

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PALINOLOGIA EM ESPÉCIES DE MELIACEAE NATIVAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS
REMANESCENTES DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Alícia Dominguez Fernandes

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Jaboticabal - SP

2º semestre/2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PALINOLOGIA EM ESPÉCIES DE MELIACEAE NATIVAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS
REMANESCENTES DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Alícia Dominguez Fernandes

Orientador(a): Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

Co-orientador(a): Me. Ana Carolina Venancio Lopes

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Jaboticabal - SP

2º semestre/2023

F363p

Fernandes, Alícia Dominguez

PALINOLOGIA EM ESPÉCIES DE MELIACEAE NATIVAS EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS REMANESCENTES DA REGIÃO NOROESTE
DO ESTADO DE SÃO PAULO / Alícia Dominguez Fernandes. -- Jaboticabal,
2023

41 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Eduardo Custódio Gasparino

Coorientador: Ana Carolina Venancio Lopes

1. grãos de pólen. 2. morfologia polínica. 3. Meliaceae. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO: BIOLOGIA



CERTIFICADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: Palinologia em espécies de Meliaceae nativas em fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do Estado de São Paulo

Acadêmica: Alícia Dominguez Fernandes

Curso: Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

Coorientadora: Me. Ana Carolina Venancio Lopes

Departamento de Biologia Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, Jaboticabal.

Período: 2º semestre de 2023.

CONCEITO: Aprovado

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados Repositório: SIM ☒ NÃO ☐
Reprovado ☐

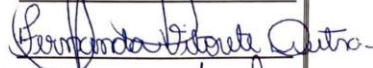
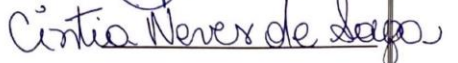
BANCA EXAMINADORA:

Assinaturas

Presidente: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

Membro: Dra. Fernanda Vitorete Dutra

Membro: Dra. Cintia Neves de Souza

Jaboticabal: 08/12/2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 14/12/2023


Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto
Chefe do Departamento

Agradecimentos

À minha mãe Helena, ao meu pai Max, ao meu irmão Arthur e a minha avó Nilva, por todo amor e amparo ao longo da minha jornada, por terem acreditado nos meus sonhos e nunca desistido de mim, apesar de todas as adversidades. Em especial ao Raul, que mesmo não sendo família de sangue, trilhou uma boa parte desse caminho comigo, e me fez seguir mesmo quando tudo pareceu parar.

Aos meus filhos de quatro patas Belinha, George, Felícia, Banki, Suki, Vigo por todo o suporte emocional e pela presença inestimável nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Aos meus colegas de sala e aqueles que fiz pela faculdade, que tornaram cada aula ou etapas dessa graduação mais leve.

Aos meus amigos Rhayanne, Esther, Vinícius e Gabriel por terem me aturado nas situações mais difíceis, com bom humor e compreensão, pelas horas de conversas e discussões, por todo o trabalho feito juntos e pelas fugas do mesmo.

Ao LaMPali e aos colegas que fiz por aqui, Eduardo, Fernanda, Talita, Jéssica, Cintia, Isaura, Guilherme e Roseli, por terem me acolhido e me feito sentir parte integrante desse Laboratório. Em especial ao professor Eduardo e a minha coorientadora Ana Carolina, por terem sido meu alicerce ao longo dessa trajetória, por compartilharem comigo todo o seu conhecimento e amor pela palinologia.

Agradeço também ao CNPq e ao PROPe pelo financiamento que possibilitou a conclusão desse estudo, assim como ao Departamento de Biologia da Faculdade de Ciência Agrária e Veterinárias da UNESP, no qual foi realizado todos as etapas dessa pesquisa.

Sumário

Sumário.....	v
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral	11
2.2. Objetivos específicos	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Material de análise	11
3.2 Análises dos grãos de pólen.....	15
4. RESULTADOS.....	17
4.1 Descrição geral das espécies.....	17
4.2 Descrição detalhada dos gêneros	18
4.2.1 Descrição das espécies do gênero <i>Cedrela</i> P. Browne	18
4.2.2 Descrição das espécies do gênero <i>Guarea</i> F. Allam. ex L.....	18
4.2.3 Descrição de <i>Melia azedarach</i> L.....	19
4.2.4 Descrição das espécies do gênero <i>Trichilia</i> P. Browne	19
4.1 Análises quantitativas	27
4.1.1 Medidas de diâmetros dos grãos de pólen.....	27
4.1.2 Análise de Componentes Principais (ACP).....	27
4.1.3 Análise de similaridade (Cluster)	28
5. DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

