

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA

BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

João Marcos Neves Braga

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DE TRÊS MADEIRAS DA
XILOTECA DO IFMG-SJE**

São João Evangelista

2025

JOÃO MARCOS NEVES BRAGA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DE TRÊS MADEIRAS DA
XILOTECA DO IFMG-SJE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Florestal.
Orientadora: Dra. Caroline Junqueira Sartori

São João Evangelista

2025

B813c Braga, João Marcos Neves.

Caracterização anatômica macroscópica de três madeiras da xiloteca do IFMG-SJE/ João Marcos Neves Braga– 2025.

28f.: il.

Orientador: Dra. Caroline Junqueira Sartori.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Caracterização anatômica macroscópica. 2. Espécies de madeiras tropicais. 3. Identificação de madeiras. 4. Manejo florestal sustentável. I. Braga, João Marcos Neves. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 582.16

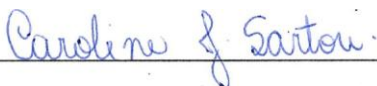
Catálogo: Esther Soares Cunha -
CRB-6/4333

João Marcos Neves Braga

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DE TRÊS MADEIRAS DA
XILOTECA DO IFMG-SJE**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal do Instituto Federal de Minas Gerais — *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Florestal.

Aprovado em: 25 / 02 / 2025 pela banca examinadora:



Prof. Dra. Caroline Junqueira Sartori — IFMG (Orientadora)

Documento assinado digitalmente

 BRUNO OLIVEIRA LAFETA
Data: 26/02/2025 14:17:51-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá — IFMG



Prof. Dra. Natália Risso Fonseca — IFMG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por não me abandonar e nem desamparar nos momentos mais difíceis.

Agradeço imensamente a minha querida mãe, Maria Abigail a quem sempre terei o orgulho de levar comigo por onde quer que eu vá e sempre terei a certeza de que estará comigo onde quer que eu esteja.

Agradeço imensamente aos meus queridos avós, Geraldo e Maria de Jesus por todo amor e carinho incondicionais durante esta jornada. E por tudo que fizeram e fazem por mim e por todos.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus irmãos Franciely, Antoniele e Marcos Paulo. Por tudo que fizeram e fazem por mim, por todas as vezes que chorei e tive o colo deles para me acalmar, por todas as alegrias compartilhadas, por todos os conselhos e palavras de fé dirigidas a mim, aos três deixo aqui o devido reconhecimento e o meu muito obrigado!

Agradeço imensamente a minha orientadora professora Dr^a Caroline Junqueira Sartori, por tudo que fez por mim durante a minha graduação e na elaboração deste trabalho, se mostrando verdadeiramente uma pessoa empenhada com o ensino público de qualidade.

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que esteja onde estou hoje. Aos familiares, amigos, e todos que contribuíram com a minha formação acadêmica, pessoal e em todas as áreas da minha vida.

Não poderia deixar de agradecer também ao Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista pela oportunidade de estudar em uma instituição tão prestigiada e com profissionais tão dedicados.

Não poderia também de faltar com agradecimentos à 161. Uma turma verdadeiramente única! Pessoas maravilhosas com quem tive o prazer de dividir a jornada, pessoas as quais aprendi muito e de diversas maneiras, a todos o meu muito obrigado!

“Consagre ao Senhor tudo o que
você faz, e os seus planos serão
bem sucedidos.”

Provérbios 16:3

RESUMO

A madeira corresponde o xilema secundário, a qual é empregada em diversas finalidades. A anatomia da madeira é uma ferramenta importante no conhecimento da matéria-prima, visando uma melhor aplicabilidade. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização anatômica macroscópica do lenho de Angelim, Sucupira e Angelim Pedra. Foram utilizadas amostras de madeira de Angelim Pedra, Angico e Sucupira, pertencentes ao acervo didático do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, *campus* São João Evangelista. As amostras foram transformadas em corpos de prova de aproximadamente 1 x 1 x 1 cm. Os corpos de prova foram submetidos a um processo de lixamento com lixas de granulometria de 80 a 600, e posteriormente foram tiradas microfotografias nos três planos de corte: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial. Após análises e comparação na literatura, verificou-se que madeira de Angelim, pertence ao gênero *Hymenolobium*, a madeira de Angico corresponde a *Anadenanthera* sp e a madeira de Sucupira pertence ao gênero *Diploptropis*.

Palavras-chave: Caracterização anatômica macroscópica. Espécies de madeiras tropicais. Identificação de madeiras. Manejo florestal sustentável.

ABSTRACT

Wood corresponds to secondary xylem, which is used for various purposes. The anatomy of wood is an important tool for understanding the raw material, aiming for better applicability. In view of the above, this study aimed to perform the macroscopic anatomical characterization of the wood of Angelim, Sucupira, and Angelim Pedra. Samples of wood from Angelim Pedra, Angico, and Sucupira, from the didactic collection of the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Minas Gerais, São João Evangelista campus, were used. The samples were transformed into test bodies of approximately 1 x 1 x 1 cm. The test bodies were subjected to a sanding process with sandpaper of grain sizes from 80 to 600, and then macro-photographs were taken in the three cutting planes: transverse, longitudinal tangential, and longitudinal radial. After analysis and comparison with the literature, it was verified that the wood of Angelim belongs to the genus *Hymenolobium*, the wood of Angico corresponds to *Anadenanthera sp.*, and the wood of Sucupira belongs to the genus *Dipltropis*.

