



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

RAFAELY PANTOJA OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DA ANATOMIA E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
DAS VARIEDADES DE *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake EM UM PLANTIO NA
AMAZÔNIA**

**BELÉM
2021**

RAFAELY PANTOJA OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DA ANATOMIA E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA
DAS VARIEDADES DE *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake EM UM PLANTIO NA
AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Marcela Gomes da Silva.

Coorientadora: Dra. Gracialda Costa Ferreira.

Coorientadora: Dra. Vanessa Mayara Souza Pamplona.

**BELÉM
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- O48e Oliveira, Rafaely Pantoja
Estudo comparativo da anatomia e densidade básica da madeira das variedades de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake em um plantio na Amazônia / Rafaely Pantoja Oliveira. - 2021.
51 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Florestais (PPGCF),
Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2021.
Orientador: Profa. Dra. Marcela Gomes da Silva
Coorientador: Profa. Dra. Gracialda Costa Ferreira e Vanessa Mayara Souza Pamplona.
1. Espessura das fibras. 2. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. 3. *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*. I. da Silva, Marcela Gomes, *orient.* II. Título
-

RAFAELY PANTOJA OLIVEIRA

**Estudo comparativo da anatomia e densidade básica da madeira das variedades de
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake em um plantio na Amazônia**

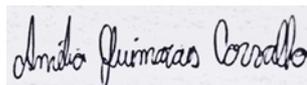
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 26 de janeiro de 2021.

Banca Examinadora:



Dra. Marcela Gomes da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
Orientadora



Dra. Amélia Guimarães Carvalho
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
1º Examinadora



Dr. Rodrigo Silva do Vale
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
2º Examinador



Dra. Lina Bufalino
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
3º Examinadora

AGRADECIMENTOS

"À **Deus** eu agradeço por me dar forças para viver e por me mostrar os caminhos que devo seguir."

"À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – PPGCF, pelos conhecimentos adquiridos."

"À CAPES pelos anos de bolsa concedidos."

"À minha orientadora, professora Dra. Marcela Gomes, por me receber como aluna de mestrado no seu laboratório. Obrigada pela paciência, confiança no meu trabalho, pelo respeito e compreensão e, principalmente, pelos sábios conselhos durante o período de orientação."

"Às minhas coorientadoras, professora Dra. Gracialda Ferreira, pelas orientações importantes ao delineamento do experimento e à professora Dra. Vanessa Pamplona pelas orientações nas análises estatísticas do trabalho e por todo apoio dado desde a graduação."

"À fazenda Agroecológica São Roque e a pesquisadora Iracema Cordeiro por disponibilizar a coleta do material estudado."

"Agradeço aos membros da banca examinadora, pelo interesse e disponibilidade."

"Aos meus pais (Antônio e Natalina), irmãos (Rafael e Rafaela) e minha avó (Conceição) que sempre me incentivaram estudar e ser uma pessoa melhor, palavras nunca expressarão minha eterna gratidão."

"Aos amigos que fiz desde a graduação na UFRA/Paragominas, Luan Feitosa, Amanda Fortaleza e Renan Castro. Agradeço a amizade sincera e todo o apoio durante essa trajetória que trilhamos juntos."

"Aos amigos que fiz no mestrado e no laboratório pelas risadas descontraídas"

RESUMO

As variedades de *Schizolobium parahyba* são amplamente distribuídas nos biomas brasileiros. Por esse motivo, é possível que as adaptações acumuladas ao longo do tempo tenham causado variações que, possivelmente, possam interferir nas características anatômicas e de densidade básica da madeira, tornando uma variedade mais eficiente para o cultivo em larga escala do que a outra. Informações a respeito das propriedades anatômicas e de densidade da madeira de *Schizolobium parahyba* são importantes por permitir identificar características inerentes à cada variedade e seus potenciais. O objetivo deste trabalho foi comparar a anatomia e densidade básica da madeira das duas variedades de *Schizolobium parahyba* que possam contribuir para o conhecimento da espécie. O material utilizado nesse estudo é proveniente de um plantio formado por propágulos de paricá e guapuruvu na Fazenda Agroecológica São Roque, localizada no município de Moju-PA. Foram colhidas cinco árvores de 6 anos de cada variedade. De cada árvore, foram retirados discos na posição da base e DAP para análises do fuste. Para as análises no sentido radial do fuste, foram retiradas cunhas dos discos para coleta dos corpos de provas em três posições equidistantes: próximo à medula, intermediário e próximo à casca. Os resultados mostram que as variações nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de paricá e guapuruvu foram mais consistentes ao longo do perfil radial quando comparado a base e dap. A cor da madeira, dimensões das estruturas anatômicas de comprimento e espessura da parede das fibras foram de grande destaque para diferenciar as variedades de *Schizolobium parahyba*, com dimensões superiores para o paricá. As demais características anatômicas apresentaram dimensões semelhantes para ambas as variedades. O maior valor de densidade básica da madeira foi registrado para o paricá em oposição ao guapuruvu. Dessa forma, conclui-se que o paricá diferiu do guapuruvu devido ao maior valor de densidade básica da madeira, atribuída ao maior comprimento de fibras e espessura da parede celular.

Palavras-chave: Espessura das fibras. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*.

ABSTRACT

The *Schizolobium parahyba* varieties are widely distributed in Brazilian biomes. For this reason, it is believed that the adaptations obtained over time caused variations that possibly influenced the anatomical characteristics and basic density of the wood, making one variety more efficient for large-scale cultivation than the other. Information on the anatomical properties and wood basic density of *Schizolobium parahyba* is important to identify characteristics inherent to each variety and their potential. This work aimed to compare the anatomy and wood basic density of two varieties of *Schizolobium parahyba*. The biological material used in this study comes from a plantation formed by propagules of paricá and guapuruvu at Fazenda Agroecológica São Roque, located in the municipality Moju-PA. Five 6-year-old trees of each variety were harvested. From each tree, discs were removed at the base and DBH position for stem analysis. For the analysis in the radial direction of the stem, wedges were removed from the discs to collect the specimens in three equidistant positions: close to the pith, intermediate, and close to the bark. The results show that the variations in the dimensions of the anatomical elements of paricá and guapuruvu wood were more consistent along the radial profile when compared to base and DBH. The wood color and the length and thickness of the fiber wall were of great importance to differentiate the varieties of *Schizolobium parahyba*, with larger dimensions for the paricá. The other anatomical properties had similar dimensions for both varieties. The highest value of wood basic density was reported for paricá as opposed to guapuruvu. Therefore, paricá differed from guapuruvu due to the higher value of wood basic density, attributed to the greater fiber length and cell wall thickness.

Keywords: Fiber thickness. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frutos e sementes de guapuruvu.....	14
Figura 2 - Mapa de localização da Fazenda Agroecológica São Roque no município de Moju-PA.....	21
Figura 3 - Esquema de amostragem de coleta dos discos e das cunhas para análises anatômicas e de densidade.....	22
Figura 4 - Superfície transversal da madeira observada sob lente de 10X evidenciando a diferença de coloração e porosidade da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> ..	26
Figura 5 - Caracterização anatômica dos elementos de vaso do <i>Schizolobium parahyba</i> . A) apêndice em uma extremidade. B) apêndice nas duas extremidades. C) placa de perfuração simples e ausência de apêndice. D) pontoações no corpo do vaso. Barra de escala: (A, B, C) 50 μm ; (D) 30 μm	27
Figura 6 - Características dos vasos no sentido medula – casca no plano transversal (A, C, E) e tangencial (B, D, F) de <i>Schizolobium parahyba</i> . Onde (A; B) Próximo á medula: (C; D) Intermediário entre medula e casca: (E; F) Próximo à casca. Barra de escala: (A, C, E) 100 μm ; (B, D, F) 50 μm	28
Figura 7 - Fibras das variedades de <i>schizolobium parahyba</i> . A) fibra de paricá. B) parede celular e lúmen de paricá. C) fibra de guapuruvu. D) parede celular e lúmen de guapuruvu. Barra de escala: (A, C) 100 μm ; (B, D) 30 μm	29
Figura 8 - Características anatômicas das fibras de <i>Schizolobium parahyba</i> . A) parede celular. B) amido. C) espessamento helicoidais. D) fibras septadas. E) fibras bifurcadas. F) cristais prismáticos. Barra de escala: (A, B, C, F) 30 μm ; (D) 50 μm ; (E) 100 μm	29
Figura 9 - Estruturas anatômicas no plano transversal e radial de <i>schizolobium parahyba</i> . (A) Camada de crescimento; (B) cristais prismáticos em parênquima. Barra de escala: (A, B) 100 μm	31
Figura 10 - Valores médios de diâmetro, comprimento e frequência dos vasos das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.	34
Figura 11 - Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	37
Figura 12 - Valores médios de largura, altura e frequência do raio das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	39

Figura 13 - Valores médios da densidade básica das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios de comprimento e diâmetro dos vasos, nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	32
Tabela 2 – Valores médios de comprimento e diâmetro dos vasos, por posição radial da madeira de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	33
Tabela 3 – Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen, nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	34
Tabela 4 – Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen, por posição radial das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	35
Tabela 5 – Valores médios de frequência, altura e largura do raio, por variedades nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	38
Tabela 6 – Valores médio de frequência, altura e largura de raio, por variedades e posições radiais das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	39
Tabela 7 – Variação da densidade básica da madeira nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	41
Tabela 8 – Variação da densidade básica por posição radial na madeira de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.....	41

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2. OBJETIVO GERAL	13
3. QUESTÕES CIENTÍFICAS, HIPÓTESES E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4.1. Taxonomia.....	14
4.2. Biogeografia das variedades de <i>Schizolobium parahyba</i>.....	15
4.3. Aspectos gerais sobre as variedades	16
4.3.1. <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>parahyba</i> (Barneby) - Guapuruvu	16
4.3.2. <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby - Paricá	17
4.4. Anatomia da madeira.....	19
4.5. Densidade básica da madeira	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1. Área de estudo.....	21
5.2. Desenho experimental e coleta de dados	22
5.2.1. Descrição macroscópica da madeira.....	23
5.2.2. Descrição microscópica da madeira	23
5.2.3. Densidade básica da madeira.....	24
5.3. Análise estatística.....	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1. Descrição anatômica macroscópica da madeira de paricá e guapuruvu	25
6.2. Descrição microscópica qualitativa da madeira de paricá e guapuruvu.....	26
6.3. Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá e guapuruvu	31
6.3.1. Vasos	31
6.3.2. Fibras	34
6.3.3. Raios	38
6.4. Avaliação da densidade básica da madeira de paricá e guapuruvu	40
7. CONCLUSÕES.....	42
8. REFERÊNCIAS	43

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em termos taxonômicos, espécie é definida como conjunto de indivíduos que possuem morfologias, estruturas, funções, fisiologias e características genéticas semelhantes, além de potencial de reprodução e de transmissão de genes entre si. Variedade é uma classificação taxonômica dependente à uma espécie, que possuem algumas diferenças morfológicas (SALOMÃO et al., 2019).

Schizolobium Vogel é representado somente por: *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, com duas variedades - *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby conhecido como paricá e *parahyba* (Barneby) conhecido como guapuruvu (BARNEBY, 1996). As características morfológicas principais que os diferenciam são as seguintes: o paricá possui flores menores, pétalas mais oblongas, rígidas e glabras, frutos e sementes bem menores, florescimento sem folhas, pedicelos articulados (2–6,5mm) e anteras menores que o guapuruvu, ambas variedades são distribuídas disjuntamente: *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* prospera na Mata Atlântica brasileira (da Bahia 13°S a Santa Catarina 25°S) e no Paraguai e Argentina, enquanto *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* é distribuída da bacia amazônica no Brasil e na Bolívia até o sudeste do México (BARNEBY, 1996).

Turchetto-Zolet et al. (2012) estudaram a filogeografia e a sistemática molecular da espécie. Os resultados mostraram que as duas variedades divergiram em cerca de 3,1 milhões de anos e, o motivo foi um efeito vicariante nas variedades de *Schizolobium parahyba* causadas pelo isolamento geográfico, climático e reprodutivo do Cerrado Brasileiro e Caatinga que separa a Floresta Amazônica da Mata Atlântica. Entre essas duas florestas existe um corredor de vegetação aberta (Caatinga e Cerrado) que separa geograficamente os ecossistemas Amazônia e a Mata Atlântica (SILVA E CATELETTI, 2003).

Questões biológicas de associação entre essas áreas e a flora foram levantadas e foi considerado que, possivelmente, o corredor de vegetação aberta pode ter atuado como uma barreira de impedimento à migração do fluxo gênico de *Schizolobium parahyba* entres esses dois ecossistemas de florestas neotropicais (Atlântica e Amazônica), além disso, os padrões filogeográficos e demográficos sugeriram que eventos de dispersão moldaram a história evolutiva de *Schizolobium parahyba*, e diferentes padrões guiaram a evolução da espécie, o que justificaria as diferenças florísticas entre as variedades (TURCHETTO-ZOLET ET AL., 2012; LIMA et al., 2018).

Por esse motivo, é possível que as adaptações acumuladas ao longo do tempo tenham causado variações que, possivelmente, possam interferir nas características morfológicas, anatômicas e de densidade da madeira, tornando ou não uma variedade mais eficiente para o cultivo em larga escala do que a outra.

Na região amazônica, o paricá tem sido plantado em larga escala, principalmente, visando o uso da madeira na produção de lâminas e painéis (MELO et al., 2020). Os plantios comerciais com paricá são justificados pela sua boa aceitação no mercado madeireiro (SILVEIRA et al. 2017). Sua adaptabilidade e rápido crescimento possibilitam o uso de sua madeira ainda jovem, pois o desbaste é viável em ciclos de rotação curtos (VIDAURRE et al., 2018a). (VIDAURRE et al., 2018a). Essas características aumentam o potencial do paricá para atendimento da demanda por matéria-prima a partir de plantios comerciais (SILVA et al., 2020). O guapuruvu também é muito utilizado no setor madeireiro, seja para produção de papel, para fins energéticos, painéis de madeira aglomerada, lâminas e compensados (NISGOSKI, et al.; 2012; TRIANOSKI et al., 2011; NARITA et al., 2018; BORTOLETTO; BELINI, 2003). No entanto, Silva; Leão (2006) descrevem que a madeira desta espécie possui menor durabilidade natural e precisa ser tratada para aumentar essa propriedade.

Quanto ao plantio, a espécie tem sido cultivada em diferentes sistemas, porém com diferenças de crescimento (CORDEIRO et al., 2015; RODRIGUÊS et al., 2016; SILVA; SALES, 2018; SILVA et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2012). Assim como em crescimento, espécies ou variedades da mesma espécie variam nas características da madeira, pois sua formação pode ser influenciada por fatores como condições ecológicas do local onde o vegetal cresce, à diferentes posições radiais e longitudinais da amostra no tronco, defeitos ocasionados no processo de formação da madeira e condições hídricas que resultam em variações anatômicas, crescimento e estrutura do vegetal (URBINATTI, 2013; TEREZO et al., 2015; SILVA et al., 2016; VIDAURRE et al., 2018a).

