

# Tecnologia da Madeira para Instrumentos Musicais

Igor Fomin - fomin@ufpr.br

Disciplina Luteria I - Acústicos

10 de março de 2025.

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais

*“A madeira é um material extraordinário para instrumentos musicais e finalidades acústicas.”*

Kollmann e Côté



**Figura:** Tampo de violão; ponta de arco de violino; e voluta do violino.

## A MADEIRA

- ▶ É um material adequado a diversas finalidades;
- ▶ De fácil manufatura;
- ▶ Dá em árvores;

## Madeira é:

- ▶ **Orgânica:** retirada de árvores, organismos vivos;
- ▶ **Heterogênea:** tem composição diferenciada em diferentes pontos. Mesmo dentre uma mesma espécie ou dentro de uma mesma árvore, há diferença na composição da madeira de uma parte para outra;
- ▶ **Porosa:** não compacta, perfurada, repleta de poros;
- ▶ **Higroscópica:** tem afinidade com água, portanto, é capaz de trocar umidade com o ar;
- ▶ **Anisotrópica:** um material que tem variação dimensional de maneira desigual em diferentes eixos de orientação.

Figura: Elementos básicos constituintes dos troncos das árvores.

## Anatomia da madeira

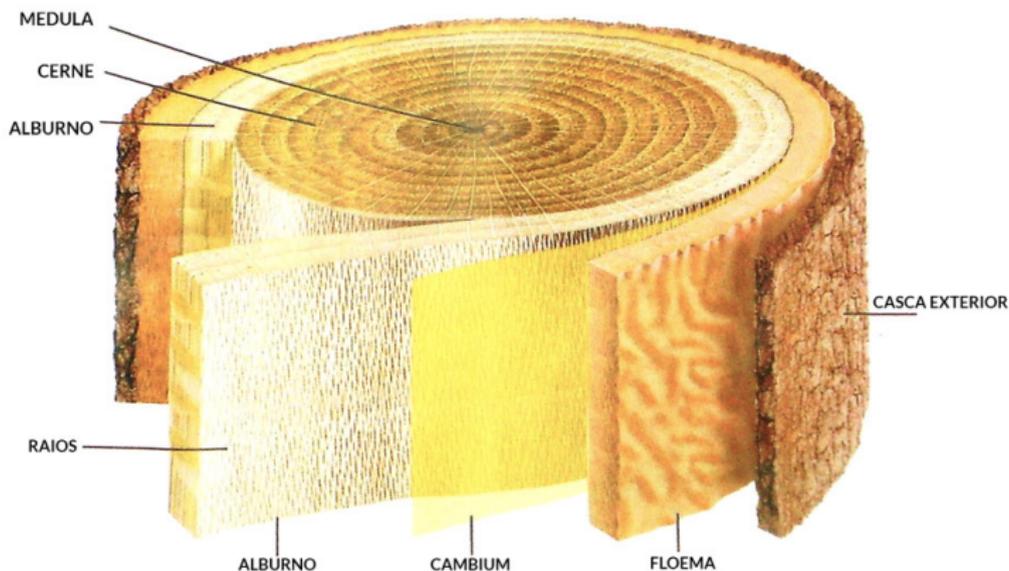
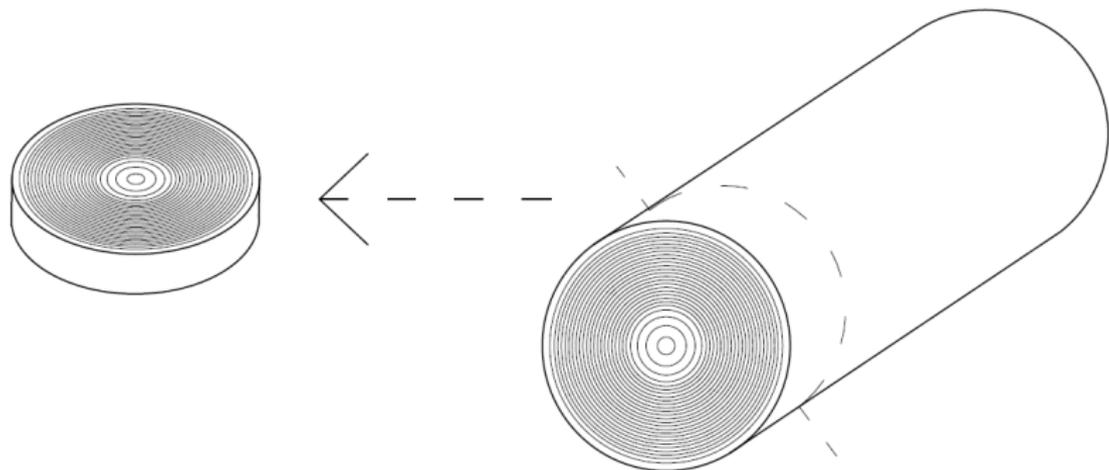


