

## Avaliação das fibras e elementos de vasos de espécies florestais nativas do cerrado

Eliane Alves Ribeiro<sup>1</sup>, Adriana de Fátima Gomes Gouvêa<sup>2</sup>, Odair Alves Ribeiro<sup>3</sup>, Arnaldo Ramão Zenteno Filho<sup>4</sup>, Edilson Urbano<sup>5</sup>, Armando Cirilo de Souza<sup>6</sup>

**Resumo.** A anatomia da madeira é uma ferramenta muito importante para o estudo das florestas tropicais, possibilitando a identificação das espécies pelo seu lenho através de caracteres anatômicos, como por exemplo, as fibras e os elementos de vasos. O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros morfológicos da madeira de treze espécies nativas do Cerrado visando identificar possíveis relações entre espécies estudadas. O material de estudo foram tábuas de madeira contendo apenas a parte do cerne e árvores provenientes de queda natural (vento). Foram determinadas a densidade básica e os parâmetros morfológicos de: comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede e comprimento das fibras, diâmetro do elemento de vaso e presença ou ausência de apêndices. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 25 repetições para os parâmetros morfológicos e 3 repetições para densidade básica. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância no programa R Studio. Pôde-se concluir que, com base nos parâmetros morfológicos que as dimensões das fibras variaram muito pouco para a maioria das espécies avaliadas não sendo possível identificar relações entre as espécies da mesma família ou de famílias diferentes. Entretanto é possível que esses valores possam ajudar na diferenciação das famílias. Os elementos de vasos apresentaram valores próximos de comprimento médio para a família Fabaceae, entretanto característica como a presença ou ausência de apêndice pode servir como um parâmetro conclusivo para a identificação.

**Palavras-chave:** Anatomia. Identificação. Fibras. Vasos. Apêndice.

DOI:10.21472/bjbs.v09n21-004

Submitted on:  
06/03/2022

Accepted on:  
07/15/2022

Published on:  
07/29/2022



Open Access  
Full Text Article



## Evaluation of fibers and vessel elements of native forest species from the cerrado

**Abstract.** The wood anatomy is a crucial tool for studying tropical forests, allowing for species identification through anatomical characteristics such as fibers and vessel elements. This study aimed to evaluate morphological parameters of the wood from thirteen native species of the Cerrado in order to identify potential relationships among the species studied. Samples consisted of wood boards containing

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: [eliane.engflorestal@gmail.com](mailto:eliane.engflorestal@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6414-0976>

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: [agouvea@uems.br](mailto:agouvea@uems.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3414-7188>

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: [odairalvesribeiro35@gmail.com](mailto:odairalvesribeiro35@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-9019-9136>

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: [arnaldozenteno@hotmail.com](mailto:arnaldozenteno@hotmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-8810-7872>

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: [edurbano2@gmail.com](mailto:edurbano2@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9351-5406>

<sup>6</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: [armandocirilo@yahoo.com](mailto:armandocirilo@yahoo.com) Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3240-2824>

only the heartwood from naturally fallen trees. Basic density and morphological parameters such as length, width, lumen diameter, wall thickness, fiber length, vessel element diameter, and presence or absence of appendages were determined. The experiment was conducted in a completely randomized design with 25 repetitions for morphological parameters and 3 repetitions for basic density. The means were subjected to Tukey's test at a 5% significance level using R Studio. It was concluded that, based on the morphological parameters, fiber dimensions varied very little for most evaluated species, making it challenging to identify relationships among species within the same family or across different families. However, these values may assist in distinguishing between families. Vessel elements showed similar average length values for the Fabaceae family; nevertheless, characteristics like the presence or absence of appendages could serve as conclusive parameters for identification.

**Keywords:** Anatomy. Identification. Fibers. Vessels. Appendix.

### **Evaluación de las fibras y elementos de los vasos de especies forestales nativas del cerrado**

**Resumen.** La anatomía de la madera es una herramienta muy importante para el estudio de los bosques tropicales, permitiendo identificar especies en función de su madera a través de caracteres anatómicos, como fibras y elementos vasculares. El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros morfológicos de la madera de trece especies nativas del Cerrado con el fin de identificar posibles relaciones entre las especies estudiadas. El material de estudio fueron tablas de madera que contienen únicamente el duramen y árboles de caída natural (viento). Se determinó la densidad básica y los parámetros morfológicos de: longitud, ancho, diámetro de la luz y espesor de la pared y longitud de las fibras, diámetro del elemento vascular y presencia o ausencia de apéndices. El experimento se realizó en un diseño completamente al azar con 25 repeticiones para parámetros morfológicos y 3 repeticiones para densidad básica. Las medias fueron sometidas a la prueba de Tukey al 5% de significancia en el programa R Studio. Se concluyó que, con base en los parámetros morfológicos, las dimensiones de las fibras variaron muy poco para la mayoría de las especies evaluadas, imposibilitando identificar relaciones entre especies de una misma familia o de diferentes familias. Sin embargo, es posible que estos valores puedan ayudar a diferenciar a las familias. Los elementos del vaso presentaron valores cercanos a la longitud promedio para la familia Fabaceae, sin embargo características como la presencia o ausencia de un apéndice pueden servir como parámetro concluyente para su identificación.

**Palabras clave:** Anatomía. Identificación. Fibras. Vasos. Apéndice.

## **INTRODUÇÃO**

A anatomia da madeira é uma ferramenta da dendrologia que tem se constituído em um fabuloso caminho para o estudo das florestas tropicais, possibilitando assim, a identificação das espécies pelo seu lenho (Ramalho, 1975). Desta forma, a identificação de espécies através de suas madeiras baseia-se nos caracteres anatómicos do lenho e processa-se sobre uma amostra de tronco, independente de quaisquer outras características do vegetal (Divisão de madeiras – IPT, 1985). Além disso, a estrutura anatômica influencia as demais propriedades da madeira, tornando necessário conhecer as suas variações e verificar a relação com as características estruturais da madeira e seu uso. (Silva, 2005).

