

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Campus MONTE CARMELO

LAIS DA COSTA DO CARMO

Descrição anatômica de espécies arbóreas do Cerrado

MONTE CARMELO

2026

LAIS DA COSTA DO CARMO

Descrição anatômica de espécies arbóreas do Cerrado

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Florestal

Orientador: Prof.a Dra. Amélia Guimarães
Carvalho

MONTE CARMELO

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C287 2026	Carmo, Lais da Costa do, 2000- Descrição Anatômica de Espécies Arbóreas do Cerrado [recurso eletrônico] / Lais da Costa do Carmo. - 2026. Orientadora: Amélia Guimarães Carvalho. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Florestal. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. 1. Engenharia florestal. I. Carvalho, Amélia Guimarães, 1987-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título. CDU: 630.38
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

LAIS DA COSTA DO CARMO

Descrição anatômica de espécies arbóreas do Cerrado

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Florestal.

Monte Carmelo, 12 de Março de 2026

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 AMELIA GUIMARAES CARVALHO
Data: 25/03/2026 07:30:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Amélia Guimarães Carvalho – Prof.a Dra (UFU)

Documento assinado digitalmente
 OLIVIA PEREIRA LOPES
Data: 25/03/2026 15:37:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Olivia Pereira Lopes – Doutora (UFU)

Regina Maria Gomes – Prof.a Dra. (UFU)

Documento assinado digitalmente
 REGINA MARIA GOMES
Data: 25/03/2026 11:05:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dedico aos meus pais, que tiraram de si para que eu pudesse florescer.
Cada página deste trabalho carrega o reflexo dos seus esforços,
dos sonhos que vocês me ensinaram a alcançar.
Esta conquista é, antes de tudo, de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de força e luz, que me guiou e sustentou em cada passo desta jornada.

Aos meus pais, Fátima Carmo e Edvan Carmo, agradeço pelas orações, por me ensinarem sobre coragem, resiliência e de sempre dar o melhor de mim. Por cada palavra de incentivo, por cada gesto silencioso de cuidado, por nunca soltarem minha mão mesmo nos caminhos mais difíceis, e por acreditarem em mim com uma fé maior do que eu mesma jamais poderia ter.

À minha orientadora, Professora Amélia, deixo minha gratidão pela atenção, paciência e orientação constantes.

À minha irmã, Sara Carmo, agradeço pela cumplicidade, pelo riso compartilhado e pelo ombro amigo nos dias difíceis.

Aos amigos de faculdade e de vida (Felipe, Rafael, Tayllor, Amanda, Gabriel, Daniele e Izabella) agradeço pelos conselhos, pela companhia e pelas alegrias compartilhadas que iluminaram meus dias e tornaram a caminhada mais leve.

Ao Ontake, José Carlos, Cleuzimar que se tornaram pilares em minha jornada. Obrigada por acreditarem em meu potencial, por oferecerem oportunidades e por permitirem a flexibilidade de conciliar trabalho e estudos. Aos meus amigos (Tainá, Robert e Janaina), obrigada por todo o carinho e cuidado que tiveram comigo, e por me apoiarem e estarem ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

Ao RIDES, em especial Kassio e Diego, agradeço a confiança, atenção e dedicação, que me guiaram na construção de uma trajetória profissional sólida e significativa.

RESUMO

O Bioma Cerrado é reconhecido mundialmente como um *hotspot* de biodiversidade, abrigando uma vasta riqueza florística que, no entanto, ainda carece de estudos anatômicos detalhados, especialmente em regiões de transição e fragmentos isolados. O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização anatômica macroscópica e microscópica do lenho de cinco espécies arbóreas nativas ocorrentes no município de Monte Carmelo, Minas Gerais: *Terminalia argentea* (Combretaceae), *Dimorphandra mollis*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae) e *Aegiphila lhotskiana* (Lamiaceae). Para tanto, foram coletadas amostras de três indivíduos por espécie, processadas segundo as técnicas usuais de microtomia e maceração. Os resultados revelaram estratégias adaptativas convergentes, como a presença de placas de perfuração simples e a predominância de vasos solitários, características associadas à segurança hidráulica em ambientes sazonais. Destaca-se a descrição microscópica inédita de *Aegiphila lhotskiana*, que apresentou raios exclusivamente unisseriados e porosidade semidifusa. Observou-se significativa plasticidade fenotípica em *Dimorphandra mollis*, cujas camadas de crescimento mostraram-se indistintas na população estudada, divergindo da literatura consolidada. A anatomia do lenho mostrou-se uma ferramenta eficaz para a distinção taxonômica das espécies analisadas, além de fornecer subsídios para o entendimento das adaptações das plantas às condições edafoclimáticas do Cerrado mineiro.

Palavras-chave: anatomia da madeira; identificação de madeiras; *Terminalia argentea*; plasticidade fenotípica.

ABSTRACT

The Cerrado biome is globally recognized as a biodiversity hotspot, harboring a vast floristic richness that, however, still lacks detailed anatomical studies, especially in transition regions and isolated fragments. This study aimed to characterize the macroscopic and microscopic wood anatomy of five native tree species occurring in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais: *Terminalia argentea* (Combretaceae), *Dimorphandra mollis*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae), and *Aegiphila lhotskiana* (Lamiaceae). Samples were collected from three individuals per species, processed according to standard microtomy and maceration standards. The results revealed convergent adaptive strategies, such as simple perforation plates and the predominance of solitary vessels, features associated with hydraulic safety in seasonal environments. A highlight is the unprecedented microscopic description of *Aegiphila lhotskiana*, which presented exclusively uniseriate rays and semi-ring porosity. Significant phenotypic plasticity was observed in *Dimorphandra mollis*, whose growth rings appeared indistinct in the studied population, diverging from consolidated literature. Wood anatomy proved to be an effective tool for the taxonomic distinction of the analyzed species, in addition to providing insights into plant adaptations to the edaphoclimatic conditions of the Cerrado in Minas Gerais.