Figura: Visão microscópica da madeira de ipê.



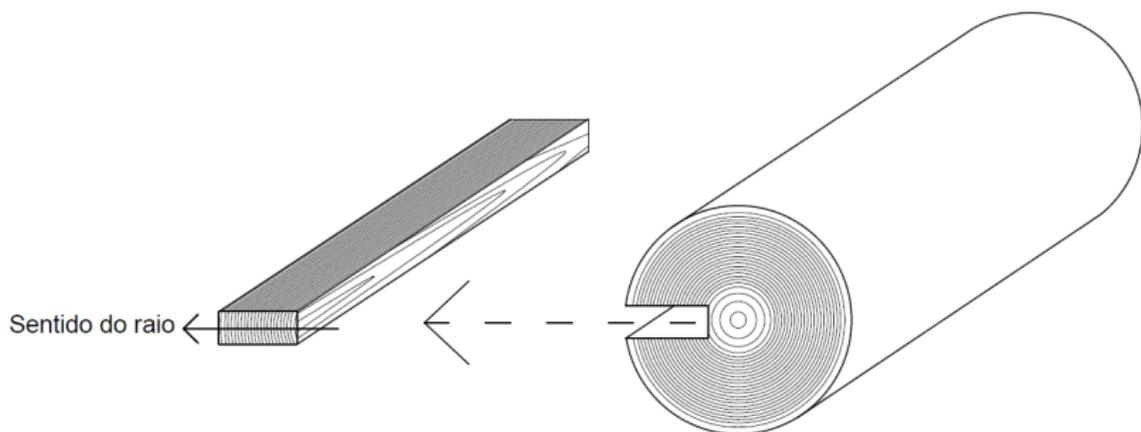
NOTA: Da esquerda para direita, corte Transversal, Radial e Tangencial. FONTE: Fomin, 2017.

Figura: Corte Transversal.



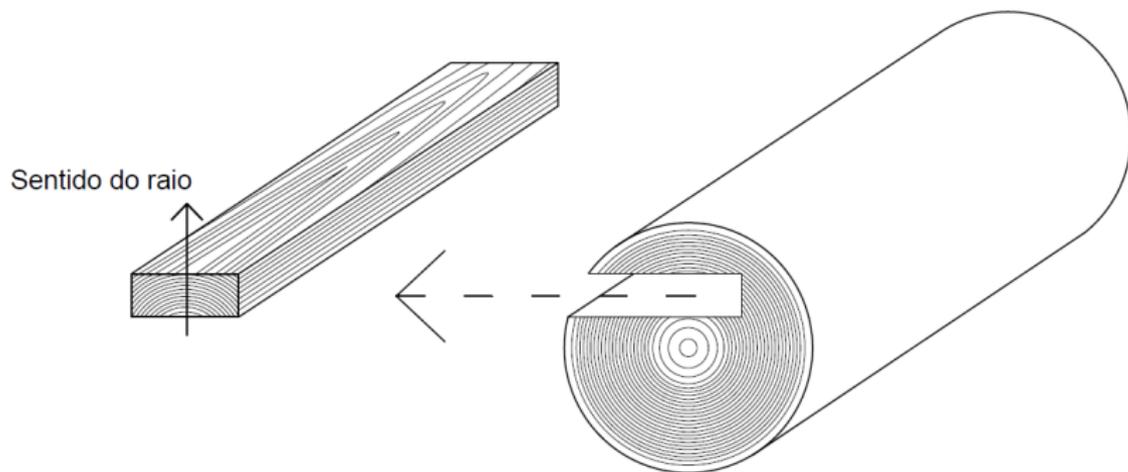
Créditos da imagem: Bogdan Skorupa e Matheus Mayer.