Assim, estudos anatômicos possibilitam identificar espécies e fornecer informações não apenas sobre a estrutura da madeira, mas também identificar relações entre estruturas anatômicas e outras propriedades da madeira, além de subsidiar um melhor uso da tecnologia. (PIRES; MARCATI, 2005).

Alguns trabalhos referentes aos estudos anatômicos das variedades de *Schizolobium parahyba* vêm sendo realizados (NISGOSKI, et al.; 2012; URBINATI, 2013; SILVA et al., 2016; VIDAURRE et al.; 2018a; SILVA et al., 2019) mas de forma isolada por variedade. Esta informação é crucial para selecionar a melhor variedade para cada uso. Com isso, as

informações que contemplam as duas variedades a respeito das propriedades anatômicas e de densidade da madeira em povoamentos comerciais são escassas. Considerando a importância da madeira e a ausência de estudos anatômicos comparativos das duas variedades, o presente estudo aborda as principais diferenças e semelhanças anatômicas e densidade básica da madeira de *Schizolobium parahyba*, no qual foram cultivadas em um mesmo ambiente, tornando-se ponto chave para apontar tais diferenças biométricas e de densidade.

2. OBJETIVO GERAL

Comparar a anatomia e densidade básica da madeira das duas variedades de *Schizolobium parahyba* que possam contribuir para o conhecimento da espécie.

3. QUESTÕES CIENTÍFICAS, HIPÓTESES E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. **Questão científica:** Em termos qualitativos e quantitativos, as estruturas anatômicas se diferenciam entre as variedades de *Schizolobium parahyba*?

Hipótese: As variedades de *Schizolobium parahyba* apresentam diferenças anatômicas apenas em termos quantitativos.

Objetivo específico: Determinar as variações anatômicas dos elementos celulares das madeiras das variedades de *Schizolobium parahyba*, indicando as diferenças e semelhanças entre elas.

2. **Questão científica:** As variações dos elementos celulares no sentido medula-casca e base-DAP do fuste afetam a densidade básica da madeira das variedades nas diferentes posições?

Hipótese: A densidade básica da madeira aumenta no sentido medula-casca e diminui no sentido base-DAP, tendo relações direta com as estruturas anatômicas da madeira.

Objetivo específico: Descrever o comportamento da anatomia e densidade básica da madeira no sentido medula-casca e base-DAP das amostras de *Schizolobium parahyba*.

3. **Questão científica:** Há diferença de densidade básica da madeira entre as variedades de *Schizolobium parahyba*?

Hipótese: A madeira de paricá apresenta maior densidade.

Objetivo específico: Comparar a densidade básica média da madeira das variedades de *Schizolobium parahyba*.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Taxonomia

Na revisão do *Schizolobium* Vogel, Barneby observou que desde a criação do gênero, várias espécies foram descritas e incorporadas, porém o autor reconheceu apenas uma única espécie *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake, as demais espécies deste gênero foram consideradas sinônimos (*Schizolobium amazonicum* [Huber ex] Ducke, *Schizolobium covilleianum* Pittier, *Schizolobium excelsum* Vogel, *Schizolobium glutinosum* Tulasne, *Schizolobium kellermanii* Pittier), com isso, baseado em diferenças morfológicas, o autor ainda dividiu essa única espécie em duas variedades (BARNEBY, 1996).

Schizolobium pertence à Fabaceae-Caesalpinioideae é representado somente por: *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake, com duas variedades - *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby conhecido como paricá e *parahyba* (Barneby) conhecido como guapuruvu (BARNEBY, 1996). As principais diferenças entre as variedades são que o paricá possui flores menores, pétalas mais oblongas, rígidas e glabras, frutos e sementes bem menores (Figura 1), florescimento sem folhas, além de possuir pedicelos articulados (2–6,5mm) e anteras menores que o guapuruvu (BARNEBY, 1996).

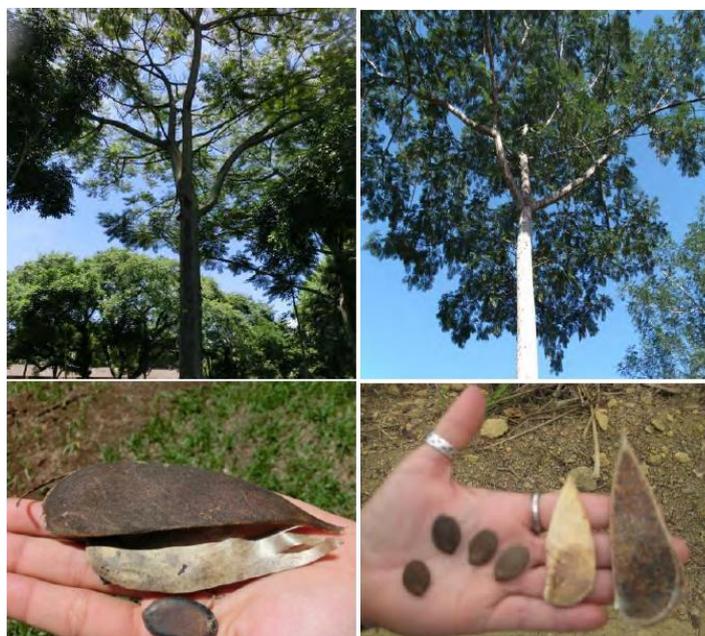


Figura 1 – Frutos e sementes de guapuruvu à esquerda e paricá à direita. Fonte: Monteiro (2013).

No Brasil, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* é conhecida popularmente como: paricá; paricá-da-amazônia; paricá-da-terra-firme; pinho-cuiabano; faveira; bandarria e guapuruvu-da-amazônia (RAMALHO, 2007), tem sua distribuição descrita principalmente na

floresta amazônica brasileira, em áreas de floresta primária e secundária de terra firme e várzea alta, dos seguintes estados: Amazonas (DUCKE, 1949), Pará (SILVA et al., 2016), Rondônia (OLIVEIRA; PEREIRA, 1984), Mato Grosso (RONDON, 2002) e Acre (LOBÃO et al., 2011), além de ocorrer também em florestas subtropicais da América Central, Colômbia (TRIVINO-DIAZ et al., 1990), Peru (ENCARNÁCION C., 1983), Equador (RODRÍGUEZ; SIBILLE, 1996), Venezuela e México (CHAVELAS POLITO et al., 1982).

Schizolobium parahyba var. *parahyba* é chamada vulgarmente como: guapuruvu; ficheira; pau-de-vintém; bandarria; fava-divina; guavirovo e baageiro (RAMALHO, 2005), tem sido registrado ao longo da Mata Atlântica, desde o Sul da Bahia até o Sul de Santa Catarina e no Paraguai e Argentina (FLORA DO BRASIL, 2020).

4.2. Biogeografia das variedades de *Schizolobium parahyba*

A região Neotropical ocorre do México Central ao sul do Brasil, está entre as regiões de maior biodiversidade do mundo (LIMA et al., 2018). Exemplos dessa biodiversidade são a Floresta Amazônica e Mata Atlântica, regiões tropicais com elevada diversidade de espécies, mas que vêm sofrendo mudanças devido à degradação da cobertura florestal (ANDRADE et al., 2020; SCHARDONG et al., 2020).

Essas áreas de floresta tropical atualmente não são contínuas. Silva e Cateletti (2003) afirmam que a Mata Atlântica está isolada de um dos maiores blocos florestais da América do Sul, a Floresta Amazônica. Os autores ressaltam que entre essas duas florestas existe um corredor de vegetação aberta, composto pela Caatinga e Cerrado, que separa geograficamente esses ecossistemas (Amazônia e Mata Atlântica). Esse corredor tem sido considerado como uma barreira ao fluxo gênico entre os táxons da Floresta Amazônica e da Mata Atlântica, impedindo a migração de muitas espécies entre esses ecossistemas como, por exemplo, o fluxo gênico de *Schizolobium parahyba* (TURCHETTO-ZOLET ET AL., 2012; LIMA et al., 2018). Os autores afirmam ainda que *Schizolobium parahyba* não cresce na Savana, Caatinga e em altitudes superiores a 700 m acima do nível do mar.

Entretanto, há padrões de distribuição disjunta de algumas espécies que ocorrem na Floresta Amazônica e também se distribuem através do Cerrado, sugerindo que no passado, a Floresta Atlântica e Amazônica provavelmente foram contínuas e, tornaram-se separadas após períodos de seca em que se formaram as Savanas (Ledo & Colli 2017). Com relação à conectividade das duas maiores florestas, estudos apontam que, do ponto de vista biogeográfico, a região Nordeste do Brasil é interessante no que diz respeito a origem e conexões passadas entre Mata Atlântica e Amazônica (Ledo & Colli 2017).

Algumas espécies possuem a capacidade de dispersão a longas distâncias, enquanto outras não, tornando-se assim isoladas e originando novas espécies. Com isso, padrões filogeográficos e demográficos sugerem que episódios de isolamento genético e eventos de dispersão moldaram a história evolutiva de *Schizolobium parahyba* e diferentes padrões guiaram a evolução da espécie (TURCHETTO-ZOLET et al., 2012).

4.3. Aspectos gerais sobre as variedades

As duas variedades são classificadas como plantas pioneiras, pelo rápido crescimento inicial (Flora do Brasil, 2020). A planta é hermafrodita, polinizada principalmente por abelhas pequenas e mamangavas, e a dispersão de suas sementes pode ser por anemocórica, autocórica e principalmente barocórica (CARVALHO, 2007; 2005).

Na fase adulta, a espécie pode alcançar até 40m de altura e 100 cm de dap (diâmetro a altura do peito), apresenta fuste longo retilíneo, com copa rala e poucas ramificações, é uma espécie heliófila, apresentando bom desenvolvimento em ambientes com alta incidência de radiação solar e capaz de se regenerar facilmente em clareira e em áreas degradadas, sendo por isso recomendada para uso na recuperação de áreas alteradas por atividades antrópicas (SOUSA et al., 2020; RAMALHO, 2005a). Na Amazônia, o paricá é o que mais se destaca, sendo cultivado em plantio homogêneos. Tem indicações de uso de plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamentos em áreas degradadas (VIEIRA et al., 2007; CORDEIRO et al., 2015).

Quanto à caracterização anatômica, a espécie apresenta pouco parênquima axial; raios homogêneos (3 - 4 seriados); fibras abundantes de paredes moderadamente finas, curtas, com comprimento entre 894 e 1.832 μm , poros predominantemente solitários, ocorrendo também múltiplos, em arranjos radiais e diagonais, com distribuição difusa uniforme e placa de perfuração simples; parênquima axial paratraqueal aliforme losangular, podendo ocorrer de forma confluyente; parênquima radial visível somente com auxílio de lente de 10x no plano tangencial, finos, baixos, não estratificados e pouco contrastados na face radial; linhas vasculares irregulares, camadas de crescimento distintas (URBINATI, 2010; SILVA et al., 2016; VIDAURRE et al., 2018a; NISGOSKI et al., 2012).

4.3.1. *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* (Barneby) - Guapuruvu

Schizolobium significa “legume duro” enquanto *parahyba* se refere ao Rio Paraíba, onde a espécie (*Schizolobium parahyba*) foi vista pela primeira vez por Vellozo (LORENZI,

1992). O *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*, conhecido como guapuruvu, é uma das espécies nativas de grande potencial para plantios florestais nas regiões Sul e Sudoeste do Brasil (CARVALHO, 2005).

Destaca-se pelo seu rápido crescimento, boas respostas às tecnologias silviculturais, associadas à qualidade e diversidade de utilização de sua matéria-prima para fabricação de lâminas e painéis compensados (BORTOLETTO JUNIOR; BELINI, 2002). Em conjunto com o *Pinus taeda*, pode ser usado em painéis de madeira aglomerada (TRIANOSKI et al., 2011). Com base nas relações morfológicas das fibras, a madeira pode ser utilizada na fabricação de papel, além da viabilidade econômica, por se tratar de uma espécie nativa de rápido crescimento (NISGOSKI et al., 2012). É uma opção para fins energéticos a partir da formação de briquetes (NARITA et al., 2018).

O guapuruvu é uma árvore semicaducifólia de Fabaceae (Flora do Brasil, 2020), com tronco cilíndrico, marcado por cicatrizes da afixação das folhas e podendo apresentar sapopemas, ocorre em floresta primária e também em vegetação secundária, podendo formar grupamentos densos em grandes clareiras florestais (CARVALHO, 2005).

De acordo com Salgado et al (1989), o guapuruvu apresenta rápido crescimento, podendo atingir até 10 m de altura em um período de 2 anos. A madeira é classificada como leve, com baixa durabilidade sob condições naturais, alta permeabilidade às soluções preservantes quando tratadas sob pressão e de fácil secagem, sua indicação é para fabricação de móveis, caixotaria leve e pesada, forros, canoas e objetos para aerodelismo, miolo de portas, brinquedos, salto para calçados, palitos de fósforo e lápis (CARVALHO, 2005).

Freire et al. (2007) estudando populações de Guapuruvu, ressaltam altos níveis de diversidade genética para a variedade. Esses mesmos autores salientam que as populações estudadas apresentaram um alto nível de polimorfismo e de diversidade gênica, sugerindo um grande potencial para programas de conservação genética dessas populações.

4.3.2. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby - Paricá

O paricá, vem sendo utilizado de forma crescente na região amazônica em associações de integração lavoura pecuária floresta, em consórcio e monocultivo (CORDEIRO et al., 2015; RODRIGUÊS et al., 2016; SILVA; SALES, 2018; SILVA et al., 2019). Em virtude do seu rápido crescimento e da sua capacidade de se adaptar às diversas condições edafoclimáticas, tem sido cultivado visando, principalmente, a indústria de lâminas e painéis (SILVA et al., 2015; MELO et al., 2020).

Estudos mostram vantagens na produção de energia em forma de briquetes (VIDAURRE et al., 2012), sendo também aplicado em embalagens e paletes (FIGUEROA, 2008; IWAKIRI et al., 2011). Por apresentar homogeneidade no fuste, o paricá tem atraído a atenção das grandes empresas de base florestal, principalmente no norte do Brasil (IBÁ, 2017). Segundo Melo et al. (2013a) e Marques et al. (2006), a madeira do paricá apresenta algumas vantagens para o seu processamento, uma vez que possui facilidades quanto à retirada da casca, laminação, secagem, tratamento preservativo, aplainamento, furação, fixação, torneamento, prensagem, colagem e excelente acabamento.

O paricá também tem indicação na produção de pasta celulósica, embora tenha apresentado menor rendimento devido à baixa densidade, menor branqueabilidade e maior consumo de energia que o apresentado para madeira de *Eucalyptus grandis* (VIDAURRE, 2010). Sua madeira tem sido descrita como de baixa à média densidade, também conhecida como madeira branca (RIZZINI, 1971; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2019). Devido à isso, é mais susceptível ao ataque de agentes xilófagos quando comparados à outras madeiras.