PALINOLOGIA EM ESPÉCIES DE MELIACEAE NATIVAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS REMANESCENTES DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO: Meliaceae, uma família Pantropical de Sapindales, possui gêneros e espécies distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais do globo, com representantes nativos no cerrado brasileiro. No presente estudo foram estudadas 11 espécies da família, sendo duas espécies do gênero *Cedrela* P. Browne (*Cedrela fissilis* Vell. e *Cedrela odorata* L.), três de *Guarea* F. Allam. ex L. (*Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Guarea macrophylla* Vahl), um único exemplar do gênero *Melia* L. (*Melia azedarach* L.) e cinco de *Trichilia* P. Browne (*Trichilia casaretti* C. DC., *Trichilia catigua* A. Juss., *Trichilia claussenii* C. DC., *Trichilia elegans* A. Juss. e *Trichilia pallida* Sw.), todas nativas em fragmentos florestais remanescentes do noroeste paulista, tendo como principal objetivo caracterizar e descrever a morfologia dos grãos de pólen dessas espécies, identificando caracteres que possam subsidiar futuros estudos taxonômicos. Os materiais utilizados foram retirados de exsicatas provenientes de herbários, advindas de coletas dos fragmentos florestais. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotomicrografados, a fim de obter dados qualitativos e quantitativos e, posteriormente, eletromicrografados de acordo com o protocolo para grãos de pólen não acetolisados, sob microscopia eletrônica de varredura, a fim de obter melhores detalhes de ornamentação da exina. Foram observados grãos de pólen em mônades, isopolares, médios, âmbito circular, ocasionalmente subquadrangular, área polar variando de pequena a grande; prolatos esferoidais, oblatos esferoidais, subprolatos ou suboblato; 3-, 4- ou 5-colporado, círculoaperturado e fossuloaperturado, colpos longos a brevicolpados, estreitos e largos, com extremidades arredondadas e raramente afiladas, com presença de margem; presença de endoabertura lalongada ou circular, de fácil visualização; exina semitectada, ornamentação reticulada e microrreticulada heterobrocadas, psilada, raramente perfurada no apocolpo, fina, sendo a sexina mais espessa que a nexina.

Palavras-chave: grãos de pólen, morfologia polínica, Meliaceae.

ABSTRACT: Meliaceae, a Pantropical family of Sapindales, have genera and species distributed in tropical and subtropical regions of the globe, with native representatives in the Brazilian Cerrado. In this study, 11 species of the family were studied, two species of *Cedrela* P. Browne (*C. fissilis* Vell. and *C. odorata* L.), three of *Guarea* F. Allam. ex L. (*G. guidonia* (L.) Sleumer, *G. kunthiana* A. Juss. and *G. macrophylla* Vahl), one species of *Melia* L. (*M. azedarach* L.) and five of *Trichilia* P. Browne (*T. casatti* C. DC., *T. catigua* A. Juss., *T. claussoni* C. DC., *T. elegans* A. Juss. and *T. pallida* Sw.), all native to remaining forest fragments in the northwest of São Paulo, with the main objective of characterizing and describing the morphology of the pollen grains of these species, identifying characters that can support future taxonomic studies. The materials used were taken from exsiccates from herbaria, collected from forest fragments. The pollen grains were acetolyzed, measured, described and photomicrographed, to obtain qualitative and quantitative data and, subsequently, electromicrographed according to the protocol for non-acetolyzed pollen grains, under scanning electron microscopy, to obtain better details of exine ornamentation. Pollen grains were observed in monads, isopolar, medium, circular in scope, occasionally subquadrangular, polar area small to large; spheroidal prolate, spheroidal oblates, subprolate or suboblate; 3-, 4- or 5-colporate, circularaperturate and fossaperturate, long to brevicolpate colpi, narrow and wide, with rounded and rarely tapered ends, with the presence of a margin; presence of a longate or circular endoaperture, easily visible; exine semitectate, reticulate and microreticulate heterobrochate ornamentation, psilate, rarely perforated in the apocolpium, thin, sexine being thicker than nexine.

Key-words: pollen grains, palinological morphology, Meliaceae.