Keywords: Macroscopic anatomical characterization. Tropical wood species. Wood identification. Sustainable forest management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivos gerais	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 Anatomia da madeira.....	11
3.2 Angelim.....	12
3.3 Angico	13
3.4 Sucupira.....	14
4. METODOLOGIA.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A correta identificação e caracterização anatômica das madeiras é essencial para garantir a eficiência e a sustentabilidade em diversos setores da indústria madeireira, desde a construção civil até a fabricação de móveis e utensílios. Compreender a estrutura interna da madeira não apenas facilita a identificação das espécies, mas também assegura que os materiais sejam utilizados de forma adequada, de acordo com suas propriedades intrínsecas (WHEELER *et al.*, 2007).

A identificação precisa das madeiras é um desafio significativo, especialmente em regiões tropicais como a Amazônia, onde muitas espécies possuem características anatômicas semelhantes. A confusão entre espécies idênticas pode levar a problemas na comercialização e na fiscalização, impactando a qualidade dos produtos e a eficácia das práticas de manejo sustentável (ZENID, 2007). Estudos têm mostrado que a dificuldade na distinção entre madeiras similares pode resultar em problemas de autenticidade e controle de qualidade na indústria madeireira, além de complicar a fiscalização ambiental e a aplicação de regulamentos (FIGUEIREDO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2016).

Este estudo foca na caracterização anatômica macroscópica de três madeiras presentes na xiloteca do Instituto Federal de Minas Gerais - São João Evangelista (IFMG-SJE): Angelim (*Hymenolobium* sp), Angico (*Anadenanthera* sp.), e Sucupira (*Dipltropis* sp.). Essas espécies são amplamente utilizadas na indústria madeireira devido às suas propriedades de resistência e durabilidade. A análise das características anatômicas dessas madeiras proporciona *insights* valiosos sobre sua estrutura e função, ajudando a melhorar a identificação e a seleção de materiais para diferentes aplicações (CARVALHO *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2015).

Além disso, este estudo contribui para a base de conhecimento existente sobre a anatomia das madeiras, fornecendo dados empíricos que podem ser utilizados para aprimorar práticas de manejo sustentável e garantir a qualidade dos produtos finais. Diante disso, o objetivo deste trabalho é realizar a caracterização anatômica macroscópica de três espécies de madeira, do acervo didático do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Minas Gerais (IFMG), *campus* São João Evangelista.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Realizar a caracterização anatômica macroscópicas das madeiras de três espécies tropicais. Pertencentes ao acervo didático do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *campus* São João Evangelista, com o intuito de fornecer dados científicos para a correta identificação e contribuir para a formação da xiloteca didática.

2.2 Objetivos específicos

O objetivo deste estudo é analisar as características anatômicas macroscópicas de três espécies de madeiras tropicais, incluindo aspectos como porosidade, estrutura de vasos e fibras, para criar um perfil distintivo para cada uma. Serão comparadas as semelhanças e diferenças anatômicas entre as espécies, a fim de facilitar sua distinção, evitando erros na comercialização e fiscalização. Os dados anatômicos serão documentados e sistematizados, servindo como base para o ensino acadêmico e profissionais da indústria e fiscalização ambiental. Além disso, a pesquisa contribuirá para o conhecimento sobre a anatomia das madeiras tropicais, apoiando futuras pesquisas em manejo florestal sustentável e certificação de produtos madeireiros, promovendo práticas responsáveis e legais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Anatomia da madeira

A anatomia da madeira é um campo crucial para a identificação e utilização das espécies arbóreas. A madeira é composta por diversos tipos de células, cada uma com funções específicas que afetam suas propriedades físicas e mecânicas. As principais células presentes na madeira incluem os vasos, fibras, traqueídes e raios. A identificação desses componentes permite a classificação e a utilização adequada das madeiras para diferentes fins, como construção, móveis e papel (MELO *et al.*, 1990).

A identificação anatômica é particularmente importante para evitar a confusão entre espécies que possuem características semelhantes, um problema comum em regiões tropicais onde a biodiversidade é alta. A falta de precisão na identificação pode levar a problemas na comercialização, afetando a qualidade dos produtos e a eficácia das práticas de manejo sustentável (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). A fiscalização rigorosa e a padronização dos métodos de identificação são essenciais para garantir a autenticidade e a qualidade das madeiras no mercado (WHEELER *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2016).

A família Fabaceae, uma das mais diversificadas entre as angiospermas, apresenta uma ampla variedade de características anatômicas que refletem adaptações evolutivas a diferentes ambientes (GARCÍA; TORRES, 2003; MATOS, 2023).

A família Fabaceae, também conhecida como *Leguminosae*, é amplamente distribuída e considerada uma das maiores entre as angiospermas, especialmente em florestas tropicais, incluindo a Mata Atlântica e o Cerrado. Em relação à sua anatomia, a madeira dessa família apresenta grande diversidade de características anatômicas que refletem adaptações ecológicas. Estruturas como os vasos, as fibras e o parênquima desempenham papéis essenciais tanto na condução de nutrientes quanto na resistência mecânica da madeira. Os vasos em espécies de *Fabaceae*, por exemplo, são geralmente agrupados ou solitários, com porosidade difusa e podem variar em tamanho e distribuição. Já o parênquima axial, frequentemente disposto de forma paratraqueal ou aliforme, contribui para a identificação e classificação das espécies, sendo uma característica marcante na família (SONSIN *et al.*, 2012; MADY, 2007).

A estrutura dos raios, que é notável em espécies como o angelim e a sucupira, é outro indicador anatômico importante, especialmente na separação taxonômica. Estes raios geralmente apresentam organização uniforme, o que facilita a condução lateral de água e nutrientes, e pode influenciar a densidade da madeira, característica relevante para a aplicação

industrial (BARETTA-KUIPERS, 1981; SANTOS *et al.*, 2015). Em estudos quantitativos, características como a espessura das paredes das fibras e o diâmetro dos vasos também são analisadas, uma vez que variam conforme o gênero e a espécie, e são essenciais para determinar o uso adequado da madeira, desde aplicações estruturais até na produção de papel e celulose (MOTA *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2018).