Souza et al. (2003) destacaram ainda usos como: fabricação de brinquedos; saltos para calçados; embalagens leves; aeromodelismo; pranchetas; caixotaria leve e pesada; embalagens de frutas; obras civis internas como forros e tabuados; palitos de fósforo; lápis; e canoas. Como produto não madeireiro, a casca do paricá é utilizada com fins medicinais para o combate de diarreia e hemorragia uterina (CARVALHO, 2007).

O paricá tem sido a espécie nativa mais cultivada nas áreas de reflorestamento da região amazônica. Devido à sua boa adaptação, plantios de paricá podem ser implantados em diversos tipos de áreas, tais como pastagens degradadas, abandonadas ou encapoeiradas, capoeiras de pouca idade ou de cultivo de grãos abandonadas (MARQUES; YARED; SIVIERO, 2006).

De acordo com o anuário da Indústria Brasileira de Árvores (2019), a área de florestas plantadas no Brasil totalizou 7,83 milhões de hectares em 2018, desse total, mais de 90% dos plantios foram ocupados por eucalipto e pinus, restando 591.451 mil (ha) plantadas com outras culturas, dentre elas, o paricá ocupa 15% de áreas plantadas, totalizando 90.811 mil (ha) de plantio no Brasil (IBA, 2019). Em relação ao seu valor comercial interestadual, o preço mínimo do m³ da madeira em tora foi de R\$ 120,00 e em forma de prancha o custo é de R\$ 375,00 (SEFAZ, 2019).

4.4. Anatomia da madeira

A anatomia da madeira é o estudo dos diferentes tipos de células que compõe o lenho, analisando suas funções, organizações e estruturas, podendo identificar espécies aparentemente idênticas e direcionar o melhor emprego e uso da madeira (PIRES; MARCATI, 2005; BALDIN et al., 2017). Além da espécie, diferenças nas dimensões e morfologias das estruturas anatômicas da madeira podem ser atribuídas às condições ecológicas do local onde o vegetal cresce e a posição, longitudinal e radial, onde foi coletada a amostra do fuste (VIDAURRE et al., 2018a; SILVA et al., 2019).

Segundo Carlquist (2001), existe uma interação entre a anatomia da madeira e os fatores ecológicos e genéticos que atuam sobre a atividade cambial e a morfogênese do xilema secundário, que podem modificar a estrutura, as propriedades e a qualidade da madeira.

Trabalhos realizados por Bass (1973) e Oever, Bass e Zandee (1981), relacionados à interação planta X ambiente, mostram que as plantas possuem plasticidade na organização anatômica do lenho, que permitem às espécies sobreviverem em locais com características ambientais contrastantes.

Vidaurre et al. (2018a) apontam que a idade influencia diretamente as dimensões das estruturas anatômicas da madeira. Os autores registraram que as fibras e os vasos da madeira de paricá apresentaram variações em função do envelhecimento, principalmente em relação à posição da casca. Silva et al. (2016) mostraram que as características anatômicas da madeira de Paricá foram significativamente variáveis entre as regiões analisadas em seu estudo (Baião, Marabá e Pau D'arco) no estado do Pará.

Silva et al. (2019) também ressaltaram as variações em diferentes sistemas de cultivo, onde sistema agroflorestal produziu vasos de menor diâmetro tangencial e menos raios na madeira juvenil das árvores de paricá provenientes do SAF. Essa madeira também apresentou menores valores de densidade básica e resistência mecânica à compressão paralela às fibras, quando comparada ao sistema de monocultura.

Além das diferenças de locais, idades e posições das amostras no fuste, consideram-se que as dimensões, as frequências e o arranjo dos elementos anatômicos, têm grande influência sobre as propriedades, qualidades e produto final da madeira (OLIVEIRA, 2009).

Informações anatômicas são de elevada importância para as diferenciações de madeiras de uma mesma espécie. Pires e Marcati (2005) estudaram as características anatômicas e a densidade de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* (var. *subvelutinum* e *rubiginosum*) na tentativa de correlacionar essas características com o uso da madeira. Os

autores observaram que as diferenças anatômicas do lenho das variedades estão relacionadas apenas à variação da frequência e diâmetro dos vasos, frequência e largura dos raios e diâmetro e espessura da parede das fibras. A frequência dos vasos foi comparativamente maior na variedade *rubiginosum* enquanto que os demais parâmetros foram maiores na variedade *subvelutinum*.

4.5. Densidade básica da madeira

As variações de densidade se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, em função principalmente, da espécie, idade da árvore, genótipo, sítio, clima, localização geográfica e tratamentos silviculturais (SILVA et al., 2016; VIDAURRE et al., 2018a; SILVA et al., 2019). É uma propriedade de grande relevância na qualificação da madeira, sendo utilizado para avaliar a viabilidade do emprego da madeira para diversas finalidades (VALÉRIO et al., 2008).

Devido à sua importância como parâmetro para avaliação da qualidade da madeira, essa propriedade física é bem complexa, pois resulta da combinação de diversos fatores como dimensão das fibras, espessura da parede celular, volume dos vasos e parênquimas, proporção entre madeira do cerne e alburno e arranjo dos elementos anatômicos (Foelkel et al. 1971). Além do mais, essa propriedade possui uma íntima relação com alguns aspectos econômicos, e tecnológicos, como, a durabilidade, trabalhabilidade e a secagem do material (STURION, et al. 1987; URBINATI, 2013; TEREZO et al., 2015).

A variação na densidade da madeira está intimamente relacionada às propriedades anatômicas da mesma. Paula et al. (2000) observaram que madeira com baixa densidade é rica em parênquima axial ou radial, ou em ambos, ou em fibras de paredes finas. Avanço na idade da madeira resulta em aumento da espessura da parede e comprimento da fibra, contribuindo para aumento nos valores de densidade (PANSHIN; ZEEUW, 1980).

Oliveira e Silva (2003) atribuíram dependência da densidade à proporção de vasos e da espessura da parede celular das fibras. Segundo os autores, o aumento da densidade pode estar atribuído ao aumento da espessura da parede celular das fibras ou da proporção das fibras em relação a proporção de vasos.

A densidade básica está relacionada como uma das propriedades que melhor prediz as outras propriedades da madeira, principalmente quando relacionadas aos valores de resistência e módulo de elasticidade da madeira, sendo comum e positivamente influenciados pela mesma (Uetimane e Ali, 2011; Hein e Brancheriau, 2018).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área de estudo

O material utilizado nesse estudo é proveniente de um plantio na Fazenda Agroecológica São Roque, localizada no município de Moju-PA situada na microrregião de Tomé-Açú e mesorregião Nordeste paraense, a fazenda é limítrofe com o município de Tailândia, localizada entre as coordenadas 3° 03'14,85" S e 48° 59' 36,15" O (Figura 2).

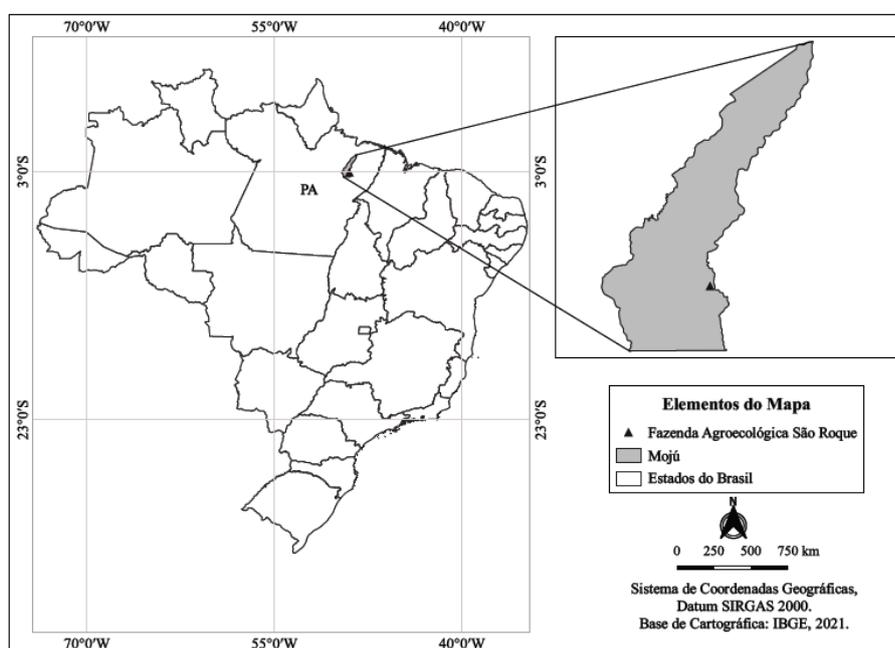


Figura 2 – Mapa de localização da Fazenda Agroecológica São Roque no município de Moju -PA. Fonte: A autora, 2021.

O clima da região é do tipo Ami (clima quente e úmido), segundo a classificação de Köppen. Com regime pluviométrico anual variando entre 2.000 mm a 3.000 mm, distribuída irregularmente, com pequenos períodos secos, constituindo no período mais chuvoso os meses de fevereiro até abril, e o mais seco de agosto a outubro (IBGE, 2014). A temperatura média anual é de 26 °C, com a amplitude térmica girando em torno de 21 °C a 33 °C mensalmente. A umidade relativa do ar regula em torno de 85% (INMET, 2020).

O solo predominante é do tipo Latossolo Amarelo com diferentes texturas, ocorrendo também Argissolos Vermelhos-Amarelos, Gleissolos, Plintossolos, Podzólicos vermelhos amarelos (REIS et al., 2016). Em toda a região predomina as seguintes classes de solo LA1, La10, LA24 e GX1 (IBGE, 2016).

O plantio foi formado por propágulos de paricá e guapuruvu. As mudas produzidas a partir da germinação de sementes foram plantadas em covas de 40x40x40 cm, com espaçamentos entre uma planta e outra de 4x4 metros no ano de 2009.

5.2. Desenho experimental e coleta de dados

Para o estudo anatômico e de densidade básica da madeira das variedades de *Schizolobium parahyba*, foram colhidas amostras de cinco árvores de paricá e cinco de guapuruvu, ambos na idade de 6 anos.

De cada árvore, foram retirados discos com 6 cm de espessura na posição da base à 10,0 cm acima do solo e DAP à 1,30 metros acima do solo, os discos de madeira foram divididos em cunhas para as análises anatômicas e de densidade básica da madeira. Das cunhas, foram retirados corpos de prova em três posições equidistantes: próximo à medula (M), intermediário (I) e próximo à casca (C), orientados em relação ao plano transversal, tangencial e radial, com dimensões de 1,5 x 1,5 cm de seção transversal e 2,0 cm de direção longitudinal, totalizando 120 corpos de prova para análise das variedades nas diferentes posições radiais da base e dap. Esses corpos de prova foram usados para confecção dos cortes histológicos, maceração e determinação da densidade básica da madeira (FIGURA 3).

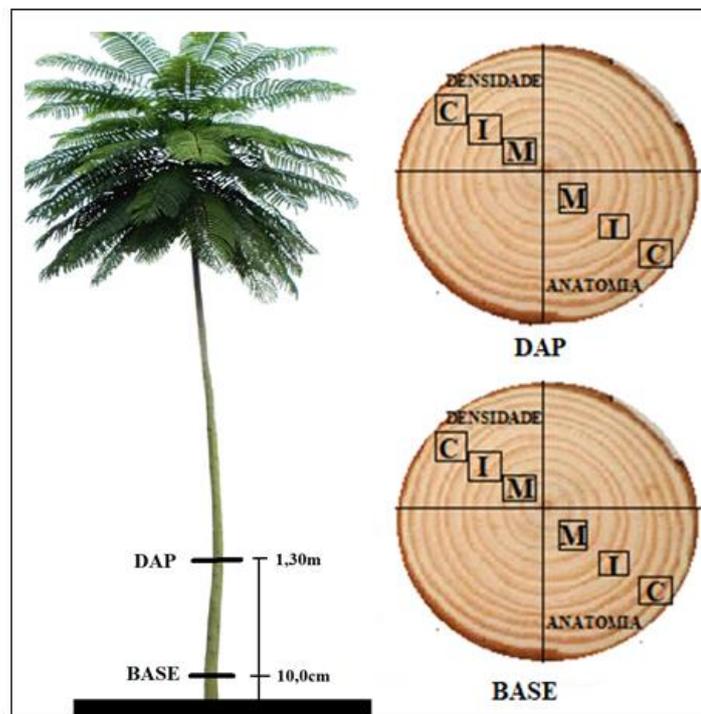


Figura 3 – Esquema de amostragem de coleta dos discos retirados da base e DAP do fuste das variedades de *Schizolobium parahyba* e localização dos corpos de prova nas posições longitudinal (base e DAP) e radiais (M - próximo à medula; I - intermediário; A - próximo à casca) das cunhas para análises anatômicas e de densidade.

5.2.1. Descrição macroscópica da madeira

No estudo macroscópico, os corpos de prova provenientes das duas variedades tiveram a secção transversal polida com lixas abrasivas de granulometria crescente (80-600 grãos/mm²) (Shongart et al., 2004). Posteriormente, a observação direta do material foi realizada com o auxílio de uma lupa conta fios de 10x de aumento. A descrição seguiu orientações estabelecida por Coradin e Muñiz (1992). As imagens foram obtidas em microscópio Olympus SZX12 acoplado à camera digital Leica EC3 localizado nas dependências da Embrapa Amazônia Oriental.

5.2.2. Descrição microscópica da madeira

A realização dos cortes histológicos do lenho para a descrição das características anatômicas qualitativa e quantitativa, foi realizado após amolecimento dos corpos de prova com água em ebulição por aproximadamente 30 minutos, com auxílio de um micrótomo de deslize (Leica Jung SM 2000), foi realizado cortes nos três planos convencionais (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) com espessura nominal de 18 µm. Esses foram clarificados com uma solução de hipoclorito de sódio PA, lavados em água destilada e corados com safranina à 1% e desidratados por 5 minutos em cada série alcoólica (20% - 50% - 70% - 80% - 95% - 100%), finalizando a fixação do corante em acetato de butila. Feito isso, os cortes foram montados entre lâminas e lamínulas com Balsamo do Canadá®.

A dissociação dos elementos celulares (maceração) foi realizada segundo o método preconizado Franklin em 1945, para elaboração das lâminas temporárias.

Para medição das variáveis anatômicas, foram produzidas fotos das lâminas temporárias e permanentes em microscópio óptico Motic (BA310Elite) no laboratório anatomia e taxonomia de árvores – UFRA. A caracterização microscópica qualitativa e quantitativa foi realizado de acordo com as orientações da IAWA Committee (1989).

Foram mensurados os seguintes elementos celulares:

- a) Elementos de vasos: frequência/mm² (objetiva de 4x), diâmetro e comprimento (objetiva de 10x).
- b) Fibras: comprimento (objetiva de 4x), espessura da parede e largura do lúmen (objetiva de 40x).
- c) Raios: frequência/mm (objetiva de 4x), comprimento e largura (objetiva de 10x)

Todas as variáveis foram medidas com o auxílio do programa Motic Imagens Plus 3.0 e os dados foram digitalizados em planilhas eletrônicas. Para cada estrutura anatômica

analisadas, foram realizadas 50 medições, resultando em um total de 21.000 medições para as características quantitativas de (comprimento de fibras, espessura da parede celular da fibra, diâmetro do lúmen da fibra, comprimento de vaso, diâmetro de vaso, altura e largura de raio) com 12.000 fotos para as possíveis medições. E para frequência de vasos e raio foram realizadas 6.000 contagens das diferentes variedades nas diferentes posições radiais e longitudinais.

