

## **Caracterização anatômica da madeira de *Araucaria Angustifolia* (Bertol.) Kuntze para a produção de instrumentos musicais**

Leonardo Seibert Kuhn <sup>1</sup>; Rafaela Stange <sup>1</sup>; Natalia Durigon Melo <sup>1</sup>; Ana Maria de Melo <sup>1</sup>; Luana Müller de Souza <sup>1</sup>; Polliana D'Angelo Rios <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Anatomia da Madeira / Universidade do Estado de Santa Catarina

e-mail correspondente: Leonardo.s.kuhn@gmail.com

**Resumo:** Os instrumentos musicais de boa sonorização são na maioria das vezes produzidos a partir de madeiras tradicionais nativas ou também com madeiras importadas, que por sua vez podem aumentar significativamente seu custo. No entanto, no Brasil há uma ampla gama de espécies nativas, que possuem potencial para tal finalidade, sendo assim o objetivo do trabalho foi caracterizar anatomicamente a espécie *Araucaria angustifolia* a fim de comparar e avaliar o potencial na produção de instrumentos musicais. Foram obtidos três indivíduos para realização das análises. A espécie *A. angustifolia* apresentou valores satisfatórios no comprimento de traqueídeos, espessura de parede, frequência de raios por milímetro linear e altura dos raios. Com base em outros estudos pode-se observar que a espécie estudada possui potencial para a produção de instrumentos musicais.

**Palavras-chave:** Acústica, Anatomia, Espécie Alternativa.

**Anatomical characterization of the wood of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. for the production of musical instruments**

**Abstract:** Good sounding musical instruments are most often produced from traditional native woods or also from imported woods, which in turn can significantly increase their cost. However, in Brazil there is a wide range of native species that have potential for this purpose, so the objective of this work was to anatomically characterize the species *Araucaria angustifolia* in order to compare and evaluate the potential in the production of musical instruments. Three individuals were obtained for the analysis. The species *A. angustifolia* presented satisfactory values in tracheid length, wall thickness, ray frequency per linear millimeter and ray height. Based on other studies it can be observed that the species studied has potential for the production of musical instruments.

**Keywords:** Acoustics, Anatomy, Alternative Species.

## 1. INTRODUÇÃO

As madeiras tradicionalmente utilizadas para a produção de instrumentos musicais são bem conhecidas, sendo elas: *Picea abies* Karst., *Picea sitchensis* (Bong) Carr., *Acer campestres* (L.), *Acer platanoides* (L.), *Acer saccharum* (Marsh)., e algumas do Brasil como, *Swietenia macrophylla* (King), *Dalbergia nigra* (Vell), *Machaerium scleroxylon* (Tul). Há muito tempo estas madeiras vêm sendo usadas, resultando em um instrumento de ótima qualidade devido as características do som produzido (Bessa, 2000; Souza, 2009).

Considerando a diversidade de espécies produtoras de madeira no Brasil, Slooten e Souza (1993) observaram que determinadas espécies, dentre as muitas encontradas no Brasil possuem alto potencial para instrumentos musicais.

Deste modo, no Sul do Brasil, a Floresta Ombrófila Mista possui uma espécie característica da sua formação, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, entretanto, a utilização desta madeira na produção de instrumentos musicais é pouco conhecida, o que reforça a necessidade de realizações e comparação de outros estudos relacionados à suas características tecnológicas.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo realizar a análise anatômica da madeira de *A. angustifolia*, nas posições radial e longitudinal e comparar as características anatômicas encontradas com as características anatômicas das espécies comumente utilizadas para a produção de instrumentos musicais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A espécie *Araucaria angustifolia* foi obtida por meio de doação da Polícia Militar Ambiental, no Município de Bocaina do Sul, SC. Foram coletados 3 indivíduos com aproximadamente 7 metros de comprimento e 41 centímetros de diâmetro médio.

Os indivíduos foram seccionados em quatro toretes de um metro de comprimento cada, os quais correspondem a base e as alturas de 33%, 66% e topo.

De cada torete foram retirados um discos com 10 cm de altura, para a realização das análises anatômicas da madeira.

Para a realização das análises anatômicas foram retiradas de cada disco uma faixa central, onde foram divididos em três regiões distintas: medula (M), região de transição (T) e casca (C). Obtendo-se duas repetições por disco.