Keywords: wood anatomy, wood identification, *Terminalia argentea*, phenotypic plasticity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Série alcóolica com concentrações crescentes (30%, 50%, 70%, 80%, 96% e 100%) (a) e lâminas histológicas (b)	17
Figura 2 -	Microscopia do lenho <i>Aegiphila lhotskiana</i> . a) Plano transversal; b) Plano tangencial; c) Plano radial; d) Vaso com placa de perfuração simples; e) Pontoações intervasculares alternas.....	19
Figura 3 -	Microscopia do lenho <i>C. langsdorffii</i> . (a) secção transversal evidenciando parênquima marginal e canais axiais em linhas tangenciais delimitando o anel de crescimento; (b) secção tangencial; (c) secção radial; (d) canais axiais; (e) cristais prismáticos em células de fibra; (f) cristais prismáticos em células de parênquima radial.....	20
Figura 4 -	Microscopia do lenho <i>Dimorphandra mollis</i> . a) plano transversal com presença de depósitos nos vasos; b) plano tangencial; c) plano radial; d) cristais prismáticos em células subdivididas de parênquima axial; d) Vaso com placa de perfuração simples.....	22
Figura 5 -	Microscopia do lenho <i>Hymenaea stignocarpa</i> . a) Plano transversal; b) plano tangencial; c) plano radial; d) Cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial; c) depósitos nas células dos vasos.....	23
Figura 6 -	Microscopia do lenho <i>Terminalia argentea</i> . (a) Secção transversal com anel de crescimento; (b) secção tangencial; (c) secção radial; (d) cristais prismáticos em células subdivididas de parênquima axial (seta); (e) cristais prismáticos nas células das fibras (seta).....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relação das espécies arbóreas estudadas com suas respectivas famílias e nomes populares	16
Tabela 2 -	Tabela de resumo das descrições microscópicas da anatomia da madeira de espécies encontradas no Cerrado de Minas Gerais. (*) = presença da característica; (-) = ausência da característica	25
Tabela 3 -	Valores médios das características anatômicas quantitativas das espécies analisadas	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IAWA	- International Association of Wood Anatomists
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
km ²	- quilômetro quadrado
m	- metros
mm	- milímetro
mm ²	- milímetro quadrado
n ^o	- número
s.s.	- <i>stricto sensu</i> , “sentido restrito”
spp.	- espécies
µm	- micrômetro
°C	- graus celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2.1 Obejtivo Geral.....	13
2.2 Objetivo Específico	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Cerrado Brasileiro.....	13
3.2 Anatomia da Madeira	14
4 METODOLOGIA	16
4.1 Coleta do material	16
4.2 Coleta do material botânico	16
4.3 Confecção das lâminas e material macerado.....	17
4.4 Mensuração e descrição anatômica.....	17
5 RESULTADOS.....	19
Lamiaceae - <i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.....	19
Fabaceae - <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	20
Caesalpinioideae - <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	21
Fabaceae - <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne.....	23
Combretaceae - <i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc	24
6 DISCUSSÃO.....	31
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é berço de uma grande variedade de espécies arbóreas, suas fitofisionomias variam do campo aberto até o cerradão (Ribeiro e Walter, 1986). O clima caracteriza-se como tropical sazonal distinguindo-se pela alternância entre verões chuvosos e invernos secos. Essa marcante dualidade climática constitui um fator determinante para a dinâmica ecológica do Bioma (Albuquerque e Silva, 2008). O solo do Cerrado é predominantemente ácido, com baixa concentração de nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio e com alta concentração de alumínio (Klink e Machado, 2005). O alumínio é um elemento relevante nesses solos, frequentemente presente em concentrações que podem ser tóxicas para as culturas. Em contrapartida, as espécies nativas demonstram adaptações a essas altas quantidades de alumínio, sendo que algumas delas conseguem acumulá-lo (Haridasan, 1982). As plantas encontraram meios de se adaptar às condições do solo, desenvolvendo raízes longas que alcançam água e nutrientes em camadas mais profundas.

Apesar da vasta riqueza de espécies arbóreas que compõem o Cerrado, uma grande parcela dessa flora ainda carece de descrições anatômicas detalhadas de seu lenho. Preencher essa lacuna por meio do estudo da anatomia da madeira é essencial, pois gera um banco de informações básico que servirá de alicerce para futuras pesquisas ecológicas e tecnológicas na região.

A anatomia da madeira estuda de forma detalhada a estrutura interna e a composição celular da madeira. Envolve a análise das diferentes células e tecidos que compõem a madeira, bem como suas características físicas e químicas. As características anatômicas e a densidade da madeira podem variar no sentido longitudinal e radial, entre os gêneros, entre as espécies do mesmo gênero, entre as árvores da mesma espécie, entre as diferentes partes da árvore e entre as mesmas espécies em diferentes condições de crescimento e localização geográfica (Silva et al., 2004).

A compreensão dessas características é fundamental para a identificação de espécies, avaliação da qualidade da madeira e o desenvolvimento de aplicações específicas para diferentes tipos de madeira. Auxiliando principalmente na identificação da carga no transporte e venda da madeira.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O intuito deste trabalho foi descrever a anatomia da madeira de cinco espécies arbóreas encontradas no Cerrado Mineiro.

2.2 Objetivo Específico

Realizar a caracterização microscópica das estruturas anatômicas da madeira de cinco espécies que estão presentes no Cerrado *stricto sensu* (s.s.) mineiro;

Examinar e reconhecer as particularidades anatômicas das madeiras das espécies de Cerrado *stricto sensu* (s.s.) que possibilitam sua identificação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cerrado Brasileiro

O Cerrado é um complexo de biomas presente na região central do Brasil cortando diagonalmente o país no sentido Nordeste-Sudoeste, abrangendo aproximadamente 21% do território nacional, ocupa 1,8 milhão de km² de extensão (Camargo e Aguiar, 2004).

A amplitude térmica da média mensal é particularmente baixa no Cerrado pois, além de ser encontrada em baixas latitudes, há períodos de seca no inverno, que reduzem a disponibilidade hídrica e o uso de energia solar na evapotranspiração e, portanto, mais energia é usada para aquecer a atmosfera. Como resultado, a amplitude térmica média noturna é baixa, mas a amplitude térmica diurna é alta, principalmente em dias mais secos e de alta intensidade de radiação solar (Silva et al., 2008). A precipitação na área sofre influência das massas de ar vindas do Sul (continental e oceânica) (Cadavid, 1995).

O Cerrado é composto por formações vegetais com diferentes fitofisionomias, estes são: Florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão); Savânica (cerrado sentido restrito, palmeiral, vereda, parque de cerrado) e Campestre (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) (Ribeiro e Walter, 1998; Felfili et al., 2011).

Outra característica importante do Cerrado é a presença de espécies que possuem

adaptações para tolerar os efeitos do fogo, conhecidos como pirófito (Walter, 1986). A cada ano, gramíneas baixas secas e outros materiais vegetais acumulam-se até que haja combustível suficiente para sustentar uma conflagração (Camargo e Aguiar, 2004). As plantas de pradaria são adaptadas a esses incêndios frequentes, pois os meristemas vulneráveis localizam-se junto ao nível do solo ou abaixo dele. As árvores, têm seus meristemas nas extremidades dos ramos (plântulas e planta jovem são vulneráveis ao fogo), algumas espécies apresentam casca espessa tornando-as tolerantes ao fogo (Walter, 1986; Gurevitch e Scheiner, 2009).

Além de sua importância ambiental, o Cerrado é essencial para a economia brasileira, visto que sua diversidade possui potencial econômico nas áreas alimentícias, medicinais, ornamentais, forrageiras, apícolas, produção de madeira, cortiça, fibras, óleos, tanino, material para artesanato entre outros. Sendo assim, desenvolve economia local e nacional (Pereira, 1992; IBGE, 1997, 1999; Almeida et al., 1998). Se esta atividade por um lado gera renda adicional para a população local, por outro é uma forma de coerção dirigida aos indivíduos de determinadas espécies (Camargo e Aguiar, 2004). A colheita não planejada de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) como frutos, flores e sementes diminui a capacidade de regeneração natural das espécies, visto que são necessárias as sementes para a dispersão e propagação vegetal (Ticktin, 2004; Hall e Bawa, 1993). É imprescindível o planejamento regional e a identificação da taxa ótima para colheita dos frutos, afim de minimizar a pressão exercida no ecossistema (Guedje et al., 2007)

O crescimento populacional acarretou na urbanização desordenada, com isso, houve a necessidade de aumentar a produção das atividades agrícolas e pecuária, além do uso ilegal de madeira. Esses elementos são responsáveis pela degradação das florestas (Silva, 2018). A agricultura tem-se modernizado desde a revolução verde, com a implantação de novas técnicas utilizando a tecnologia para obter maior produção, tendo como objetivo acabar com a fome, entretanto, para alcançar lucros crescentes, houve destruição desordenada de ecossistemas, originalmente ricos, para viabilizar as grandes safras e extensões de monocultura (Duarte e Theodoro, 2002).

A conservação do Cerrado é fundamental para a manutenção da vida e do bem-estar da população brasileira, além de ser uma responsabilidade global, visto que o Cerrado é um dos biomas mais importantes do mundo em termos de diversidade biológica.

