

VARIAÇÃO DIMENSIONAL DOS TRAQUEÓIDES AXIAIS AO LONGO DO FUSTE DE *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.)

Bruna Verediana Müller^{1*}; Silvana Nisgoski²; Graciela Ines Bolzon de Muñiz²; Alexsandro Bayestorff da Cunha³; Joanna Rebelo de Oliveira³; Veruschka Rocha Medeiros Andreolla¹

SAP 16075 Data envio: 17/01/2017 Data do aceite: 26/09/2017

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 4, out./dez., p. 510-515, 2017

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo avaliar a variação dimensional dos traqueóides axiais ao longo do fuste da *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.). Foram selecionadas três árvores de aproximadamente 18 anos de idade, das quais foram retirados seis discos ao longo da altura. De cada disco, foram retiradas três amostras no sentido medula-casca. Para cada uma das amostras procedeu-se a mensuração das características individuais dos traqueóides. Como procedimento de análise dos resultados, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os resultados obtidos indicaram que das dimensões avaliadas para os traqueóides axiais de *S. sempervirens*, somente o comprimento apresentou um padrão significativo de variação, aumentando no sentido medula casca e ao longo da altura das árvores. Ainda, foi verificada que a espessura da parede celular dos traqueóides axiais de *S. sempervirens* é superior a encontrada na literatura para espécies pertencentes ao grupo das gimnospermas.

Palavras-chave: anatomia da madeira, gimnospermas, microscopia.

DIMENSIONAL VARIATION OF AXIAL TRACHEIDS ALONG THE STEM OF *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.)

ABSTRACT - The present study aimed to evaluate the dimensional variation of axial tracheids along the stem of *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.). Three trees with approximately 18 years old were selected, from which six discs were removed from along the height. Of each disk, three samples were taken from the vascular cambium to the medulla. For each sample we proceeded to measure the individual characteristics of tracheids. As a procedure of analyzing the results, we applied the Tukey test at 5% probability of error. The results showed that of the dimensions evaluated for the axial tracheids of *S. sempervirens*, only the length showed a significant variation pattern, increasing in the direction from the medulla to the vascular cambium and along the height of the trees. Also, it was verified that the cell wall thickness of the axial tracheids of *S. sempervirens* is superior to that found in the literature for species of gymnosperms group.

Key words: wood anatomy, gymnosperms, microscopy.

INTRODUÇÃO

A *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.) é uma gimnosperma pertencente à família Taxodiaceae e é popularmente conhecida por *redwood*, *coast redwood*, Califórnia *redwood* e *sequoia* (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010). De acordo com Marchiori (2005), a espécie é originária dos Estados Unidos, da região da Costa do Pacífico, ocorrendo em uma faixa que se estende do sudoeste do estado de Oregon (Curry Country) ao centro sul da Califórnia (Condado de Monterey) (ALDEN, 1997).

A *redwood* é considerada a espécie arbórea de maior porte em todo o mundo. A altura em indivíduos adultos varia de 60,9 a 91,4 m e o diâmetro de 1,83 a 3,66 m (ALDEN, 1997). Quando jovem, apresenta a copa

cônica e quando adulta colunar. A casca é espessa, avermelhada, fibrosa e macia ao ser comprimida (LORENZI et al., 2003).

A *S. sempervirens* vem sendo cultivada fora do seu habitat natural desde 1843, principalmente em partes da Europa e Nova Zelândia (SLOAN; BOE, 2008). No Brasil é cultivada em regiões de altitude do Sul e do Sudeste, com destaque para região serrana no estado do Rio Grande do Sul, onde tem demonstrado excelente crescimento.