De acordo com IAWA (1989) são vários os parâmetros para o estudo e descrição da estrutura anatômica de madeira de folhosas. Este estudo pode ser feito através de uma lista de identificação de

folhosas que relaciona todas as características microscópicas da madeira que devem ser levadas em consideração na descrição anatômica, entre essas características estão os vasos e as fibras. Os vasos são células dispostas normalmente no sentido axial, formando uma estrutura tubiforme, de comprimento indeterminado, apresentando diâmetro de 20 µm a 500 µm e são responsáveis pela ascensão da seiva das árvores (Botosso, 2009).

Há uma série de fatores que afetam o desenvolvimento do xilema secundário, uma vez que o ambiente exerce tal impacto na atividade cambial que pode modificar sua estrutura, bem como as propriedades e qualidades tecnológicas da madeira. Tais fatores podem alterar de forma significativa a estrutura anatômica do xilema secundário, dentre ele têm-se a seca, inundação, altitude, latitude, constituição do solo, estádios sucessionais da vegetação e poluição (Apezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2012).

As fibras são células que ocorrem somente nas angiospermas e constituem geralmente a maior porcentagem do lenho (20 a 80%), no qual normalmente desempenham a função de sustentação, da madeira. Apresentam forma alongada com extremidades afiladas, apresentam poucas e pequenas pontuações, sendo a maior dimensão no sentido do eixo longitudinal do tronco da árvore. As paredes das fibras podem variar em espessura, mas, geralmente, são mais espessas que as paredes das demais células do xilema secundário (Apezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2012).

Miranda; Castelo (2012) afirmam que as correlações com as propriedades da madeira devem ser cautelosas, pois as características de cada fibra podem ser influenciadas por diferentes condições climáticas, podendo variar entre espécies e até no mesmo indivíduo.

Quando se trata de identificação, o arranjo dos vasos no xilema secundário é uma característica importante e é comumente usada na identificação de espécies. A forma como estão distribuídos, a abundância, tamanho e agrupamento são características valiosas para a identificação das espécies e propriedades tecnológicas da madeira. Já em relação às fibras, microscópicamente a presença de septos e as pontuações tem grande valor na identificação Nisgoski (1999).

## **METODOLOGIA**

### **Material**

O presente trabalho consistiu em avaliar parâmetros morfológicos da madeira de espécies nativas do Cerrado visando identificar possíveis relações entre espécies estudadas.

O trabalho foi realizado na Unidade Universitária de Aquidauana da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, no Laboratório de Propriedades de Identificação da Madeira (LAPIM).

Foram selecionadas treze espécies nativas do Cerrado (Tabela 1). Este material de estudo foi proveniente de tábuas de madeira contendo apenas a parte do cerne, e de árvores derrubadas por queda

natural (vento), sendo uma árvore por espécie. De acordo com os anéis de crescimento e diâmetro, estima-se que as espécies possuem aproximadamente 30 anos.

Tabela 1- Espécies estudadas

Espécies	Nome científico	Família
Jatobá	<i>Hymenaea stagnocarpa</i> Mart	Fabaceae - Caesalpinioideae
Jatobá mirim	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	
Canafístula	<i>Petophorum dubim</i> Spreng.	
Bálsamo	<i>Miroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae - Faboideae
Sucupira Preta	<i>Bowdicha virgilioides</i> Kunth	
Angico	<i>Anadenanthera</i> sp	Fabaceae - Mimosoideae
Peroba	<i>Andiosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Apocinaceae
Lixeira	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae
Cedro	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Amesclão	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl) Marchand	Burceraceae
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	Anacardiaceae
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Verbenaceae
Ipê	<i>Handroanthus</i> sp.	Bignoniaceae

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

## Métodos

### Densidade básica

Para determinar a densidade básica das espécies estudadas, os corpos de prova foram saturados em água com auxílio de um dessecador e uma bomba de vácuo para acelerar o processo. Por se tratarem de espécies nativas, o processo de saturação das fibras foi mais demorado quando comparado ao pinus e eucalipto, sendo que foi necessário deixar saturando por 30 dias. Após este tempo, determinado o volume imerso em água de cada corpo de prova e posteriormente foram submetidos à secagem em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , obtendo posteriormente, a massa seca. A densidade básica foi determinada conforme a Norma da ABNT NBR (11941/2003).

### Análise morfológica

Os parâmetros morfológicos estudados para as fibras foram: comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede. Os parâmetros estudados para os elementos de vasos foram: comprimento, diâmetro e a presença ou ausência de apêndices.

O estudo das fibras e elementos de vasos foi feito a partir do processo de maceração das amostras, que consistiu em retirar lascas da madeira (Figura 1), no sentido longitudinal da mesma de acordo com o método de Nicholls e Dadswell. Ao aplicar este método, foi necessário acondicionar as lascas de madeira em tubos de ensaio (Figura 2) e em estufa à  $60^{\circ}\text{C}$  por mais ou menos 48 horas, submerso em solução macerante. Após esse período, o material foi lavado em água corrente e corado com corante azul de astra.