1. INTRODUÇÃO

O termo Palinologia (do grego, *palynein* = espalhar poeira fina) foi cunhado e estabelecido como uma ciência em 1945, pelos pesquisadores Hyde e Willians, que a descreveram como o estudo das características morfológicas externas dos grãos de pólen e esporos, atuais e fósseis, bem como suas formas de dispersão e aplicações. Os primeiros estudos acerca desses caracteres polínicos foram realizados por Malpighi, em 1670, que observou, por meio de microscópios rudimentares, as variações na forma e na cor dos grãos de pólen. Posteriormente a isso, na primeira metade do século XX, essa ciência era vista apenas como um apêndice da Sistemática, com intuito central de compreender as alergias causadas por essas estruturas pulverulentas e seus vestígios evolutivos. Esse interesse se deve à estrutura química do pólen – formado de esporopolenina –, por apresentar grande estabilidade molecular (MELHEM *et al.*, 2003), mantendo sua estrutura externa, a exina, quase imutável sob ação de diferentes fatores ambientais.

No Brasil, assim como no restante do mundo, os estudos concentraram-se no entendimento dos fósseis e das polinoses causadas. Somente em 1942 surgem os primeiros estudos da morfologia externa polínica de espécies nativas, que, até então, lançavam mão de uma terminologia confusa pautada em técnicas inadequadas. Graças ao avanço obtido pelos métodos de acetólise de Erdtman (1952, 1960 e 1963), que possibilitou uma visualização mais clara das estruturas presentes na parede do grão pólen, que a Palinologia passou a se difundir de fato entre os botânicos brasileiros, surgindo, então, marcos como o “Catálogo de grão de pólen de plantas do cerrado”, Salgado-Labouriau (1960). Estudos palinológicos são de extrema importância para uma melhor compreensão da relação entre as plantas viventes e fósseis, assim como sua ecologia e biodiversidade. Pode-se inferir que o entendimento palinológico lança luz à importância da conservação da diversidade botânica para um melhor entendimento das formações vegetais brasileiras.

A conservação da biodiversidade tem-se caracterizado como um dos maiores desafios da atualidade, em virtude do elevado nível de perturbações antrópicas que ocorrem nos ecossistemas naturais (VIANNA, *et al.* 1998). A

principal consequência da ação antrópica é a fragmentação dos ecossistemas. Viana (1990) define fragmento florestal como podendo ser uma área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou naturais (ex.: estradas, povoados, culturas agrícolas, pastagens, represas) capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou, sementes. Entre os fragmentos florestais podemos destacar as espécies vegetais pertencentes à família Meliaceae A. Juss., que são o foco do presente estudo. Muitas das espécies de Meliaceae encontradas nesses fragmentos são indispensáveis no reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 2020).

Meliaceae A. Juss., conhecida pela espécie *Swietenia macrophylla* King como a família do mogno, está posicionado na ordem Sapindales, sendo um grupo monofilético sustentado por sequências de DNA e pela presença de triterpenóides amargos (JUDD *et al.*, 2009). Fica situada dentro do clado das Rosídea, no subclado das Malvídea (APG IV, 2016). Atualmente admite-se quatro subfamílias em Meliaceae: Melioideae, com 35 gêneros arranjados em sete tribos (Aglaieae, Guareeae, Melieae, Sandoriceae, Trichilieae, Turraeeae e Vavaeeae), Cedreloideae, anteriormente conhecida como Swietenioideae, com 13 gêneros em três tribos (Cedreleae, Swietenieae e Xylocarpeae) e Quivisianthoideae e Capuronianthoideae, cada uma contendo um único gênero monotípico – *Quivisianthe* Baill. e *Capuronianthus* Leroy – respectivamente (PENNINGTON; STYLES, 1975). *Aglaia* Lour. (por volta de 100 espécies), *Trichilia* P. Browne (66), *Turreae* L. (65), *Dysoxylum* Blume (61), *Guarea* F. Allam. ex L. (35), *Melia* L. e *Swietenia* King, sendo as duas últimas mais frequentemente distribuídas na América do Norte. O grupo encontra-se largamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais, sendo a maior família Pantropical em Sapindales (GAMA *et al.*, 2020).