5.2.3. Densidade básica da madeira

Para o estudo da densidade básica da madeira foi utilizada uma cunha de cada disco obtidos na altura do DAP e na base de árvore, dessas cunhas foram retirados corpo de prova com dimensões de 1,5 x 1,5 cm da seção transversal e 2,0 cm de direção longitudinal em três posições equidistantes: próximo a medula, intermediário entre medula e casca e próximo à casca. Para a determinação da densidade básica foram seguido a norma ABNT NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2003).

O calculo da densidade básica foi por meio da seguinte equação:

$$Db = \frac{ms}{vm}$$

Onde:

Db: densidade básica da madeira, em gramas por centímetro cúbico;

Ms: massa seca do corpo de prova em gramas;

Vm: volume saturado em centímetros cúbicos.

5.3. Análise estatística

Os dados organizados em planilhas eletrônicas foram submetidos a uma análise descritiva de cada variedade, para verificar/descrever o comportamento dos elementos anatômicos no sentido radial (próximo à medula, intermediário e próximo à casca) e longitudinal (base e DAP) de cada variedade e a comparação dos caracteres qualitativos e quantitativos entre elas.

Para as análises anatômicas quantitativas e de densidade básica da madeira, o delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas (split-split plot), onde as parcelas principais foram as variedades (Paricá e Guapuruvu); as subparcelas foram as posições longitudinais (base e DAP) e as subsubparcelas

foram as posições radiais (próximo à medula, intermediário e próximo à casca).

Para verificar o efeito das variedades e do comportamento dos caracteres anatômicos no sentido radial e longitudinal sobre os parâmetros anatômicos quantitativos e de densidade básica da madeira, aplicou-se inicialmente o teste de Levene para testar a homogeneidade de variância e o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados, após a verificação dos pressupostos os dados foram submetidos ao teste F por meio da análise de variância (ANOVA), posteriormente aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio dos programas computacionais *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0 e *AgroEstat* (2015) (BARBOSA; MALDONADO, 2015).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Descrição anatômica macroscópica da madeira de paricá e guapuruvu

As madeiras das duas variedades apresentaram odor imperceptível, macia ao corte manual no plano transversal, grã direita, textura média e camadas de crescimento distintas. O guapuruvu tem alburno de cor branco palha, enquanto que na madeira de paricá a coloração é creme claro (Figura 4).

A textura da madeira de guapuruvu de um plantio de 15 anos (NISGOSKI et al., 2012) e a de paricá de um plantio de 22 anos (MELO, 2017) foi considerada como grossa, divergindo da madeira desse estudo que foi classificada como de textura média em função da variação do diâmetro dos vasos (100 à 300 μm), resultados semelhante encontrado também por Urbinati (2013) em madeira de paricá de um plantio de 14 anos e por Melo (2012) para a mesma variedade em um plantio de 5 e 7 anos.

A coloração da madeira de paricá apresenta descrição bastante diversificada na literatura. Urbinati (2013) descreveu a madeira como tendo cerne e alburno pouco instintos e de cor amarelada. Ramalho (2007) e Melo (2012) citaram alburno de cor creme-amarelado. Para Souza et al. (2003) a madeira de paricá apresenta cor branco-palha sem distinção entre cerne e alburno. A coloração da madeira desse estudo foi semelhante ao descrito por Nisgoski et al. (2012) para guapuruvu e por Souza, Carvalho e Ramos (2005) para o paricá.

As estruturas anatômicas macroscópicas das variedades não diferiram, ambas possuem **Parênquima axial**: visível à olho nu, predominantemente paratraqueal aliforme losangular e pouco confluentes, ocorrendo em menor quantidade vasicêntrico escasso e finas faixas de

parênquima marginal. **Raios:** são visíveis sob lente de 10x no topo e na face tangencial, no plano longitudinal radial o espelhado dos raios é pouco contrastado. **Camadas de crescimento:** demarcada por zonas fibrosas e ou por faixas de parênquima marginal. **Poros:** visíveis a olho nu no topo e na face tangencial, maioria solitários e ocorrendo em menor quantidade múltiplos de dois, três e quatro, formando arranjo diagonal.

Essas descrições macroscópicas do lenho do paricá e guapuruvu estão condizentes com outras descrições disponíveis em literatura (NISGOSKI et al., 2012; URBINATI, 2013; SILVA et al., 2016; MELLO et al., 2020).

Marcati et al. (2008), avaliando a atividade sazonal do câmbio da espécie, verificaram que, o parênquima marginal que delimita as camadas de crescimentos se trata de faixas estreitas de células parenquimáticas formadas no início da estação chuvosa, que coincidem com o início da atividade cambial, sendo, portanto, um parênquima marginal do tipo inicial.

Foi registrado diferenças na quantidade de poros solitários e múltiplos (múltiplos de dois, três e quatro) entre as variedades, onde o paricá apresentou 78% dos poros solitários e 22% múltiplos, sendo (M2=15,02%; M3=5,54% e M4=1,44%), enquanto que o guapuruvu 87% foram solitários e 13% múltiplos (M2=10,52%; M3=1,93%; e M4=0,55%), poros solitários foi predominante nas duas variedades de *Schizolobium parahyba* (Figura 4).

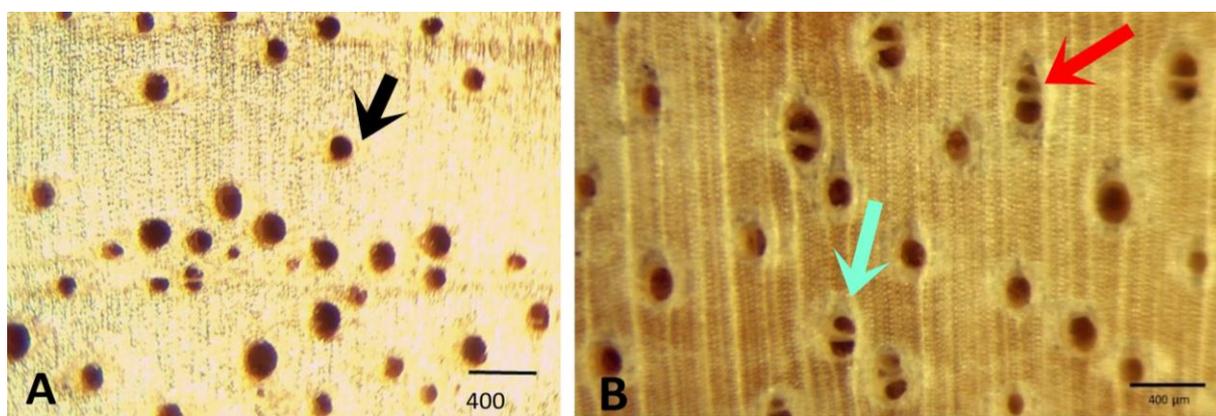


Figura 4 – Superfície transversal da madeira observada sob lente de 10X evidenciando a diferença de coloração e porosidade da madeira de *Schizolobium parahyba*. A) Alburno branco palha e poros solitários (seta preta) em guapuruvu; B) Alburno creme claro e poros múltiplos de dois (seta azul) e múltiplos de três (seta vermelha) em paricá. Barra de escala: 400 µm.

6.2. Descrição microscópica qualitativa da madeira de paricá e guapuruvu

Nos elementos de vasos das duas variedades, observou-se placa de perfuração simples com contorno circular e apêndices em uma ou em ambas as extremidades e ausentes. As

pontoações intervasculares são alternas (Figura 5). Espessamento helicoidais não foi visto em elementos de vasos sendo também ausentes de tiloses para paricá e guapuruvu.

Diversos gêneros da subfamília Caesalpinoideae apresentam uma tendência para parênquima axial aliforme e vasicêntrico, raios estreitos com até três células de largura e presença de cristais nas células parenquimáticas axiais e radiais e às vezes nas fibras (Gasson et al. 2003) resultados semelhantes com esse estudo. Estes autores afirmaram ainda que composição e tamanho dos raios, presença de cristais nas células radiais e pontoações guarnecidas são caracteres diagnósticos em potencial para análises filogenéticas na subfamília Caesalpinoideae. Silva et al. (2016) menciona pontoações intervasculares em paricá como como alternas e também guarnecidas, resultado que diverge desse estudo.

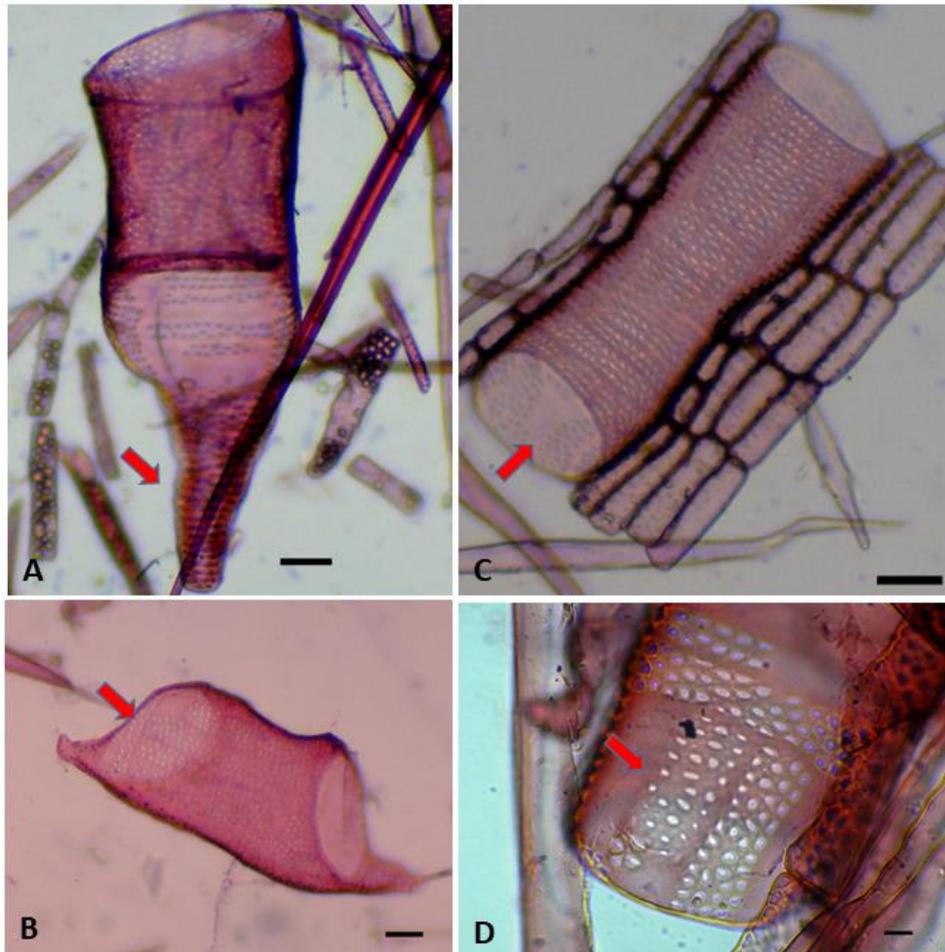


Figura 5 – Caracterização anatômica dos elementos de vaso do *Schizolobium parahyba*. A) apêndice em uma extremidade. B) apêndice nas duas extremidades. C) placa de perfuração simples e ausência de apêndice. D) pontoações no corpo do vaso. Barra de escala: (A, B, C) 50 μ m; (D) 30 μ m.

Para a madeira de paricá e também para a de guapuruvu os vasos são menores próximo a medula e mais frequentes, enquanto que para a região próximo a casca seu tamanho aumenta e a frequência é reduzida (Figura 6). Esta é uma característica comum em árvores jovens, pois as iniciais fusiformes apresentam um comportamento reduzido durante os

primeiros anos de formação do xilema secundário, que aumenta rapidamente ao longo do tempo até atingir um valor máximo, seguido de oscilação e estabilização, exemplo disso é apontado por Urbinati et al. (2003).

Esse aumento do diâmetro dos vasos no sentido da medula para a casca está relacionado também com a eficiência na condução de fluidos necessários ao metabolismo da planta à medida que ela cresce em altura e diâmetro, visando garantir conduções necessárias ao vegetal (VIDAURRE et al., 2018a).

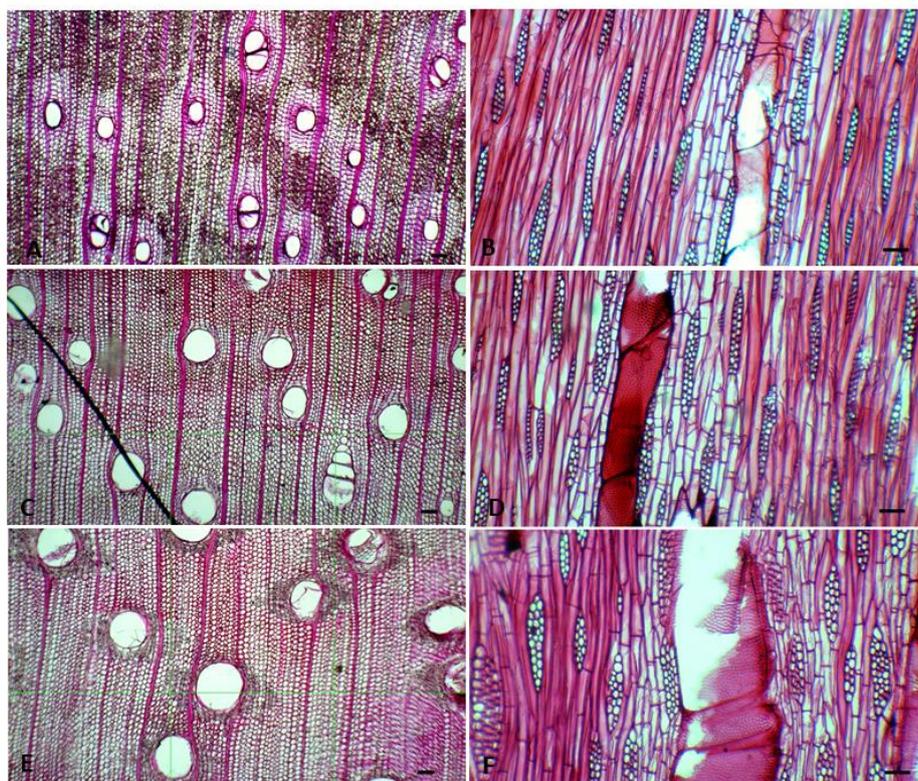


Figura 6 – Características dos vasos no sentido medula – casca no plano transversal (A, C, E) e tangencial (B, D, F) de *Schizolobium parahyba*. Onde (A; B) Próximo à medula; (C; D) Intermediário entre medula e casca; (E; F) Próximo à casca. Barra de escala: (A, C, E) 100 μ m; (B, D, F) 50 μ m.