Figura: Corte Radial.



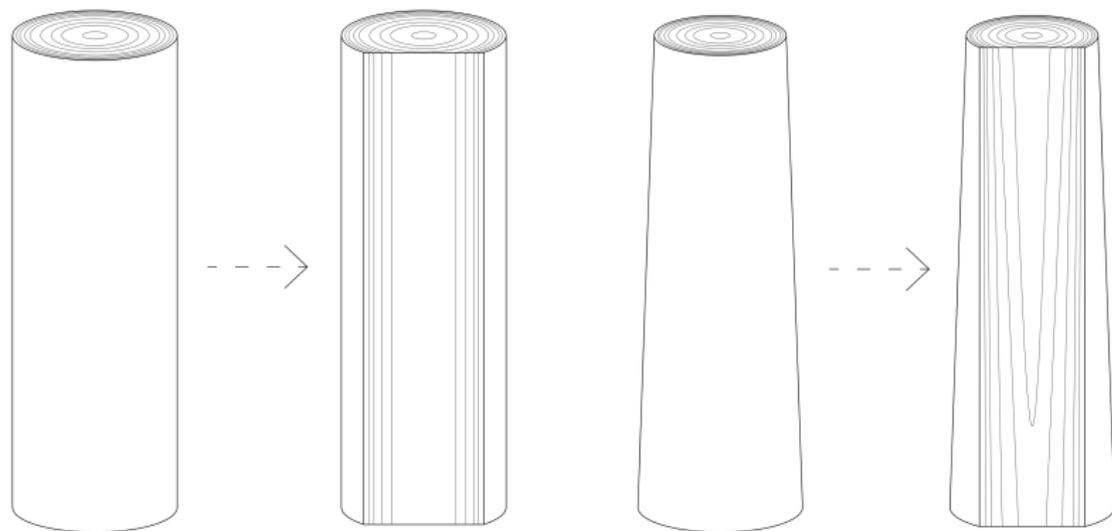
Créditos da imagem: Bogdan Skorupa e Matheus Mayer.

Figura: Corte Tangencial.



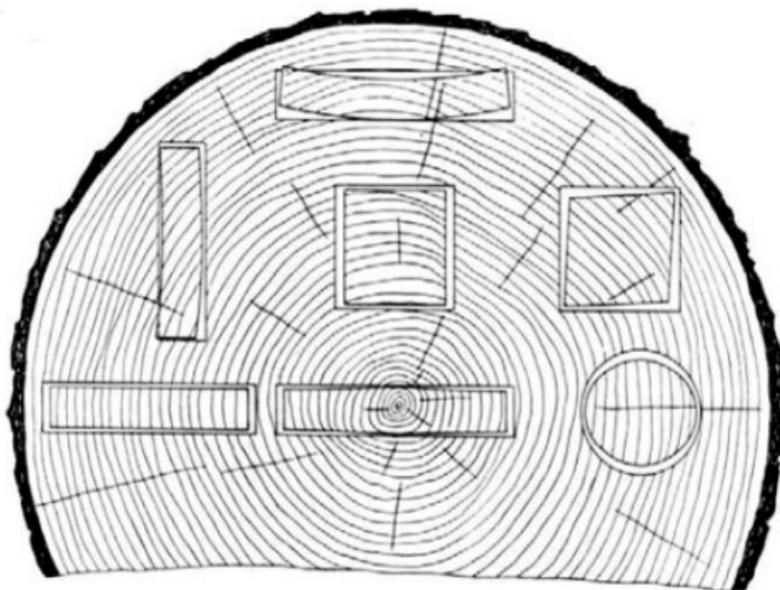
Créditos da imagem: Bogdan Skorupa e Matheus Mayer.