3.2 Angelim

As espécies do gênero *Hymenolobium*, pertencentes à família *Fabaceae*, são árvores de médio a grande porte amplamente distribuídas na região amazônica, ocorrendo principalmente em florestas de terra firme. Essas árvores apresentam folhas compostas, flores pequenas agrupadas em inflorescências e frutos do tipo vagem lenhosa, característicos da subfamília *Papilionoideae*. Do ponto de vista anatômico, a madeira dessas espécies é geralmente densa, com textura de média a grosseira, além de apresentar cerne resistente ao ataque de organismos xilófagos, como fungos e insetos. Estudos indicam que a variação na grã e na porosidade influencia diretamente as propriedades físico-mecânicas da madeira, tornando-a um recurso valorizado na construção civil e em outras aplicações industriais. Pesquisas conduzidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) têm contribuído para a identificação e classificação das espécies desse gênero, auxiliando na diferenciação entre táxons e no monitoramento da exploração comercial dessas madeiras tropicais (HOPKINS; FERREIRA, 2005; INPA, 2023).

A espécie *Hymenolobium petraeum*, popularmente conhecida como angelim pedra, pertence à família *Fabaceae* e é encontrada em toda a Amazônia brasileira. Sua madeira encontra aplicação na indústria da construção civil e naval, além de ser utilizada em dormentes, estacas, assoalhos e na indústria moveleira (IBAMA, 1997). A madeira é classificada como de média densidade básica, apresentando valores entre 0,60 a 0,65 g/cm³, e possui alta resistência mecânica, com cerne de coloração castanho rosado e aspecto fibroso acentuado (IBAMA, 2002).

O conhecimento da estrutura anatômica emerge como uma ferramenta crucial para a identificação correta da madeira, facilitando também sua nomenclatura adequada. É importante ressaltar que a correta identificação requer treinamento, conhecimento e habilidade por parte do responsável pelo estudo. Em práticas de identificação de madeira, é fundamental associar o nome científico ao nome popular, considerando as diversas designações comerciais para uma mesma madeira (ZENID, 2007).

A análise anatômica da madeira desempenha um papel essencial ao fornecer informações fundamentais à indústria de manufatura, permitindo uma compreensão mais aprofundada das características das espécies comerciais. As coleções de amostras de madeira, especialmente em regiões tropicais, representam valiosos recursos de estudo que auxiliam em pesquisas sobre a sustentabilidade dos ecossistemas. Assim, a caracterização anatômica da madeira fundamenta pesquisas relacionadas às mudanças globais (BEECKMAN, 2016).

O conhecimento das propriedades da madeira é crucial para prever a adequação de diferentes espécies florestais para diversos fins, como construções civis, móveis e serrarias, possibilitando uma melhor utilização tecnológica. Anatomicamente, a análise da madeira compreende a identificação dos diversos tipos de células que compõem o lenho, suas funções, peculiaridades estruturais e organização, com o objetivo de estudar a madeira visando seu melhor aproveitamento final. A microscopia, aliada às análises químicas e físicas, é uma ferramenta anatômica que permite a identificação precisa de espécies (VALENTE *et al.*, 2013).

3.3 Angico

O Angico (*Anadenanthera* sp.) é outra espécie de madeira tropical importante, conhecida por sua resistência e durabilidade. A madeira de Angico é utilizada em construções civis e em móveis, devido à sua alta densidade e resistência ao desgaste (SANTOS *et al.*, 2015). A estrutura anatômica da madeira de Angico é caracterizada por uma elevada densidade de fibras e uma distribuição de raios que contribui para sua robustez (SILVA *et al.*, 2016).

Análises anatômicas indicam que o Angico possui uma estrutura de vasos e fibras bem desenvolvida, o que confere à madeira propriedades mecânicas superiores. A identificação precisa dessa madeira é crucial para garantir sua utilização adequada em aplicações que requerem alta resistência e durabilidade (ZENID, 2007).

As espécies de angico mais representativas, *Anadenanthera peregrina*, *Anadenanthera colubrina* e *Anadenanthera macrocarpa*, são plantas da família *Fabaceae*, subfamília *Mimosoideae*, encontradas principalmente nas regiões da América do Sul e América Central, em ecossistemas de florestas secas tropicais e áreas de transição como a Caatinga e o Cerrado no Brasil. Essas espécies são árvores de grande porte, podendo atingir entre 5 e 35 metros de altura, com diâmetro de tronco que chega a mais de um metro. Suas folhas são bipinadas e as inflorescências, geralmente terminais, são compostas por pequenas flores brancas ou amareladas, que atraem polinizadores. (CARVALHO; MARTINELLI, 2022)

Anatomicamente, a madeira de *A. peregrina* e *A. colubrina* é caracterizada pela presença significativa de taninos e fibras espessas, o que confere grande durabilidade e resistência. Essa propriedade tem favorecido seu uso tradicional em construções e como combustível. Além disso, a casca dessas espécies é amplamente utilizada na medicina popular, devido às suas propriedades anti-inflamatórias e antidiarreicas. Estudos recentes destacam o potencial farmacológico e industrial de *Anadenanthera* devido à alta concentração de compostos antioxidantes presentes em suas cascas e madeira (MOTA *et al.*, 2017).

