

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DE FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Caroline Cescon Moi

IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO DE
Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.

Frederico Westphalen, RS

2021

Caroline Cescon Moi

**IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Araucaria
angustifolia*(Bert.) O. Ktze.**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obter o grau de **Bacharel em Engenharia Florestal.**

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Trevisan

Frederico Westphalen, RS

2021

Caroline Cescon Moi

**IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Araucaria
angustifolia*(Bert.) O. Ktze.**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obter o grau **Bacharel em Engenharia Florestal.**

Aprovado em 26 de Agosto de 2021:

Rômulo Trevisan, Dr. (UFSM)

(Orientador)

Elder Eloy, Dr. (UFSM)

Guilherme Valcorte, Me. (UFSM)

Frederico Westphalen, RS

2021

AGRADECIMENTO

Não há palavras que descrevam a minha eterna gratidão a todos que contribuíram para este momento se concretizar.

Agradeço a Deus, minha família e em especial ao meu filho Gabriel, que é por ele tudo o que faço, ao meu namorado e aos meus pais por toda ajuda e esforços que fizeram para poder me colocar neste lugar.

Agradeço aos meus amigos que fiz em todos esses anos, aqueles que choraram e riram comigo. A todos do laboratório de tecnologia e produtos florestais que participaram da minha caminhada até aqui, pela ajuda com trabalhos e por todo conhecimento adquirido.

A PROBIC (Programa Institucional De Bolsas De Iniciação Científica E De Iniciação Tecnológica E Inovação) pela bolsa de iniciação científica, dando origem a este trabalho de conclusão de curso.

Minha eterna gratidão aos meus professores que todos os dias estavam nos passando conhecimentos e agregando em minha formação.

Ao meu orientador Dr. Rômulo Trevisan, agradecer por todos esses anos de ajuda e orientação, conversas e conselhos, além de toda disponibilidade que dedicou a este trabalho, você foi essencial por estar aqui, não conseguiria sem a tua ajuda.

Aos membros da Banca examinadora, Prof. Dr. Elder Eloy e ao Me. Guilherme Valcorte, agradeço pelo aceite do convite de participar e por todas as colocações, sugestões e críticas que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

A todos que de alguma forma, direta ou indiretamente estiveram presentes nesses anos de graduação, que posso não ter mencionado, mas que estarão em meu coração.

Muito Obrigada!

RESUMO

IDADE DE SEGREGAÇÃO DO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Araucaria angustifolia*(Bert.) O. Ktze.

AUTORA: Caroline Cescon Moi
ORIENTADOR: Rômulo Trevisan

O objetivo deste trabalho foi delimitar a idade de segregação do lenho através de características anatômicas da madeira de *Araucaria angustifolia*. Utilizaram-se discos de madeira de quatro árvores adultas, com idade média de 52 anos, de cada árvore retirou-se, a 0,10 m de altura da base do tronco, um disco com aproximadamente 5 cm de espessura. Com o auxílio de uma serra-de-fita, em cada disco retirou-se uma bagueta central com 5cm de largura, orientada no sentido radial e com a medula presente, foi fragmentado, em lascas de madeira semelhantes a palitos de fósforo, os palitos foram acondicionados em tubos de ensaio e a maceração foi realizada pela solução contendo ácido glacial e ácido nítrico, diluindo os ácidos em água destilada na proporção 1:2. Para cada lenho inicial amostrado, efetuou-se a montagem de três lâminas semipermanentes, utilizadas para leituras de comprimento dos traqueoides em microscópio ótico com ocular graduada. Para a análise da variação radial do comprimento dos traqueoides e da idade de segregação, os dados amostrados por anel de crescimento foram submetidos à análise de regressão. Os resultados indicaram que o comprimento dos traqueoides apresentou valores variando de 570 a 8600 micrômetros. Verificou-se que a transição do lenho juvenil para o adulto situa-se aproximadamente, aos 30 anos. A *A. angustifolia* tem um elevado significado na cultura da região Sul do Brasil, deve-se ter mais estudos e pesquisas voltadas para a mesma.