Entre as espécies aqui estudadas podemos destacar as de grande importância econômica, sendo largamente comercializadas em diferentes setores (LORENZI, 2020), caso das espécies *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, que é empregada na construção civil e naval, sendo também utilizada na confecção de instrumentos musicais; *Trichilia clauseni* C. DC., aplicada no paisagismo urbano e rural; *Swietenia macrophylla* King, mogno, e a *Cedrela fissilis* Vell, cedro branco, para a produção de mobiliário de luxo. *Cedrela odorata* L. tem sido

empregada na medicina tradicional no Brasil e em outros tantos países da América do Sul, pela utilização de suas folhas e cascas como adstringente, vermífugo, antimalárico e antirreumático, para resfriados, gripes e febres, sugerido por análises fitoquímicas ser graças aos seus triterpenóides (tetranortriterpenos – limonoide) (ADEOYE, 1965; MORS, 2000; LORENZI, 2008).

Na literatura, a morfologia da família é descrita como árvores, arvoretas ou arbustos, espécies dióicas ou monóicas, geralmente com folhas alternas, compostas, pinadas, sem estípulas, às vezes com pulvino na base. Inflorescência em tirso, panícula, racemo ou espiga, terminal, axilar ou cauliflora, com flores bissexuadas ou unissexuadas, apresentando estaminódios e pistilos bem desenvolvidos, sendo actinomorfas, 4-5-meras; apresentam um cálice lobado, truncado ou com sépalas livres; pétalas livres ou parcialmente unidas na base; androceu isostêmone ou diplostêmone, filetes livres, unidos em tubo ou adnatos na parte inferior ao androginóforo colunar (gênero *Cedrela* P. Browne); anteras livres ou fixas na borda do tubo estaminal, na extremidade dos filetes ou na face interna do tubo estaminal, inclusas ou parcialmente excertas; disco nectarífero intra-estaminal; ovário súpero ou semi-ífero (*Cabralea*), 3-5 locular, com lóculos 1, 2 ou multiovulados, óvulos colaterais, superpostos ou seriados; com estilete e estigma. Fruto cápsula loculicida, septífraga ou raramente drupa (gênero *Melia* L.) (PASTORE, 2003).

A morfologia dos grãos de pólen quase sempre é isopolar, radialmente simétricos, suboblatos a subprolatos, mônades (MABBERLEY *et al.*, 2010), sendo raramente oblatos ou prolatos, e apenas em alguns *Dysoxylum* Blume são eliminados em tétrades romboidais. São 3-,4-,5-colporados, sendo o segundo a condição mais frequente. Em ‘Turraeeae’ (embora não em *Munronia* Wall) e em Vavaeeae, eles são geralmente 3-colporados; o pólen, na maioria dos gêneros, tem margens de ectoabertura e endoabertura distintamente espessadas. Pouco é registrado sobre a estrutura da exina, não havendo diferenças significativas de pólen entre as subfamílias. Nas espécies que apresentam flores brancas, fortemente perfumadas no período noturno (*Chisocheton* (Miq.) DC. e *Dysoxylum* Blume spp.) a polinização é realizada por mariposa. Em *sensu stricto*, a polinização das várias espécies dessa família são intermediadas por insetos – abelhas e abelhas sem ferrão. Registros na Ásia sugerem a polinização de

Cedrela e *Guarea* spp. (longas inflorescências flageliformes) por morcegos (MARBBELEY, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como principal objetivo analisar e descrever a morfologia polínica de espécies de Meliaceae encontradas em fragmentos florestais remanescentes da região Noroeste do Estado de São Paulo.

2.2. Objetivos específicos

- Investigar novos caracteres polínicos que possam caracterizar a família, gêneros e espécies de Meliaceae;
- Fornecer, através dos dados palinológicos, subsídios para o estudo da palinotaxonomia de Meliaceae buscando uma melhor delimitação dos táxons;
- Analisar a existência de diferenças qualitativas e quantitativas entre os grãos de pólen estudados;
- Contribuir com dados morfológicos precisos para futuros trabalhos envolvendo espécies de Meliaceae.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material de análise

Foram estudados os grãos de pólen de 11 espécies de Meliaceae A. Juss, sendo elas: *Cedrela fissilis* Vell., *Cedrela odorata* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Guarea kunthiana* A. Juss., *Guarea macrophylla* Vahl, *Melia azedarach* L., *Trichilia casaretti* C. DC., *Trichilia catigua* A. Juss., *Trichilia claussoni* C. DC., *Trichilia elegans* A. Juss. e *Trichilia pallida* Sw. O material polínico utilizado para este trabalho foi obtido por meio de coletas em importantes herbários nacionais, sendo eles: o Herbário ESA (Piracicaba, São Paulo), o Herbário JABU

(Jaboticabal, São Paulo) e o Herbário SJRP (São José do Rio Preto, São Paulo). (Tabela 1).