Apesar das fibras das duas variedades serem classificadas como de paredes muito fina segundo a classificação do IAWA (1989), o comprimento da fibra e espessura da parede celular foram maiores para o paricá (Figura 7). No fundo do tecido fibroso, foi observado espessamento helicoidais, com presença de fibras septadas, bifurcadas e presença de cristais prismáticos e amido para ambas variedades (Figura 8).

As fibras da madeira de paricá e guapuruvu, também se enquadram na classificação do IAWA (1989) como curtas e de parede muito fina, devido ao lúmen ser três vezes maior a parede celular da fibra. Porém, a fibra foi a estrutura anatômica microscópica que mais se destacou para diferenciar as variedades de *Schizolobium parahyba* (Figura 7). Podendo ainda

estar intimamente relacionada nas características de maior densidade básica da madeira de paricá em comparação a guapuruvu.

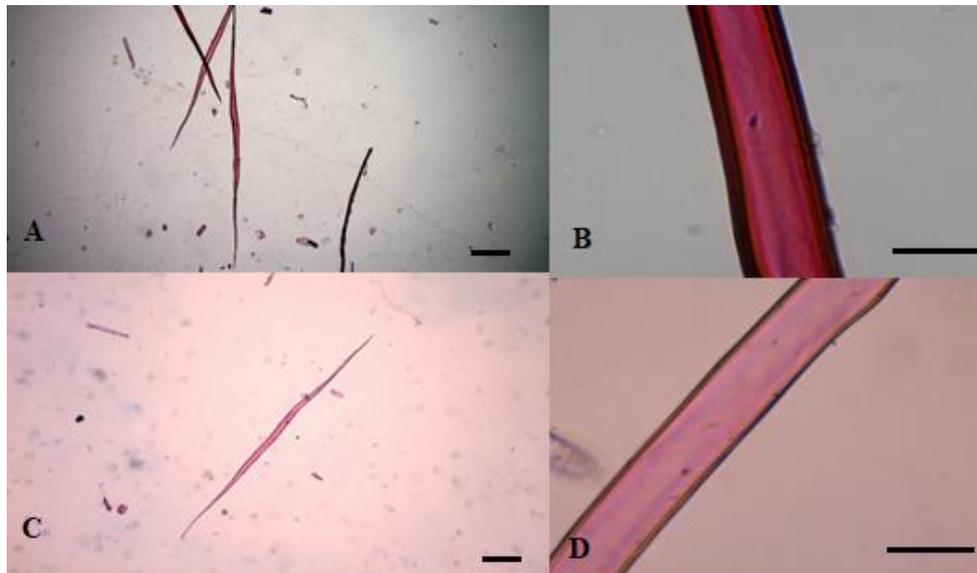


Figura 7 – Fibras das variedades de *schizolobium parahyba*. A) fibra de paricá. B) parede celular e lúmen de paricá. C) fibra de guapuruvu. D) parede celular e lúmen de guapuruvu. Barra de escala: (A, C) 100 μm ; (B, D) 30 μm .

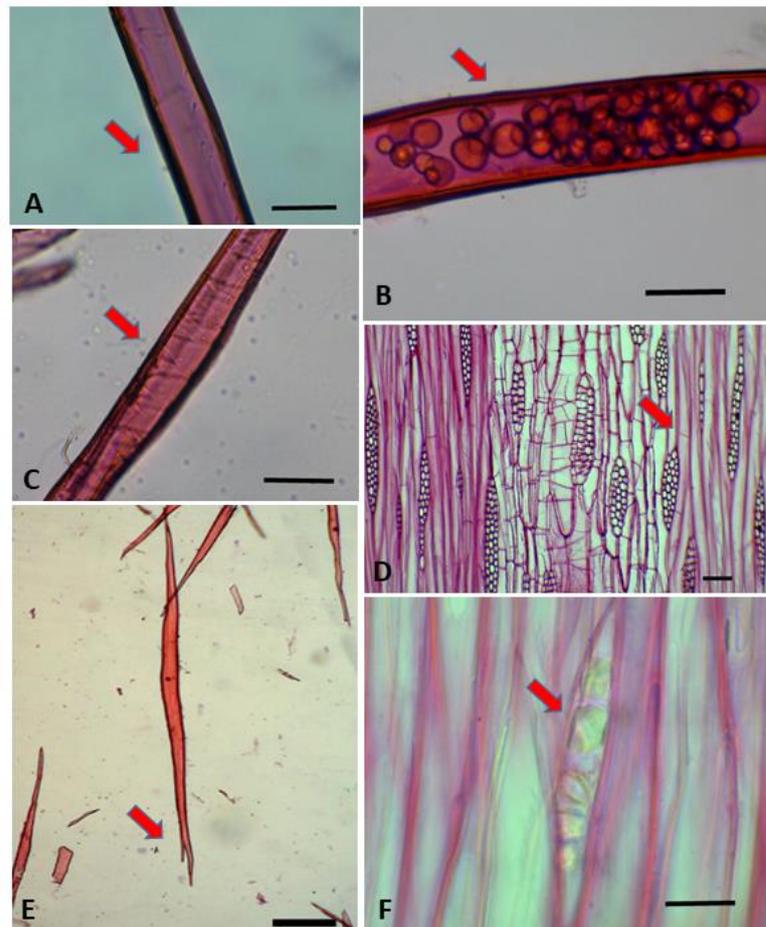


Figura 8 – Características anatômicas das fibras de *Schizolobium parahyba*. A) parede celular. B) amido. C) espessamento helicoidais. D) fibras septadas. E) fibras bifurcadas. F) cristais prismáticos. Barra de escala: (A, B, C, F) 30 μm ; (D) 50 μm ; (E) 100 μm .

Foi observado camada de crescimento distintas evidenciada pela diferença na espessura da parede das fibras, delimitando lenho inicial (fibras de parede mais fina) e tardio (parede mais espessa) e também cristais prismáticos presentes em parênquima para ambas variedades (Figura 9). Pernía e Melandri (2006), registraram camadas de crescimento indistintas para indivíduos de paricá coletados na Venezuela, já Silva et al. (2016) observaram em árvores de paricá e Nisgoski et al. (2012) em guapuruvu que as camadas de crescimento foram distintas, características semelhantes à deste estudo. Essa discrepância nos registros mencionado acima sobre as camadas de crescimento pode ser atribuída a diferenças nos locais de coleta, uma vez que as camadas de crescimento podem ser influenciadas principalmente por características climáticas (MARCATI et al. 2008).

Os raios apresentaram largura de 1 a 3 células, ausentes de raios estratificados, com tamanhos distintos. A composição celular é representada pelo corpo das células procumbentes, principalmente, com 2 a 4 filas de células marginais quadradas e/ou eretas, havendo a presença de cristais prismáticos para as duas variedades.

Bailey (1923) informou a presença de células cambiais estratificadas para muitos gêneros da família Fabaceae, porém em *Schizolobium* o raio tem apresentado comportamento não estratificado e sendo uni e/ou multisseriados em diferentes literaturas (AREF et al., 2014; SILVA et al., 2016; Urbinati, 2013; MARCATI et al., 2008; MELO et al., 2020), estando de acordo com este estudo.

De modo geral, as células anatômicas da espécie seguem formas semelhantes para ambas variedades, as diferenças registradas nesse estudo entre as variedades estão relacionadas à análises quantitativa das dimensões dos elementos anatômicos.

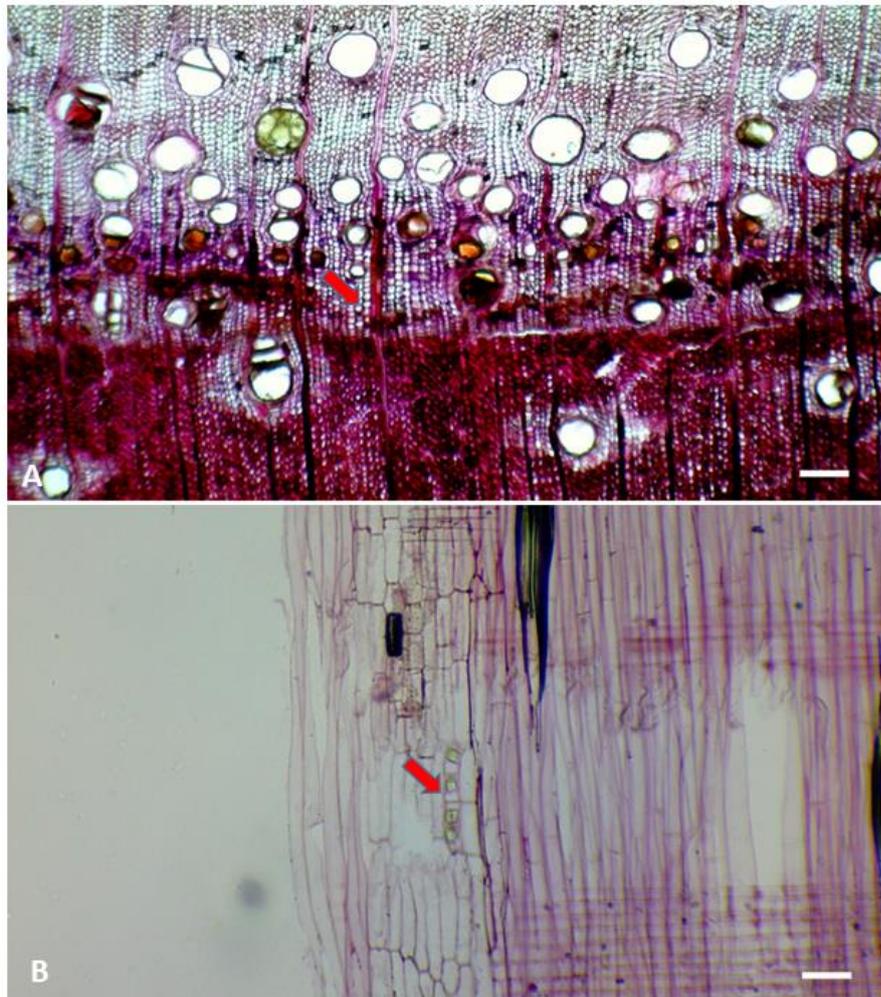


Figura 9 – Estruturas anatômicas no plano transversal e radial de *schizolobium parahyba*. (A) Camada de crescimento; (B) cristais prismáticos em parênquima. Barra de escala: (A, B) 100 µm.

6.3. Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá e guapuruvu

6.3.1. Vasos

O comprimento e frequência dos vasos não diferiram significativamente entre a madeira obtida nas posições do caule (base do tronco e DAP) para as duas variedades. Nesse contexto, pouca diferença na variação dos elementos anatômicos na direção longitudinal do lenho de espécies com rápido crescimento da zona tropical foi encontrada por Urbinati et al. (2003), Rocha et al. (2004), Quilhó et al. (2006) e Gonzalez et al. (2014).

Tabela 1 – Valores médios de comprimento e diâmetro dos vasos, nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedade	Posições longitudinais	Vasos		
		Comprimento(μm)	Diâmetro (μm)	Vasos/ mm^2
Paricá	Base	305,69 ^(11,45) a A	168,57 ^(15,32) a B	2,92 ^(35,77) a A
	DAP	328,68 ^(15,79) a A	199,88 ^(20,73) a A	2,39 ^(28,94) a A
Guapuruvu	Base	295,82 ^(12,11) a A	169,47 ^(21,67) a A	2,45 ^(35,28) a A
	DAP	322,74 ^(12,41) a A	198,82 ^(16,07) a A	2,63 ^(34,81) a A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição longitudinais e letras maiúsculas comparam as posições longitudinais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Para o diâmetro dos vasos no sentido da base para o dap, houve diferença somente na madeira de paricá oriunda da região do DAP, observou-se maiores valores de diâmetro quando comparada com os valores registrados na madeira proveniente da base do caule (Tabela 1). Resultados semelhantes encontrado por Vidaurre et al. (2018a) que registraram aumento do diâmetro dos vasos no lenho de paricá no sentido da base para até 50% da altura comercial do fuste e a partir daí com estabilização para o topo do lenho comercial. Isso pode ser explicado pela presença de maiores concentrações de auxina no topo da árvore devido aos altos níveis de produção de folhas jovens, o que leva a uma rápida diferenciação do xilema principalmente nos vasos e, inversamente, a menor concentração de auxina na base da árvore leva à uma diferenciação lenta (Aloni 2013).

Do ponto de vista fisiológico, as mudanças no diâmetro, frequência e disposição dos elementos de vasos podem ser explicadas pela necessidade das plantas aumentarem sua capacidade de transportar água e sais minerais à medida se processam o seu crescimento e aumento de suas dimensões (SILVA et al., 2019).

Os valores de diâmetro e comprimento dos vasos obtidos do lenho das variedades de paricá e guapuruvu no sentido radial mostram que há um aumento no sentido da medula para a casca e diminuição dos valores de frequência no mesmo sentido (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de comprimento e diâmetro dos vasos, por posição radial da madeira de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedades	Posições radiais	Vasos		
		Comprimento(μm)	Diâmetro(μm)	vasos/ mm^2
Paricá	Próximo a medula	290,02 ^(9,58) a B	153,04 ^(15,97) a C	3,56 ^(26,98) a A
	Intermediário	330,82 ^(11,20) a A	189,99 ^(17,41) a B	2,36 ^(21,30) a B
	Próximo a casca	330,71 ^(17,00) a A	209,65 ^(15,06) a A	2,04 ^(13,27) a B
Guapuruvu	Próximo a medula	298,5 ^(13,05) a A	165,54 ^(22,87) a B	3,37 ^(16,43) a A
	Intermediário	322,74 ^(12,45) a A	188,10 ^(12,54) a A	2,18 ^(35,55) a B
	Próximo a casca	306,59 ^(13,14) a A	198,79 ^(21,18) a A	2,08 ^(32,36) a B

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição radial e letras maiúsculas comparam as posições radiais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Resultado semelhante de variações nas dimensões dos vasos no sentido radial foram encontrados por Urbinati (2013), Lobão et al. (2012) e Vidaurre et al. (2018a) para madeira de paricá e por Nisgoski et al. (2012) para o lenho de guapuruvu, e para outras espécies de rápido crescimento, como citado por Urbinati et al. (2003) em madeira de *Terminalia ivorensis* e Firmino et al. (2019) para *carapa guianense*.

Para Vidaurre et al. (2018a), o aumento do diâmetro dos vasos no sentido da medula para a casca está relacionado com a eficiência na condução de fluidos necessários ao metabolismo da planta à medida que ela cresce em altura e diâmetro, visando garantir conduções necessárias ao vegetal.

Schuldt et al. (2013) e Zhao (2016) apontam que à medida que a árvore cresce, há um ajuste na sua estrutura anatômica, alterando as dimensões de suas estruturas como uma alternativa para maximizar a segurança mecânica do tronco.