Figura 1 - Lascas de madeira para o macerado



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Figura 2 - Lascas de madeira em tubo de ensaio com solução macerante



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

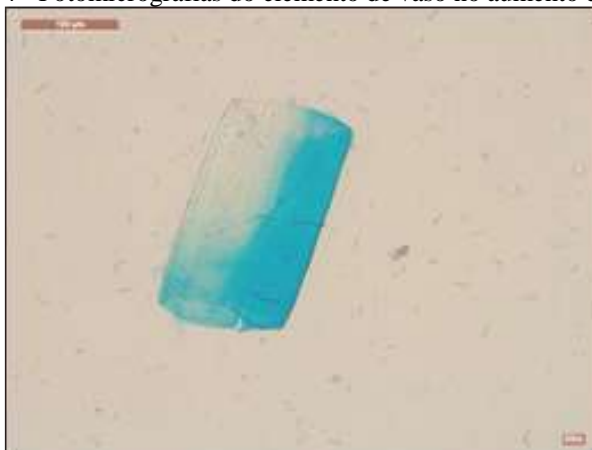
Para visualização em microscópio, foi feito a montagem de lâminas e as fotomicrografias foram tiradas com o microscópio Leica DM 750 acoplado a uma câmera modelo ICC50W. Para cada espécie estudada foram realizadas no mínimo 25 medições (Figura 3 e 4), de acordo a com IAWA (1989).

Figura 3 - Fotomicrografias das fibras no aumento de 50x.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Figura 4 - Fotomicrografias do elemento de vaso no aumento de 200x.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

### Análise de dados

As mensurações dos parâmetros analisados foram obtidos através do software ImageJ. A partir disso, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva com auxílio do Microsoft Excel 2016. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 25 repetições para comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras, comprimento e diâmetro dos elementos de vaso. A densidade básica foi obtida a partir de três repetições por espécie avaliada. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância no programa R Studio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade Básica

Os valores médios de densidade básica estão dispostos na Tabela 2. Observou-se que os valores encontrados para densidade básica das espécies avaliadas variaram de 0,414 a 0,986 g.cm<sup>-3</sup>. De acordo com IBAMA (1991), a densidade das espécies florestais podem ser leve < 0,50, média de 0,51 a 0,72 e

pesada  $> 0,73 \text{ g.cm}^{-3}$ . No presente trabalho, houve elevada variação da densidade básica entre as espécies avaliadas, com madeiras consideradas leves a pesadas.

Tabela 2 - Valores médios da densidade básica das espécies avaliadas

Espécies	Nome científico	Família	Densidade básica ( $\text{g.cm}^{-3}$ )
Jatobá	<i>Hymenaea stagnocarpa</i>	Fabaceae - Caesalpinioideae	0,765cd
Jatobá mirim	<i>Hymenaea courbaril</i>		0,561fg
Canafístula	<i>Petophorum dubim</i>		0,723cd
Bálsamo	<i>Miroxylon balsamum</i>	Fabaceae - Faboideae	0,886b
Sucupira Preta	<i>Bowdicha virgilioides</i>		0,589ef
Angico	<i>Anadenanthera sp.</i>	Fabaceae - Mimosoideae	0,781c
Peroba	<i>Andiosperma polineuron</i>	Apocinaceae	0,590ef
Lixeira	<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae	0,472gh
Cedro	<i>Cedrella fissilis</i>	Meliaceae	0,553fg
Amesclão	<i>Protium heptaphyllum</i>	Burceraceae	0,674de
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	0,755cd
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i>	Verbenaceae	0,414h
Ipê	<i>Handroanthus sp.</i>	Bignoniaceae	0,986a

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Dentre as espécies estudadas, a que apresentou maior densidade básica foi o ipê ( $0,986 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Em estudos realizados por Freitas (2015) e Silva (2018), os valores médios de densidade básica para o ipê foram de  $0,960$  e  $0,930 \text{ g.cm}^{-3}$  respectivamente. Valores estes próximos ao encontrado neste estudo.

De acordo (Hacke & Sperry, 2001) a densidade da madeira de angiospermas é um parâmetro dependente da área ocupada pelas diferentes células do xilema secundário, sendo elas: vasos, fibras, parênquimas, espessura da parede das fibras, frequência e diâmetro dos vasos. Portanto, quanto maior a densidade da madeira, maior a área ocupada por fibras de paredes espessas e vários vasos estreitos.

A menor densidade média foi encontrada para o tarumã ( $0,414 \text{ g.cm}^{-3}$ ), valor inferior ao encontrado por VARGAS (2015), sendo  $0,517 \text{ g.cm}^{-3}$ .

A densidade básica é considerada a propriedade física mais importante da madeira, resultante da combinação de caracteres anatômicos, físicos e químicos. Vários fatores podem influenciar na densidade da madeira, podendo variar em função da idade, procedência, local de origem, espaçamento, entre árvores da mesma espécie (Valério *et al.*, 2008). Além disso, componentes como as fibras e elementos de vasos podem estar diretamente relacionados e dependentes da densidade, como por exemplo, as dimensões destes elementos anatômicos.

## Morfologia das fibras

Os valores médios de comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras de cada espécie estudada estão dispostos na Tabela 3.



Tabela 3 - Valores médios de parâmetros morfológicos das fibras das espécies estudadas

Espécies	Família	Morfologia das fibras			
		C (mm)	L (µm)	DL (µm)	EP (µm)
Jatobá	Fabaceae- Caesalpinioideae	1,52a	18,55c	6,80de	6,03bcde
Jatobá mirim		1,33b	16,19c	7,94cde	12,54a
Canafístula		1,08d	17,75c	6,57def	5,55cdef
Bálsamo	Fabaceae - Faboideae	1,07cd	12,30d	4,01fg	4,20fg
Sucupira Preta		1,65a	18,11c	5,23efg	6,24bcd
Angico	Fabaceae- Mimosoideae	0,97d	18,54c	8,91cd	4,81defg
Peroba	Apocinaceae	0,99cd	26,39b	11,64b	7,28b
Lixeira	Dilleniaceae	0,95d	15,93cd	5,71efg	5,23cdef
Cedro	Meliaceae	1,03cd	18,43c	11,63b	3,62g
Amesclão	Burceraceae	0,71e	19,10c	9,05bcd	4,75defg
Aroeira	Anacardiaceae	0,95d	18,18 c	7,73de	5,26cdef
Tarumã	Verbenaceae	0,99cd	30,25a	20,60a	4,65efg
Ipê	Bignoniaceae	1,10c	16,29c	2,95g	6,66bc

Onde: C = comprimento; L = largura; DL = diâmetro do EP = espessura da parede.