O gênero *Parapiptadenia*, também da subfamília *Mimosoideae*, compartilha características morfológicas com *Anadenanthera*, como a presença de inflorescências em cachos e folhas bipinadas. No entanto, espécies de *Parapiptadenia* apresentam diferenças anatômicas nas estruturas florais e não são tão frequentemente utilizadas na medicina popular nem em pesquisas industriais comparativas, como ocorre com *Anadenanthera*. (MENDES; OLIVEIRA, 2023.)

3.4 Sucupira

Os gêneros conhecidos como sucupira pertencem principalmente à família *Fabaceae* e incluem *Pterodon*, *Diploptropis* e *Bowdichia*. O gênero *Pterodon*, que inclui *Pterodon emarginatus* e *Pterodon pubescens*, é amplamente encontrado em regiões de cerrado e áreas tropicais da América do Sul, preferindo solos bem drenados. Essas árvores podem atingir até 20 metros de altura, com folhas compostas que apresentam folíolos em pares, e flores em inflorescências globulares de cores variando entre branco e amarelo. Historicamente, a sucupira é valorizada por suas propriedades anti-inflamatórias e analgésicas, com seu uso na medicina tradicional para tratar dores e inflamações (OLIVEIRA *et al.*, 2020; VIEIRA *et al.*, 2022).

O gênero *Diploptropis*, que inclui *Diploptropis purpurea*, é encontrado predominantemente na região amazônica, onde o clima é quente e úmido. As folhas são compostas e as flores geralmente são violeta ou lilás, atraindo polinizadores. A madeira de *Diploptropis* é densa e valorizada na construção civil e marcenaria. Além disso, suas folhas e cascas são empregadas na medicina popular para tratar problemas digestivos e infecções (CUNHA; PESSOA, 2021; RODRIGUES; SILVA, 2023).

O gênero *Bowdichia*, incluindo *Bowdichia virgilioides*, é encontrado em florestas tropicais e subtropicais, apresentando folhas grandes e brilhantes, flores brancas ou amarelas, e frutos em forma de vagem. O clima ideal para essas árvores é quente e úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A madeira de *Bowdichia* é conhecida por sua durabilidade e

resistência à podridão, sendo utilizada em construções e móveis, além de ter propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias (MOREIRA; CARDOSO, 2023; LIMA; GOMES, 2022). Assim, as espécies de sucupira desempenham um papel importante tanto ecologicamente quanto economicamente, refletindo a rica biodiversidade das florestas tropicais e cerrados brasileiros.

4. METODOLOGIA

As amostras de madeira de Angelim, Angico e sucupira são provenientes de material didático do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Minas Gerais (IFMG), *campus* São João Evangelista.

As amostras foram transformadas em corpos de prova de aproximadamente 1 x 1 x 1 cm (Axial, Longitudinal Radial e Longitudinal Tangencial). As superfícies foram submetidas a um processo de polimento com lixas d'água de granulometrias progressiva, de 80, 100, 220, 400 e 600, para garantir uma superfície lisa e adequada para a análise. Esta etapa foi realizada em recipiente com água para evitar impregnação do pó no interior dos poros.

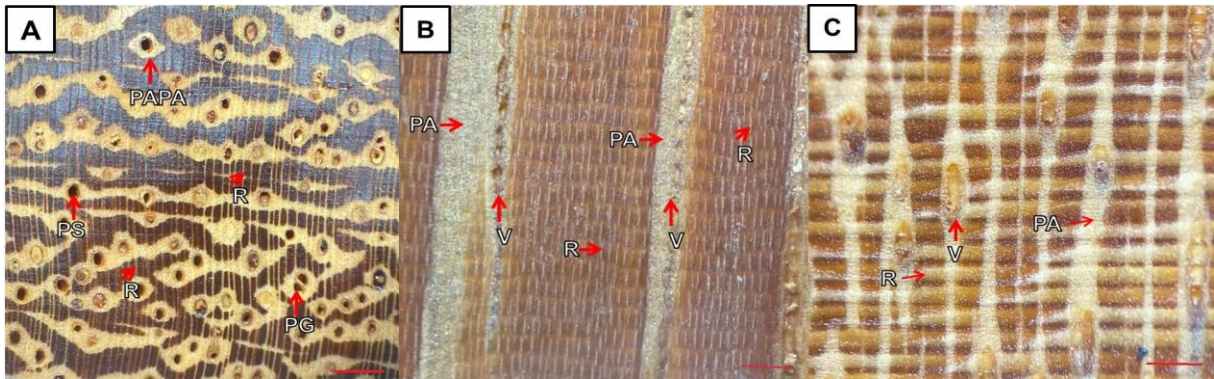
Após o polimento, foram retiradas macrofotografias em Lupa acoplada a uma câmera Moticam 1000 1.3M pixel e *software* MotiC Plus Imagens 2.0, para a caracterização anatômica macroscópica. A descrição anatômica macroscópica foi conforme as normas da IAWA (1989) e do IBAMA (CORADIN; MUÑIZ, 1992).

Com o emprego do *software* Image J, foram obtidos em plano transversal a frequência de poros por mm² e em plano longitudinal tangencial a frequência de raios por mm linear (BOTOSSO, 2009). Foram realizadas trinta medidas e os dados foram processados em Excel, as médias dessas medidas foram calculadas para cada espécie.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as macrofotografias do lenho de Angelim, nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (A, B e C).

Figura 1 – Macrofotografia nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial da madeira de Angelim.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Legenda: PAPA: Parênquima axial paratraqueal aliforme; PS: Poro solitário; PG: Poro geminado; PA: Parênquima axial; V: Vasos; R: Raios; Barra: 1000 μ m.