A madeira de *S. sempervirens* possui alburno esbranquiçado e cerne marrom avermelhado, apresentando como características elevada resistência à decomposição por ataque de insetos ou de microorganismos e boa estabilidade dimensional, sendo recomendada para a

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, IFC, campus Rio do Sul, Estrada do Redentor 5665, Caixa Postal 441, CEP 89163-356, Rio do Sul, Santa Catarina, Brasil. E-mail: bruna.muller@ifc.edu.br*; veruschka@ifc-riodosul.edu.br *Autor para correspondência

²Universidade Federal do Paraná, UFPR, CIFLOMA, Av. Pref. Lothário Meissner 632, CEP 80210-170, Jardim Botânico, campus III, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: silvana.ufpr@gmail.com; gmunize@ufpr.br

³Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV, Av. Luiz de Camões 2090, CEP 8520-000, Conta Dinheiro, Lages, Santa Catarina, Brasil. E-mail: alexandro.cunha@udesc.br; joanna.rebelo@yahoo.com.br

produção de celulose e papel, além de apresentar boa usinabilidade e aderência para tintas e vernizes, tornando-a atrativa como fonte de matéria-prima para indústria de móveis e painéis (IWAKIRI et al., 2013).

Os traqueóides constituem aproximadamente 90 a 95% do volume da madeira das gimnospermas. Estas estruturas se apresentam como células alongadas, mais ou menos pontiagudas e de longevidade muito curta, os quais desempenham funções de condução de líquidos e sustentação (BURGER; RICHTER, 1991). Trianoski (2012) cita que os parâmetros mais comuns para esta estrutura são o comprimento, a largura, a espessura de parede celular e o diâmetro do lume, os quais originam diversos índices e informações sobre a qualidade dos elementos e consequentemente da espécie. Estas características dimensionais são influenciadas pelos processos fisiológicos realizados pela árvore para sua sobrevivência, diferenciando-se acentuadamente nas direções longitudinais e radiais do fuste.

O comprimento dos traqueóides é afetado pela idade da árvore, onde, com o aumento desta variável, as células do câmbio passam a produzir células com maiores dimensões até atingirem a estabilização em idades mais avançadas (SHIMOYAMA, 2005). Deste modelo de crescimento, são então originados elementos celulares de menor comprimento próximo a medula, os quais aumentam gradualmente no sentido da casca até atingirem a estabilização (KLOCK, 2000). Fujiwara e Yang (2000) complementam ainda que, o comprimento dos traqueóides é influenciado por fatores relacionados ao sítio de crescimento, a temperatura e a luminosidade.

De acordo com Castelo (2007), a largura dos traqueóides, assim como o diâmetro do lume, também são propriedades influenciadas pela taxa de crescimento e pela idade das árvores, onde em períodos de elevado crescimento os elementos celulares são acentuadamente largos e com grandes diâmetros de lume. Como as árvores apresentam uma alta taxa de crescimento nos primeiros 10 a 12 anos de idade e, posteriormente, tendem a estagnar, as fibras mais largas e com maiores diâmetros do lume estão mais restritas a região interna do tronco, ou seja, na madeira juvenil. A largura também está associada ao tipo de lenho, onde fibras de maior largura são originadas durante o início de crescimento na primavera (lenho inicial), e as mais estreitas são produzidas na margem mais externa do anel, ou seja, logo após o fim da estação de elevado ritmo de crescimento (lenho tardio) (DE ZEEUW, 1980 citado por TRIANOSKI, 2012).

A espessura de parede celular também é afetada pela idade da árvore, apresentando um aumento linear com o incremento da idade, portanto, o tecido cambial mais velho, produz também células com características adultas, apresentando maior espessura de parede. Dessa forma, as coníferas tendem a aumentar a espessura de parede do centro (madeira juvenil) para a região externa do tronco (madeira adulta) (CASTELO, 2007). Tanto no sentido radial, quanto axial, a espessura de parede apresenta variação oposta a largura e diâmetro do lume das fibras, indicando que as fibras mais largas e com os maiores diâmetros de lume apresentam paredes mais delgadas