De modo geral, não houve variações significativas entre paricá e guapuruvu para as características anatômicas quantitativas de diâmetro, comprimento e frequência dos vasos no lenho das variedades (Figura 10). As características nas dimensões anatômicas dos vasos foram mais afetadas pela posição radial e longitudinal da madeira devido este aspecto ser característico do desenvolvimento do vegetal.

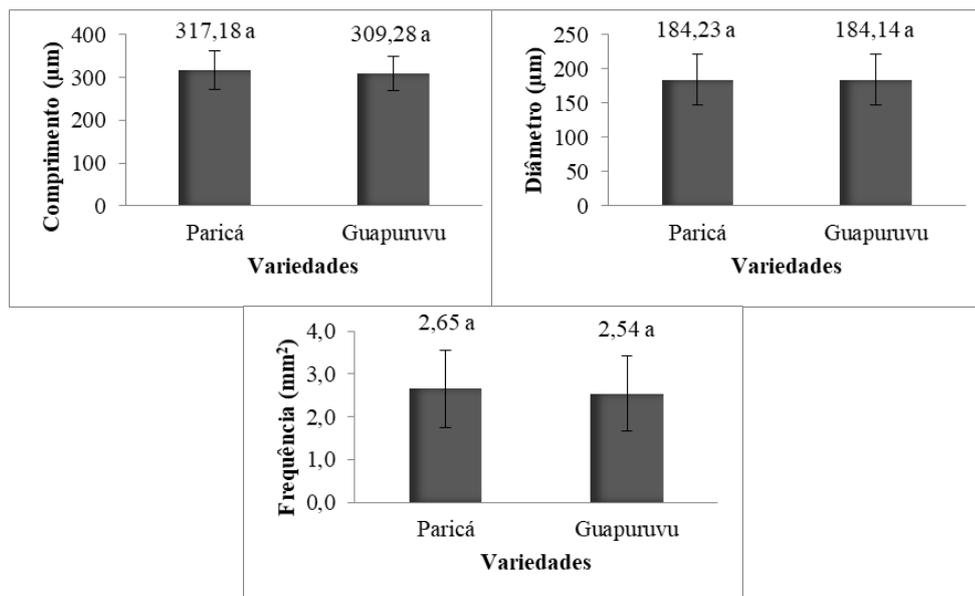


Figura 10 – Valores médios de diâmetro, comprimento e frequência dos vasos das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

6.3.2. Fibras

A variação no tamanho das características anatômicas das fibras é menos consistente na direção da base para o dap do fuste quando comparado com a direção radial.

Tabela 3 – Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen, nas posições da base e dap do fuste das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedade	Posições longitudinais	Fibras		
		Comprimento (µm)	Espessura parede(µm)	Largura do lúmen (µm)
Paricá	Base	1144,71 ^(12,81) a A	4,60 ^(13,61) a A	22,21 ^(14,32) a A
	DAP	1111,96 ^(13,34) a A	3,87 ^(13,58) a A	24,33 ^(8,50) a A
Guapuruvu	Base	978,56 ^(15,79) a A	2,94 ^(13,95) b A	23,24 ^(16,10) a A
	DAP	941,00 ^(14,26) b A	2,80 ^(11,42) b A	27,02 ^(17,56) a A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição longitudinal e letras maiúsculas comparam as posições longitudinais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Os valores de comprimento da fibra, espessura da parede e lúmen obtidos nas análises da madeira na região da base do fuste e DAP não apresentaram diferenças significativas. As variações observadas no sentido da base do fuste para o DAP são consideradas mínimas e sem significância estatística, uma vez que os locais selecionados para a análise se encontravam em região próxima uma das outras onde a variação é pequena (Tabela 3).

Melo et al. (2020) estudaram a variação anatômica da madeira de paricá da base do fuste ao topo, os autores observaram que na base do fuste os valores médios de comprimento e espessura da parede da fibra foram significativamente maiores do que os observados para o topo do fuste. Os autores justificam esse comportamento devido ao maior diâmetro da região basal do caule poder haver mais células de diferentes tamanhos constituindo o xilema secundário da região basal do caule, ou ainda, como efeito da diferença entre a idade do câmbio, que é mais jovem no topo e mais velho na base. Urbinati (2013) observou aumento de comprimento e espessura da parede da fibra da base para até 50% do lenho comercial, e a partir de 50% diminuíram até a altura de 100% do fuste comercial.

Resultados semelhantes a este estudo evidenciando pouca diferença na variação das dimensões das fibras na direção longitudinal do lenho de espécies com rápido crescimento de zona tropical foi mencionado em diferentes literaturas por Urbinati et al. (2003), Rocha et al. (2004), Quilhó et al. (2006) e Gonzalez et al. (2014).

No sentido radial, o comprimento e espessura da parede das fibras apresentaram valores menores próximo a medula, aumentando significativamente para a casca. Para a largura do lúmen, os valores decrescem no mesmo sentido (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen, por posição radial das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedade	Posição radial	Fibras		
		Comprimento (µm)	Espessura parede (µm)	Largura do lúmen (µm)
Paricá	Próximo a medula	989,76 ^(11,17) a B	3,39 ^(12,14) a C	24,61 ^(11,53) a A
	Intermediário	1136,47 ^(9,15) a A	3,79 ^(14,89) a B	23,39 ^(9,95) a AB
	Próximo a casca	1213,77 ^(9,80) a A	4,03 ^(14,07) a A	21,81 ^(13,23) a B
Guapuruvu	Próximo a medula	861,34 ^(13,72) a B	2,62 ^(13,41) b B	25,41 ^(18,58) a A
	Intermediário	980,12 ^(7,50) b A	2,96 ^(8,27) b A	24,80 ^(11,79) a A
	Próximo a casca	1037,87 ^(16,40) b A	3,03 ^(12,78) b A	25,18 ^(24,36) a A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição radial e letras maiúsculas comparam as posições radiais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

No sentido radial o comprimento da fibra foi menor próximo a medula, aumentando de forma significativa até a amostra intermediária, quando então tendem a estabilizar da intermediária para amostras próximo a casca. Esta é uma característica comum em árvores jovens, pois as iniciais fusiformes apresentam um comportamento reduzido durante os primeiros anos de formação do xilema secundário, que aumenta rapidamente ao longo do tempo até atingir um valor máximo, seguido de oscilação e estabilização. Urbinati et al.

(2003) observaram que a variação nas dimensões das estruturas anatômicas da madeira no sentido radial foi maior e mais estável para região externa do lenho, os autores ressaltam que essa característica pode estar marcando o término do lenho juvenil na espécie e o início do lenho adulto, caracterizado por valores mais estáveis que abrange em torno de 5-7cm da medula.

Vidaurre et al. (2018a) estudaram as propriedades anatômicas do lenho juvenil de paricá em diferentes idades (5, 7, 9 e 11 anos) e observaram diminuição na espessura da parede das fibras em árvores mais velha, ao contrário do que é relatado na literatura para outras espécies (Silva et al., 2007; Sette Jr. et al., 2012). Os parâmetros referentes a vasos e fibras obtidos nesse estudo para o lenho de 6 anos de idade da variedade de paricá, foram de tamanhos próximos aos fornecidos por Silva (2014) para plantio de 6 anos de idade e inferiores aos observados por Melo et al. (2020) para o lenho de 21 anos de idade de paricá. Essas diferenças nas dimensões das estruturas anatômicas da madeira com o avançar da idade, são decorrentes do processo de amadurecimento do câmbio que resulta em uma mudança nas dimensões das iniciais cambiais, a qual afeta as dimensões das células do xilema secundário (PLOMION et al., 2001).

Nisgoski et al. (2012) registraram dimensões superiores a esse estudo para fibras da madeira de guapuruvu com idade de 15 anos de um plantio localizado em Corupá – SC, domínio fitogeográfico de Mata Atlântica onde a variedade tem ocorrência natural. Isso sugere que o tamanho das células vegetais depende não apenas de fatores ambientais ou idade, mas também de seu potencial genético e características fenotípicas.

Esse aumento do comprimento e espessura da parede da fibra no sentido medula – casca e redução da largura do lúmen no mesmo sentido também foram encontrados por Urbinati (2013), Lobão et al. (2012), Bianche et al. (2012) e Vidaurre et al. (2018a) para o paricá. O mesmo foi encontrado no estudo de outras espécies de rápido crescimento por Urbinati et al. (2003) e Firmino et al. (2019). Nisgoski et al. (2012) encontraram resultados semelhantes a este estudo apenas para o comprimento da fibra de guapuruvu, enquanto que a espessura da parede não mostrou variações significativas ao longo do perfil radial da madeira.

Essas diferenças nas dimensões celulares dos elementos anatômicos ao longo do perfil radial e da base para o dap do fuste da madeira das variedades de *Schizolobium parahyba* estão associadas, principalmente, à maturação da madeira.

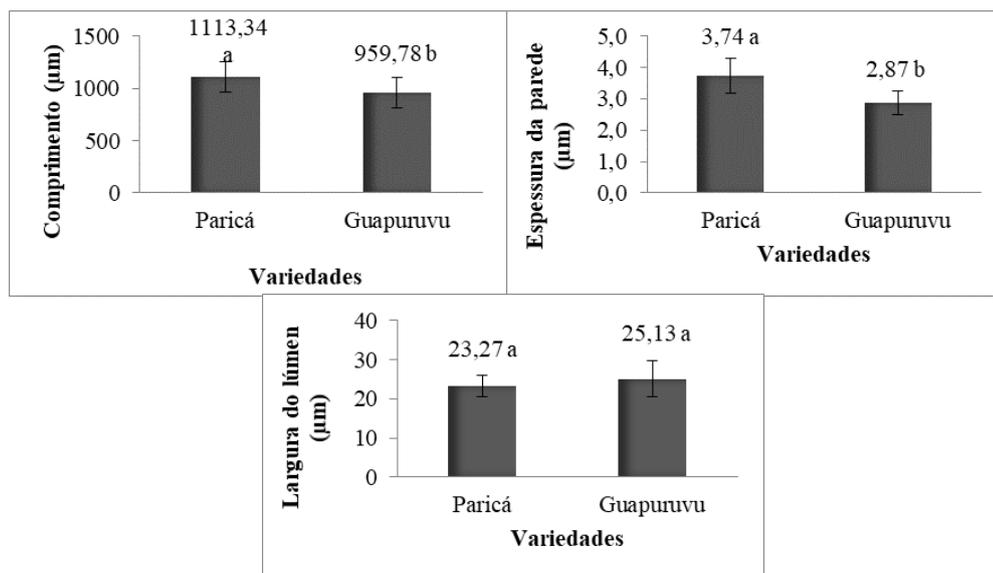


Figura 11 – Valores médios de comprimento das fibras, espessura da parede e largura do lúmen das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

O estudo das características biométricas das fibras, aponta como sendo a única estrutura anatômica microscópica que serviu como base para diferenciar a madeira de paricá e guapuruvu. Os parâmetros relativos às dimensões das fibras foram variáveis na madeira das diferentes variedade de *Schizolobium parahyba*. As madeiras de paricá possuem fibras de comprimento e espessura de parede com valor superior e significativo ao guapuruvu (Figura 11).

O comprimento e espessura da parede das fibras mostraram uma clara relação com a densidade básica da madeira das variedades, visto que as análises para raios e vasos não mostraram diferenças significativas entre paricá e guapuruvu. As fibras de paricá com maior comprimento e espessura da parede celular apontou também uma maior densidade. Resultados semelhantes foram citados por Shimoyama, (1990), onde fibras com maiores dimensões de comprimento e espessura de parede foram correlacionadas positivamente com a densidade básica da madeira, enquanto fibras de parede fina foram correlacionadas negativamente

Ruy (1998) afirma que certas características anatômicas como comprimento, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras, porcentagens de vasos e de parênquima, possuem relação com a densidade básica da madeira e exerce sua influência nas propriedades e usos finais da madeira. Essas características podem ser influenciadas pelas divisões periclinais das células cambiais controladas pela taxa de hormônios ligados a sazonalidade, condições ambientais e fatores genéticos (ALZATE, 2009).

Nisgoski et al (2012) encontraram valores superiores a este estudo para comprimento, espessura da parede e largura do lúmen das fibras da madeira de guapuruvu de um plantio de 15 anos de idade localizado no estado de Santa Catarina. Essas divergências podem estar relacionadas a herdabilidade genética das sementes de guapuruvu com sua população de origem. Podendo indicar que a variedade pode ter melhor desenvolvimento dessa estrutura quando implantada na região de ocorrência natural. Ou ainda, que quando atingir idade mais avançadas essas dimensões possam aumentar.

6.3.3. Raios

A altura, largura e frequências dos raios na madeira da posição da base e DAP não diferiu em suas dimensões para o paricá, porém no guapuruvu os valores de altura foram maiores na região do DAP. Melo (2017) encontrou aumento para altura dos raios na madeira de paricá da base até 50% da altura comercial do fuste, quando então essas células diminuíram até o topo. Os autores relacionaram esse aumento do raio nas posições inferiores da copa devida nessa região o caule apresentar maior diâmetro e conseqüentemente maiores alturas dessas células (Tabela 5). Porém, nesse estudo as variações foram mais expressivas para as posições radiais.

Os raios foram mais largos para região próxima a casca e menos frequentes nessa região, a altura entre posições radiais não diferiram. A largura dos raios de paricá aumentaram expressivamente da medula para posição intermediária quando tendeu a estabilizar.

Tabela 5 – Valores médios de frequência, altura e largura do raio, por variedades nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedades	Posições longitudinais	Raio		
		Frequência (mm)	Altura (μm)	Largura (μm)
Paricá	Base	7,26 ^(18,86) a A	233,41 ^(10,09) a A	27,53 ^(14,40) a A
	DAP	6,31 ^(15,95) a A	242,34 ^(8,45) a A	29,94 ^(26,17) a A
Guapuruvu	Base	6,59 ^(15,36) a A	230,66 ^(4,29) a B	31,69 ^(9,77) a A
	DAP	6,53 ^(16,84) a A	255,28 ^(6,47) a A	27,43 ^(21,34) a A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição longitudinal e letras maiúsculas comparam as posições longitudinais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Para os raios há relativamente poucos trabalhos que exploraram a variação radial; Urbinati et al. (2003) em *Terminalia ivorensis* observaram diminuição na frequência dos raios no sentido medula-casca, o mesmo resultado do presente estudo, enquanto que para o estudo de Zanon et al. (2008) houve aumento significativo da estrutura no mesmo sentido. Segundo

Urbinati et al. (2003), a redução na frequência dos raios próximos ao câmbio pode decorrer da diminuição das iniciais radiais e aumento das iniciais fusiformes.