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Em relação à variável comprimento de fibras, as espécies que apresentaram maiores médias foram o jatobá (1,52 mm) e sucupira preta (1,65 mm), enquanto que a espécie amesclão apresentou a menor média (0,71 mm). As fibras geralmente são denominadas curtas e longas, em função do seu comprimento. De acordo com IAWA (1989), o comprimento médio das fibras é classificado em  $\leq 0,9$  mm (fibras curtas), 0,9 a 1,6 (fibras médias) e  $\geq 1,6$  mm (fibras longas). Soares; Melo & Lisboa (2014) encontraram valor médio de comprimento fibras de sucupira (*Bowdicha nitida* Spruce ex Benth) de 1,71 mm.

Alves *et al.* (2010) relata valores médios de comprimento de fibras para *Cedrella fissillis* de 1,09 mm, valor este próximo ao que foi encontrado no presente estudo (1,03 mm), porém os valores médios de largura da fibra (24,09 µm), diâmetro do lume (15,13µm), espessura da parede celular (4,48 µm), foram maiores que os apresentado neste estudo (Tabela 4). Entretanto Benites *et. al* (2015) estudando a caracterização anatômica das fibras de oito espécies florestais do Cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel encontrou os seguintes valores médios de comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede para *Cedrella fisillis*: 1,17 mm, 22,1 µm, 14,44 µm 3,87 µm respectivamente. Todos esses valores médios, exceto a espessura da parede, são maiores que os encontrados neste estudo (Tabela 4).

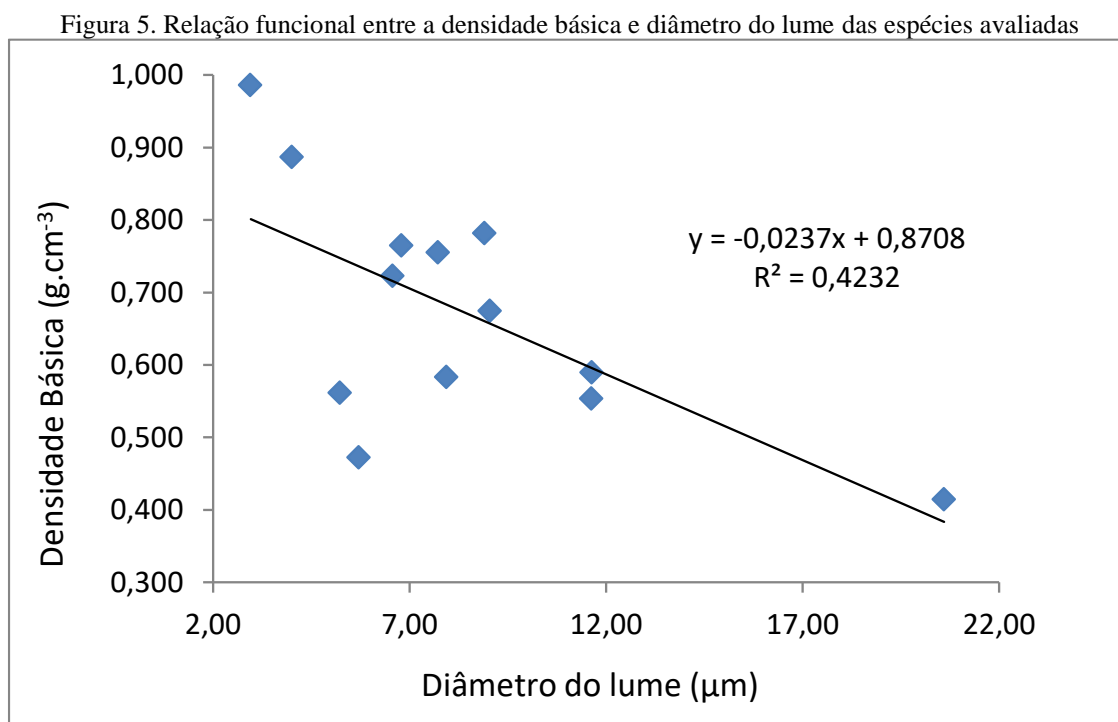
Segundo Ribeiro (2011), a morfologia das fibras varia de acordo com a espécie, entre árvores e dentro de uma mesma árvore, influenciada pelas taxas de crescimento e idade das mesmas, e são controladas tanto genética quanto fenotipicamente, pelas influências ambientais, geográficas ou topográficas. Além disso, as dimensões das fibras sofrem variações no sentido longitudinal (base-topo) e radial (medula-casca) do tronco da árvore (Miranda, 2012).



Em relação à largura das fibras pode-se observar que o tarumã apresentou maior média de 30,25  $\mu\text{m}$ , representando um valor muito significativo em relação às demais espécies, como por exemplo, o bálsamo que apresentou largura média de 12,30  $\mu\text{m}$ . Para diâmetro do lume, a maior média foi apresentada pelo tarumã e menor para ipê sendo 20,90 e 2,95  $\mu\text{m}$  respectivamente. Em relação à espessura da parede o jatobá mirim apresentou maior valor médio (12,54  $\mu\text{m}$ ) e o cedro menor (3,62  $\mu\text{m}$ ).