3.2 Anatomia da Madeira

A anatomia da madeira é uma área de estudo fundamental para compreender a estrutura interna das espécies lenhosas e suas características específicas. A compreensão da anatomia da madeira tem grande importância para entender as propriedades físicas e mecânicas, bem como sua qualidade e usos em diversas aplicações.

Para identificar a madeira, durante o transporte e venda, fiscais e ambientalistas treinados utilizam métodos tradicionais da anatomia da madeira, comparando as características anatômicas e morfológicas da madeira inspecionada com padrões depositados em xilotecas registradas, laminotecas e livros contendo descrição das espécies (SOARES, 2017). O estudo pode ser realizado por meio da descrição microscópica (mais detalhada e precisa) e macroscópica (mais prática para uso no campo) para a visualização das células presente no lenho (ALVES, 2023).

A madeira é um material heterogêneo, com diferenças nas dimensões de suas células tanto no sentido longitudinal, quanto no sentido medula para casca. Mas suas características qualitativas se mantêm, como se fosse uma impressão digital da espécie, estudar a disposição, arranjo, agrupamento das células é a chave para conseguir uma identificação eficaz.

O estudo a respeito da identificação anatômica da madeira do Cerrado é limitado pois, levando em consideração sua vasta biodiversidade, muitas espécies ainda não foram abordadas e descritas, resultando na falta de material bibliográfico para o estudo.

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta do material

As coletas foram realizadas em fragmentos de Cerrado situados no município de Monte Carmelo, Minas Gerais (18°41'S, 47°30'W). Foram coletadas cinco espécies arbóreas (Tabela 1), com três indivíduos para cada espécie, totalizando 15 indivíduos.

O material lenhoso foi obtido de espécimes previamente suprimidos, por meio da retirada de discos de madeira na altura do Diâmetro à Altura do Peito (DAP – 1,30 m do solo). Em seguida, os discos foram encaminhados ao laboratório para a confecção de corpos de prova, destinados às análises por meio das técnicas de microtomia e maceração.

Tabela 1 – Relação das espécies arbóreas estudadas com suas respectivas famílias e nomes popular

Indivíduo	Família	Espécie	Nome Popular
1	Lamiaceae	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Tarumã
2	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba
3	Caesalpinioideae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Faveiro-do-campo
4	Fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-cerrado
5	Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc	Capitão-do-campo

Fonte: A autora (2026)

4.2 Coleta do material botânico

Para cada indivíduo amostrado, foram coletados, com o auxílio de um podão, ramos férteis contendo folhas, flores e/ou frutos. Nos casos em que não foi possível obter material fértil, coletaram-se apenas ramos vegetativos com folhas. Esses materiais foram fundamentais para a descrição das características morfológicas, viabilizando a identificação botânica e a confirmação das espécies em laboratório.

A identificação das espécies e de suas respectivas famílias seguiu a nomenclatura proposta pelo sistema de classificação do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (2016), adaptado por Souza e Lorenzi (2019) para a flora brasileira, e corroborado pela base de dados Flora do Brasil 2020 (2020).

4.3 Confecção das lâminas e material macerado

Os corpos de prova foram inicialmente saturados em água e processados em um micrótomo de deslize onde obtiveram-se cortes de 8 a 20 μm de espessura nos planos transversal, tangencial e radial da madeira.

Os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio a 2% e corados com Safranina a 1%. Após a coloração, foram submetidos a uma série alcoólica com concentrações crescentes (30%, 50%, 70%, 80%, 96% e 100%), seguida por soluções de álcool/acetato de butila nas proporções 3:1, 1:1 e 1:3, finalizando com acetato de butila 100% (Figura 1a). Posteriormente, as lâminas histológicas foram montadas com Entellan® para garantir a preservação permanente dos cortes (Figura 1b). Para cada indivíduo amostrado, confeccionaram-se três lâminas permanentes (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951)

Figura 1 - Série alcoólica com concentrações crescentes (30%, 50%, 70%, 80%, 96% e 100%) (a) e lâminas histológicas (b).



Fonte: A autora (2025)

Para realizar a análise individual das células, o material foi macerado onde com auxílio de um bisturi, retirou-se lascas no sentido longitudinal dos corpos de provas coletados, depositando-as em uma solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio, na proporção de 1:1, em frascos hermeticamente fechados. A mistura foi levada à estufa, permanecendo a 60°C por um período de 24 horas (FREUND, 1958). Procedeu-se com a lavagem do material em água destilada para eliminação da solução macerante e posterior coloração com Safranina 1%. Foram produzidas lâminas provisórias para a observação do material em microscópio óptico.

4.4 Mensuração e descrição anatômica

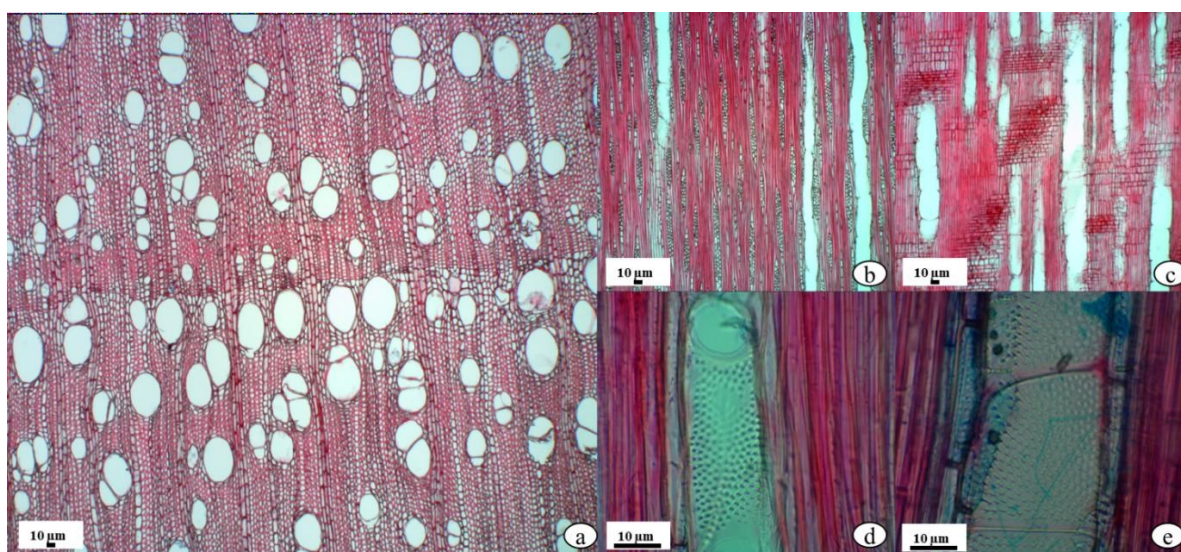
As descrições qualitativas e quantitativas da madeira foram realizadas seguindo as normas propostas pelo International Association of Wood Anatomists Committee – IAWA Committee (1989). Para a classificação dos vasos em relação à sua densidade, diâmetro tangencial e comprimento, foram adotadas nomenclaturas sugeridas pela Comisión Panamericana de Normas Técnicas – COPANT (1973).

5 RESULTADOS

As descrições anatômicas detalhadas das espécies estudadas estão dispostas nos tópicos a seguir.

Lamiaceae - *Aegiphila lhotskiana* Cham.