Em plano transversal (Figura 1A), verifica-se parênquima axial contrastado, visível a olho nu, do tipo parênquima axial paratraqueal aliforme, formando faixas largas e contínuas, confluentes, tendendo a formação de faixas na direção tangencial envolvendo vários poros, com aspecto de parênquima marginal ou eventualmente em faixas oblíquas. Raios notados a olho nu e na face tangencial, com estratificação regular. Poros notados a olho nu, muito poucos, com uma frequência média de 0,8 poros/mm², solitários (PS) e geminados (PG), obstruídos por substância amarelada. Camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas.

No plano longitudinal tangencial (Figura 1 B), os raios (R) são visíveis a olho nu e estratificados, com média de 7 raios por mm linear; as linhas vasculares são retilíneas (V), com a presença do parênquima axial no entorno (PA). No plano longitudinal radial (Figura 1 C) o espelhado dos raios é pouco contrastado e nota-se a presença do parênquima axial (PA) no entorno dos vasos.

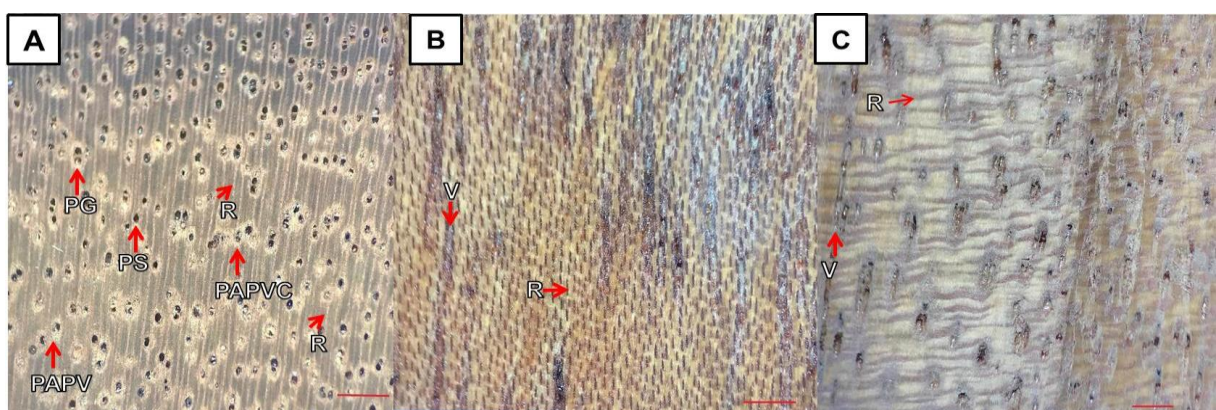
A estrutura do lenho é um fator crucial para a identificação do angelim, especialmente em estudos de anatomia vegetal. O lenho é conhecido pela presença de parênquimas abundantes, formando linhas contínuas ao longo dos vasos, o que favorece a condução de água e nutrientes dentro do caule (PEREIRA *et al.*, 2021). Os vasos do angelim apresentam diâmetros variados, característica que permite à planta maior adaptabilidade a diferentes condições de umidade (OLIVEIRA, 2017).

Ferreira *et al.*, 2004 estudaram sete espécies comercializadas na região Amazônica como como Angelim. Apenas as espécies *Dinizia excelsa* e *Vatairea paraensis* não apresentam estratificação de raios; em *Andira surinamensis* a estratificação é regular. Em *Hymenolobium petraeum* a estratificação é perfeita; sendo quase perfeita a irregular em *H. excelsum*, *H. modestum* e *H. pulcherrimum*. Verifica-se neste estudo que a estratificação dos raios é perfeita, excluindo a possibilidade dos gêneros *Dinizia* e *Vatairea*, podendo ser *Andira* e *Hymenolobium*. Segundo autores, o tipo de parênquima axial em faixas que ocorre em *Andira surinamensis* e *Hymenolobium excelsum*, *H. petraeum*, *H. modestum*, *H. pulcherrimum* pode separar *Dinizia* e *Vatairea* que têm parênquima axial aliforme com aletas curtas. Pelas características de estratificação dos raios e a presença de parênquima axial em faixas, a madeira utilizada neste estudo provavelmente pertence ao gênero *Hymenolobium*.

Segundo Luche *et al.* 2021, o parênquima aliforme ao redor dos vasos é uma característica estrutural que auxilia na identificação dessa madeira, sendo observado em faixas concêntricas que dão uma aparência de "asas" ao redor dos vasos. Estudos como o de BAAS *et al.* 1993 também confirmam a presença de vasos amplamente espaçados, assim como a organização dos raios longitudinais, o que proporciona uma boa resistência mecânica.

A Figura 2 apresenta as macrofotografias do lenho de Angico, nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (A, B e C).

Figura 2 – Macrofotografia nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial da madeira de Angico.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Legenda: PAPVC: Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico confluyente; PAPV: Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico; PS: Poro solitário; PG: Poro geminado; V: Vasos; R: Raios. Barra: 1000 µm.

A análise da Figura 2A revela características distintas: a camada de crescimento é claramente definida com uma diferença na espessura das paredes das fibras resultando na diferença de coloração. O parênquima axial é paratraqueal, visível sob lente (10x), do tipo

vasicêntrico (PAPV), com confluências (PAPVC) nas direções tangencial e oblíqua. Os poros predominam solitários (PS), com a presença de poros geminados (PG), são visíveis sob observação em lente (10x) e distribuídos de forma difusa. Foi verificada uma frequência média de 4 poros por mm², o que a classifica como poucos poros. As camadas de crescimento quando visíveis são bem distintas evidenciadas por regiões fibrosas de cor mais escura (Figura 2A).

