 2005).

Assim, a definição da idade aproximada em que ocorre a transição da madeira juvenil para madeira adulta, é de grande importância prática, uma vez que a proporção de madeira juvenil no mercado é crescente (LARSON et al., 2001; GATTO et al., 2007; PAULESKI, 2010). Nesse sentido, esse trabalho teve por objetivo estimar a idade de segregação do lenho juvenil e adulto pelo comprimento de traqueoides em *Pinus elliottii* Engel, bem como a variação radial dessa característica tecnológica em árvores com 30 anos de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no estudo foi coletado em um povoamento exótico de *Pinus elliottii* Engel, com 30 anos de idade, espaçamento de plantio de 3,0x2,0m e não submetido a tratamentos silviculturais, pertencente ao Colégio Agrícola de Frederico Westphalen/UFSM, localizado no município de Frederico Westphalen - RS.

Para o estudo do comprimento dos traqueoides, foram retirados discos de madeira com aproximadamente cinco centímetros de espessura, a 0,15m da base do tronco de seis árvores de fuste

reto, cilíndrico e com diâmetro superior a 30cm, a 1,30m do solo (DAP). Os discos foram numerados, acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/CESNORS), onde foram submetidos a uma secagem gradual em estufa, a fim de evitar o surgimento de organismos xilófagos.

Em seguida, com o auxílio de uma serra-de-fita, foi marcada e seccionada, em cada disco, uma bagueta central com 5cm de largura, orientada no sentido radial e com a medula presente. A seção de melhor visualização dos anéis foi escolhida para a realização da maceração e a outra parte foi identificada e armazenada como material reserva.

Das baguetas destinadas à maceração, separou-se o lenho inicial dos trinta anéis de crescimento no sentido medula-casca. O lenho foi fragmentado, com uso de estilete, em lascas de madeira semelhantes a palitos de fósforo, porém mais estreitas, e acondicionadas em tubos de ensaio numerados. A dissociação do tecido lenhoso foi realizada pelo método de peróxido de hidrogênio e ácido acético, conforme descrito por KRAUS & ARDUIN (1997).

O produto da dissociação lenhosa resultou em uma pasta de traqueoides de coloração esbranquiçada, que foi disposta em papel filtro sobre um funil, lavada com água destilada e, em seguida, com etanol 50% por duas vezes consecutivas. Depois de concluídos esses procedimentos, o processo foi finalizado com a coloração dos traqueoides em solução aquosa de safranina 1%, durante trinta minutos.

Em seguida, foi efetuada, para cada lenho inicial amostrado, a montagem de três lâminas semipermanentes, utilizadas para a determinação de 30 leituras de comprimento dos traqueoides em microscópio ótico com ocular graduada, conforme as normas do IAWA-COMMITTEE (1989).

Para a análise da variação radial do comprimento dos traqueoides e da idade de segregação do lenho juvenil e adulto, os dados amostrados por anel de crescimento foram submetidos à análise de regressão. Os dados foram processados pelo pacote *Statistical Analysis System* (SAS, 1993), no qual foi, primeiramente, aplicado o procedimento *Stepwise* de modelagem de regressão. O modelo foi definido pelo comprimento dos traqueoides (Ct), em μ , em função do anel de crescimento no sentido medula-casca (A), pela equação: $Ct; \ln(Ct) = f(A; 1/A; A^2; 1/A^2; \ln A; 1/\ln A; \sqrt{A})$.

O melhor modelo foi selecionado com base no coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}),

erro padrão da estimativa (S_{xy}), valor de F e análise da distribuição dos resíduos.