(SHIMOYAMA, 2005). A avaliação das propriedades das fibras pode ser efetuada a partir de suas características brutas, no entanto, quando são estabelecidas relações entre suas dimensões, obtêm-se informações mais precisas, as quais podem melhor se correlacionar com a qualidade da madeira e seus produtos.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a variação dimensional dos traqueóides axiais ao longo do fuste da *Sequoia sempervirens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado compreendeu três árvores de *Sequoia sempervirens* Endl (Lamb.), de aproximadamente 18 anos de idade, retiradas de um quebra-vento localizado na Estação Experimental da Epagri, próximo as coordenadas 28° 16' 39,19" S e 49° 56' 12,24" W e a aproximadamente 1.406 m de altitude acima do nível do mar, no município de São Joaquim, estado de Santa Catarina. O clima da região de coleta, segundo classificação de Köppen, é do tipo temperado mesotérmico úmido e verão ameno (Cfb), apresentando temperatura média anual de 13,5 °C, máxima média anual de 19 °C, mínima média anual de 9,2 °C, precipitação média anual de 1.500 mm e umidade relativa do ar (média) de 81% (EPAGRI, 1999).

Das árvores selecionadas foram retirados seis discos de aproximadamente 10 cm de espessura ao longo do fuste, nas seguintes posições: base do tronco (disco 1), 1,3 m (disco 2), 2,6 m (disco 3), 3,9 m (disco 4), 5,2 m (disco 5) e 6,5 m do nível do solo (disco 6). Na sequência, por meio de incisões transversais nos discos, foram retiradas três amostras no sentido medula-casca.

Para a mensuração das características individuais dos traqueóides axiais, as amostras retiradas no sentido medula-casca foram submetidas individualmente ao processo de maceração conforme a técnica de Franklin (1975) modificada, descrita por Kraus e Arduim (1997), utilizando-se solução composta por 50% de peróxido de hidrogênio e 50% de ácido acético. A referida solução permaneceu em estufa a 60 °C por 24 h. Posteriormente, o material foi lavado com água destilada e corado com safranina 0,5% em solução alcoólica-etílica 50%. Na montagem das lâminas, foram utilizadas glicerina e esmalte incolor.

Para cada posição, resultante da combinação da altura e da localização no sentido medula-casca, foram mensurados 75 traqueóides axiais de acordo com a metodologia descrita por Muñiz e Coradin (1991), totalizando 1.350 traqueóides, cujas variáveis observadas foram comprimento (µm), largura (diâmetro externo) (µm), diâmetro do lume (diâmetro interno) (µm) e espessura da parede celular (µm). Todas as medidas foram realizadas por meio do software "Image-Pro Plus" (MEDIA CYBERNETICS, [S.I.]) em fotomicroscópio "Olympus-BX41" com captura de imagem.

Como procedimento de análise dos resultados, para cada uma das variáveis mensuradas, foram determinados os valores médios e o erro padrão. Para verificar se as medidas eram equivalentes nas diferentes posições ao longo da altura das árvores e do setido

medula-câmbio, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando como ferramenta de trabalho o software "Sisvar" (FERREIRA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as medições do comprimento dos traqueóides axiais dos exemplares de *S.*

sempervirens coletados em São Joaquim estão apresentados na Tabela 1. Os resultados obtidos se aproximam dos estimados por Diel et al. (2002) para a mesma espécie, que ao analisarem esta característica para árvores coletadas na região serrana do estado do Rio Grande do Sul, encontraram valores médios entre 1.870 a 2.850 μm .

TABELA 1. Valores médios para comprimento dos traqueóides axiais no sentido medula casca e ao longo da altura.

Posições	Comprimento (μm)			
	C	I	M	Média
Disco 1	2766,13 Da	2374,93 Cb	2174,40 Cb	2438,49 B \pm 40,20
Disco 2	3229,60 BCa	2839,20 ABb	2618,67 ABb	2895,82 A \pm 49,22
Disco 3	3562,13 Aa	3004,80 Ab	2373,07 BCc	2980,00 A \pm 51,55
Disco 4	3072,53 Ca	3102,93 Aa	2522,40 ABb	2899,29 A \pm 44,73
Disco 5	3156,80 Ca	2631,47 BCb	2772,00 Ab	2853,42 A \pm 45,65
Disco 6	3469,20 ABa	2686,13 Bb	2327,73 BCc	2827,69 A \pm 57,83
Média	3209,40 a \pm 35,03	2773,24 b \pm 31,45	2464,71 c \pm 29,83	2815,78 \pm 20,34