Tabela 6 – Valores médio de frequência, altura e largura de raio, por variedades e posições radiais das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedades	Posições radiais	Raio		
		Frequência (mm)	Altura (μm)	Largura (μm)
Paricá	Próximo a medula	7,56 ^(17,91) a A	234,89 ^(8,84) a A	26,49 ^(19,05) a B
	Intermediário	6,89 ^(16,89) a B	243,88 ^(12,43) a A	30,74 ^(27,66) a A
	Próximo a casca	5,91 ^(12,06) a C	234,87 ^(5,59) a A	28,97 ^(14,18) a AB
Guapuruvu	Próximo a medula	7,54 ^(12,87) a A	244,05 ^(3,64) a A	28,33 ^(8,42) a B
	Intermediário	6,40 ^(7,35) a B	246,02 ^(7,58) a A	28,09 ^(25,12) a B
	Próximo a casca	5,75 ^(12,22) a B	238,84 ^(10,46) a A	32,27 ^(12,25) a A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição radial e letras maiúsculas comparam as posições radiais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Os valores para as características dos raios da madeira de guapuruvu mencionados por Nisgoski et al. (2012) foram ligeiramente maiores do que os obtidos no presente estudo, tal fato pode ser atribuído a uma possível diferença na idade ou local de origem das amostras.

Urbinati (2013) menciona aumento significativo da largura e altura dos raios da medula até a madeira intermediária de paricá e a partir da intermediária tendendo estabilizar para madeira da região próxima à casca, com redução da frequência nesse mesmo sentido (medula-casca). O mesmo aconteceu nesse estudo para a madeira de paricá, mostrando que possivelmente a madeira esteja em fase de formação de madeira adulta. Os valores de largura, altura e frequência dos raios foi semelhante para madeira de paricá e guapuruvu (Figura 12).

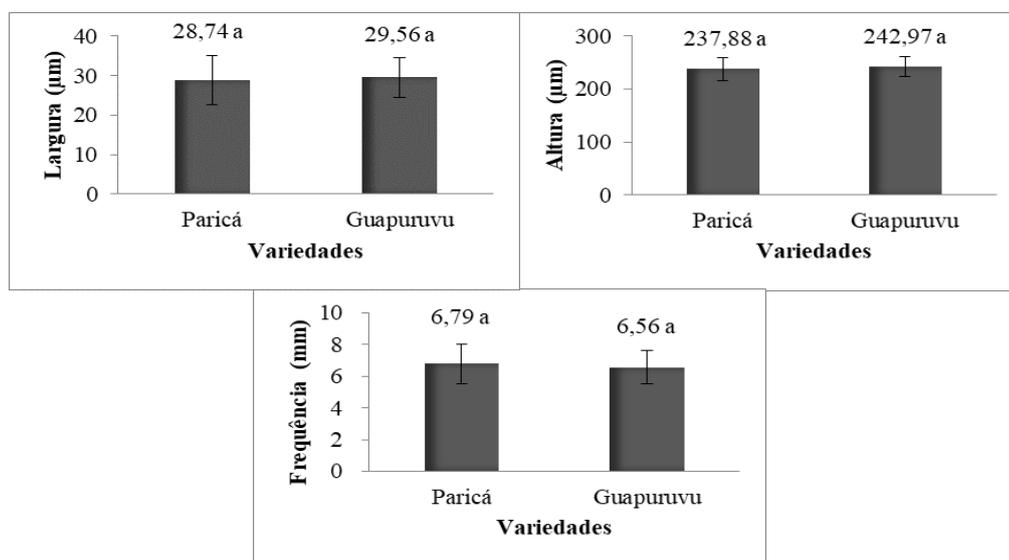


Figura 12 – Valores médios de largura, altura e frequência do raio das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

6.4. Avaliação da densidade básica da madeira de paricá e guapuruvu

Houve diferença significativa na densidade da madeira de paricá e guapuruvu (Figura 13), resultando em maiores valores de densidade para a variedade de paricá ($0,36 \text{ g/cm}^3$) e menores valores para o guapuruvu ($0,29 \text{ g/cm}^3$). O aumento na densidade é devido a mudanças no tamanho dos elementos anatômicos e mudanças nos requisitos mecânico-fisiológico durante o desenvolvimento da árvore, manifestados como aumento na espessura da parede da fibra e diminuição na frequência e diâmetro dos vasos (SETTER JUNIOR et al., 2012). Nesse estudo, os valores de densidade foram inteiramente influenciados pelas dimensões das estruturas anatômicas das fibras.

Relacionando densidade com o estudo das fibras, os resultados indicam que o paricá registrou maior valor de comprimento e espessura da parede celular da fibra, comparado ao guapuruvu. Esses resultados mostram a influência direta com o aumento da densidade, pois quanto maior for os seus valores, menos espaços vazios serão encontrados na madeira, indicando maior densidade.

Os resultados encontrados para as variações significativa de densidade, podem indicar que existe variabilidade genética entre o paricá e guapuruvu. O fato de que as populações vegetais que deram origem as sementes que gerou o plantio desse estudo se desenvolver em diferentes ambientes e poder ter se adaptado às condições ambientais locais em que foram cultivadas. Sendo o paricá mais cultivado em região de floresta amazônica e o guapuruvu em mata atlântica.

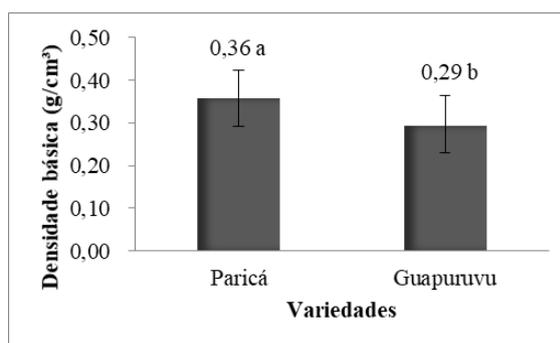


Figura 13 – Valores médios da densidade básica das madeiras de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

A variação de densidade básica da madeira para os parâmetros de posições da base e dap do lenho pode ser observada na Tabela 7. Os maiores valores registrados foram para a posição longitudinal da base, diferindo significativamente do dap para madeira de paricá e guapuruvu. Esse aumento da densidade na área basal foi observado por Vidaurre et al. (2018b) para madeira de *schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, com redução da densidade

no sentido da base para o dap, e a partir desse ponto permaneceu constante até o topo da árvore. Os maiores valores de densidade básica do lenho nas regiões basal, devem-se, provavelmente, às exigências mecânicas de sustentação do tronco das árvores (SETTE JUNIOR et al., 2012).

A maior densidade na região da base estar relacionada ao menor diâmetro e frequência dos vasos, maior comprimento e espessura da parede das fibras e menor largura do lúmen para a posição da base.

Tabela 7 – Variação da densidade básica da madeira nas posições da base e dap do fuste de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedades	Posições longitudinais	Densidade básica (g/cm ³)
Paricá	Base	0,39 ^(17,29) a A
	DAP	0,33 ^(15,55) a B
Guapuruvu	Base	0,33 ^(19,02) b A
	DAP	0,26 ^(19,81) b B

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição longitudinal e letras maiúsculas comparam as posições longitudinais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

No sentido radial, os resultados da densidade básica da madeira são mostrados na Tabela 8, revelando aumento no sentido medula – casca para as duas variedades. Esse efeito da variação da densidade na posição radial das madeiras, aumentado no sentido medula – casca, justificam-se pela maior idade da madeira próxima ao câmbio, onde os componentes anatômicos apresentaram lúmen reduzidos e células com paredes mais espessas e fibras maiores na região próximo a casca. Segundo Oliveira & Silva (2003) e Melo et al. (2013b), outras características anatômicas que também poderiam ser fatores ligados a essas diferenças seriam a deposição de extrativos.

Tabela 8 – Variação da densidade básica por posição radial na madeira de paricá e guapuruvu provenientes de um plantio na Amazônia Oriental, Brasil.

Variedades	Posições radiais	Densidade básica (g/cm ³)
Paricá	Próximo a medula	0,31 ^(15,56) a C
	Intermediário	0,36 ^(16,19) a B
	Próximo a casca	0,40 ^(15,04) a A
Guapuruvu	Próximo a medula	0,23 ^(21,60) b B
	Intermediário	0,31 ^(18,04) b A
	Próximo a casca	0,34 ^(13,58) b A

Letras minúsculas comparam as variedades em cada posição radial e letras maiúsculas comparam as posições radiais em cada variedade. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste t de Student a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

A maior espessura da parede e comprimento da fibra, menor frequência dos vasos e largura do lúmen foram características anatômicas que contribuíram para o aumento da densidade na posição próximo a casca para as duas variedades. Onde as variações de 0,31 g/cm³ na região mais próximo à medula a 0,40 g/cm³ em posição mais próxima à casca foram encontradas para variedade de paricá e de 0,23 g/cm³ a 0,34 g/cm³ no mesmo sentido para o guapuruvu.

Para Serpa et al. (2003), Essa tendência de aumento da densidade da madeira na direção medula-casca deve-se à formação de madeira juvenil nos primeiros anos e ao aparecimento da homogeneização da madeira ao longo do tempo. Gatto et al. (2010) verificaram comportamento similar no sentido medula à casca, de modo que os valores apresentaram um acréscimo a partir da medula e uma estabilização logo após o termino da região formada pelo lenho juvenil.

7. CONCLUSÕES

As variações nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de paricá e guapuruvu são mais consistentes ao longo do perfil radial, estas variações ocorrem em função do processo de maturação e crescimento do vegetal.

O aumento de densidade no sentido da medula para a casca é devido ao maior comprimento de fibras e espessura da parede e, conseqüentemente, menor largura de lúmen.

A densidade básica da madeira de paricá é superior à do guapuruvu devido maior comprimento de fibras e espessura da parede celular.

A cor da madeira, dimensões das fibras e densidade básica são características fundamentais que distingue uma variedade da outra nesse estudo.

Para os caracteres que apresentaram diferença significativa, essas informações sugerem que há variabilidade genética na população e, portanto, a possibilidade de melhoramento genético pela seleção dos melhores genótipos.

8. REFERÊNCIAS

- ALZATE, B. A. Estrutura anatômica da madeira de clones de *eucalyptus*. Revista **Investigaciones Aplicadas**. ISSN 2011-0413. 2009.
- ANDRADE, D. F. C. de; RUSCHEL, A. R.; AVILA, A. L. de; GAMA, J. R. V. Composição e estrutura de uma floresta primária atingida por incêndio florestal na Amazônia Oriental. **Ciênc. Florest.** vol.30 no.1 Santa Maria, 2020. Doi:10.5902/1980509836511.
- ALONI, R. Role of hormones in controlling vascular differentiation and the mechanism of lateral root initiation. **Planta** 238:819-830. Doi: 10.1007/s00425-013-1927-8. 2013.
- AREF, I.M.; KHAN, P.R.; AL-MEFARREJ, H.; AL-SHAHRANI, T.; ISMAIL, A.; IQBAL, M. Cambial periodicity and wood production in *Acacia ehrenbergiana* Hayne growing on dry sites of Saudi Arabia. **Journal of Environmental Biology** 35:301-310. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941. Madeira: Determinação da densidade. 2013.
- BAILEY, I. W. The cambium and its derivative tissues. IV. The increase in girth of the cambium. **Am J Bot** 10:499-509. 1923. Doi: 10.1002/j.1537-2197.1923.tb05747.x
- BARBOSA, J. C.; MALDORADO JÚNIOR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress LTDA. 2015.
- BARNEBY, R. C. Neotropical Fabales at NY: asides and oversights. *Brittonia*, 48(2), pp. 174-187. The New York Botanical Garden, Bronx, NY 10458-5126. 1996. doi.org/10.2307/2807811.
- BASS, P. The anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Champaign, v. 21, p. 193-258, 1973.
- BIANCHE, J. J.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, F. A.; SANTOS, R. C. dos; SARATTO, D. N. Propriedades de painéis aglomerados fabricados com partículas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), paricá (*Schizolobium amazonicum*) e vassoura (*Sida* spp.). **Revista Cerne**, v.18,np.623-630. Lavras, 2012. doi.org/10.1590/S0104-77602012000400012
- BORTOLETTO JUNIOR, G.; BELINI, U. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.1-16, 2002.
- BORTOLETTO, G.; BELINI, U. L. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake.) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**. v. 9, n. 1, p. 16-28. Lavras, 2003.
- BROWN, C. L. Growth and form. In: ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L. (Ed.). **Trees structure and function**. New York: Spring – Verlag, P. 125 – 168. 1974.

BURLEY, J. Genetic variation in wood properties. In: BASS, P. (Ed). New perspectives in wood anatomy. Editora: Boston: M. Nijhoff, P. 151-169. 1982.

CARLQUIST, S. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary. Berlin: Springer, 448 p. 2001.

CARVALHO, P. E. R. Paricá (*Schizolobium amazonicum*). Colombo: EMBRAPA Florestas, 8p. (Circular Técnica, 142). ISSN 1517-5278. 2007.

CARVALHO, P. E. R. Guapuruvu (Taxonomia e Nomeclatura). Colombo: EMBRAPA Florestas. 10p. (Circular Técnica, 104). ISSN 1517-5278. 2005.

CARVALHO, C. J. R. de. RESPOSTAS DE PLANTAS DE *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] E *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] À DEFICIÊNCIA HÍDRICA. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.907-914, 2005a.

CORADIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. I. B. Normas para procedimento em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. Brasília: IBAMA.LPF. (Série Técnica, 15). 1992.

CORDEIRO, I. M. C. C.; BARROS, P. L. C. DE.; LAMEIRA, O. A. L.; GAZEL FILHO, A. B. Avaliação de plantios de paricá (*schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (huber ex ducke) barneby de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de aurora do pará - pa (Brasil). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 679-687. ISSN 0103-9954. Santa Maria, 2015.

CHAVELAS POLITO, J.; SORIA ROCHA, G.; ZAMORA SERRANO, C. Estudio ecologico-forestal de la colonia agricolaganadera "Progreso", Municipio de Matias Romero, Oaxaca. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 35 p. (INIF. Boletín Técnico, 77). 1982.

DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia brasileira: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: Instituto Agrônomo do Norte. 248 p. (Boletim Técnico, 18). 1949.

ENCARNACIÓN, F. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Peru. Lima: FAO, 149 p. (PNUD / FAO / PER / 81 / 002. 1983.

FIGUEROA, M.J.M. Influência da temperatura sobre a resistência mecânica do paricá. 2008, 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FIRMINO, A. V.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; GUEDES, M.; ALMEIDA, M. N. F.; SILVA, J. G. M.; LATORRACA, J. V. F.; ZANUNCIO, J. C. Wood properties of *Carapa guianensis* from floodplain and upland forests in Eastern Amazonia, Brazil. **Scientific Reports** | 9:10641. 2019.

FOELKEL, C.E.B.; Brasil, M.A.M.; Barrichelo, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2/3: 67-74. 1971.

FREIRE, J. M; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; LIMA, E. R; SODRÉ, S. R. C; CORRÊA, R. X. Estrutura genética de populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) por meio de marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**. n. 74, p. 27-35, junho 2007.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, v. 155, n. 3924, p. 51-51, 1945. Doi: 10.1038/155051a0

GASSON, P.; TRAFFORD, C. & MATTHEWS, B. Wood anatomy of Caesalpinioideae. Pp. 63-93. In: B.B. Klitgaard & A. Bruneau (eds.). Advances in Legume Systematics, part 10, Higher Level Systematics. Kew, Royal Botanic Gardens. 2003.