#### Avaliação da densidade básica versus morfologia de fibras

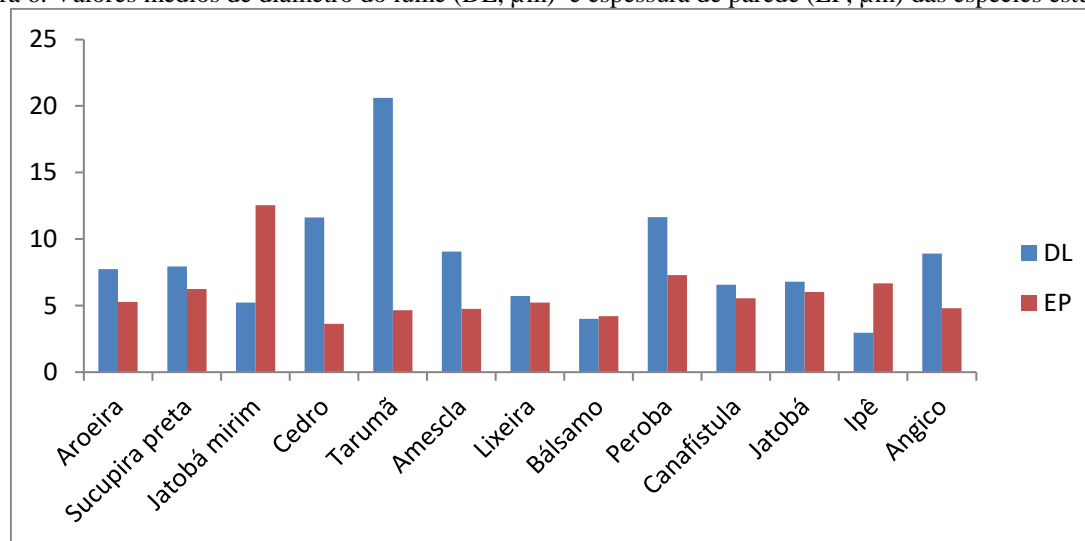
Na Figura 5 encontra-se a relação entre o diâmetro do lume e densidade básica das espécies avaliadas. Observou-se que houve uma tendência inversa entre os parâmetros avaliados, o que era esperado, pois quando maior a densidade básica, menor o diâmetro do lume.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

As dimensões dos componentes anatômicos da madeira, como por exemplo, as fibras e elementos de vasos, podem estar diretamente relacionados e dependentes da densidade (Valério *et al.*, 2008).

Na Figura 6 estão apresentados os valores de diâmetro do lume e espessura de parede. Foi possível observar que a maioria das espécies apresentaram comportamento conforme a literatura, em relação ao parâmetro de densidade básica (Figura 5), ou seja, espécies com maior diâmetro do lume, apresentaram menor espessura, exceto para o jatobá mirim, bálsamo e ipê.

Figura 6. Valores médios de diâmetro do lume (DL,  $\mu\text{m}$ ) e espessura de parede (EP,  $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Entretanto, vale destacar que o jatobá mirim apresentou a maior espessura de parede (12,54  $\mu\text{m}$ ), porém com densidade básica de 0,561  $\text{g.cm}^{-3}$ . Apesar da espécie ter apresentado maior espessura de parede das fibras, a densidade é menor em relação às demais, devido a presença de muitas células parenquimáticas, apresentando parênquima axial visível a olho nú, do tipo paratraqueal aliforme, vasicêntrico e em faixas marginais (Penish *et al* 2017)

Ao analisar o ipê, nota-se que essa espécie possui maior densidade básica e consequentemente apresenta menor diâmetro do lume e paredes espessas. Desta forma, pode-se dizer que, quanto maior a densidade da madeira, maior a área ocupada por fibras de paredes espessas (Hacke & Sperry, 2001).

O tarumã apresentou maior diâmetro do lume e consequentemente, menor densidade básica. De acordo com Dias e Lahr (2002) o diâmetro do lume depende da largura e da espessura da parede das fibras, ou seja, quanto maior o seu valor, mais espaços vazios serão encontrados na madeira e, consequentemente, esta apresentará menor densidade.

### Morfologia dos elementos de vasos

Os valores médios de comprimento e diâmetro dos elementos de vasos, bem como a presença ou não de apêndice estão apresentados na Tabela 5.

Segundo Cury (2001), o diâmetro do vaso depende das condições de crescimento da árvore, sendo que o maior diâmetro ocorre no período de maior atividade vegetativa e os tamanhos definidos pela literatura são  $\leq 50$ , 50-100, 100-200, e  $\geq 200$   $\mu\text{m}$ . De acordo com IAWA (1989) é mais comum encontrar diâmetro tangencial médio entre 100-200  $\mu\text{m}$ . Já o comprimento médio do elemento de vaso é classificado em  $\leq 350$ , 350-800 e  $\geq 800$   $\mu\text{m}$ . De acordo com a Tabela 5, para a variável diâmetro dos

vasos, a maioria das espécies avaliadas encontrou-se no intervalo de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , com exceção do jatobá, sucupira preta, angico e peroba.