Em que: C: próximo à casca; I: intermediária; M: próximo à medula. *Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Os valores obtidos para o comprimento dos traqueóides de *S. sempervirens* estão de acordo com os mencionados por Burguer e Richter (1991), que afirmam que o comprimento varia conforme a espécie, de 1.180 μm (*Juniperus osteosperma* (Torr.) Little) a 1.1000 μm (*Araucaria* sp.). Sieglach e Marchiori (2015), por exemplo, ao estudarem o comprimento dos traqueóides axiais de 13 espécies de gimnospermas, encontraram valores entre 1.070 μm (*Taxus baccata* L.) e 10.310 μm (*Araucaria cunninghamii* Sweet).

Para a variação do comprimento dos traqueóides no sentido medula-casca, destaca-se que os maiores valores localizam-se próximos à casca. Além disso, os resultados demonstraram que estatisticamente há diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade entre as posições, principalmente entre a região próxima à medula e a região próxima à casca (Tabela 1). Este comportamento é semelhante ao observado por Sousa et al. (2007), Palermo et al. (2013) e Coneglian et al. (2017) para a madeira do gênero *Pinus*, e por Maranhão et al. (2009) para a madeira de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Ballarin e Palma (2003), estudando as propriedades da madeira de *Pinus taeda* L., observaram que o comprimento dos traqueóides aumentou nos primeiros 18 anéis, apresentando pouca variação do 20º anel em diante, confirmando o padrão de variação no sentido transversal do tronco em espécies de rápido crescimento do gênero *Pinus*. O mesmo foi observado por Trevisan et al. (2014), que ao estudarem a madeira de *Pinus elliottii* Engel, constataram que o comprimento dos traqueóides apresentou um padrão de variação crescente na direção medula-casca, observando valores entre 1.401 e 3.442 μm , e atribuindo essa variação à presença de uma

zona de madeira juvenil próxima à medula, que apresenta, entre outras características, traqueóides curtos, enquanto, nas proximidades da casca, esse gradiente diminui, devido o envelhecimento da planta.

Essa tendência, de acordo com Nisgoski et al. (2011), se deve ao crescimento das árvores, responsável pela variação nas dimensões das células, que tendem a crescer e depois estabilizar na maturidade da árvore, além de outros fatores como características climáticas e de solo que também exercem influência sobre as dimensões celulares.

Quanto à variação do comprimento dos traqueóides ao longo da altura, inicialmente, à medida que se afastavam da base, verifica-se uma rápida elevação para os valores, seguidos da tendência a estabilização, para uma posterior redução. No entanto, apenas os traqueóides localizados na base da árvore diferiram estatisticamente dos traqueóides localizados nas demais alturas amostradas (Tabela 1).

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Muñiz (1993), que verificou que o ponto de máximo comprimento dos traqueóides de *P. taeda* e *P. elliottii* ocorre até 50% da altura comercial da árvore. Já Maranhão et al. (2006), estudando os traqueóides de *P. lambertii*, observaram que estes não apresentam alteração no comprimento ao longo do caule.

Os resultados determinados para a largura (diâmetro externo) dos traqueóides (Tabela 2) são compatíveis aos relatos de Andrade (2010), que ressalta que a largura dos traqueóides entre espécies de gimnospermas pode oscilar de 20 a 70 μm , embora existam maiores variações.

TABELA 2. Valores médios para o diâmetro externo dos traqueóides axiais no sentido medula casca e ao longo da altura.

Posições	Largura (μm)			Média
	C	I	M	
Disco 1	46,00 Aa	44,86 Aa	42,97 Aa	44,61 AB \pm 0,65
Disco 2	40,88 Aa	46,33 Aa	41,99 Aa	42,07 AB \pm 0,68
Disco 3	49,63 Aa	49,11 Aa	44,32 Aa	47,69 A \pm 0,88
Disco 4	46,03 Aa	46,07 Aa	42,57 Aa	44,89 AB \pm 0,75
Disco 5	39,09 Aab	48,33 Ab	36,07 Aa	41,16 B \pm 2,48
Disco 6	41,94 Ab	51,40 Aa	41,87 Ab	45,07 AB \pm 2,72
Média	43,93 ab \pm 0,52	47,68 a \pm 1,83	41,63 b \pm 0,56	44,41 \pm 0,66