A macroscópica da madeira foi realizada por meio do equipamento Dino-Lite Premier AM4113. Com o emprego de um micrótomo de deslize Leica SM2010R, foram feitos cortes de aproximadamente 16  $\mu\text{m}$ , nos três planos: Transversal, radial e tangencial, nas amostras localizadas

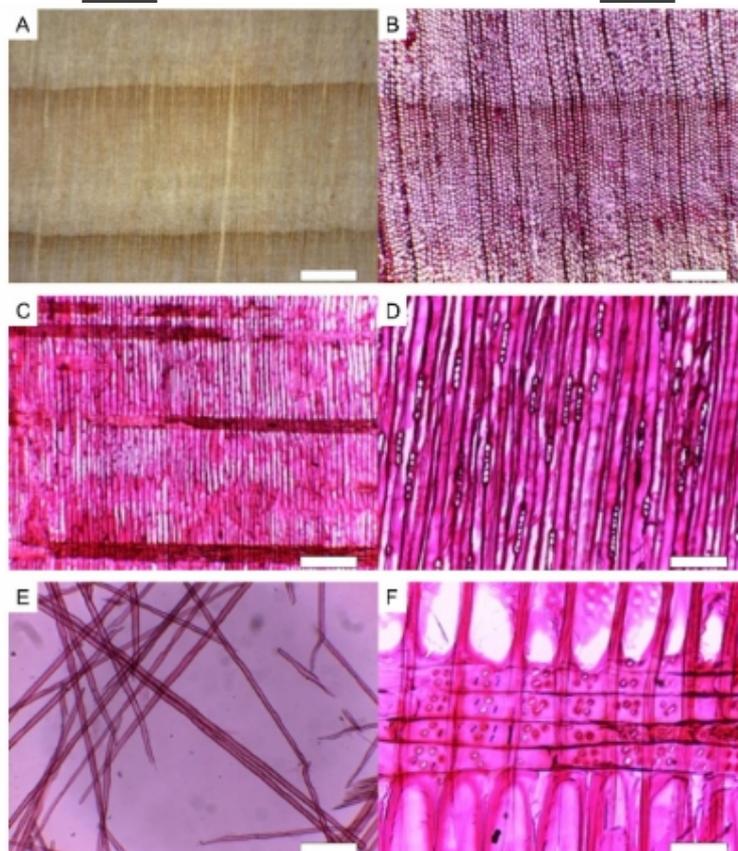
nas porções medula (M), transição (T) e casca (C), respectivamente. Os cortes histológicos foram clarificados em hipoclorito de sódio com 2% de concentração, e seguiu a sequência alcoólica: safranina hidroalcoólica 1%, álcool 20%, álcool 50%, álcool 70%, álcool 80%, álcool 100%, álcool/acetato de butila na proporção 3:1, álcool/acetato de butila na proporção 1:1, álcool/acetato de butila na proporção 1:3 e acetato de butila 100%.

Para os macerados, as amostras foram preparadas de acordo com Franklin (1945) e a descrição anatômica foi realizada de acordo com normas do IAWA Committee (1989).

Considerou-se Delineamento Inteiramente Casualizado para cada variável e foi realizada análise ANOVA e teste de médias Tukey, com o auxílio do programa SISVAR para verificar a influência da posição.

### 3. RESULTADOS

Na Figura 1 encontram-se as imagens macroscópica e microscópica da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.



**Figura 1.** A: Imagem macroscópica (barra da escala 1 mm), B: secção transversal (4x, barra da escala 500 µm), C: secção radial (4x, barra da escala 500 µm), D: secção tangencial (10x, barra da escala 200 µm), E: Material macerado, traqueídeo (4x, barra da escala 500 µm), F: Pontoações do campo de cruzamento (40x, barra da escala 50 µm).

Na Tabela 1 estão sendo apresentadas as análises da ANOVA e teste de Tukey para as variáveis analisadas.

**Tabela 1.** Médias das variáveis anatômicas analisadas.

	Comprimento do traqueídeo ( $\mu\text{m}$ )			Largura do traqueídeo ( $\mu\text{m}$ )		
	Casca	Transição	Medula	Casca	Transição	Medula
<b>Base</b>	5487,6 bA	4881,7 bB	3851,7 bC	50,21 bcA	46,38 bB	44,44 bcB
<b>33%</b>	5555,4 bA	5126,8 abB	4274,1 aC	48,05 cA	48,40 abA	46,83 abA
<b>66%</b>	5802,8 abA	5308,1 aB	4572,5 aC	53,17 aA	50,57 aB	47,76 aC
<b>Topo</b>	5944,1 aA	4287,5 cB	3541,2 bC	51,71 abA	50,46 aA	42,57 cB

	Diâmetro do Lume ( $\mu\text{m}$ )			Espessura da parede ( $\mu\text{m}$ )		
	Casca	Transição	Medula	Casca	Transição	Medula
<b>Base</b>	32,62 aA	34,03 aA	34,03 aA	7,81 abA	6,86 bB	5,2 bC
<b>33%</b>	32,62 bB	32,97 bB	35,52 aA	7,71 abA	7,71 aA	5,65 abB
<b>66%</b>	37,23 aA	37,38 aA	35,62 aA	7,97 aA	6,59 bB	6,07 aB
<b>Topo</b>	37,00 aB	37,73 aA	31,99 bA	7,35 bA	6,36 bB	5,41 bC