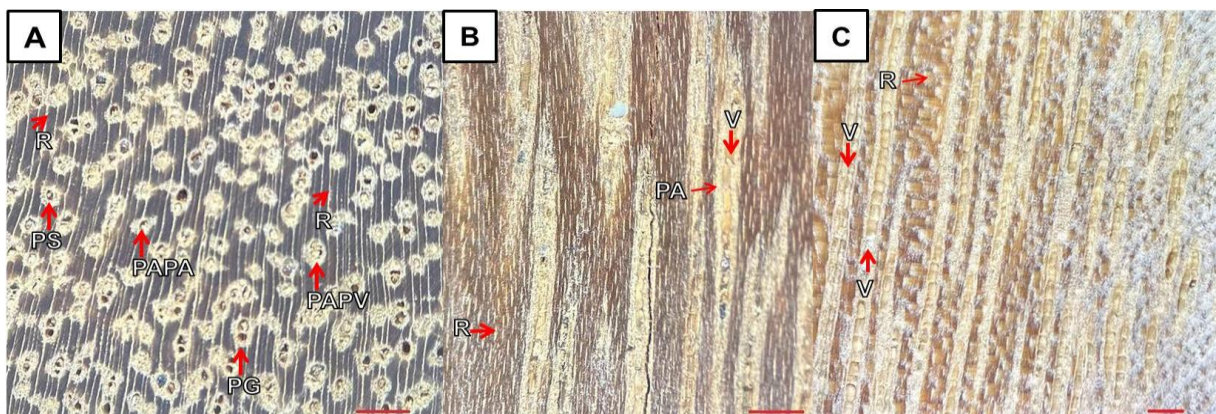
Os raios são visíveis a olho nu após o polimento em planos transversal e longitudinal radial (R). No plano longitudinal tangencial (Figura 2B), verifica-se vasos (V) e raios (R), com média de 6 raios por mm, o que classifica em poucos raios. Não foi verificada estratificação no lenho. No plano longitudinal radial (Figura 2C) observou-se vasos e raios.

Outro aspecto importante é a presença de fibras espessas e compactas que reforçam a estrutura do lenho, tornando-o resistente à decomposição e ao ataque de fungos e insetos (SANTOS, 2017). Essas fibras, associadas aos taninos naturais presentes na casca e em menor concentração no lenho, proporcionam à madeira uma resistência natural a condições adversas, o que é valorizado em construções externas (MARTINS; SILVA, 2018).

Mota, 2016, estudando anatomia do xilema secundário de *Anadenanthera peregrina* (L.) *Speg.*, crescendo em dois locais distintos: uma área de Mata de Galeria, localizada Coração de Jesus-MG e um remanescente de floresta estacional semidecídua montana do bioma Mata Atlântica, localizado em Lavras-MG. Em ambas as populações, foram observadas as seguintes características: limites de anéis de crescimento distinto, marcado por fibras de paredes espessas, Parênquima axial vasicêntrico, aliforme e confluyente, características semelhantes ao verificado neste trabalho (Figura 2A), o que leva a conclusão de provavelmente pertencer ao gênero *Anadenanthera*.

A Figura 3 apresenta as macrofotografias do lenho de Sucupira, nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (A, B e C).

Figura 3 – Macrofotografia nos planos Transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial da madeira de Sucupira.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Legenda: PAPA: Parênquima axial paratraqueal aliforme; PAPV: Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico; PS: Poro solitário; PG: Poro geminado; V: Vasos; PA: Parênquima axial; R: Raios. Barra: 1000 μm .

A análise da Figura 3A revela camada de crescimento indistinta. O parênquima axial é visível a olho nu, do tipo paratraqueal, aliforme (PAPA), com presença de parênquima axial paratraqueal vasicêntrico (PAPV) e confluyente em trechos curtos na diagonal.

Os poros predominam solitários (PS), com a presença de poros geminados (PG), são visíveis sob observação em lente (10x) e distribuídos de forma difusa, obstruídos por óleo-resina ou substância branca. Foi verificada uma frequência média de 2,75 poros por mm^2 , o que a classifica como poucos poros (Figura 3A).

Os raios são visíveis a olho nu após o polimento em planos transversal e longitudinal radial (R). No plano longitudinal tangencial (Figura 3B), verifica-se vasos (V) e raios (R), com média de 5 raios por mm, o que classifica em poucos raios. Não foi verificada estratificação no lenho. No plano longitudinal radial (Figura 3C) observou-se vasos e raios.

Soares *et al.*, 2014, ao estudarem o lenho de *Bowdichia nitida* Spruce ex Benth, *Diplotropis brasiliensis* (Tul.) Benth., *Diplotropis martiusii* Benth., *Diplotropis purpurea* (Rich.) Amshoff e *Diplotropis racemosa* (Hoehne) verificaram que a descrição anatômica qualitativa demonstrou haver grande similaridade entre as espécies analisadas, principalmente pela presença de caracteres anatômicos, como a presença de parênquima paratraqueal, nas cinco espécies estudadas. Metcalfe & Chalk (1957), citados por Soares *et al.*, 2014 reiteram, ainda, que a presença de parênquima aliforme, por vezes confluyente, é comum aos gêneros *Bowdichia* e *Diplotropis*.

As características anatômicas das madeiras de sucupira, provenientes dos gêneros *Bowdichia*, *Pterodon* e *Diplotropis*, são fundamentais para entender suas aplicações e propriedades. As madeiras desses gêneros possuem alta densidade e dureza, o que confere resistência mecânica significativa, tornando-as altamente valorizadas na construção civil e na marcenaria. Em termos de estrutura celular, as madeiras de sucupira apresentam vasos de grande diâmetro dispostos de maneira difusa, sem agrupamentos ou padrões repetitivos. As fibras são longas e espessas, o que contribui para a resistência à compressão e ao impacto, características essenciais para peças que demandam alta durabilidade (LORENZI, 2009; MOTA *et al.*, 2014).