Em que: C: próximo à casca; I: intermediária; M: próximo à medula. *Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Em relação à variação da largura dos traqueóides, das posições avaliadas, poucas diferiram estatisticamente entre si ao nível de 95% de probabilidade, tanto no sentido medula-casca, como ao longo da altura da árvore (Tabela 2). Essa mesma tendência também foi observada por Maranhão et al. (2006) ao estudarem a madeira de *P. lambertii*. Entretanto, Sousa et al. (2007) em estudo sobre a densidade e dimensões dos traqueóides de *P. taeda*, constataram que o diâmetro dos traqueóides diferiram proporcionalmente quando considerado o fator posição radial, verificando valores entre 51,77 μm , próximo à medula, e 52,40 μm , próximo à casca.

Klock (2000), ao estudar a variação da largura dos traqueóides no sentido medula-casca, observou que para o

Pinus maximinoi H. E. Moore houve diferença significativa apenas entre os valores do lenho inicial, o mesmo não ocorreu para o lenho tardio. Já ao avaliar a madeira de *P. taeda*, o mesmo autor, constatou que tanto para o lenho inicial como para o lenho tardio, não ocorreram diferenças significativas, embora numericamente houvesse um pequeno incremento entre os primeiros anéis, mais próximos a medula.

Os valores médios estimados para o diâmetro do lume dos traqueóides de *S. sempervirens* (Tabela 3) são próximos aos obtidos por Nisgoski (2005) ao estudar a madeira de *P. taeda* de diferentes idades, para a qual os valores variaram de 24,93 μm aos 16 anos até 27,09 μm aos 17 anos.

TABELA 3. Valores médios para o diâmetro do lume dos traqueóides axiais no sentido medula casca e ao longo da altura.

Posições	Diâmetro do lume (μm)			Média
	C	I	M	
Disco 1	25,53 Ba	27,33 Aa	25,50 Aa	26,12 A \pm 0,72
Disco 2	22,21 ABa	24,53 ABCa	23,64 Aa	23,46 AB \pm 0,70
Disco 3	25,64 Ba	26,20 ABa	25,72 Aa	25,86 A \pm 0,85
Disco 4	23,54 ABa	22,51 ABCa	22,16 Aa	22,73 B \pm 0,69
Disco 5	18,90 Bab	21,07 Ca	16,83 Bb	18,93 C \pm 0,56
Disco 6	24,49 Ba	21,47 BCa	22,21 Aa	22,72 B \pm 0,66
Média	23,39 a \pm 0,48	23,85 a \pm 0,48	22,6774 a \pm 0,55	23,30 \pm 0,29

Em que: C: próximo à casca; I: intermediária; M: próximo à medula. *Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Os resultados obtidos para o diâmetro do lume indicaram uma pequena diferença numérica e não estatística entre as posições e nos diferentes sentidos (medula-casca e base-topo) (Tabela 3), não se observando uma tendência definitiva para o diâmetro do lume da espécie estudada. Hasegawa (2003) observou o mesmo comportamento para a madeira de *P. taeda*. No entanto, Muñiz (1993) constatou que o diâmetro do lume de traqueóides de *P. taeda* e *P. elliottii*, em relação à variação axial, apresentam uma tendência de aumento à medida que se dirigem ao meio da altura comercial, a partir da qual há uma pequena redução.

Para a espessura da parede celular (Tabela 4), os resultados médios observados são expressivamente superiores ao encontrado por Horn (1974), que ao estudar a mesma espécie obteve como valor médio 3,10 μm . O mesmo também ocorre, quando estes resultados são comparados aos verificados por outros autores ao estudarem diferentes espécies de gimnospermas. Sieglöch e Marchiori (2015), estudando a madeira de 13 espécies de gimnospermas, observaram valores médios variando entre 1,3 μm (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Cephalotaxus drupaceae* Siebold & Zucc e *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Florin & Boutelje) e 11,2 μm (*Agathis*

vitiensis Benth. & Hook. F. Ex Drake). Já Rigatto et al. (2004), estudando a madeira de *P. taeda* de 12 anos de

idade observaram valores médios variando entre 4,2 a 4,8 μm .