A separação dos dois tipos de lenho foi definida pela variação radial (medula-casca) do comprimento dos traqueoides, através de duas regressões lineares simples, uma aplicada para a parte ascendente da distribuição dos dados e outra para a parte constante ou descendente. Os limites das duas distribuições de pontos amostrais foram definidos visualmente em gráfico antes do ajuste das equações. O ano de início de formação de lenho adulto foi determinado pelo cruzamento das duas retas obtidas pelas equações de regressão (GATTO et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da modelagem executada, verificou-se que duas variáveis foram selecionadas para descrever a variação do comprimento dos traqueoides, sendo descrita pela equação $\ln Ct = 7,245 + 0,282(\ln A) - 0,0000673(A^2)$. O teste de significância para o modelo foi significativo em nível de 95% de probabilidade de confiança, apresentando valor de F calculado igual a 2546,4, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$) de 0,48 e coeficiente de variação de 17%. Nessa análise, a adição de mais variáveis independentes ao modelo não foi possível para um nível máximo de $\alpha=5\%$.

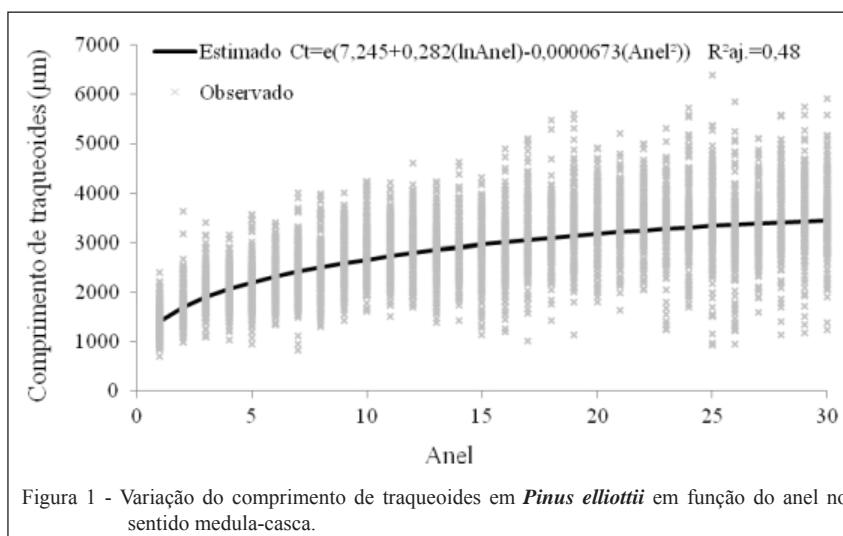
Dessa forma, para determinar o padrão de variação radial do comprimento dos traqueoides, os dados dessa característica, submetidos à análise de regressão, foram plotados em função do respectivo anel no sentido radial, ajustando-se à equação selecionada pelo procedimento *Stepwise* (Figura 1).

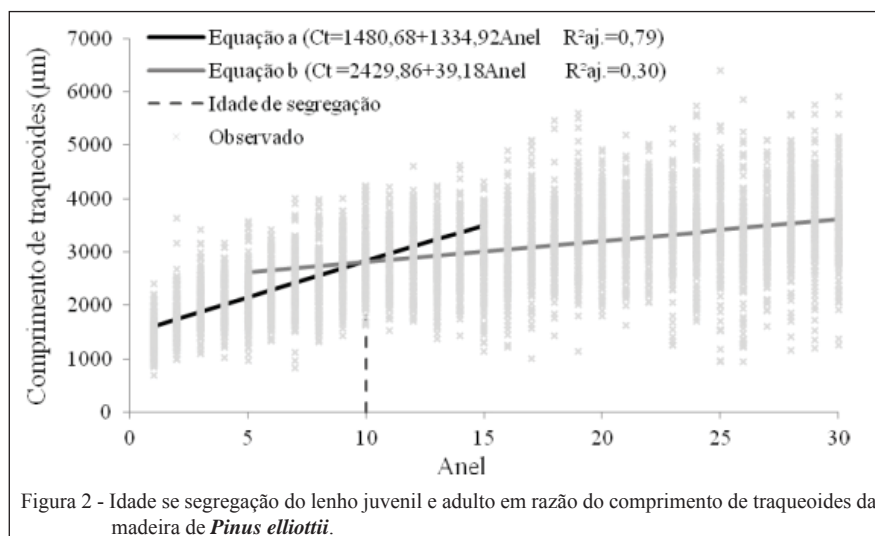
O comprimento de traqueoides apresentou um padrão de variação crescente no sentido medula-casca (Figura 1), com valores de 1401 e 3442 micrômetros, correspondendo, respectivamente, a anéis próximos à medula e à casca. A diferença de comprimento dos traqueoides pode ser observada de forma evidente entre nas proximidades da medula em relação à casca. A justificativa para tal variação deve-se, provavelmente, à presença de uma zona de madeira juvenil próxima à medula, que apresenta, entre outras características, traqueoides curtos, ao passo que, nas proximidades da casca, esse gradiente diminui, devido ao envelhecimento da planta.