Figura 2 - Microscopia do lenho *Aegiphila lhotskiana*. a) Plano transversal; b) plano tangencial; c) plano radial; d) Vaso com placa de perfuração simples; e) Pontoações intervasculares



Fonte: A autora (2025)

Camadas de crescimento distinta, delimitado pelo achatamento das fibras, espessamento da parede das fibras e vasos concentrados no limite do anel de crescimento. **Vasos** com porosidade difusa, sem arranjo definido, predominante solitários (65,1%) geminados (28,4%), 3 (5,5%), 4 (1,1%) e 5 (0,6%). Muito poucos a pouco numerosos, ocorrendo 7 (2 – 13) vasos/mm². Possuem **placa de perfuração** simples, **elementos de vaso** longo, com 434,59 (417,65 – 452,27) µm de comprimento e diâmetro tangencial médio 134,34 (133,51 – 136,01) µm. **Pontoações** intervasculares alternas semelhantes, em tamanho e forma, às radiovasculares. Foi possível observar a ocorrência de **parênquima axial** paratraqueal escasso. Fibras com 1016,63 (996,41 – 1055,54) µm de comprimento e parede com 4,00 (4,20 – 4,83) µm de espessura. **Raios** de com porções multisseriadas e unisseriadas (100) com 53,05 (45,75 – 56,74) µm de largura e 461,18 (419,16 – 516,86) µm de altura. Cerca de 13 (11 – 15) de altura e 3 (2 – 3) de largura. Ocorrem 11 (10 – 12) raios por milímetro linear, não

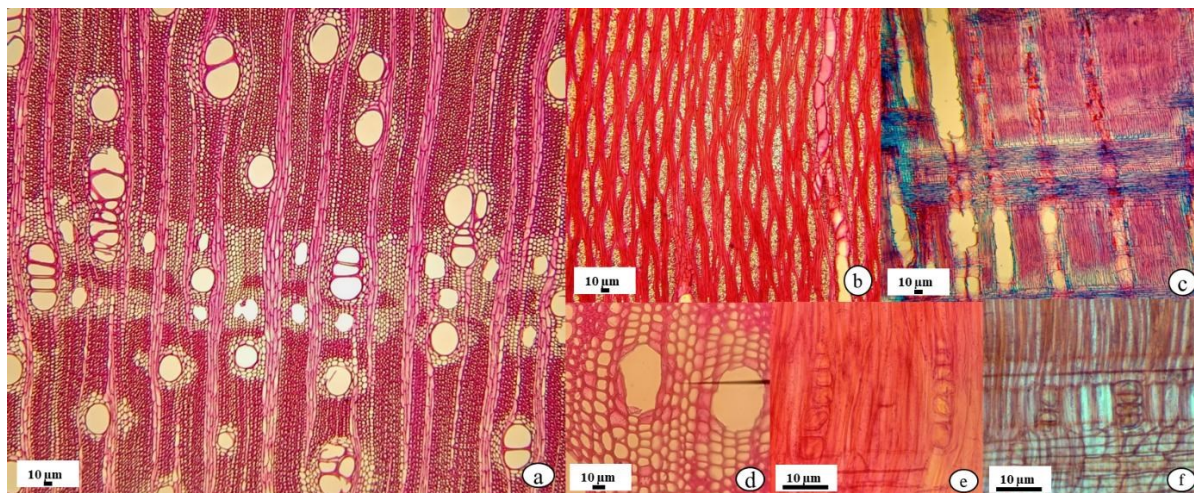
estratificado, assim como o parênquima axial. São heterogêneos, constituídos por células procumbentes, quadradas e eretas misturadas ao longo do raio. Cristais prismáticos não foram observados (Figura 2).

Para a congênera *Aegiphila sellowiana*, Goulart (2012) descreveu camadas de crescimento demarcadas por anéis semiporosos e vasos predominantemente solitários (78%), bem como parênquima axial vasicêntrico a aliforme e a ocorrência de fibras septadas, características não observadas no presente estudo. Além disso, a autora relatou a presença de cristais prismáticos e de formatos irregulares nas células do parênquima radial, ausentes em *A. Lhotskiana*.

Os caracteres anatômicos aqui descritos constituem a primeira descrição detalhada da madeira de *Aegiphila lhotskiana*. A ausência de registros prévios na literatura confere caráter inédito a estes dados. Esta contribuição não apenas preenche uma lacuna taxonômica significativa, mas também estabelece uma referência morfo-anatômica basal para o gênero *Aegiphila*, servindo como subsídio essencial para futuros estudos de identificação de lenhos, inferências ecológicas, análises filogenéticas e potenciais aplicações tecnológicas desta espécie nativa.

Fabaceae - *Copaifera langsdorffii* Desf.

Figura 3 - Microscopia do lenho *C. langsdorffii*. (a) secção transversal evidenciando parênquima marginal e canais axiais em linhas tangenciais delimitando o anel de crescimento; (b) secção tangencial; (c) secção radial; (d) canais axiais; (e) cristais prismáticos em células de fibra; (f) cristais prismáticos em células de parênquima radial



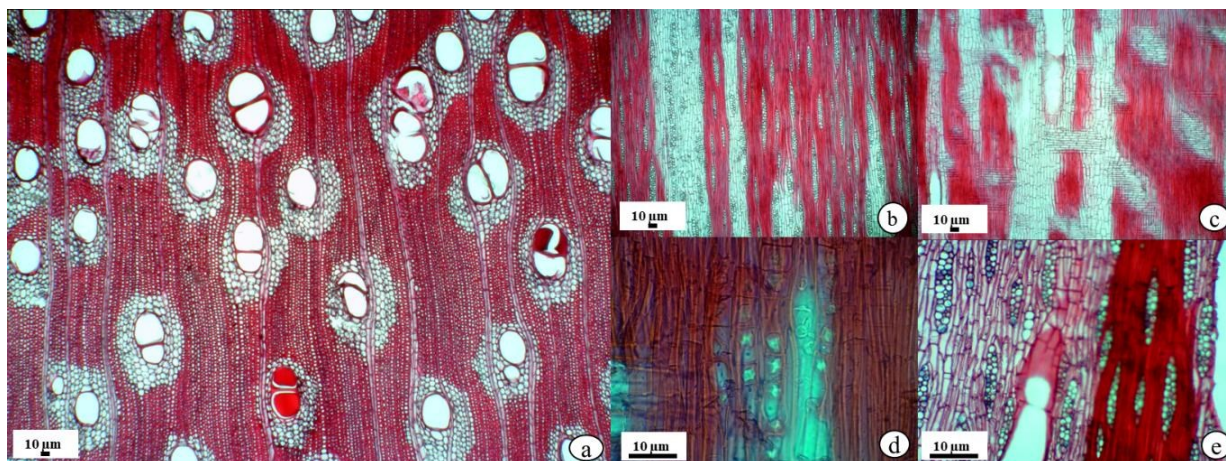
Fonte: A autora (2025)

Camadas de crescimento distinta, delimitado por faixas de parênquima marginal e canais axiais de resina. **Vasos** com porosidade difusa, sem arranjo definido, com presença de vasos solitários (72,5%) múltiplos radiais de 2 (19,7%), 3 (5,5%), 4 (2,3%), 5 (1,9%) e racemiforme (1,9%). Muito poucos a pouco numerosos, ocorrendo 7 (2 – 14) vasos/mm². Possuem **placa de perfuração** simples, elementos de vaso longo, com 306,77 (296,46 – 321,91) µm de comprimento e diâmetro tangencial médio 131,89 (122,6 – 137,59) µm. **Pontoações intervasculares** alternas semelhantes, em tamanho e forma, às radiovasculares. Foi possível observar a ocorrência de **parênquima axial** paratraqueal predominantemente vasicêntrico, aliforme losangular e confluyente. Fibras com 1087,39 (984,81 – 1145,81) µm de comprimento e parede com 3,91 (3,78 – 4,04) µm de espessura. **Raios** com porções multi e unisseriadas (100) com 68,10 (63,40 – 72,36) µm de largura e 440,06 (356,39 – 501,38) µm de altura. Cerca de 18 (17 – 20) células de altura e 4 (3-4) células de largura. Ocorrem cerca de 15 (12– 20) raios por milímetro linear. Não estratificado, assim como o parênquima axial. São heterogêneos, constituídos por células predominantemente procumbente e poucas células quadradas e eretas. **Cristais prismáticos** foram observados em células subdivididas de parênquima axial e nas fibras conforme ilustra a figura 3.