GATTO, D. A., HASELEIN, C. R., BULIGON, E. A., CALEGARI, L., STANGERLIN, D. M., OLIVEIRA, L. S. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adultos de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch por meio de parâmetros anatômicos da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 675-682, out./dez. 2010.

GONÇALEZ, J. C.; SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR, F. G.; MARTINS, I. S.; COSTA, J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Forestalis**. 42(101):81-9. 2014.

HEIN, R. G.; BRANCHERIAU, L. Comparison between three-point and four-point flexural tests to determine wood strength of *Eucalyptus* specimens. **Maderas, Ciência y tecnología**. vol.20 no.3 Concepción July, 2018.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Estatístico da IBÁ, 2017 – Ano base 2016. Brasília, 2017. 68 p. 2017.

IBA – Industria Brasileira de Árvores. Relatório 2019 (Relatório técnico). Brasília, 2019.

INMET, Instituto nacional de meteorologia. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 220-332, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Potencial de agressividades climática na Amazônia Legal. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em:<http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/sociedade_e_economia/integrado_zee_amazonia_legal/Potencial_de_Agressividade_Climatica.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=15>>.

IWAKIRI, S.; VARGAS, C. A.; PARCHEN, C. F. A.; WEBER, C.; BATISTA, C. C.; GARBE, E. A.; CIT, E. J.; PRATA, J. G. Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de madeira de *schizolobium amazonicum*. **Floresta**. PR, v. 41, n. 3, p. 451-458. Curitiba, 2011.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos. 531 p. 2000.

LOBÃO, M. S. et al. Qualidade do lenho de árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, Acre, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 374-384, 2012.

LIMA, N. E.; CARVALHO, A. A.; RIBEIRO, M. S. L.; MANFRIN, M. H. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. *Rodriguésia* 69(4): 2209-2222. 2018.

LEDO, R. M. D.; COLLI, G. R. The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. **Journal of Biogeography** 44: 2551-2563. 2017.

LOBÃO, M. S.; CASTRO, V. R. de.; RANGEL, A.; SARTO, C.; FILHO, M. T.; SILVA JÚNIOR, F. G. da.; CAMARGO NETO, L. de.; BERMUDEZ, M. A. R. C. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 469-477, dez. 2011.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum. 368p. 1992.

MARCATI, C.R.; MILANEZ, C.R.D.; MACHADO, S.R. Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Trees - Structure and Function** 22:3-12. 2008.

MARQUES, L. C. T.; YARED, L. A. G.; SILVIERO, M. A. A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará. Belém: EMBRAPA. 5p. (Comunicado Técnico, 158). 2006.

MELO, R. R. de; MENEZZI, C. H. S. D.; SOUZA, M. R. de; STANGERLIN, D. M. Avaliação das propriedades físicas, químicas, mecânicas e de superfície de lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Floresta Ambiente**. vol.20 no.2 Seropédica, 2013a.

MELO, L.E.L.; VASCONCELLOS, T.J.; SILVIERO, M.A.; CALLADO, C.H.; BARBOSA, A.C.M.C.; MORI, F.A. Axial variation in the cambium anatomy of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. *Holzforschung*, v. 1, n. ahead-of-print, 2020.

MELO, R. R.; SILVESTRE, R.; OLIVEIRA, T. M.; PEDROSA, T. D. Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de *pinus elliottii* engelm. com diferentes idades. **Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 04, n. 01, p. 83-92, Maio, ISSN: 2177-6830. 2013b.

MELO, R. R. de. Avaliação de variáveis tecnológicas na produção de painéis lvi confeccionados com paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). Tese de Doutorado em Ciências Florestais. Brasília, 2012.

MELLO, L. E. L. Caracterização do câmbio e do lenho de árvores de *schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (huber ex ducke) barneby de plantação em clareira da Amazônia. Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras. 2017.

MORA, A. L. et al. Bases para o melhoramento genético da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis*. Boletim Informativo IPEF, Piracicaba, v. 6, n. 19, p. 53-61, 1978.

NARITA, D. K.; NAKASHIMA, G. T.; RÓZ, A. L. DA; PIRES, A. A. F.; YAMAJI, F. M. Uso do guapuruvu (*schizolobium parahyba*) para fins energéticos. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 758-764, abr.- jun., 2018.

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S.; SÍLVIO NETO, N.O.; MOREIRA, R. T. S. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**. Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, jan./mar. 2012.

NISGOSKI, S.; MUNIZ, G.I.B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J.L.M.; VERSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. **Scientias. Forestali**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, jun. 2012

OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; NETO, J. T. F. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazonica**. vol.40 no.1. ISSN 0044-5967. Manaus, 2010.

OLIVEIRA, E. de C.; PEREIRA, T. S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinoideae – Martiodendron Gleason, Peltophorum (Vogel) Walpers, Sclerolobium Vogel, Tachigalia Aublet e *Schizolobium* Vogel. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 36, n. 60, p. 35-42, 1984.

OLIVEIRA; J.G L. Propriedades anatômicas da madeira de dois clones de eucalipto implantados em diferentes localidades. 84 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2009.

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Árvore**, v.27, n.3, p. 381-385, 2003.

PAULA, J. E.; SILVA JÚNIOR, F. G.; SILVA, A. P. P. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do Centro-Oeste brasileiro. **Scientia Forestalis**, n. 58, p. 73-89, 2000.

PERNÍA, N.E.; MELANDRI, J.L. Wood anatomy of the tribe Caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae) in Venezuela. **IAWA Journal** 27: 99-114. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1163/22941932-90000140>.

PIRES, I. P.; MARCATI, C. R. Anatomia e uso da madeira de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* Vog. do sul do Maranhão, Brasil. **Acta botânica brasileira** 19(4): 669-678. Botucatu, 2005.

PLOMION, C.; LEPROVOST, G.; STOKES, A. Wood formation in trees. *Plant Physiology* 127:1513-1523. 2001.

QUILHÓ, T.; MIRANDA, I.; PEREIRA, H. Within-tree variation in wood fibre biometry and basic density of the urograndis Eucalypt hybrid (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*). *IAWA Journal*. 27(3):243-54. 2006.

RAMALHO, P. E. Guapuruvu. Embrapa. Colombo, 2005. Circular Técnica 104.

RAMALHO, P. E. Paricá: *Schizolobium amazonicum*. Embrapa. Colombo, 2007. Circular Técnica 142.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. Rio de Janeiro: Editora Blücher, 294p. 1971.

RODRÍGUEZ ROJAS, M.; SIBILLE MARTINA, A. M. Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina. Lima: INIA; Yokohama: OIMT, 291 p. 1996.

RUY, O.F. Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia. Piracicaba, 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. 1998.

RODRIGUES, P. G. R.; RUIVO, M. L. P.; PICCININ, J. L.; JARDIM, M. A. G. Contribuição dos atributos químicos do solo no desenvolvimento vegetativo do paricá em diferentes sistemas de cultivo. **Ciência Florestal**. v. 26, n. 1, p. 59-68. ISSN 0103-9954. Santa Maria, 2016.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Árvore**, Viçosa, v. 26, n.5, p. 573-576, 2002.

ROCHA F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**. 16(1):43-55. 2004.

SANTOS, R. C. S.; CARNEIRO, A. C. O; CASTRO, A. F. M.; CASTRO, R. V. O.; BIANCHE, J. J.; SOUZA, M. M. de.; CARDOSO, M. T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 90, p. 221-230, 2011.

SALGADO, A.L.B.; CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. O guapuruvu: desenvolvimento, produtividade e características celulósicas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.2, p.104- 109, 1989.

SEFAZ - Secretaria De Estado Da Fazenda. Resolução nº 032/2019-GSEFAZ, que prorroga a vigência da Pauta de Preços Mínimos nº 004/2019, efeitos a partir de 1º.1.2020. Resolução nº 0023/2019–GSEFAZ. Manaus, 2019.

SERPA, P.N.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A. S. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Árvore**, v. 27, n. 5, p. 723-33, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000500015>.

SETTE JR, C. R.; OLIVEIRA, I. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.

SILVA, C. B. R. DA.; SANTOS JUNIOR, J. A. DOS.; ARAÚJO, A. J. C.; SALES, A.; SIVIERO, M. A.; ANDRADE, F. W. C.; CASTRO, J. P.; LATORRACA, J. V. F.; MELO, L. E. L. Properties of juvenile wood of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) under different cropping systems. **Springer Nature**. B.V. 2019.

SILVA, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M.; OLIVEIRA, J.T.S. e CASTRO, V. R. Influência de idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Árvore**. vol.31. 2007.

SILVA, G. F. da; MENDONÇA, A. R. de; HOFFMANN, R. G.; ZANETI, L. Z.; CHICHORRO, J. F.; FERREIRA, R. L. C. Rendimento em laminação de madeira de paricá na região de Paragominas, Pará. **Ciência Florestal**. vol.25 no.2 Santa Maria, 2015.

SILVA, M. G. da; MORI, F. A.; FERREIRA, G. C. RIBEIRO, A. O.; CARVALHO, A. G.; BARBOSA, A. C. M. C. Estudo anatômico e físico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* proveniente de povoamentos nativos da Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.44, n.110, p.293-301, jun.2016.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**. v.5, n.1, p.231-235. ISSN: 2357-8181. Cuiabá, 2018.

SILVA, J.M.C., CATELETTI, C.H.M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: Câmara, C.G.-L.a.I.G. (Ed.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, pp. 43–59. 2003.

SILVA, C.B.R.; SANTOS JUNIOR, J.A.; ARAÚJO, A.J.C.; SALES, A.; SIVIERO, M.A.; ANDRADE, F.W.C.; CASTRO, J.P.; LATORRACA, J.V.F.; MELO, L.E.L. **Agroforestry systems**. v.94, n.1, p. 583-595, 2020.

SIVIERO, M. A. Paricá: a vedete doreflorestamento. Aiário do Pará. Belém, 2006. Regional, p. A-8.

SILVEIRA, R. DA; SILVA, G. F. DA; BINOTI, D. H. B.; MANHÃES, L. P. DA; GONÇALVES, A. F. A.; ARAGÃO, M. A. DE. Custos da produção de madeira de paricá na

região de Paragominas, PA. Pesquisa Florestal Brasileira.37(92):597-604.doi: 10.4336/2017.pfb.37.92.1508. 2017.

SCHARDONG, G. F.; AZEVEDO, G. B. DE; ALVES, F. M.; SOUZA, H. H. S. DE; SILVA JUNIOR, A. B. DA; JESUS, N. S. DA; Floristic, diversity and phytoosociology in a fragment of cerrado stricto sensu, in Chapadão do Sul –MS. **Braz. J. of Develop.** v.6, n.6,p. Curitiba, 2020.

SCHULDT B, LEUSCHNER C, BROCK N, HORNA V. Changes in wood density, wood anatomy and hydraulic properties of the xylem along the root-to-shoot flow path in tropical rainforest trees. **Tree Physiol.** 2013.

Schizolobium in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23142>>. Acesso em: 08 Jan. 2020.

SHIMOYAMA, V. R. S. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em Eucalyptus spp. 1990. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 1990.

SOUSA, H. R. S. S. DE; JAINARA, S. J.; ÂNGELO A. E.; DAIANE, C. M.; KESSY, J. S. S. DA; KAMILA, S. T.G.. Growth of tropical native species of different ecological groups in a degraded area in Brazilian Amazon. **Braz. J. of Develop.** v. 6, n.6,p.34895-34910. Curitiba, 2020.

SOUZA, D. B; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. Paricá, *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. Manaus: Rede de sementes da amazonia, 2p. (Informativo técnico, 13). 2005.

SOUZA, C.R.; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P.; VIEIRA, A.H. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Embrapa: Colombo, 12p. (Circular Técnica 18). 2003.

SPSS Inc. Statistical Analysis Using SPSS. Chicago. 2001.

STURION, J, A.; PEREIRA, J. C. D.; ALBINO, J. C.; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de Eucalyptus plantadas em Uberaba, MG. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 14, p. 28-38, 1987.

TEREZO, R. F.; SZÜCS, C. A.; VALLE, A. V. do; SAMPAIO, C. A. P. de; STÜPP, A. M. Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**. Belo Horizonte, 2015.

TRIVINO-DIAZ, T.; ACOSTA, R.; CASTILLO, A. Tecnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Colombia: CONIF / INDERANA, 91 p. 1990.

TURCHETTO-ZOLET, A. C; CRUZ, F; VENDRAMIN, G. G; SIMON, M. F; SALGUEIRO, F; MARGIS, R; MARGIS-PINHEIRO, M. Large-scale phylogeography of the

disjunct neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabacea Caesalpinioideae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.65, p.174–182, 2012.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, L. M. DE; PRATA, J. G. Avaliação de espécies alternativas de rápido crescimento para produção de painéis de madeira aglomerada de três camadas. **Scientia Forestalis**. v. 39, n. 89, p. 097-104, Piracicaba, 2011.

UETIMANE JRE, ALI AC. Relationship between mechanical properties and selected anatomical features of ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*). **J Trop For Sci** 23:166–176. 2011.

URBINATI, C. V. AZEVEDO, A. A.; SILVA, E. A. M. da; LISBOA, P. L. B. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorenses* A. Chev., Combretaceae. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 421-337, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000300009>.

URBINATI, C. V.; Influência das características anatômicas em juntas coladas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby (Paricá), Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2013.

VALÉRIO, A.F.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, R. T. dos.; SILVESTRE, R.; KOEHLER, H. S.. Determinação da densidade básica da madeira de peroba (*Aspidosperma polineuron* Muell. Arg.) ao longo do fuste. Ver. **caatinga**. Mossoró, v.21, n.1, p.54-58, 2008.

VIDAURRE, G. B. Caracterização anatômica, química e físico mecânica da madeira de paricá (*schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica. Dissertação de mestrado. Viçosa, 2010.

VIDAURRE, G. B.; VITAL, B. R.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, G. M. DA.; MOULIN, J. C.; SORANSO, D. R. Anatomical and chemical properties of juvenile *schizolobium amazonicum* wood. **Revista Árvore**.42(3):e420301. 2018a.

VIDAURRE, G. B.; VITAL, B. R.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; MOULIN, J. C.; SILVA, J. G. M.; SORANSO, D. R. Physical and mechanical properties of juvenile *schizolobium* Amazonicum wood. **Revista Árvore**. 42(1):e420101. 2018b.

VIDAURRE, G. B.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, R. C. dos; VALLE, M. L. A. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**. v.36, n.2, p.365-371. Viçosa-MG, 2012.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S. dos.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M. dos; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestaos em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: Caracterização, florística, implantação e manejo. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 549-558, 2007.

ZANON, B.R.; LONGUI, E.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; LIMA, I.L. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares de *Croton floribundus* Spreng. na Serra da Cantareira, SP. Instituto Florestal Série Registros, São Paulo, n.36, p.25-29, 2008.

ZHAO X. Spatial variation of vessel grouping in the xylem of *Betula platyphylla* Roth. **J Plant Res.** 2016.