TABELA 4. Valores médios para a espessura da parede celular dos traqueóides axiais no sentido medula-casca e ao longo da altura.

Posições	Espessura da parede celular (μm)			
	C	I	M	Média
Disco 1	20,47 Aa	17,52 Ba	17,48 Aa	18,49 A \pm 0,64
Disco 2	18,67 Aa	21,80 ABa	18,35 Aa	19,60 A \pm 0,59
Disco 3	23,99 Aa	22,90 ABa	18,60 Aa	21,83 A \pm 0,69
Disco 4	22,49 Aa	23,56 ABa	20,42 Aa	22,16 A \pm 0,71
Disco 5	20,18 Aa	27,27 ABa	19,23 Aa	22,23 A \pm 2,50
Disco 6	17,45 Ab	29,93 Aa	19,66 Ab	22,34 A \pm 2,76
Média	20,54 ab \pm 0,45	23,83 a \pm 1,87	18,96 b \pm 0,42	21,11 \pm 0,66

Em que: C: próximo à casca; I: intermediária; M: próximo à medula. *Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Possivelmente, os valores obtidos para a espessura da parede celular se devem às condições ambientais a que estavam submetidas as árvores utilizadas neste estudo, principalmente quando considerado o elevado adensamento do plantio, já que estas se encontravam formando um quebra-vento. Segundo Larson et al. (2001), um fator ambiental ou uma prática silvicultural podem aumentar ou diminuir a espessura da parede celular, sem que ocorra qualquer efeito sobre o diâmetro do lume.

Sobre a variação da espessura da parede celular no sentido medula-casca e ao longo da altura da árvore, os resultados observados não indicaram padrões de variação, considerando que de forma geral, não se verificou diferença estatística significativa entre as posições. Nisgoski (2005) ao estudar a madeira de *P. taeda*, obteve resultados semelhantes, uma vez que, os valores observados para espessura da parede celular não apresentaram tendência constante de acréscimo ou decréscimo em um sentido (medula-casca e base-altura) antes de estabilizar.

Foelkel et al. (1975) ressaltam que assim como ocorre para a largura dos traqueóides, existem poucas informações na literatura relativas ao tipo de variação da espessura da parede celular na direção radial, sendo que estes, ao avaliarem as características da madeira de *P. elliottii*, observaram uma elevação inicial rápida e uma posterior estabilização dos valores para espessura da parede celular no sentido medula-casca.

CONCLUSÕES

Das dimensões avaliadas para os traqueóides axiais de *S. sempervirens*, somente o comprimento apresentou um padrão significativo de variação, aumentando no sentido medula casca e ao longo da altura das árvores.

No geral, os traqueóides axiais de *S. sempervirens* apresentam a espessura da parede celular superior aos valores descritos na literatura para espécies pertencentes ao grupo das gimnospermas.

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) – Unidade São Joaquim – SC pela doação do material utilizado no estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEN, H.A. Softwoods of North America. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–102. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1997. 151p.
- ANDRADE, A.S. **Utilização de micropartículas de lignina Kraft combinadas com amido anfótero visando o aumento das propriedades do papel embalagem.** 2010. 196p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- BALLARIN, A.W.; PALMA, H.A.L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.371-380, 2003.
- BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- 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.** 2007. 137p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- 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.
- DIEL, J.L.; MASOTTI, L.; FRIZZO, S.M.B. Estudos de caracterização da *Sequoia sempervirens* para a produção de celulose Kraft. In: Congresso e Exposição Anual de Celulose e Papel, 35., 2002, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: ABTCP, 2002. p [S. I.].
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Diagnóstico do meio rural:** levantamento sistemático da produção agropecuária. São Joaquim: Escritório local da Epagri São Joaquim, 1999. 73p.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar, versão 5.6.** Lavras, 2006. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- FOELKEL, C.E.B.; FERREIRA, M.; NEHRING, J.H.; ROLIM, M.B. Variabilidade no sentido radial de madeira de *Pinus elliottii*. **IPEF**, Piracicaba, n.10, p.1-11, 1975.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook: wood as an engineering material. **Agrie. Handb. 72.** Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 2010. 466p.