	Diâmetro das pontoações dos traqueídeos ( $\mu\text{m}$ )			Diâmetro das pontoações do campo de cruzamento ( $\mu\text{m}$ )		
	Casca	Transição	Medula	Casca	Transição	Medula
<b>Base</b>	16,06 aA	15,93 abA	14,21 cB	12,16 aA	12,85 aA	9,46 bB
<b>33%</b>	15,85 abB	16,34 aAB	16,81 aA	11,01 bB	12,43 aA	10,37 abB
<b>66%</b>	14,78 cB	15,16 b AB	15,9 bA	11,72 abA	10,26 bAB	10,73 aB
<b>Topo</b>	15,16 bcB	16,54 aA	13,82 cC	10,79 bA	11,06 bA	9,29 bB

	Número de células/raio			Raio por mm linear		
	Casca	Transição	Medula	Casca	Transição	Medula
<b>Base</b>	5,89 aA	5,19 aB	3,95 bC	3,36 aAB	3,24 bB	3,68 abA
<b>33%</b>	5,96 aA	5,41 aA	4,06 abB	3,72 aA	3,52 abA	3,79 abA
<b>66%</b>	6,15 aA	4,83 aB	4,65 aB	3,57 aA	3,48 aA	3,5 bA
<b>Topo</b>	5,92 aA	5,28 aB	3,51 bC	3,55 aB	3,86 aAB	4,02 aA

	Largura dos raios ( $\mu\text{m}$ )			Altura dos raios ( $\mu\text{m}$ )		
	Casca	Transição	Medula	Casca	Transição	Medula
<b>Base</b>	18,85 bA	19,34 aA	19,01 bA	141,62 aA	125,90 abB	92,02 abC
<b>33%</b>	19,29 bA	19,57 aA	19,67 bA	145,76 aA	135,72 aA	95,86 abB
<b>66%</b>	19,61 bB	20,02 aB	21,62 aA	155,77 aA	116,23 bB	105,39 aB
<b>Topo</b>	22,71 aA	20,27 aB	22,12 aA	153,15 aA	123,80 abB	86,17 bC

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas na coluna considera-se a posição longitudinal, enquanto letras minúsculas na linha analisa-se a posição radial.

#### 4. DISCUSSÃO

Nota-se que por meio da Figura 1, as características macroscópicas observadas foram: camadas de crescimento distintas, com transição suave do lenho inicial para o tardio. Madeira clara, cerne apresentando cor amarronzada, brilho moderado, grã direita e textura fina.



Ainda, pode-se observar as características microscópicas, sendo eles: lenho apresentando anéis de crescimento distintos, com transição gradual entre o lenho inicial e tardio, distinto pelo acréscimo da espessura da parede dos traqueídeos. Os traqueídeos axiais possuem pontoações areoladas, unisseriadas ou bisseriadas alternas. Raios homogêneos formados por células procumbentes e predominantemente unicelulares.

Na Tabela 1, é possível observar que para a maioria das variáveis analisadas verificou-se diferença estatística, tanto no sentido radial (medula-casca) quanto no sentido longitudinal (base-topo). No sentido radial, apenas as variáveis largura do traqueídeos (33%), diâmetro do lúmen (base e 66%), raio por mm (33% e 66%), e largura dos raios (base e 33%) foram estatisticamente iguais. Para o sentido longitudinal, as variáveis raio por mm linear (casca), número de células/raio (casca e transição), altura dos raios (casca) e largura dos raios (transição) não apresentaram diferença significativa entre si.

Em relação ao estudo feito por Mattos et al. (2006) o qual estudou a anatomia da araucária, somente o comprimento médio dos traqueídeos foi superior, equivalente a 5800  $\mu\text{m}$ , o restante dos resultados foi similar ao que foi encontrado neste estudo.

É conhecido, que o comprimento dos traqueídeos tem relação com a velocidade de propagação do som. Bessa, 2000; Sáren et al., 2001; Longui, 2009, estudando as espécies de *Picea sitchensis*, *Picea abies* e *Pinus silvestris* obtiveram resultados inferiores ao que foi encontrado nesse estudo, equivalente a 2430,9  $\mu\text{m}$ ; 3700  $\mu\text{m}$ ; 2720,8  $\mu\text{m}$ , respectivamente, podendo assim, o comprimento dos traqueídeos da *A. angustifolia* possui uma grande vantagem acústica em relação ao seu maior comprimento.