Tabela 5. Valores médios de comprimento, diâmetro do vaso e presença de apêndice das espécies estudadas

Espécies	Família	Elemento de vasos		
		Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )	Apêndice
Jatobá	Fabaceae- Caesalpiniadeae	349,71cd	248,13a	Presente com 1
Jatobá mirim		341,93de	158,48cd	Presente com 1
Canafístula		287,03e	137,92cd	Ausente ou presente com 1
Bálsamo	Fabaceae - Faboideae	274,62ef	157,92c	Ausente
Sucupira Preta		373,37bcd	264,53a	Ausente
Angico	Fabaceae- Mimosoideae	308,59de	213,82b	Presente com 1 ou 2
Peroba	Apocinaceae	515,69a	92,84d	Presente com 2
Lixeira	Dilleniaceae	350,04cd	152,44c	Presente com 1
Cedro	Meliaceae	392,20bc	182,08bc	Presente com 1 ou 2
Amesclão	Burceraceae	339,71cd	134,38cd	Presente com 2
Aroeira	Anacardiaceae	286,80e	130,72cd	Presente com 1
Tarumã	Verbenaceae	414,84b	142,52cd	Presente com 2
Ipê	Bignoniaceae	223,38f	129,05cd	Ausente

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Para a variável comprimento dos vasos foram encontrados valores de 223,38 a 515,69  $\mu\text{m}$  (Tabela 5).

De acordo com Rodrigues (2009), os elementos de vasos apresentam grande variação morfológica, tanto em crescimento para o xilema primário quanto para o secundário. Estes em crescimento primário, geralmente são mais alongados, com a presença de apêndices. Já no crescimento secundário são relativamente mais curtos, com presença de apêndices. Entretanto para as espécies avaliadas no presente estudo foi possível verificar que existe a possibilidade de presença ou ausência de apêndice no xilema secundário (Tabela 5).

De acordo com os dados observados, nota-se que a peroba apresentou maior comprimento e menor diâmetro médio dos vasos, sendo 515,69 e 92,84  $\mu\text{m}$  respectivamente, apresentando apêndice nas duas extremidades (Figura 7). Silva (2018), relata que as árvores oriundas de locais secos apresentam

características que indicam maior segurança no transporte de água no xilema secundário, apresentando vasos estreitos, agrupados e em maior frequência.

Silva (2018) afirma que plantas oriundas de ambientes com maior restrição hídrica apresentam estratégias anatômicas que conferem maior segurança no transporte de água, e como forma de garantir o transporte de água dentro de maiores tensões e diminuir a probabilidade de embolismos, é comum essas plantas apresentarem xilema secundário com vasos mais estreitos.

O menor comprimento médio dos vasos foi apresentado para o ipê sendo 223,38  $\mu\text{m}$  (Figura 8) e o maior diâmetro pela sucupira preta 264,53  $\mu\text{m}$ , valor próximo ao encontrado por Soares (2014): 247,33  $\mu\text{m}$ . Este mesmo autor apresentou em seus dados, o comprimento médio da sucupira de 386  $\mu\text{m}$ , valor não distante do encontrado neste estudo: 373,3  $\mu\text{m}$ . De acordo com Ferreira (2012), existem trabalhos sobre tendências evolutivas que consideram que as plantas compensam sua menor frequência de vasos com diâmetros maiores dos capilares.

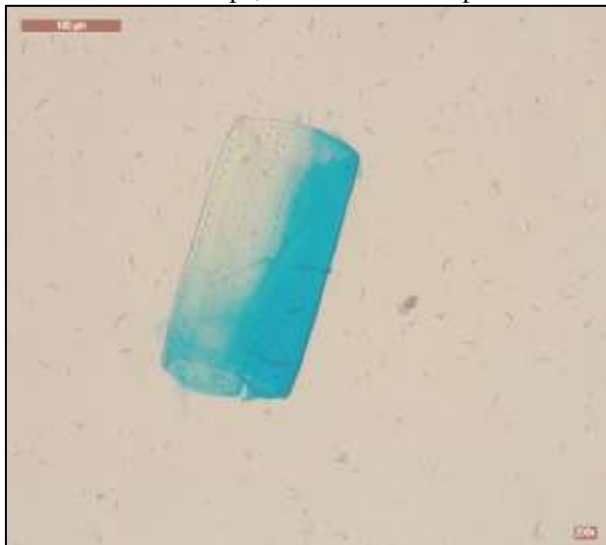
Quanto à relação entre a densidade e os vasos na madeira, Dias e Lahr (2002) afirmaram que, quanto maior o diâmetro e o número de vasos, maior volume de espaços vazios será encontrada na madeira.

Figura 7. Elemento de vaso da peroba com presença de apêndice nas duas extremidades (setas) - aumento 200x.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Figura 8. Elemento de vaso do ipê, com ausência de apêndice - aumento 200x.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

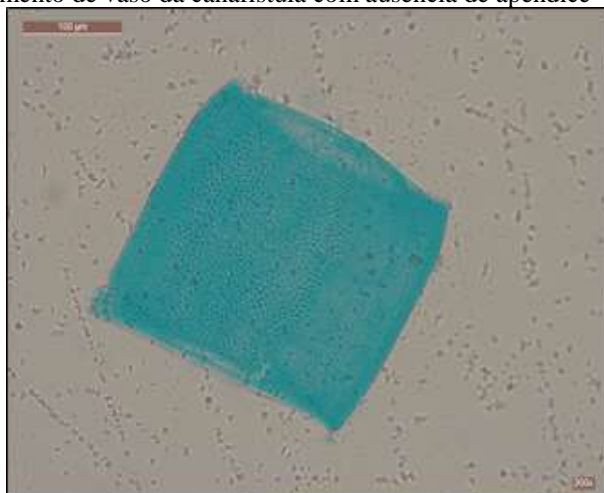
Alguns trabalhos relacionados às tendências ecológicas das espécies, afirmam que elementos de vasos com maior diâmetro, menor comprimento e a ausência de apêndices são melhores adaptadas ou evoluídos (Ferreira, 2012). Tais características são apresentadas pela sucupira preta (Figura 9) e canafístula (Figura 10). Para a canafístula, pertencente a família Fabaceae – Faboideae houve ausência de apêndice em sua maioria. De acordo com Ferreira (2012), a ausência de apêndice é característica de adaptação e evolução de espécies vegetais.