Palavras-chave: Traqueoides. Maceração. Qualidade da Madeira.

ABSTRACT

AGE OF SEGREGATION OF JUVENILE AND ADULT WOOD OF *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

AUTHOR: Caroline Cescon Moi

ADVISER: Rômulo Trevisan

The objective of this work was to delimit the age of wood segregation through anatomical characteristics of the wood of *Araucaria angustifolia*. Wooden discs from four adult trees, with an average age of 52 years, were used from each tree, at 0.10 m high from the base of the trunk, a disc approximately 5 cm thick. With the aid of a band saw, a central baguette with 5cm wide was removed from each disk, oriented in the radial direction and with the pith present, the toothpicks were fragmented into wood chips similar to matchsticks. They were placed in test tubes and the maceration was carried out using a solution containing glacial acid and nitric acid, diluting the acids in distilled water in a 1:2. For each initial sampled wood, three semi-permanent slides were assembled, used to read the length of the tracheoids under an optical microscope with a graduated eyepiece. For the analysis of radial variation in tracheoid length and age of segregation, the data sampled by growth ring was submitted to regression analysis. The results indicated that the length of the tracheoids ranged from 570 to 8600 micrometers. It was found that the transition from juvenile to adult wood is approximately 30 years old. *Araucaria angustifolia* has a high significance in the culture of the South region of Brazil, there should be more studies and researches focused on it.

Keywords: Tracheoids. Maceration. Wood Quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	14
REFERÊNCIAS.....	15

1. INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore de vida longa em média que pode chegar a 60 anos de idade, com altura média de 25m a 50m, possuindo ocorrência natural no Sul do Brasil, responsável por sustentar a economia dessa região durante anos, pode ser encontrada também em outros estados, como Minas Gerais e São Paulo. (WENDLING, 2010).

Devido ao seu potencial madeireiro, aliado à expansão agrícola, essa espécie tem sido amplamente explorada, reduzindo sua distribuição original. Encontrando-se na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção (Brasil, 2008). Por isso, diversos esforços têm sido conduzidos a fim de propagar e conservar a espécie (BALBUENA et al., 2011).

O conhecimento da variabilidade interna das características da madeira está ligado ao seu uso técnico, sabe-se que a versatilidade das propriedades da madeira é consequência de diferenças estruturais, desde a nanoestrutura da parede celular até as geográficas. (EVANGELISTA et al., 2010)

A madeira pode ser dividida, no sentido radial, entre lenho juvenil, próximo à medula, e adulto, próximo à casca. O juvenil coincide a uma região central da árvore, de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alborno ou do cerne no tronco. Por sua vez, o lenho adulto é formado sempre posterior ao juvenil (GATTO; et al., 2008a).

De acordo com Palma, Leonello e Ballarin, (2010), a proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende da idade da árvore, do ambiente e do manejo empregado. Os autores ressaltam que, com tratamentos silviculturais semelhantes, verifica-se uma expressiva variabilidade em decorrência da desproporcionalidade entre os lenhos acumulados no tronco (LEONELLO; PALMA; BALLARIN, 2008).

A diferença entre o lenho juvenil e adulto se dá pela variação das propriedades anatômicas da madeira (RAMOS et al., 2011). Sendo que a porção juvenil caracteriza-se por menores valores das dimensões das células e por alterações na sua forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento (RAMAY e BRIGGS, 1986; GATTO et al., 2010)

Com relação a análise dos anéis de crescimento, Nogueira (1989), apontou que para determinar a idade e estudos de crescimento é relevante utilizar seções transversais de tronco. Devido a importância de estudos com esta espécie e o conhecimento de seus atributos, o objetivo geral do trabalho é delimitar a idade de segregação do lenho através de características anatômicas da madeira de *Araucaria angustifolia*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze, também conhecida como pinheiro brasileiro ou araucária, é uma conífera nativa do Brasil de grande importância econômica e biológica na Região Sul do país, responsável por sustentar a economia dessa região durante muitos anos (WENDLING, 2010).