- FUJIWARA, S.; YANG, K.C. The relation between cell length and ring width and circumferential growth rate in five Canadian species. *IAWA Journal*, v.21, n.3, p.335-345, 2000.
- HASSEGAWA, M. **Qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. de procedência da África do Sul**. 2003. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- HORN, R.A. Morphology of wood pulp fiber from softwoods and influence on paper strength. FPL 242. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1974. 13p.
- IWAKIRI, S.; CUNHA, A.B.; TRIANOSKI, R.; BRAZ, R.L.; CASTRO, V.G.; KAZMIERCZAK, S.; PINHEIRO, E.; RANCATTI, H.; SANCHES, F.L. Produção de painéis compensados fenólicos com lâminas de madeira de *Sequoia sempervirens*. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v.20, n.2, p.264-270, 2013.
- KLOCK, U. **Qualidade de madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 2000. 291p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 1997. 198p.
- LARSON, P.R.; KRETSCHMANN, D.E.; CLARK, A.I.; ISEBRANDS, J.G. Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-129. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2001. 42p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2003. 384p.
- MARANHO, L.T.; GALVÃO, F.; MUÑIZ, G.I.B.; KUNIYOSHI, Y.S.; PREUSSLER, K.H. Variação dimensional das traqueídes ao longo do caule de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v.20, n.3, p.633-640, 2006.
- MARANHO, L.T.; DZIEDZIC, M.; MUÑIZ, G.I.B.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F. Effects of the pollution by petroleum on the tracheids along the stem of *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v.69, n.2, p.263-269, 2009.
- MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das gimnospermas**. 2.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005. 162p.
- MEDIA CYBERNETICS. **Image-Pro Plus**. Rockville, [S.I.]. 1 cd.
- MUNIZ, G.I.B.; CORADIN, V.R. **Normas de procedimentos em estudo de anatomia da Madeira**. I - Angiospermae, II - Gimnospermae. Brasília: Laboratorio de Produtos Florestais. Série Técnica 15, 1991.
- MUÑIZ, G.I.B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.** 1993. 235p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** 2005. 160p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G.I.B.; MATOS, J.L.M.; BATISTA, F.R.R. Anatomia da madeira de *Toona ciliata* características das fibras para a produção de papel. *Revista Floresta*, Curitiba, v.41, n.4, p.717-728, 2011.
- 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. *Revista Árvore*, Viçosa, v.37, n.1, p.191-200, 2013.
- RIGATTO, P.A.; DEDECEK, R.A.; MATOS, J.L.M. Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para a produção de celulose kraft. *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.2, p.267-273, 2004.
- SHIMOYAMA, V.R.S. **Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo de emissão de ondas de tensão, visando à geração de produtos de alto valor agregado**. 2005. 151p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2005.
- SLOAN, J.P.; BOE, K.N. Taxodiaceae: Redwood family. In: BONNER, F.T.; KARRFALT, R.P. (Eds). **Woody plant seed manual**. [S. I.]: United States Department of Agriculture, Forest Service, 2008. p.1034-1036.
- SOUSA, R.C.; GIOVANINI, E.P.; LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; GARCIA, J.N. Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueóides da madeira de *Pinus taeda* L. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.19, n.2, p.119-127, 2007.
- SIEGLOCH, A.M.; MARCHIORI, J.N.C. Anatomia da madeira de treze espécies de coníferas. *Ciência da Madeira*, Pelotas, v.6, n.3, p.149-165, 2015.
- TREVISAN, R.; MOTTA, C.I.; FIORESI, T.; TRAUTENMÜLLER, A.V.; RABUSKE, J.E.; DENARDI, L. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Pinus elliottii* Engelm. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.4, p.634-638, 2014.
- TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**. 2012. 553p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2012.