Figura 9. Elemento de vaso da sucupira preta – aumento de 200x.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Figura 10. Elemento de vaso da canafístula com ausência de apêndice – aumento 200x



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

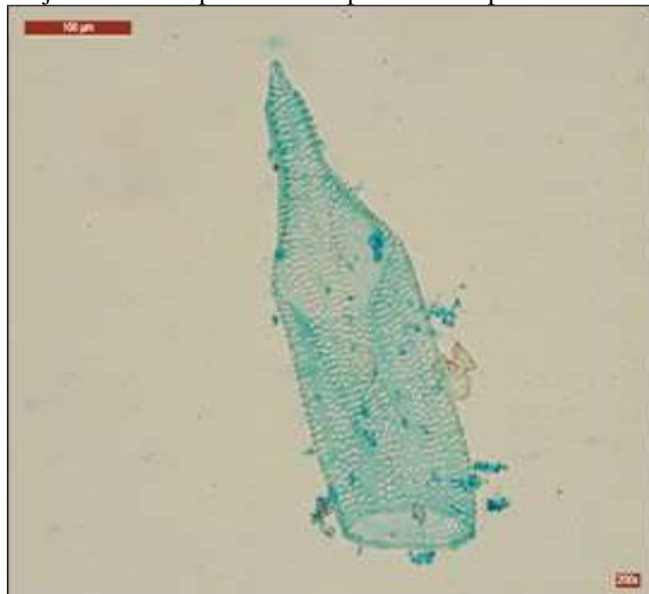
As espécies jatobá e jatobá mirim apresentam presença de apêndice em apenas uma das extremidades (Figura 11 e 12), ambas espécies são da família Fabaceae – Caesalpinioideae. A presença de apêndice em apenas uma das extremidades do elemento de vaso pode servir como uma característica de identificação dessas espécies, podendo ainda identificar diferenças entre as subfamílias da Família Fabaceae (Tabela 5).

Figura 11. Elemento de vaso do jatobá com presença de apêndice em apenas uma extremidade - aumento 200x



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Figura 12. Elemento de vaso do jatobá mirim apresentando apêndice em apenas uma das extremidades - aumento 200x

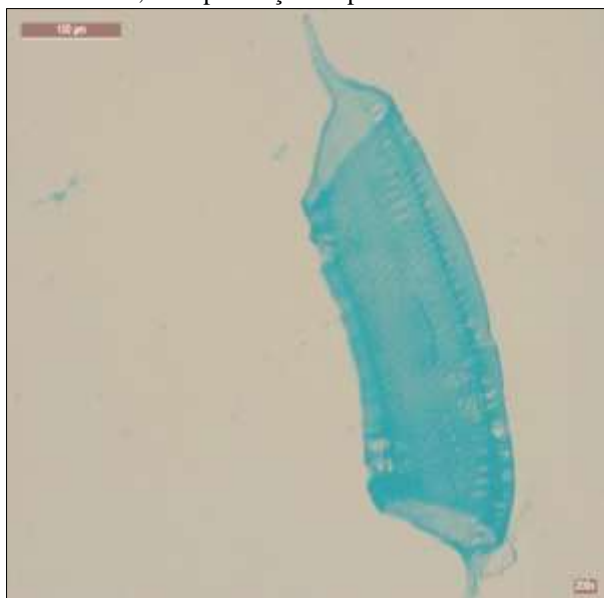


Fonte: Elaborado pelos próprios autores

De acordo com Burger (1986) a evolução dos elementos de vasos seu deu a partir da redução do comprimento, diminuindo as paredes terminais, mudança de placas perfuradas escalariformes para placas perfuradas simples.

As espécies amesclão (Figura 13) e tarumã (Figura 14) apresentaram apêndices nas duas extremidades, entretanto são de famílias diferentes: Burceraceae e Verbenaceae, respectivamente.

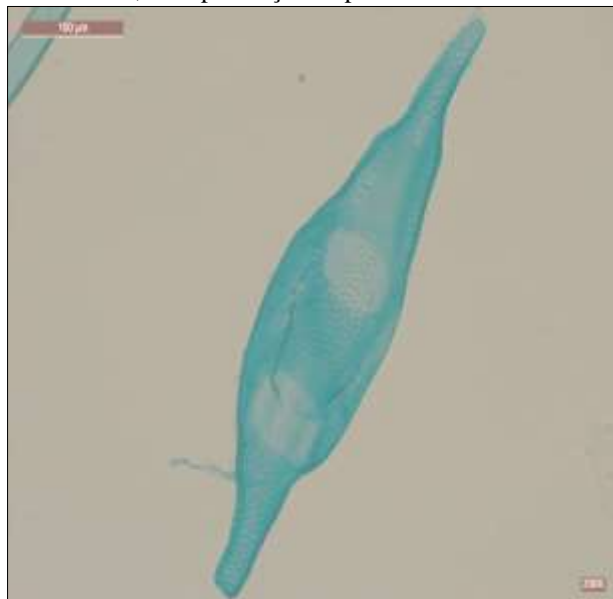
Figura 13. Elemento de vaso – amesclão, com presença de apêndices em ambas as extremidades – aumento 200x



Fonte: Elaborado pelos próprios autores



Figura 14. Elemento de vaso – tarumã, com presença de apêndice em ambas as extremidades – aumento 200x



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

## CONCLUSÃO

Estudar as propriedades do lenho de espécies nativas tem grande importância, pois existe elevado número de espécies que tem suas características pouco conhecidas. Além disso, o conhecimento das propriedades das essências florestais nativas pode auxiliar na identificação através de suas características anatômicas e pelas similaridades dos elementos anatômicos dentro das famílias.