Apesar de sua importância, os remanescentes da Floresta com Araucária não representam mais que 7% da área original no Brasil (WREGE et al., 2015). Atualmente, a araucária está situada na categoria criticamente em perigo a nível global (THOMAS, 2013).

O conhecimento das propriedades da madeira de cada espécie é importante para obter sua melhor utilização, já que as propriedades físicas e mecânicas variam de acordo com a mesma. Rezende (2003), afirmou que o estudo das variações dimensionais da madeira é essencial para a sua utilização industrial. Entretanto, as características tecnológicas da madeira variam com a espécie, procedência, idade, sítio e altitude.

Portanto é de grande importância as investigações sobre a variabilidade das propriedades dos lenhos juvenil e adulto, seus períodos de desenvolvimento, idades ou regiões de transição e sobre os papéis funcionais desses lenhos para a subsistência das árvores. (WIEDENHOEFT, 2010).

O lenho juvenil corresponde a uma região central da árvore, de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco. Por sua vez, o lenho adulto é formado na fase adulta da árvore sempre posterior ao juvenil, apontou Gatto et al.(2008b). De acordo com Haselein et al. (2000) afirmam que a madeira juvenil apresenta características indesejáveis, tais como uma maior contração longitudinal e baixa resistência mecânica.

Quando comparado o lenho juvenil com o adulto, Bendtsen (1978) e Senft, et al. (1985) relataram que os ângulos microfibrilares da camada S₂, o diâmetro do lúmen, o conteúdo de lignina, o lenho de reação e a contração longitudinal são maiores no lenho juvenil. A diferença no adulto é o aumento nas características da madeira como a densidade, o comprimento de traqueoides, a espessura da parede celular, o conteúdo de celulose, a resistência e a rigidez que por sua vez são menores no lenho juvenil.

Os métodos para identificar o limite dos lenhos são variados e de grande complexidade, mas o mais utilizado exame visual de desenhos gráficos das propriedades da madeira em anéis observados desde a medula, obtidos através de raios-X, e maceração (BENDTSEN e SENFT, 1986; CLARK e SAUCIER, 1989).

A determinação do ponto de transição é uma ferramenta muito importante nos estudos de qualidade da madeira, ao permitir separar os lenhos de acordo com as características exigidas para cada produto e estabelecer um valor comercial justo (PALERMO et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Em relação ao estudo do comprimento dos traqueoides foram utilizados discos de madeira de quatro árvores adultas de *Araucaria angustifolia*, com idade média de 52 anos, fuste reto, cilíndrico e em condições fitossanitárias adequadas, coletadas na Floresta Nacional de Passo Fundo, no município de Mato Castelhano – RS. As mesmas foram selecionadas pela extração ao acaso, conforme norma ASTM D5536-94 (1995), sendo duas com diâmetro a 1,30m do solo (DAP) entre 50 e 60 cm, e as outras duas com DAP maior que 60cm.

De cada árvore retirou-se, a 0,10 m de altura da base do tronco, um disco com aproximadamente 5 cm de espessura. Depois de numerados os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/FW), 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, em cada disco retirou-se 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 de 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.

Os palitos foram acondicionados em tubos de ensaio e a maceração foi realizada pela solução contendo ácido glacial e ácido nítrico, diluindo os ácidos em água destilada na proporção 1:2. Após procedeu-se o banho maria, com tubos de ensaio tampados com papel alumínio dentro de béquer com água sobre chapa aquecida, durante 45 minutos.

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. O processo foi finalizado com a coloração dos traqueoides em solução aquosa de safranina 1%, durante trinta minutos.

Em seguida, para cada lenho inicial amostrado, efetuou-se a montagem de três lâminas semipermanentes, utilizadas para a determinação de 52 leituras de comprimento dos traqueoides em microscópio ótico com ocular graduada, conforme as normas do IAWA-COMMITTEE (1989).