Soares *et al.*, 2014, estudaram a estrutura anatômica do lenho de cinco espécies comercializadas como Sucupira e verificaram que a principal diferença entre os gêneros *Bowdichia* e *Diplotropis* é que a primeira possui raios estratificados. Neste presente estudo

verificou-se ausência de estratificação no lenho, o que confirma que corresponde a uma sucupira do gênero *Diploptropis*.

A ausência de raios estratificados é observada em madeiras de sucupira do gênero *Diploptropis* da família *Fabaceae*. Esse aspecto é usado na identificação anatômica de madeiras, ajudando a diferenciar espécies de sucupira entre os gêneros *Diploptropis* e *Bowdichia* (IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS).

A análise anatômica detalhada das madeiras é crucial para garantir a seleção adequada de materiais e para a aplicação eficiente e sustentável dos recursos madeireiros.

Os resultados deste estudo fornecem uma visão detalhada das diferenças anatômicas entre as madeiras de Angelim, Angico e Sucupira, ressaltando suas características físicas e mecânicas essenciais para aplicações na construção civil, marcenaria e outros setores da indústria madeireira. A caracterização anatômica macroscópica revelou variações significativas na porosidade e frequência de raios entre as três espécies, refletindo suas diferentes adaptações ecológicas e aptidões para usos específicos.

Além disso, Wheeler *et al.*, 2007, destacam que a identificação anatômica detalhada é crucial em regiões tropicais, como a Amazônia, onde a diversidade de espécies dificulta a distinção entre madeiras com características semelhantes. Essa dificuldade pode levar a problemas na cadeia de suprimentos, como a substituição inadvertida de espécies de maior valor comercial por outras com propriedades inferiores, impactando diretamente a qualidade dos produtos finais.

A análise anatômica detalhada dessas espécies é fundamental para promover o uso eficiente e responsável dos recursos florestais. Conforme argumentado por Chave *et al.*, 2009, o manejo sustentável depende, em grande parte, da identificação precisa das espécies e da compreensão de suas características mecânicas e ecológicas. Sem essa base de conhecimento, o risco de superexploração de espécies de alta demanda aumenta, assim como o impacto negativo na biodiversidade local.

Em resumo, os resultados anatômicos de Angelim, Angico e Sucupira demonstram suas diferentes aptidões para usos industriais específicos. O uso de técnicas de caracterização macroscópica é essencial para garantir uma identificação correta e eficiente dessas espécies, prevenindo erros na cadeia produtiva e promovendo uma exploração mais consciente e sustentável dos recursos florestais tropicais (WHEELER *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2017).

6. CONCLUSÃO

A madeira de Angelim utilizada neste estudo, pertence ao gênero *Hymenolobium*. Possui camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas. Apresenta parênquima axial do tipo paratraqueal aliforme, formando faixas largas e contínuas. Apresenta porosidade difusa, com uma frequência média de 0,8 poros/mm², obstruídos por substância amarelada. Raios notados a olho nu e com estratificação regular, com uma frequência média de 7 raios por mm linear.

A madeira de Angico (*Anadenanthera* sp) apresenta camada de crescimento definida, com uma diferença na espessura das paredes das fibras. Apresenta parênquima axial do tipo paratraqueal, vasicêntrico, com confluências nas direções tangencial e oblíqua. Apresenta porosidade difusa, com uma frequência média dos poros de 4 poros por mm². Raios notados a olho nu e com ausência de estratificação, com uma frequência média de 6 raios por mm linear.

A madeira de Sucupira utilizada neste estudo pertence ao gênero *Diptropis*. Possui camada de crescimento indistinta. O parênquima axial do tipo paratraqueal, aliforme, paratraqueal vasicêntrico, e confluyente em trechos curtos na diagonal. Apresenta porosidade difusa, com uma frequência média dos poros de 2,75 poros por mm². Raios notados a olho nu e com ausência de estratificação, com uma frequência média de 5 raios por mm linear.

REFERÊNCIAS

- BAAS, P.; WHEELER, E. A.; CHEN, B. L.; WU, S. Wood Anatomy of Trees and Shrubs from China V. Anacardiaceae. *IAWA Journal*, v. 14, n. 1, p. 87-102, 1993. Disponível em: https://brill.com/view/journals/iawa/14/1/article-p87_13.xml?utm . Acesso em: 02 fev. 2025.
- BARETTA-KUIPERS, T. Wood anatomy of Leguminosae: its relevance to taxonomy. *IAWA Journal*, v. 2, n. 1, p. 18-34, 1981. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/svd4Rrt3TGBN6fzMnXDZMZd/?utm> . Acesso em: 02 fev. 2025.
- BOTOSSO, B. C. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu conhecimento. **Embrapa Florestas**, 2009.
- CARVALHO, A. M.; MARTINELLI, G. Anatomical and ecological characterization of *Anadenanthera* species in semi-arid regions. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 10, n. 3, p. 220-235, 2022.
- CARVALHO, P. E. R., *et al.* Anatomia da madeira de espécies nativas da Amazônia. In: *Madeiras da Amazônia*. **EMBRAPA**, 2014.
- CHAVE, J. *et al.* Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological Applications**, 19(4), 1142-1151, 2009. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/08-1249.1> . Acesso em: 20 jan. 2025.
- CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I. B. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: Angiospermae e Gymnospermae. Brasília: **IBAMA, DIRPED, LPF**, 19 p. 1992. (Série Técnica, 15).
- CUNHA, A. M.; PESSOA, C. Caracterização do gênero *Diploptropis* na Amazônia. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 205-213, 2021.
- DIAS, F. A. de S.; PIOTTO, D.; SANTOS, P. L. D. Caracterização anatômica e densitométrica da madeira de espécies nativas do semiárido. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, 2018.
- FERREIRA, G. C., *et al.* Caracterização anatômica e física de madeiras tropicais. **Revista Brasileira de Engenharia Florestal**, v. 5, n. 3, p. 87-101, 2015.
- FERREIRA, G. C. *et al.* Estratificação de raios em madeiras comercializadas na região Amazônica como Angelim. **Floresta**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2004.
- FIGUEIREDO, A. L., *et al.* Estudo anatômico das madeiras de espécies nativas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 123-134, 2012.
- GARCÍA, A.; TORRES, M. Anatomia de estruturas vegetativas e origem de estolões, microtubérculos e raízes adventícias em plantas in vitro de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Granola. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 28, n. 2, p. 135-147, 2003. Disponível em:

https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182003000200002&script=sci_arttext. Acesso em: 31 jan. 2025.

HOPKINS, M. J. G.; FERREIRA, G. C. **Manual de Identificação Botânica e Anatômica - Angelim**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IBAMA. **Manual técnico de identificação de madeiras**. Brasília: IBAMA, 1997.

IBAMA. **Catálogo de madeiras brasileiras para exportação**. Brasília: IBAMA, 2002.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Sucupira – *Bowdichia spp.* e *Diploptis spp.*** Banco de Dados de Madeiras.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA). **Herbário do INPA**. Manaus: INPA, 2023.

IAWA Committee – IAWA list of microscopic features for hardwood identification. WHEELER, E. A.; BASS, P.; GASSON, P. E. (eds). **IAWA Bull**, n.10, p. 219-332. 19. Disponível em: https://brill.com/view/journals/iawa/10/3/article-p219_3.xml . Acesso em: 20 jan. 2025.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009.

LIMA, E. A.; GOMES, J. Propriedades antimicrobianas da madeira de *Bowdichia* e sua importância. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 15, n. 1, p. 45-57, 2022.

LUCHE, S. *et al.* Influência da carbonização na anatomia da madeira de *Dinizia excelsa* Ducke. Embrapa Amazônia Oriental - Artigo em anais de congresso, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1153864>. Acesso em: 30 jan. 2025

MARTINS, F. A.; SOUZA, C. L. **Espécies lenhosas brasileiras**. Belo Horizonte: UFMG, 2020.

MARTINS, F. M.; SILVA, M. P. **Madeiras tropicais do Brasil**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2018.

MELO, F. R., *et al.* Identificação e características anatômicas das madeiras de espécies da Amazônia. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 45-58, 1990.

MENDES, L. F.; OLIVEIRA, T. A. Comparative analysis of the morphology and taxonomy of *Parapiptadenia* species related to *Anadenanthera*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 204, n. 1, p. 47-65, 2023.

MOREIRA, R. L.; CARDOSO, M. Estudo morfológico de *Bowdichia virgilioides* e suas aplicações. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 30, n. 2, p. 101-110, 2023.

MOTA, G. S. **Características anatômicas e ecológicas de casca e madeira de *Anadenanthera***. Tese (Doutorado em Botânica Aplicada), UFLA, Lavras, MG. 2016. 133p.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2186-2192, 2014.

MOTA, G. S.; SARTORI, C. J.; MIRANDA, I.; QUILHÓ, T.; MORI, F. A.; PEREIRA, H. Bark anatomy, chemical composition and ethanol-water extract composition of *Anadenanthera peregrina* and *Anadenanthera colubrina*. **PLOS ONE**, [s.l.], v. 12, n. 12, p. e0189263, 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0189263> . Acesso em: 15 dez. 2024

OLIVEIRA, J. S.; RIBEIRO, P. H. Ecologia e propriedades medicinais de *Pterodon emarginatus*. **Revista Brasileira de Medicina Tradicional**, v. 18, n. 1, p. 15-23, 2020.

OLIVEIRA, J. P. **Adaptações anatômicas do angelim em florestas tropicais úmidas**. Brasília: Embrapa, 2017.

PEREIRA, M. R. *et al.* **Estrutura e função do lenho em espécies tropicais**. Porto Alegre: PUCRS, 2021.

RIBEIRO, F. L., SILVA, D. A., & NASCIMENTO, A. A. Resistência de madeiras tropicais ao ataque de organismos xilófagos. **Revista Brasileira de Engenharia Florestal**, 39(4), 98-108, 2017.

RODRIGUES, L. F.; SILVA, F. J. Propriedades terapêuticas de *Diploptropis purpurea*. **Revista Brasileira de Fitoterapia**, v. 29, n. 4, p. 312-318, 2023.

SANTOS, A. *et al.* Anatomia e qualidade da madeira de espécies da família Fabaceae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 335-340, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119042360010.pdf> . Acesso em: 10 jan. 2025.

SANTOS, R. F. **Aspectos anatômicos e ecológicos das espécies do cerrado brasileiro**. São Paulo: USP, 2017.

SILVA, M. R., *et al.* Identificação de madeiras nativas da Amazônia por análise anatômica. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 2, p. 195-204, 2016. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/direcionador.php?numero=46-2&pdf=AA-2015-0171.pdf> . Acesso em: 10 jan. 2025.

SONSIN, L. F. *et al.* Aspectos anatômicos da madeira de espécies da família Leguminosae. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 295-304, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74423464016.pdf> . Acesso em: 30 jan. 2025.

WHEELER, E. A., *et al.* **Wood identification: a manual for the identification of wood from the forest to the mill**. Springer, 2007

ZENID, J. M. Características da anatomia da madeira de Cedrela. **Revista Brasileira de Silvicultura**, v. 13, n. 1, p. 71-79, 2007.