Para análise da morfologia polínica foram utilizadas todas as anteras de uma ou mais flores, quando possível, a fim de obter significativa amostra de material polínico. Para cada espécie analisada, um espécime foi definido como padrão para obtenção das descrições e pranchas de ilustração e, sempre que possível, foram examinados os grãos de pólen de duas espécimes para confirmação de dados.

Tabela 1. Voucher dos espécimes e procedência das espécies de Meliaceae analisadas.

Espécime	Procedência
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Brasil, São Paulo: São João de Iracema, Fazenda São Francisco (G5), 10/XII/2007, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2514 (SJRP33407) Brasil, São Paulo: São João de Iracema, Fazenda Taperão (G3), 15/VIII/2007, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2518 (SJRP33409)
<i>Cedrela odorata</i> L.	Brasil, São Paulo: Paulo de Faria, 20/XI/2001, F. Tomaseto <i>et al.</i> 185 (SJRP26554) Brasil, São Paulo: Ribeirão Preto, 24/IX/2001, O. Kotchetkoff-Henriques <i>et al.</i> 416 (SPFR7610)
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Brasil, São Paulo: Pindorama, Estação Experimental (P9), 31/I/2009, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2522 (SJRP33426) Brasil, São Paulo: Taquaritinga, Fazenda Santa Lucía (P8), 12/III/2009, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2524 (SJRP33424)
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Brasil, São Paulo: Matão, Fazenda Gambuhy (G9), 06/XI/2008, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2532 (SJRP33434) Brasil, São Paulo: Pindorama, Estação Experimental (P9), 04/VII/2008, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2531 (SJRP33429) Brasil, São Paulo: Galeia, Estação Ecológica de Caeteus, 01/X/1999, M. R. Gorenstein. 6053 (ESA64996)
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Brasil, São Paulo: Eldorado, Parque Estadual Jacupiranga, 25/III/2005, M. B. Santos 53 (ESA107940) Brasil, Paraná: Nova Olímpia, 30/X/1988, A. T. Yoshioka, s/n (ESA4906) Brasil, 05/XII/1990, D. A. Folli, 1243 (ESA136478)
<i>Melia azedarach</i> L.	Brasil, Paraná: Espírito Santo, Londrina, 07/VIII/1999, F. A. Cloclet <i>e al.</i> 97 (SPFR08940) Brasil, São Paul: Monte Alto, 13/I/1986, L. C. Bernacci, 257 (SPFR00999)
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	Brasil, São Paulo: Turmalina, Fazenda São João (P4), 29/XI/2007, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2535 (SJRP32989) Brasil, São Paulo: Taquaritinga, Fazenda Santa Lucía (P8), 30/X/2008, V. Stranghetti <i>et al.</i> 2534 (SJRP32968) Brasil, São Paulo: Votuporanga, Fazenda Primavera (P3), 17/VIII/2007, A. Almeida Neto <i>et al.</i> 344 (SJRP33505)

Brasil, São Paulo: Matão, Fazenda Cambuhy (G9), 06/XI/2008, V. Stranghetti *et al.* 2539 (SJRP32994)

Brasil, São Paulo: Turmalina, Fazenda São João (P4), 05/X/2007, V. Stranghetti *et al.* 2538 (SJRP32969)

Trichilia catigua A. Juss.

Brasil, São Paulo: Barretos, Fazenda Floresta (P7), 09/IV/2010, V. Stranghetti *et al.* 2548 (SJRP33417)

Brasil, São Paulo: Sales, Fazenda Águas Claras (G2), 28/III/2007, V. Stranghetti *et al.* 2541 (SJRP33419)

Brasil, São Paulo: Matão, Fazenda Gambuhy (G9), 03/IV/2007, V. Stranghetti *et al.* 2547 (SJRP33411)

Brasil, São Paulo: São José do Rio Preto, Bosque e Zoológico Municipal, 05/XII/2017, J. P. Soares-Silva, 22 (SJRP34093)

Trichilia claussoni C. DC.