Sonsin – Oliveira (2010) descreveu a presença de parênquima axial em faixas reticulado, o parênquima axial confluyente aqui observado não foi registrado pela autora. Marcatti (2001) observou pontuações guarnecidas relacionadas a características de adaptação a ambientes com estresse hídrico. Marcatti (2001) observou somente células quadradas e procumbente no raio. Fibras gelatinosas foram observadas por Marcatti (2001); Melo Junior et al. (2011); Carmo et al. (2016). As camadas de crescimento demarcadas por faixas de parênquima com canais axiais, placa de perfuração simples e porosidade difusa, descritas nesse trabalho são características comuns da espécie (Sonsin-Oliveira, 2010; Marcatti, 2001).

Caesalpinioideae - *Dimorphandra mollis* Benth.

Figura 4 - Microscopia do lenho *Dimorphandra mollis*. a) plano transversal com presença de depósitos nos vasos; b) plano tangencial; c) plano radial; d) cristais prismáticos em células subdivididas de parênquima axial; e) Vaso com placa de perfuração simples



Fonte: A autora (2025)

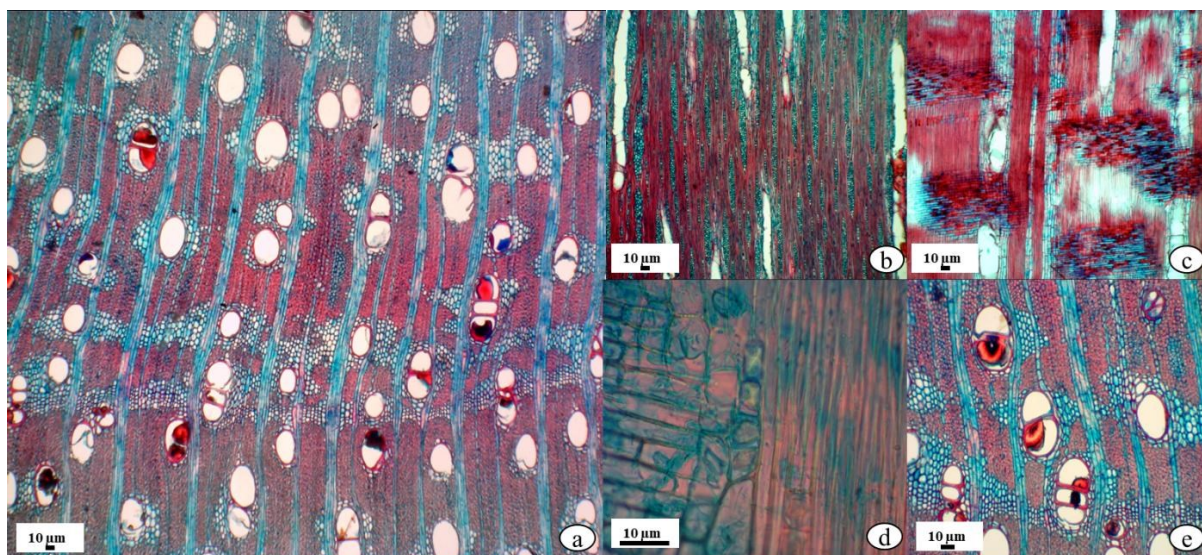
Camadas de crescimento indistinta. **Vasos** com porosidade difusa, sem arranjo definido, predominante solitários (76,9%) múltiplos radiais de 2 (17,2%), 3 (4,1%), 4 (1,9%) e 5+ (1,1%). Muito poucos a pouco numerosos, ocorrendo 5 (1 – 10) vasos/mm². Possuem **placa de perfuração** simples, elementos de vaso longo, com 371,15 (351,60 – 408,28) µm de comprimento e diâmetro tangencial médio 143,76 (121,68 – 174,93) µm. **Pontoações** intervasculares alternas semelhantes, em tamanho e forma, às radiovasculares. Foi possível observar a ocorrência de parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, aliforme losangular e confluyente. **Fibras** com 1177,67 (1116,89 – 1226,46) µm de comprimento e parede com 5,38 (4,95 – 5,78) µm de espessura. **Raios** de 1 a 3 células de largura, porções multisseriadas e unisseriadas com 39,84 (34,06 – 49,49) µm de largura e 275,88 (220,75 – 332,43) µm de altura. Cerca de 12 (10 – 13) células de altura e 2 (2 – 2) de largura. Ocorrem 13 (12 – 14) raios por milímetro linear, não estratificado, assim como o parênquima axial. São heterogêneos, constituídos por células predominantemente procumbente e algumas margens quadradas. **Cristais prismáticos** foram observados em células subdivididas de parênquima axial e nas fibras (Figura 4)

Gonçalves (2010), Sonsin-Oliveira (2010), Loureiro et al. (1984) e Sonsin et al. (2012) descreveram camadas de crescimento distintas ou bem definidas, característica que não foi observada no presente estudo, onde as camadas mostraram-se indistintas, sugerindo que essa diferença se deva ao microclima local. Sonsin et al. (2012) registraram uma frequência vascular significativamente superior (20 vasos/mm²) aos vasos pouco numerosos (5 vasos/mm²) aqui encontrados, enquanto Loureiro et al. (1984) destacaram raios de frequência menor e largura bi e trisseriada. Outras divergências incluem a ausência de parênquima axial

vasicêntrico relatada por Gonçalves (2010), que registrou apenas células procumbentes nos raios, e a presença de pontoações guarneçadas e fibras gelatinosas descritas por Sonsin-Oliveira (2010). Por fim, diferindo dos autores citados, que restringiram a presença de cristais ao parênquima axial ou não os observaram nas fibras, neste estudo tais inclusões foram notadas também nas fibras.

Fabaceae - *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne

Figura 5 - Microscopia do lenho *Hymeneae stigonocarpa*. a) Plano transversal; b) plano tangencial; c) plano radial; d) Cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial; e) depósitos nas células dos vasos



Fonte: A autora (2025)