Figura: Representação da estrutura cônica interna de árvores.



Créditos da imagem: Bogdan Skorupa e Matheus Mayer.

Figura: Anisotropia nos diferentes sentidos de corte da madeira.



NOTA: A maior variação se dá no sentido tangencial; a segunda maior em sentido radial; no sentido longitudinal a variação é

## Propriedades Organolépticas.

- ▶ Cor;
- ▶ Cheiro;
- ▶ Gosto;
- ▶ Grã;
  - ▶ Grã direita ou reta;
  - ▶ Grã espiral;
  - ▶ Grã entrecruzada;
  - ▶ Grã ondulada;
  - ▶ Grã inclinada ou diagonal ou oblíqua.
- ▶ Textura;
  - ▶ Textura grossa ou grosseira;
  - ▶ Textura fina;
  - ▶ Textura média.
- ▶ Brilho;
- ▶ Desenho.

- ▶ Madeiras para instrumentos musicais são chamadas de *tonewoods*;
- ▶ O abeto para tampos (*Picea abies*, *Picea excelsa* etc.) In: *spruce*;
- ▶ O acero para laterais, fundo e braço (*Acer* spp.) In: *maple*;
- ▶ O ébano para acessórios (*Diospyros ebenum*) In: *ebony*;
- ▶ Eventualmente usa-se o buxo (*Buxus sempervirens*) In: *box wood*.

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais



Figura: Tampo de violino, acessórios; fundo de violino e *marezzatura*.

- ▶ Arcos de instrumentos de corda são feitos de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), In: *Pernambuco wood*;
- ▶ Para o violão utiliza-se uma variedade maior de madeiras comparado ao violino;
- ▶ O Jacarandá (*Dalbergia* spp.) e o Mógno (*Swietenia macrophylla*) foram muito usados no mundo para violões, In: *Rose wood e Mahogany*.

Muitas madeiras consideradas excelentes para o emprego em instrumentos musicais estão restritas internacionalmente para estimular a preservação e o comércio legal;

- ▶ Pesquisas foram realizadas com a finalidade de se apontar madeiras alternativas;
- ▶ Madeiras que são boas para instrumentos musicais, são boas para muitas outras coisas;

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	M.E. aprox. (g/cm <sup>3</sup> )
Abeto	<i>Picea</i> spp.	0,320
Marupá	<i>Simarouba</i> spp.	0,350
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,490
Cedro	<i>Cedrela</i> spp.	0,500
Mógno	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,600
Acero ou Maple	<i>Acer</i> spp.	0,630
Grumixava	<i>Micropholis gardnerianum</i>	0,650
Imbuia	<i>Ocotea porosa</i>	0,650
Louro-freijó	<i>Cordia alliodora</i>	0,700
Jacarandá	<i>Dalbergia</i> spp.	0,750
Ipê	<i>Handroanthus</i> spp.	0,800
Pau-brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	0,850
Ébano	<i>Diospyros ebenum</i>	1,120
Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> spp.	1,170

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais



**Figura:** Tora de abeto dividida para a confecção de tampos. **Fonte:** Rudolf Fuchs Tonewoods, site: [www.germanspruce.com](http://www.germanspruce.com).

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais

A justificativa para o uso do abeto no tampo é que no abeto são encontradas características mecânico-acústicas excelentes para a propagação sonora.



**Figura:** Violão feito por Antônio de Torres Jurado, em 1862, com Papel Machê no fundo e laterais. **Fonte:** William Richard Cumpiano site: [www.cumpiano.com](http://www.cumpiano.com).

# Contexto das Madeiras para Instrumentos Musicais



**Figura:** Violão feito por Bob Taylor da Empresa Taylor Guitars, com madeira recuperada de *pallets*. **Fonte:** [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).

# Madeiras que podem ser usadas

PARTE	MADEIRAS
Laterais e fundo	Ibuia, pau-ferro, jacarandá
Tampo	Abeto, marupá, louro-freijó, pinheiro do paraná (araucária).
Braço	Cedro rosa.
Escala e cavalete	Ipê, pau-ferro, muirapiranga.
Estrutura interna	Abeto, marupá, cedro rosa, araucária.
Frisos	Marfim, ipê, pau-ferro, imbuia.