Brasil, São Paulo: Jaboticabal, Fazenda Santa Isabel, 24/X/1999, E. H. A. Rodrigues, 404 (JABU)

Brasil, São Paulo: Pindorama, Estação Experimental (P9), 04/IX/2008, V. Stranghetti *et al.* 2554 (SJRP32993)

Trichilia elegans A. Juss

Brasil, São Paulo: Piracicaba, s/d, K. Madruga. 2 (ESA134981)

Trichilia pallida Sw.

Brasil, São Paulo: Santo Antônio do Aracanguá, Fazenda Rancho Alegre (P1), 06/III/2007, V. Stranghetti *et al.* 2565 (SJRP32989)

Brasil, São Paulo: Bebedouro, Fazenda Córrego dos Bois, (G8), 19/II/2009, V. Stranghetti *et al.* 2564 (SJRP32962)

3.2 Análises dos grãos de pólen

Para análise em microscopia óptica, os grãos de pólen foram preparados segundo a técnica clássica de acetólise (ERDTMAN, 1960), seguindo modificações sugeridas por Melhem *et al.* (2003). O material polínico foi mantido na mistura acetolítica por aproximadamente um minuto e meio, a fim de remover completamente o conteúdo celular dos grãos para melhor visualização das estruturas. Posteriormente, todas as espécies foram submetidas à glicerina por um período de 24 horas para o preenchimento total dos grãos de pólen, com exceção das espécies do gênero *Trichilia*, as quais necessitaram de tempo maior nessa etapa, ficando de 36 a 48 horas nesse processo.

Anterior à análise do material polínico foram confeccionadas quatro lâminas para cada espécime, utilizando-se gelatina glicerinada coberta por uma lamínula e selada com parafina. As técnicas tiveram realização no Laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia (LaMPali) do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV) e as lâminas obtidas foram adicionadas à palinoteca da instituição como material testemunho.

Para obter melhores detalhes de ornamentação da exina foi realizada a análise dos grãos de pólen de três espécies sob microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para esse procedimento foi necessário seguir o protocolo proposto por Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados. As amostras foram depositadas sobre uma fita de carbono presente nos porta-espécimes (stubs) e submetidas à técnica de metalização e, posteriormente, foi realizada a microscopia eletrônica de varredura nas dependências do Laboratório de Microscopia Eletrônica da UNESP de Jaboticabal.

Para medição dos diâmetros foram escolhidos aleatoriamente os grãos de pólen em vista polar e equatorial ($n = 25$), e realizada em um período de até sete dias após sua preparação (MELHEM & MATOS, 1972; SALGADO-LABOURIAU, 1973), em um aumento de 400 vezes. Também foram realizadas dez medidas para os demais caracteres, tais como: ectoaberturas, endoaberturas, camadas de exina e apocolpo, todas realizadas na objetiva de 100. Para o material de comparação, foram executadas apenas medidas de diâmetros em vista polar e equatorial ($n = 25$), no aumento de 400 vezes.

A partir dos dados quantitativos obteve-se a média aritmética ($\bar{x}$), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (CV) e o intervalo de confiança a 95% (IC). As comparações das médias entre cada espécie estudada foram realizadas através da análise de variância (VIEIRA, 1981; ZAR, 1996), cujos dados foram apresentados em gráficos utilizando o pacote estatístico MINITAB 19 for Windows.

Com o auxílio do programa Fitopac (SHEPERD, 1996) para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x+1)$] e, posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (MCCUNE; MEFFORD, 2011), foi realizada uma ordenação pela análise de componentes principais (ACP) a partir da matriz de covariância, cujo objetivo é avaliar a influência dos dados quantitativos dos grãos de pólen na ordenação das espécies, tendo em vista 17 variáveis métricas, sendo elas: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP), diâmetro polar e equatorial em vista equatorial (DPVE e DEVE), comprimento e largura do colpo (CCOM e CLAR), largura da margem do colpo (MARGEM), comprimento e largura da endoabertura (ECOM e ELAR), largura da costa da endoabertura (COSTA), exina (EXI), sexina (SEXI), nexina (NEXI), teto (TETO), forma dos grãos de pólen (FORMA), índice de área polar (IAP) e índice de comprimento e largura do colpo (ICC e ILC).

Com a finalidade de registrar os caracteres morfológicos observados sob microscopia de luz, fotomicrografias foram realizadas a partir de um microscópio óptico (modelo Leica DM1000 Led) e uma câmera de vídeo (Leica MC190 HD) acoplada a um microcomputador no laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia (LaMPali) do Departamento de Biologia (UNESP/FCAV). E para a obtenção de eletromicrografias utilizou-se o microscópio eletrônico de varredura (ZEISS EVO MA10) do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP). A partir das fotomicrografias e eletromicrografias obtidas foram elaboradas pranchas para ilustração dos grãos de pólen dos espécimes analisados.