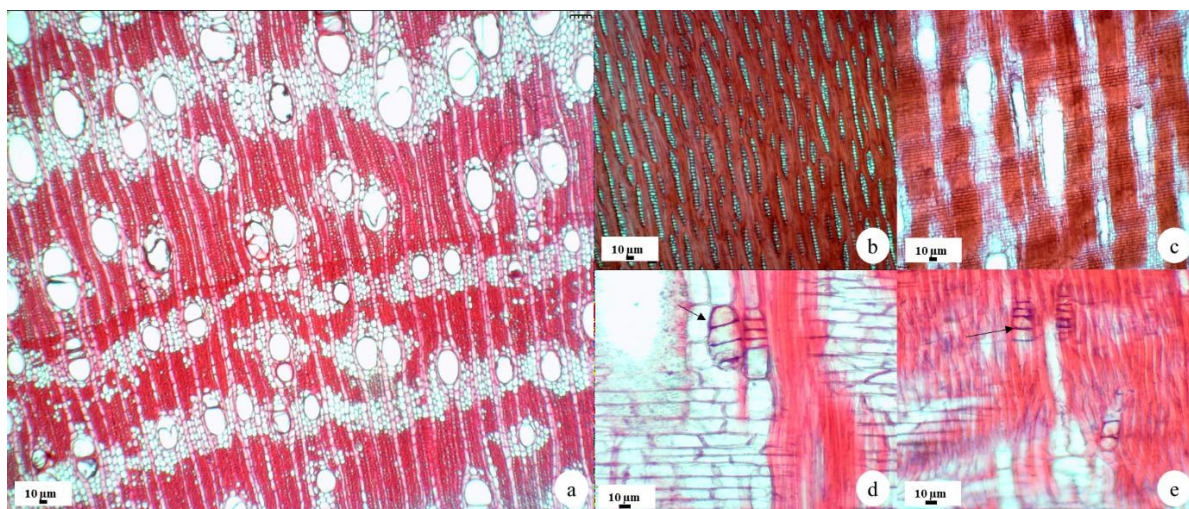
Camadas de crescimento distinta, delimitado por faixas de parênquima marginal. **Vasos** com porosidade difusa, sem arranjo definido, predominantemente solitário (73,1%), no entanto, geminados (19,6%), múltiplos de 3 (5,9%) e 4 (1,4%) foram observados. Muito poucos a pouco numerosos, ocorrendo 4 (1 – 6) vasos/mm². Possuem **placa de perfuração** simples, **elementos de vaso** longo, com 333,75 (318,72 – 341,32) µm de comprimento e diâmetro tangencial médio 128,62 (105,85 – 159,98) µm. **Pontoações intervasculares** alternas semelhantes, em tamanho e forma, às radiovasculares. Foi possível observar a ocorrência de **parênquima axial** paratraqueal aliforme, aliforme losangular, confluyente e marginal. Fibras com 1209,95 (959,51 – 1408,16) µm de comprimento e parede com 4,99 (4,38 – 5,53) µm de espessura, com presença de pontoações simples na parede. Raios de 1 a 3 células de largura,

porções multisseriadas e unisseriadas com 39,84 (34,06 – 49,49) μm de largura e 275,88 (220,75 – 332,43) μm de altura. Cerca de 22 (19 – 24) células de altura e 4 (3 – 4) células de largura. Ocorrem 17 (15 – 18) raios por milímetro linear não estratificado, assim como o parênquima axial. São heterogêneos, constituídos por células quadradas e procumbentes. Cristais prismáticos foram observados em células subdivididas de parênquima axial e nas fibras (Figura 5)

Mattos et al. (2003) descreveram a presença de raios homogêneos constituídos apenas por células procumbentes, característica não observada no presente estudo, onde os raios apresentaram-se heterogêneos. Mattos et al. (2003) relataram o parênquima axial predominantemente em faixas onduladas largas (de 1 a 14 células), o padrão predominantemente aliforme e confluyente aqui observado difere da ênfase dada pelos autores para a população do Pantanal. Além disso, Mattos et al. (2003) registraram agrupamentos de até 12 vasos (racemiformes), enquanto neste trabalho houve predominância de vasos solitários e múltiplos curtos. As camadas de crescimento distintas demarcadas por parênquima marginal, placa de perfuração simples e porosidade difusa, descritas nesse trabalho são características comuns da espécie corroboradas por Mattos et al. (2003).

Combretaceae - *Terminalia argentea* Mart. & Zucc. (5)

Figura 6 - Microscopia do lenho *T. argentea*. (a) Secção transversal com anel de crescimento; (b) secção tangencial; (c) secção radial; (d) cristais prismáticos em células subdivididas de parênquima axial (seta); (e) cristais prismáticos nas células das fibras (seta).



Fonte: A autora (2025)

Camadas de crescimento distinta, delimitado pelo espessamento da parede das fibras. **Vasos** com porosidade semi-poroso, sem arranjo definido, predominante solitários (76,8%) múltiplos radiais de 2 (17,1%), 3 (5,1%), 4 (1%). Muito poucos a pouco numerosos, ocorrendo 6 (4 – 9) vasos/mm². Possuem placa de perfuração simples, elementos de vaso longo, com 425,03 (400,15 – 449,92) µm de comprimento e diâmetro tangencial médio 115,54 (115,03 – 116,05) µm. **Pontoações intervaskulares** alternas semelhantes, em tamanho e forma, às radiovasculares. Foi possível observar a ocorrência de **parênquima axial** paratraqueal predominantemente aliforme losangular comum no gênero, formando curtas e longas confluências com presença de parênquima unilateral. Fibras com 1440,13 (1336,63 – 1543,62) µm de comprimento e parede com 5,54 (5,61 – 5,48) µm de espessura. **Raios** exclusivamente unisseriados com 354,46 (308,81 – 400,10) µm de altura, cerca de 15 (14 – 15) células de altura. Ocorrem cerca de 36 (24 – 27) raios por milímetro linear. São heterogêneos, constituídos por células procumbentes e quadradas misturadas ao longo do raio. Cristais prismáticos foram observados em células subdivididas de parênquima axial e células de fibra, há presença de depósito nos vasos, sendo possível a observação no corte transversal (Figura 6)

Mattos et al. (2003) registraram vasos múltiplos de 5, bem como raios predominantemente unisseriados e poucos bisseriados, heterogêneos com células procumbentes e quadradas, características não observadas no presente estudo. Além disso, os autores não relataram a presença de cristais prismáticos.

A Tabela 2 apresenta um quadro comparativo das características anatômicas qualitativas, evidenciando as variações na delimitação das camadas de crescimento, padrões de parênquima axial e composição celular dos raios entre as espécies analisadas

Tabela 2 - Tabela de resumo das descrições microscópicas da anatomia da madeira de espécies encontradas no Cerrado de Minas Gerais. (*) = presença da característica; (-) = ausência da característica

Parâmetros observados	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc
CAMADAS DE CRESCIMENTO					
Delimitação da camada					
Limite da camada indistinto ou ausente	-	-	*	-	-
Limite da camada distinto	*	*	-	*	*
VASOS					
Porosidade					
Porosidade difusa	*	*	*	*	-
Porosidade semi-poroso	-	-	-	-	*
Porosidade circular	-	-	-	-	-
Arranjo dos vasos					
Arranjo tangencial	-	-	-	-	-
Arranjo diagonal ou radial	-	-	-	-	-
Arranjo dendritico	-	-	-	-	-
Sem arranjo definido	*	*	*	*	*

Parâmetros observados	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	<i>Dinorphandra mollis</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Terminalia argentea</i>
Agrupamento dos vasos					
Exclusivamente solitários (>90%)	-	-	-	-	-
Presença de vasos solitários (< 90%)	*	*	*	*	*
Presença de múltiplos radiais (2+)	-	*	*	*	*
Presença de racemiformes	-	*	-	-	-
Placa de perfuração					
Placa perfuração simples	*	*	*	*	*
Placa perfuração escalariforme	-	-	-	-	-
Reticulada, foraminada ou outras	-	-	-	-	-
Pontoações intervasculares					
Pontoações alternas	*	*	*	*	*
Pontoações opostas	-	-	-	-	-
Pontoações escalariformes	-	-	-	-	-
Pontoações guarnecidas	-	-	-	-	-
Pontoações radiovasculares					
Pontoações semelhantes às intervasculares	*	*	*	*	*
Pontoações distintas das intervasculares	-	-	-	-	-
Pontoações de tamanhos e tipos distintos	-	-	-	-	-
Depósitos nos vasos					
Inclusões	-	*	*	*	*
Depósito	-	-	*	*	*
Elementos secretores	-	*	-	-	-
FIBRAS					
Fibras					
Fibras com pontoação simples	-	-	-	*	-
Fibras com pontoação areolada	-	-	-	-	-