As espécies da subfamília das Fabaceae apresentaram elementos de vasos com presença de apêndices (Fabaceae – Caesalpinioideae) e ausência de apêndices em ambas as extremidades (Fabaceae – Faboideae) e tal relação é muito importante para identificação dessas espécies, podendo ser características que podem auxiliar também na diferenciação das subfamílias. Além disso, os dados encontrados neste trabalho (densidade, dimensões de fibras e elementos de vasos) servirão como referência na área da Ciência e Tecnologia da madeira.

Em relação às dimensões das fibras, não foi possível identificar relações entre as espécies da mesma família ou de famílias diferentes pois os valores das dimensões variaram muito pouco para a maioria das espécies avaliadas, necessitando de mais estudos.

As características dos elementos de vasos obtidas contribuirão como referência de estudos futuros relacionados para a evolução e adaptação de espécies.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério Público do Mato Grosso do Sul, na pessoa da Promotora de Justiça de Aquidauana, Dra. Angélica de Arruda Andrade pela concessão do recurso financeiro para compra dos equipamentos necessários para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R.C.; MOTTA, J.P. MOTTA.; OLIVEIRA, J.T.S. **Caracterização anatômica e física da madeira de *cedrella fissilis***. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2010.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.& CARMELLO-GUERREIRO, S.M. 213. **Anatomia Vegetal**. Ed. UFV-Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2012
- BENITES, K.R.M.; GOUVÊA, A.F.G.; CARVALHO, A.M.L.; SILVA, F.C. **Caracterização anatômica das fibras de oito espécies florestais do Cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel**. Rev. Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science) v6, n2, p88-93. 2015.
- BOTOSSO, P.C. **Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Florestas Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA FLORESTAS. Colombo – PR. 2009.
- BURGUER, L.M. & RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo, Nobel, 154p.1986.
- CURY, G. **Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do Cerrado e da Mata Atlântica no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, com opção em Tecnologia de Produtos Florestais) Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2001.
- DIAS, F.M.; LAHR, F.A.R. **A densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira**. MADEIRA: arquitetura e engenharia, ano 3, n.8, 2002.
- FERREIRA, C.A. **Caracterização anatômica, secagem e carbonização da madeira de clones de *Eucalyptus* e espécies do cerrado**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2012.
- FREITAS, A. C. S. **Tratamento termomecânico unilateral em madeira tropical para produção de piso: efeitos sobre as propriedades físicas, mecânicas e superficiais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade de Brasília -UNB, Brasília, 2015.
- HACKE, U.G. & SPERRY J.S. **Functional and ecological xylem anatomy. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. v.4, p.97–115, 2001.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. **List of Microscopic Features for Hardwood identification**. IAWA Bulletin, V.10, n.3, p.219-332, 1989.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT - DIVISÃO DE MADEIRAS. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada**. São Paulo: IPT, 1985. 189p. (Boletim, 36).

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Normas de Procedimento em Estudos de Anatomia da Madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae.** Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, 1991. p.1-19 (Série Técnica, 15).

MIRANDA, M.C.; CASTELO, P.A.R. **Avaliações anatômicas das fibras da madeira de *parkia gigantocarpa ducke*.** Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 03, n. 02, 2012.

NISGOSKI, S. **Identificação e Caracterização Anatômica Macroscópica das Principais Espécies Utilizadas para laminação na Região de Curitiba – PR.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 1999.

PENISCH, D.C.S.; LOBATO, C.C.S.; OLIVEIRA, P.R.S.; SILVA, L.F.F.; SILVA, M. **Descrição anatômica macroscópica de jatobá *Hymenaea* spp.** III CBCTEM – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA. Florianópolis, 2017.

RAMALHO, R.S. **Dendrologia I:** Terminologia. Viçosa: UFV, 123 p., 1975

RIBEIRO, A. de O; MORI, F.A.; MENDES, L.M. **Características das dimensões das fibras e análise do ângulo microfibrilar de *toona ciliata* cultivada em diferentes localidades.** Rev. Floresta, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 47-56. 2011.

RODRIGUES, A.C.; ESTELITA, M.E.M. **Revista Brasil. Diferenciação dos feixes vasculares e dos elementos traqueais no rizoma de algumas *Cyperaceae*.** Rev. Brasil Botânica, V.32, n.2, p.349-359, 2009.

SILVA, J.R. **Anatomia, densidade e condutividade hidráulica potencial do xilema secundário de árvores de três procedências de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Rutaceae) em plantios homogêneos.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de pós graduação em Ciências Biológicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018..

SILVA, L.; OLIVEIRA, L.; SILVA, H.; SOUSA, P.; BARROS, D. **Aproveitamento energético de resíduos da indústria moveleira.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade – RBES. V.5, n.2, p.36-42, 2018.

SILVA, J.R.M.; MUÑIZ, G.I.B.; LIMA J.T.; BONDUELLE, A.F. **Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** Revista Árvore, v. 29, n. 3, p. 479-487. 2005.

SOARES, W.F.; MELO, L.E.L.; LISBOA, P.L.B. **Anatomia do Lenho de Cinco Espécies Comercializadas como ‘sucupira’.** Floresta e Ambiente. 2014.

VARGAS, K. C.; GOUVÊA, A. F. G. **Avaliação das propriedades físicas de madeiras termorretrificadas do cerrado-pantanal.** 2015. Disponível em:<  
<https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/2915>>. Acesso em 26 de jun. 2019.

VALÉRIO, A.F.; WATZLAWICK, L.F.; SILVESTRE, R.; KOEBLER, H.S. **Determinação da densidade básica da madeira de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) ao longo do fuste.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v.1, n. 1, 2008.