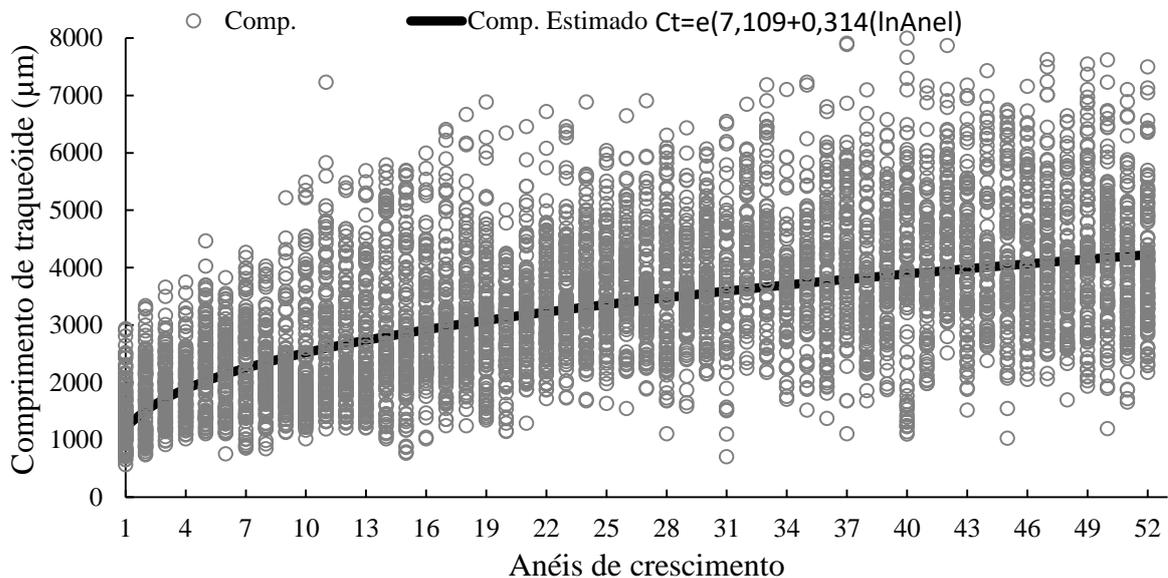
Para a análise da variação radial do comprimento dos traqueoides e da idade de segregação do lenho juvenil e adulto, os dados amostrados por anel de crescimento foram submetidos à análise de regressão. Os dados foram processados pelo pacote *Statistical Analysis System* (SAS, 1993), no qual foi, primeiramente,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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo resultante do procedimento de *Stepwise* igual a $C_t = e(7,109 + 0,314(\ln A_{anel}))$ teve valor de $R^2_{aj.}$ de 0,42, erro padrão da estimativa de $\pm 0,33 \mu$ e valor de F calculado de 4203,4 significativo a 1% de probabilidade de erro. Assim, analisando a Figura 1 observa-se um padrão de variação crescente do comprimento dos traqueoides no sentido medula-casca, com valores variando de 570 a 8600 micrômetros.

Figura1. Variação do comprimento de traqueóides (μm) com a idade de formação do lenho da madeira de *Araucaria angustifolia*.



Fonte: Autora

Esse aumento, provavelmente, é resultado da presença de uma zona de madeira juvenil próxima à medula, a qual é caracterizada por possuir traqueóides curtos, enquanto que nas proximidades da casca, verifica-se comprimentos maiores. De acordo com Nisgoski et al. (2011), essa tendência se deve ao crescimento das árvores, responsável pela variação nas dimensões das células, que tendem a crescer e depois estabilizar na maturidade da árvore.

Segundo os autores Sieglöch e Marchiori (2015), por exemplo, ao estudarem o comprimento dos traqueóides de coníferas, encontraram valores entre 1.070 μm para *Taxus baccata* L. e 10.310 μm para a madeira *Araucaria cunninghamii* Sweet, para os gêneros *Agathis* e *Araucaria*, citam traqueóides de até 10.000 μm de comprimento.