Parâmetros observados	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	<i>Dimorphandra mollis</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Terminalia argentea</i>
PARÊNQUIMA AXIAL					
Padrões de parênquima axial					
Parênquima raro ou ausente	-	-	-	-	-
Parênquima difuso	-	-	-	-	-
Parênquima difuso em agregados	-	-	-	-	-
Parênquima aliforme losangular	-	*	*	*	*
Parênquima escasso	*	-	-	-	-
Parênquima vasicêntrico	-	*	*	-	-
Parênquima aliforme	-	-	-	*	-
Parênquima confluyente	-	*	*	*	*
Paratraqueal unilateral	-	-	-	-	*
Parênquima axial em linhas	-	-	-	-	-
Parênquima axial em faixas	-	-	-	-	-
Parênquima axial reticulado	-	-	-	-	-
Parênquima axial escalariforme	-	-	-	-	-
Parênquima axial marginal	-	-	-	*	-
Largura dos raios					
Raios exclusivamente unisseriados	-	-	-	-	*
Raios multisseriados 1-3 células	*	-	*	*	-
Raios multisseriados 4 - 10 células	-	*	-	-	-
Raios multisseriados >10 células	-	-	-	-	-
Raios com porções uni e multisseriadas	*	*	*	*	-
Altura média dos raios					
Raios com altura < 1 mm	*	*	*	*	*
Raios com altura > 1 mm	-	-	-	-	-
Raios com classes de tamanhos distintas	-	-	-	-	-

Parâmetros observados	<i>Aegiphila lhotskiana</i>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	<i>Dimorphandra mollis</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Terminalia argentea</i>
Composição dos raios					
Raios homogêneos	-	-	-	-	-
Raios heterogêneos	*	*	*	*	*
Formato das células radiais					
Células procumbentes	*	*	*	*	*
Células eretas	*	*	-	-	-
Células quadradas	*	*	*	*	*
OUTROS					
Ocorrência de canais intercelulares	-	*	-	-	-
Inclusões					
Cristais	-	*	*	*	*

FONTE: A AUTORA (2026)

A análise dos dados tabulados revela que, embora a maioria das espécies apresente camadas de crescimento distintas e porosidade difusa, *Terminalia argentea* se diferencia pela porosidade semi-porosa e *Dimorphandra mollis* pelos limites de camada indistintos. Em relação aos elementos de vaso, há uniformidade na presença de placas de perfuração simples e pontoações intervasculares alternas em todas as espécies. Contudo, o parênquima axial e os raios oferecem as maiores distinções taxonômicas: *Aegiphila lhotskiana* apresenta parênquima predominantemente escasso, contrastando com as demais espécies que exibem arranjos paratraqueais mais complexos (vasicêntrico, aliforme e confluyente), incluindo faixas marginais em *Hymenaea stigonocarpa* e *Copaifera langsdorffii*. Nos raios, *T. argentea* destaca-se por possuir estruturas exclusivamente unisseriadas e homogêneas, enquanto *C. langsdorffii* apresenta raios mais largos (4 a 10 células) e a presença exclusiva de canais intercelulares. Por fim, a ocorrência de cristais prismáticos restringiu-se às três espécies da família Fabaceae (*H. stigonocarpa*, *D. mollis* e *C. langsdorffii*)

Os dados quantitativos estão dispostos na tabela 3, que demonstra os valores médios para o diâmetro e frequência dos vasos, bem como as dimensões das fibras e dos raios para cada espécie.

Tabela 3 - Valores médios das características anatômicas quantitativas das espécies analisadas

Parâmetros observados	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Dimorphandra mollis</i>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	<i>Terminalia argentea</i>
VASOS					
Diâmetro tangencial dos vasos (µm)	134,34	131,89	143,76	128,62	115,54
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	434,59	306,77	371,15	333,75	425,03
Solitários (%)	65,10	72,5	76,9	73,1	76,8
Geminados (%)	28,4	19,7	17,2	19,6	17,1
Racemiformes (%)	-	1,9	-	-	5,1
Múltiplos radiais de 3 (%)	5,5	5,5	4,1	5,9	1
Múltiplos radiais de 4 (%)	1,1	2,3	1,9	1,4	3,8
Múltiplos radiais de 5+ (%)	0,6	1,9	1,1	-	-
FIBRAS					
Comprimento das fibras (µm)	1016,63	1087,39	1177,67	1209,95	1440,13
Espessura da parede das fibras (µm)	4	3,91	5,38	4,99	5,54
RAIOS					
Altura dos raios (µm)	461,18	440,06	275,88	275,88	354,46
Altura dos raios (células)	13	18	12	22	15
Largura dos raios (µm)	53,05	68,1	39,84	39,84	-
Largura dos raios (células)	3	4	2	2	-
Frequência de raios (células/mm)	11	15	13	17	36

FONTE: A AUTORA (2026)

Dimorphandra mollis destaca-se pelas maiores dimensões hidráulicas, apresentando o maior diâmetro tangencial de vasos (143,76 μm) e a maior proporção de vasos múltiplos de 5 ou mais elementos (13,54%). Em contrapartida, *Terminalia argentea* exibe uma estrutura voltada à sustentação, com as fibras mais longas (1440,13 μm) e paredes espessas (5,54 μm), além de se diferenciar drasticamente pela alta frequência de raios (36/mm), mais que o dobro das demais espécies.

Já a *Aegiphila lhotskiana* apresenta os raios mais altos (461,18 μm), enquanto a *Copaifera langsdorffii*, apesar de ter fibras de parede mais delgada (3,91 μm), possui os raios mais largos (68,10 μm), sugerindo um maior investimento em armazenamento e transporte radial.

6 DISCUSSÃO

Para *Aegiphila lhotskiana*, cujos dados são inéditos, o contraste com a congênere *A. sellowiana* descrita por Goulart (2012) evidenciou distinções marcantes. Enquanto Goulart (2012) relatou parênquima vasicêntrico a aliforme e a presença de cristais nas células do parênquima radial, a espécie aqui estudada destacou-se pelo parênquima axial escasso e pela ausência total de inclusões minerais. Essas divergências reforçam a validade dessas características estruturais na separação interespecífica dentro do gênero *Aegiphila*.

O caso de *Dimorphandra mollis* ilustra o exemplo mais claro de adaptação da madeira ao microclima local. Autores como Gonçalves (2010), Sonsin-Oliveira (2010) e Sonsin et al. (2012) descreveram, para outras regiões, anéis de crescimento bem definidos e uma alta frequência vascular (20 vasos/ mm^2). Em franco contraste, os espécimes de Monte Carmelo apresentaram camadas indistintas e vasos pouco numerosos (5 vasos/ mm^2). Essa drástica variação quantitativa sugere que a população local desenvolveu um ecótipo moldado para suportar estresses ambientais específicos, reduzindo a vulnerabilidade do xilema à cavitação. Adicionalmente, diferindo dos autores que restringiram a presença de cristais ao parênquima axial, neste estudo tais inclusões foram notadas de forma abundante também nas fibras.

Em *Copaifera langsdorffii*, as camadas de crescimento delimitadas por canais secretores axiais confirmam o padrão clássico e diagnóstico da espécie (Sonsin-Oliveira, 2010; Marcati, 2001). Contudo, divergências estruturais foram notadas: o parênquima confluyente e os raios heterogêneos aqui observados diferem dos raios exclusivamente homogêneos (formados apenas por células quadradas e procumbentes) e do parênquima reticulado descritos por Marcati (2001) e Sonsin-Oliveira (2010). Além disso, fibras gelatinosas, comumente relatadas na literatura para

a espécie (Marcati, 2001; Melo Junior et al., 2011; Carmo et al., 2016), não foram evidenciadas nas amostras analisadas.