De acordo com Longui (2009), a espessura da parede é um fator importante na propagação do som, pois é praticamente por ela que o som é transmitido. De maneira geral, para essa variável em relação a *Picea abies*, *Picea sitchensis* e *Pinus silvestres* (3,1  $\mu\text{m}$ ; 5,1  $\mu\text{m}$ ; 5,5  $\mu\text{m}$ ) a espessura da parede foi inferior comparado ao da madeira de *A. angustifolia*, na qual apresentou um valor médio de 6,72  $\mu\text{m}$ .

A quantidade de raios presentes diminui a velocidade de propagação do som na madeira e também impedem a propagação de rachaduras na madeira (Brancheriau et al. 2006 e Longui 2009). Considerando isso, Bessa (2000) estudando a madeira de *Picea sitchensis*, pode concluir que esta apresenta canais resiníferos, raios, na maioria de tamanho homogêneo, unisseriados e alguns fusiformes devido canal resinífero.

Ainda, segundo Bessa (2000), estudando a madeira de *Pinus silvestres*, na qual possui canal resinífero, os raios também são em sua maioria unisseriados e homocelulares. Contudo, essas

espécies apresentaram maior número de raios e raios mais altos, equivalente a 8 a 20 raios por milímetro linear e altura de 203,6  $\mu\text{m}$  para *Pinus silvestres* e de 8 a 17 raios por milímetro linear e altura de 201,7  $\mu\text{m}$  para *Pinus sitchensis*.

Brancheriau et al. 2006 verificaram que espécies com as melhores qualidades acústicas apresentam raios menores, homogêneos e menos frequentes, o que vem confirmar as características da espécie estudada para a produção de instrumentos musicais, pois foi encontrado raios de menor altura, valor médio igual a 123,12  $\mu\text{m}$  e de menor frequência de raios por milímetro linear, valor médio de 3,60 comparada a outras gimnospermas.

Outra variável importante que influencia na qualidade do som, é a presença de poros, onde espécies que possuem menores frequências e maiores diâmetros resultam em uma maior velocidade do som (Brancheriau et al., 2006; Alves et al., 2008; Longui 2009). Levando em consideração essa afirmação, a madeira de *A. angustifolia*, que não apresenta poros, canais resiníferos e parênquima axial, pode apresentar maior velocidade do som comparada a algumas angiospermas.

#### 4. CONCLUSÃO

Comparando a anatomia da madeira de *A. angustifolia* em relação a anatomia de outras madeiras na literatura, utilizadas para a produção de instrumento musicais, pode-se concluir que a mesma se mostrou com alto potencial como matéria-prima.

Ainda, sugere-se estudos futuros avaliando as demais propriedades (química, física, mecânica e acústica) da madeira para uma concreta afirmação de que a espécie é promissora na produção de instrumentos musicais.

#### REFERÊNCIAS

Alves ES, Longui EL, Amano E. Pernambuco wood (*Caesalpinia echinata*) used in the manufacture of bows for string instruments. Iawa Journal 29: 323--335. 2008.

Bessa FMS. Caracterização anatômica, física, química e acústica de madeiras de várias espécies para a construção de instrumentos musicais. Uma Aplicação à Viola dedilhada. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. 2000.

Brancheriau L, Bailléres H, Détienne P, Gril J, Kronland R. Key signal and wood anatomy parameters related to the acoustic quality of wood for xylophone-type percussion instruments, Journal of Wood Science, 52: 270-273. 2006.

Franklin G. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood - resin composites and a new macerating method for wood. Nature v.155, n. 3924, p. 51, 1945.

Iawa Committee on Nomenclature – Iawa List of microscopic features for hardwood identification. – Iawa Bulletin 10 (3): 225 – 332 (1989).

Longui EL. Potencial de madeiras nativas na fabricação de arcos para instrumentos de corda. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica. 2009.

Mattos PP, Bortoli C, Marchesan R, Rosot NC. Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. Colombo: Embrapa. (Comunicado técnico, 160). 2006.

Sarén MP et al. Structural variation of tracheids in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). Journal of structural biology, v. 136, n. 2, p. 101-109, 2001.

SFB – Serviço Florestal Brasileiro. Concurso de monografias – I Premio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de economia e Mercado Florestal – Profissionais, Mercado Florestal. Critérios físicos e seleção de madeira para tábua harmônica de piano. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/i-premio/monografias-i-premio/profissional-1/390-profissionais-12-monografia/file>. Acesso em: 15 abril de 2019.

Slooten HJ, Souza MR. Avaliação das espécies madeireiras da Amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais. Manaus: INPA. 123 p. 1993.

Souza MR. Classificação de madeiras para instrumentos musicais. Brasília: IBDF/DE/LPF, 21p. 1983. (2009).