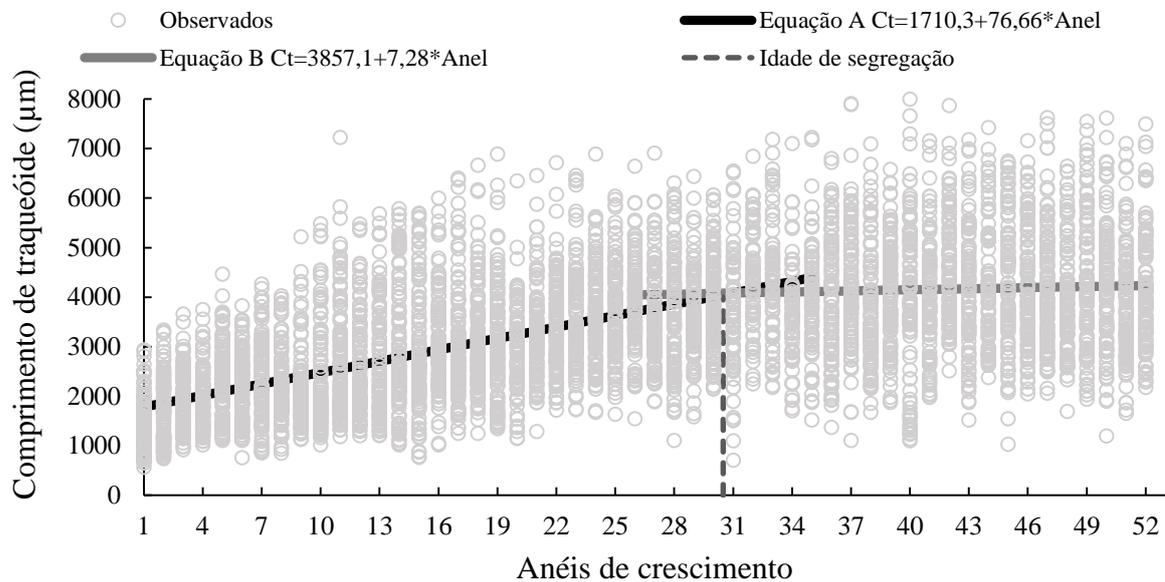
O mesmo foi observado por Trevisan et al. (2014), que ao estudarem a madeira de *Pinus elliottii* Engel, constataram que o comprimento dos traqueóides apresentou um padrão de variação crescente na direção medula-casca, resultando em valores entre 1.401 e 3.442 μm .

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).

Para a determinação da idade de segregação da madeira de *Araucaria angustifolia* as equações A ($Ct = 1710,33 + 76,711 * \text{Anel}$) e B ($Ct = 3674,15 + 11,3041 * \text{Anel}$) foram definidas em função dos dados observados de comprimento de traqueóides (Figura 2). Assim, verifica-se

que a transição do lenho juvenil para o adulto situa-se aproximadamente, aos 30 anos (Figura 2).

Figura 2. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto em função do comprimento dos traqueoides da madeira de *Araucaria angustifolia*.



Fonte: Autora

Essa mudança de lenho juvenil para tardio pode ser facilmente notada, uma vez que, o juvenil é a região onde o comprimento dos traqueoides aumenta rapidamente, e já na madeira adulta essa característica aumenta gradualmente.

Segundo Trevisan, et al (2014), para a espécie de *Pinus elliottii*, a idade de segregação foi de, aproximadamente, 10 anos. Já para *Pinus taeda*, essa estabilização foi encontrada por Zobel (1971) a partir do intervalo do 11º ao 13º anel.

Entre as características anatômicas, a determinação da idade de segregação por meio do comprimento de fibras ou traqueoides é o melhor parâmetro para estimar a idade de maturação do lenho (GATTO et al.2008b; PAULESKI, 2010).

Considerando aspectos práticos, definir a idade em que ocorre a transição entre os lenhos juvenil e adulto facilita os processos de transformação da madeira, uma vez que a porção juvenil constitui um obstáculo à viabilização do seu uso industrial (TREVISAN et al, 2017).

A espécie *A. angustifolia* tem um elevado significado na cultura da região Sul do Brasil, apresenta valores comerciais e em consequência alta exploração da espécie, o que se dá mais importância para ter estudos e pesquisas voltadas para a mesma.