Variações anatômicas intraespecíficas também foram registradas para *Hymenaea stigonocarpa* quando confrontada com populações do Pantanal descritas por Mattos et al. (2003). Enquanto aqueles autores observaram raios homogêneos, parênquima em faixas largas (1 a 14 células) e vasos em arranjos racemiformes agrupando até 12 poros, o presente trabalho identificou raios heterogêneos, parênquima predominantemente aliforme a confluyente e predomínio de vasos solitários. Apesar dessas variações, a alta densidade proporcionada pelas fibras de paredes espessas confirmou-se como um traço conservado da espécie.

Por fim, a descrição de *Terminalia argentea* revela singularidades importantes em relação a outras espécies da família analisadas por Mattos et al. (2003). A exclusividade de raios unisseriados e a deposição de cristais prismáticos divergem dos raios predominantemente bisseriados e da ausência de cristais relatados pelos autores supracitados. Essas características, aliadas à porosidade semiporosa, consolidam-se como marcadores diagnósticos robustos para *T. argentea*.

Em síntese, embora as características qualitativas (como tipos de parênquima e inclusões) sirvam como excelentes ferramentas de identificação taxonômica, os parâmetros quantitativos variam significativamente em resposta ao ambiente. A uniformidade encontrada na presença de placas de perfuração simples e pontoações intervasculares alternas em todas as espécies reflete uma estratégia ecoanatômica generalizada das árvores do Cerrado: a priorização da segurança hidráulica frente à marcada sazonalidade hídrica do bioma.

7 CONCLUSÃO

A anatomia da madeira das espécies arbóreas do Cerrado realizadas neste estudo nos trouxe informações inéditas da espécie *Aegiphila lhotskiana*, para a qual não havia registros na literatura, sendo de extrema relevância.

Foram encontradas diferenças entre características realizadas entre este estudo e outros trabalhos consultados, na espécie *Dimorphandra mollis* e a composição dos raios na *Copaifera langsdorffii*.

Diferenças encontradas entre as descrições aqui realizadas com as de outros trabalhos, especialmente quanto à delimitação das camadas de crescimento em *Dimorphandra mollis* e a composição dos raios em *Copaifera langsdorffii*, explicitam a plasticidade fenotípica destas

árvores e a necessidade de mais estudos regionais. Essa variabilidade reforça a importância de compreender quais caracteres são estáveis e quais são influenciados pelo ambiente local (ecoanatomia), para que se possa definir com precisão quais possuem maior valor diagnóstico.

A análise das descrições possibilitou identificar caracteres anatômicos que permitiram a separação das espécies, sendo a presença de canais axiais secretores, a exclusividade de raios unisseriados, a escassez de parênquima axial e a presença de cristais os principais elementos distintivos.

A anatomia da madeira mostrou ser uma ferramenta bastante eficiente por permitir a distinção segura das espécies, inclusive entre aquelas da mesma família botânica, fornecendo subsídios técnicos robustos. Todavia, para uma compreensão mais ampla da flora lenhosa do Cerrado mineiro, sugere-se que um maior número de espécies e indivíduos sejam contemplados em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A. de. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 249 p.
- ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. Clima do Bioma Cerrado. *In*: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 93-148.
- ALMEIDA, S. P. de *et al.* **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- ALVES, R. *et al.* Elaboração de uma chave de identificação das principais madeiras comercializadas no estado do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1-16, 2013.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- BUENO, M. L. *et al.* Flora arbórea do cerrado de Mato Grosso do Sul. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 73, p. 53-64, 2018.
- CADAVID GARCIA, E. A. Desenvolvimento econômico sustentável do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 759-774, 1995.
- CARMO, J. F. *et al.* Casca de *Copaifera langsdorffii* como fonte de produtos químicos: Caracterização estrutural e química. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 36, n. 5, p. 305-317, 2016.
- DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. **Dilemas do cerrado**: entre o ecologicamente (in) correto e o socialmente (in) justo. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2002.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- FELFILI, J. M. *et al.* **Fitossociologia no Brasil**: métodos e estudos de casos. Viçosa: UFV, 2011. v. 1. 556 p.
- FRANÇA, F. *Aegiphila*. *In*: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB36487>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- FREUND, H. Handbuch der Mikroskopie in der Technik. **Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar**, v. 80, n. 4, p. 502-503, 1958.
- GONÇALVES, T. A. P. **Anatomia do lenho e carvão de espécies arbóreas em áreas de cerrado do Estado de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

GOULART, S. L. Anatomia comparada ao lenho de raiz e caule de *Aegiphila sellowiana* cham.(Verbenaceae). **Cerne**, v. 595-606, 2012.

GUEDJE, N. M. *et al.* Tree bark as a non-timber forest product: The effect of bark collection on population structure and dynamics of *Garcinia lucida* Vesque. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 240, n. 1-3, p. 1-12, 2007.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HACKE, U. G. *et al.* Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. **Oecologia**, Berlin, v. 126, n. 4, p. 457-461, 2001.

HACKE, U. G. *et al.* Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, n. 6, p. 689-701, 2006.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic Botany**, New York, v. 47, n. 3, p. 234-247, 1993.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 65, n. 2, p. 265-273, 1982.

IBGE. Extração vegetal e silvicultura. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 57, p. 3.55-3.60, 1997.

IBGE. Extração vegetal e silvicultura. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 59, p. 3.51-3.57, 1999.

IAWA - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Copaifera*. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22896>. Acesso em: 30 nov. 2025.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Hymenaea*. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83206>. Acesso em: 30 nov. 2025.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da; VASCONCELLOS, F. J. de. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de 7 espécies de *Dimorphandra* (Leguminosae Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 14, n. 1-2, p. 289-313, 1984.

MATTOS, P. P. de *et al.* **Anatomia de madeiras do Pantanal Mato-Grossense:** características microscópicas. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 182 p.

MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, p. 311-320, 2001.

MELO JÚNIOR, J.C.F. de; CECCANTINI, G.; BONA, C Anatomia ecológica do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. **Iheringia, Série Botânica**, v. 2, pág. 189-200, 2011.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. 2019. 184 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

PAULA, J. E. de. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 90-100, 2005.

PEREIRA, B. A. de S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. de S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados:** manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: Funatura: Ibama, 1992. p. 53-62.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, R. T. M.; MARQUET, N.; LOIOLA, M. I. B. Combretaceae. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16896>. Acesso em: 30 nov. 2025.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1199-1206.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2nd ed. Ames: Iowa State College, 1951.

SILVA, F. A. M. da *et al.* Clima do bioma Cerrado. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical:** quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 93-148.

SILVA, W. V. da. A revolução industrial e as transformações econômicas no cerrado goiano. **Educação Ambiental em Ação**, Novo Hamburgo, v. 17, n. 66, 2018.

SILVA, W. V. da. **Os impactos ambientais gerados a partir da mecanização do campo no cerrado goiano**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.revistaeca.org/artigo.php?idartigo=3493>. Acesso em: 27 jun. 2023.

SOARES, L. F. *et al.* Avaliação de espectrômetro NIR portátil e PLS-DA para a discriminação de seis espécies similares de madeira amazônicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 418-426, 2017.

SONSIN, J. O. *et al.* A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerrado s.s. and adjacent gallery forest). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 170, n. 2, p. 257-276, 2012.

SONSIN-OLIVEIRA, J. **Anatomia da madeira de espécies de Cerrado sensu lato do estado de São Paulo**. 2010. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônômicas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SOUZA, V. C.; LIMA, A. G.; SILVA, G. S. *Dimorphandra*. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB83086>. Acesso em: 30 nov. 2025.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2019. 768 p.

TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 11-21, 2004.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**. São Paulo: EPU, 1986.