Os resultados encontrados já eram esperados e estão em conformidade com FOEKEL et al. (1975), TOMASELLI (1979) e MUÑIZ (1993), para *Pinus elliottii*; e TOMASELLI (1979) e PAULESKI (2010), para *Pinus taeda*, que evidenciaram um padrão de variação crescente no sentido medula-casca e associaram essa tendência, dentre outros fatores, à presença de uma região de lenho juvenil próxima à medula.

A idade de segregação do lenho juvenil (Figura 2, Equação a) e adulto (Figura 2, Equação b), para a espécie *Pinus elliottii*, foi de, aproximadamente, 10 anos. Esse valor corrobora as estimativas realizadas por autores como FOELKEL et al. (1975) e PAULESKI (2010), que caracterizam a madeira adulta como aquela que apresenta traqueoides estabilizados em crescimento.

O comprimento dos traqueoides de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* também aumentou em direção à casca até uma idade entre 9 e 13 anos, seguido de estabilização dimensional, conforme estudos realizados por TOMASELLI (1979) e PAULESKI





(2010). Para *Pinus taeda*, essa estabilização foi encontrada por ZOBEL (1971) a partir do intervalo do 11^o ao 13^o anel de crescimento para árvores com 30 anos de idade.

Resultados semelhantes foram descritos por FOELKEL et al. (1975), que, estudando a transição dos lenhos para *Pinus elliottii*, evidenciaram o término do período juvenil entre sete e nove anos. Já para MENDONÇA (1982), a idade de maturação, na mesma espécie, ocorreu no intervalo entre o 8^o e 11^o anel de crescimento.

A inexistência de uma idade exata para a transição entre os lenhos juvenil e adulto também pode ser atribuída às diferentes metodologias empregadas para essa finalidade. Um exemplo pode ser verificado na determinação da idade de segregação do lenho de *Luehea divaricata* Mart. por GATTO et al. (2008) pela análise de parâmetros anatômicos, sendo observada uma idade de transição de 21 anos, e por PERES et al. (2012), que, utilizando a massa específica básica da mesma espécie, obteve um valor de idade de segregação igual 26,3 anos.

Entretanto, dentre as características anatômicas, a determinação da idade de segregação por meio do comprimento de fibras (GATTO et al., 2008) ou traqueóides (PAULESKI, 2010) é o melhor parâmetro para estimar a idade de maturação do lenho, tendo em vista que os mesmos autores não observaram variação clara para o diâmetro, a espessura da parede celular e o lúmen das fibras e traqueóides, impossibilitando a definição do ano de segregação com base nessas características anatômicas.

Dessa forma, considerando aspectos práticos e de produção de madeira com características tecnológicas mais consistentes, o corte de

povoamentos com idades superiores à encontrada neste estudo, provavelmente, resultará em melhor qualidade do material.