5. CONCLUSÃO

Em vista do que foi apresentado a madeira de *Araucaria angustifolia* apresenta valores de comprimento de traqueoides de forma crescente no sentido medula casca, variando de 570 a 8600 μm , onde próximo a medula os traqueoides são menores notando-se a presença de lenho juvenil, conseqüentemente houve aumento dos traqueoides próximo a casca.

Com o comprimento dos traqueoides foi possível identificar a idade em que houve a separação dos lenhos da madeira, que foi aproximadamente na idade de 30 anos para a madeira de *A. Angustifolia*.

Separar os lenhos da madeira é de extrema importância para identificar a partir de que idade este material vai render melhores resultados, uma vez que a porção juvenil constitui um obstáculo à viabilização do seu uso.

REFERÊNCIAS

- ASTM (American Society for Testing and Materials). **Standard practice for sampling forest trees for determination of clear wood properties**. ASTM D5536-94. Philadelphia, 1995.
- BALBUENA T,S. et al. Santa-Catarina C et al. Differential proteome analysis of mature and germinated embryos of *Araucaria angustifolia*. **Phytochemistry** 2011; 72(4-5): 302-311.
- BENDTSEN, B. A.; SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown cottonwood and loblolly pine. **Wood Fiber Science**, [S.l.], v.18, n. 1, p. 23-28, 1986.
- BENDTSEN, BA. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal** 1978; 28(10):61-71.
- BRASIL. Instrução normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil , Brasília, DF.
- DADSWELL, H. E. Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. **Wood Science**, Madison, v. 1, p. 11-32, 1958.
- EVANGELISTA, W.V. et al. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal. **Ciência da Madeira** 2010; 1(2): 1-19.
- GATTO, D. A. et al. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch por meio de parâmetros anatômicos da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 675-682, 2010.
- GATTO, D.A. et al. Propriedades da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. Submetida a diferentes temperaturas de secagem. **Cerne**, v. 14, n. 3, p. 220-226, 2008a.
- 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, 2008b.
- 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.
- LEONELLO, E. C.; PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Delimitação da madeira juvenil e adulta de *Eucalyptus grandis*. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v. 52, n. 1, p. 93-98, 2008.
- NISGOSKI, S. et al. 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. et al. Delimitação entre os lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 191-200, 2013.

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

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

RAMAY, W.; BRIGGS D.; JUVENILE. Wood: has it come of age? In: Proceedings **A technical workshop: juvenile wood** - what does mean to forest management and forest products; 1986; Madsion. Madison: Forest Products Reserch Society; 1986. p.5-11.

RAMOS, L. M. A. et al. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 411-418, 2011

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29 p.

SENF J.F.; BENDTESEN B.A.; GALLIGAN W.L. **Weak wood**. **Journal of forestry** 1985; (83):476-485.

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

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.

TOMASELLI, I. **Estudos da densidade básica e dimensões de traqueóides de povoamentos de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia***. Curitiba: FUPEF, jul. 1979. 70 f.

THOMAS, P. *Araucaria angustifolia*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2013. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en.

TREVISAN, R. et al. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Pinus elliottii* Engel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.4, p.634-638, 2014.

TREVISAN, R. et al. Dimensões das fibras e sua relação com a idade de transição entre lenho juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* w. Hill ex maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1385-1393, 2017.

WENDLING, I. A araucária na silvicultura brasileira. Referência:**A revista da indústria da madeira**, v.12, n.108, p.21-22, 2010.

WREGGE, M. S. et al. Variáveis climáticas relacionadas aos serviços ambientais: estudo de caso da araucária. In: Parron, L. M. et al. (Org.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015 p. 242-247.**

ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. da S.; BIASI, L.A. Enxerto de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze ao longo das quatro estações do ano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (4), 1364-1370, 2011.

ZOBEL, B.J. **Developing trees with qualities most desirable for paper.** Gainesville: IUFRO, 1971. 26p.