**Obs:** Madeiras que deveriam ser evitadas: Cumarú, Itaúba, Pinus, Cambará, Angelim, Cedrinho.

# Características Observadas pelos Luthiers

- ▶ Integridade;
- ▶ Alinhamento da fibra;
- ▶ Orientação dos anéis de crescimento;
- ▶ Ausência de defeitos como nós, e outros acidentes;
- ▶ Cor, cheiro, gosto, textura;
- ▶ Desenho;
- ▶ Ondulação na fibra;
- ▶ Estabilidade;
- ▶ Capacidade de propagação sonora;
- ▶ Densidade;
- ▶ Desenho etc.

# Madeiras Tradicionais



**Figura:** Madeira de acero ondulada, **Fonte:** Bosnian Tonewood site:  
[www.bosniantonewood.com](http://www.bosniantonewood.com)

# Propriedades Importantes nas Madeiras para Instrumentos

- ▶ Acústica;
- ▶ Densidade;
- ▶ Módulo de Elasticidade;

Como acontecem as interações acústicas nos tampos e nas partes que vibram?

$$f_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

onde:  $f_n$  é a frequência natural;  
 $k$  é a rigidez;  
e  $m$  é a massa.

# Classificação de Madeiras para Instrumentos Musicais

- ▶ Ultrassom;
- ▶ Stress Wave Timer;
- ▶ Frequência de Vibração;
- ▶ Stress Grade Machine;

Estes parecem ser os métodos, não destrutivos, mais práticos quando se trata de classificar as madeiras para instrumentos musicais, estimando seu potencial. No entanto, é preciso considerar a densidade junto.

# Classificação de Madeiras para Instrumentos Musicais

A busca pela madeira ideal é a sina do luthier.



Figura: Pilha de tábuas de ipê.

- ▶ De fato a madeira é um material extraordinário para instrumentos musicais;
- ▶ São necessárias pessoas com habilidades também extraordinárias para produzir, classificar e fazer a madeira se transformar num produto extraordinário;
- ▶ A classificação da qualidade das madeiras para finalidades musicais é algo necessário e tecnicamente viável;
- ▶ O que justifica esse esforço na procura de madeiras com características adequadas para instrumentos é o fato de que estas propriedades são raras e que pode-se agregar um alto valor a elas.

*“Embora não seja obrigatório, é recomendável copiar um autor clássico, não para aprender a imitá-lo, mas para construir fundamentos através dos quais o construtor poderá desenvolver suas próprias opiniões, sua personalidade e estilo.”*

*Charles Ford*

(No livro: *Making Master Guitars* de Roy Courtnall.)

- BAAR, J.; TIPPNER, J.; GRYC, V. 2012. The influence of wood density on longitudinal wave velocity determined by the ultrasound method in comparison to the resonance longitudinal method. **Eur. J. Wood Prod.** 70: 767-769.
- BOGDANOVICH, John S. *Classical guitar making: a modern approach to traditional design*. New York: Sterling, c2007.
- CITES. Appendices I, II and III. Switzerland: **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora**, 2022.  
(<https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2022/E-Appendices-2022-06-22.pdf>)  
acessado em: maio de 2024.
- COURTNALL, R. e LUCAS, A. *Making Master Guitars*. Robert Hale, Inglaterra. 1993.
- JOHNSON, Chris e COURTNALL, Roy. *The Art of Violin Making*. Robert Hale. 1999.
- KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ, J. W. A. *Principles of wood science and technology*. New York: Springer-Verlag Berlin ; Heidelberg, 1968.
- LONGUI, E. L. Potencial de madeiras nativas na fabricação de arcos para instrumentos de corda. 144 p. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2009.
- WEGST, U. G. K.; OBERHOFF, S.; WELLER, M.; ASHBY, M. F. Materials for violin bows. **International Journal of Materials Research**, Stuttgart, v. 98, p. 1230-1237, 2007.