CONCLUSÃO

A variação do comprimento dos traqueóides, em árvores de *Pinus elliottii*, aos 30 anos de idade, apresenta um padrão crescente no sentido medula-casca, indicando assim que os menores valores estão próximos à medula e correspondem aos primeiros anéis de crescimento. A idade de segregação dos lenhos juvenil e adulto, definida por meio do comprimento de traqueóides, foi de, aproximadamente, 10 anos.

REFERÊNCIAS

- ALZATE, S.B.A. et al. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. *Scientia Forestalis*, n.68, p.87-95, 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr68/cap08.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2012.
- BENDTSEN, B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal*, v.28, n.10, p.69-72, 1978.
- CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR.
- CLARK, A.; SAUCIER, J.R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile formation in southern pine. *Forest Products Journal*, v.39, p.42-48, 1989. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2012%2F0V%2F0V20120119340011934.xml%3BUS19900017416>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

- FOELKEL, C.E.B. et al. Variabilidade no sentido radial da madeira de *Pinus elliottii*. **Boletim IPEF**, n.10, p.1-11, 1975. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr10/cap01.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2012.
- GATTO, D.A. et al. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto por meio de parâmetros anatômicos para madeira de *Platanus x Acerifolia* (Ait) Willd. **Cerne**, v.13, n.4, p.393-398, 2007. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/10-02-20096661v13_n4_artigo%2007.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2012.
- GATTO, D.A. et al. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto por meio de parâmetros anatômicos para madeira de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Florestal**, v.18, n.4, p.535-540, 2008. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/436/321>>. Acesso em: 27 jan. 2012.
- GONÇALVES, M.P.M. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p.70-75, 2007. Disponível em: <<http://www.floram.org/volumes/vol14%20n1-2007/Vol14%20n1%2070A75.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2012.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMY (IAWA Committee). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In: WHEELER, E.A. et al. **IAWA Bulletin**, v.10, n.3, p.226-332. 1989.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198p.
- LARSON, P.R. et al. **Formation and properties of juvenile wood in southern pines**: a synopsis. Madison: USDA Forest Service, 2001. 42p.
- MALAN, F.S. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p.1-19. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_serraria/cap01.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2012.
- MENDONÇA, M.A. **Características da madeira de *Pinus elliottii* com diferentes idades e propriedades do papel**. 1982. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR.
- MUÑIZ, G.L.B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus taeda* L.** 1993. 126f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR.
- NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** 2005. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR.
- PAULESKI, D.T. **Influência do espaçamento sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L.** 2010. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- PERES, M.L. de et al. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto pela variação da massa específica de açoita-cavalo. **Ciência Rural**, v.42, n.9, p.1596-1602. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000900013>>. Acesso em: 27 dez. 2012.
- ROWELL, R.M. et al. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E. et al. **Natural polymers and agrofibers composites**. São Carlos: IQSC, USP, 2000. p.115-133.
- SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM). **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.
- SENFT, J.F. et al. Weak wood: fast-grown trees make problem lumber. **Journal of Forestry**, v.83, n.8 p.476-484, 1985. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/saf/jof/1985/00000083/00000008/art00007>>. Acesso em: 25 jan. 2012.
- TOMASELLI, I. **Estudos da densidade básica e dimensões de traqueóides de povoamentos de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda***. Curitiba: FUPEF, 1979. 54p.
- ZOBEL, B.J. **Developing trees with qualities most desirable for paper**. Gainesville: IUFRO, 1971. 26p.
- ZOBEL, B.J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Science Technology**, v.18, n.1, p.1-17, 1984. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/v5m22x775440757v/>>. Acesso em: 25 jan. 2012. doi: 10.1007/BF00632127.
- ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361p.
- WASHUSEN, R. et al. Effect of thinning and fertilizer on the cellulose crystallite width of *Eucalyptus globulus*. **Wood Science and Technology**, v.39, n.7, p.569-578, 2005. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/nk20123vj821731t/>>. Acesso em: 20 jan. 2012. doi: 10.1007/s00226-005-0012-2.