Para a descrição das características do material polínico a terminologia adotada foi baseada nos glossários de Punt *et al.* (2007) e Halbritter *et al.* (2018); a descrição da morfologia polínica segundo Bellonzi *et al.* (2020); o tamanho e a forma do grão de pólen segundo Erdtman (1952); para a caracterização do âmbito e das aberturas usamos Erdtman (1952) e Walker & Doyle (1975); as

classes do índice de área polar (IAP) seguem Faegri e Iversen (1966), e para o índice de largura e comprimento de colpo seguem Gasparino *et al.* (2013) e Dutra *et al.* (2023). Para as medidas de endoaberturas dos grãos de pólen utilizou-se os desvios padrões das medidas para auxiliar na definição de tipos de endoaberturas como proposto em Soares *et al.* (2021).

4. RESULTADOS

4.1 Descrição geral das espécies

Para os grãos de pólen dessa família foi observado que, de forma geral, são liberados em mônades, isopolares, com tamanhos médios. O âmbito tende a ser circular ou subquadrangular, com área polar variando de pequena a grande, e a forma apresenta-se bem ampla entre as espécies, indo de suboblato a subprolato.

Com relação ao número de aberturas, o padrão para todas as amostras foi tetracolporado, no entanto, as espécies *Cedrela odorata*, *Guarea macrophylla* e *Trichilia clausenii* apresentaram número de aberturas variáveis contável ($n > 25$), tendo também como padrão grãos 3-, 5-colporados; ainda é possível observar eventualmente grãos 6-colporados no gênero *Guarea* F. Allam. ex L. Com relação às ectoaberturas, os grãos se apresentam circunaperturados, com golpes longos em *Cedrela* e *Trichilia*, a brevicolpados nas espécies do gênero *Guarea* e em *Trichilia pallida*, comumente estreitos, mas foram observados golpes largos também em *Trichilia pallida*, com extremidades arredondadas e raramente afiladas, com presença de margem. As endoaberturas são alongadas ou circulares, de fácil visualização. Apresentam exina tectada e semitectada, com maior ocorrência da ornamentação psilada nas espécies, especialmente na região do mesocolpo, mas a variação reticulada e microrreticulada heterobrocadas podem ser visualizadas; excepcionalmente em *Trichilia pallida*, a região do apocolpo apresenta-se perfurada, enquanto que o mesocolpo mostra-se psilado; a espessura total é fina, sendo a sexina mais espessa que a nexina. (Tabelas 2-4, Figuras 1-3).

4.2 Descrição detalhada dos gêneros

4.2.1 Descrição das espécies do gênero *Cedrela* P. Browne

Ficou constatado nesse estudo que os grãos de pólen desse gênero são liberados em mônades, isopolares, com tamanhos médios. Quanto à forma, podem variar de oblato-esferoidais a subprolotos, sendo prolato-esferoidal a mais comum de se visualizar; o âmbito pode ser circular ou subquadrangular, e a área polar apresenta-se grande em *Cedrela fissilis* e pequena em *Cedrela odorata*.

Para a primeira, o padrão de aberturas segue o esperado para a família (4-colporado), enquanto que para a segunda espécie, a variação tricolporada também é contável ($n > 25$) apresentando as duas formas para um mesmo espécime; seus colpos são estreitos, com extremidades arredondadas e margem bem delimitada. As endoaberturas são circulares e, ocasionalmente, alongadas, com presença de costa de fácil observação.

Sua exina é fina, semitectada a tectada, microrreticulada em ambas e, ocasionalmente, psilada em *Cedrela fissilis*, como apontado pelo MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura). (Tabela 2, Figuras 2 A – H' e 3 E – F).

4.2.2 Descrição das espécies do gênero *Guarea* F. Allam. ex L.

A liberação dos grãos de pólen desse gênero é por mônades, isopolares, com tamanhos médios. É possível vislumbrar um âmbito circular a subquadrangular e área polar grande. Como nos demais gêneros da família, as formas encontradas podem ser bem diversas, indo de suboblato a oblato-esferoidal em *Guarea guidonia* e *Guarea macrophylla*, de prolato-esferoidal a subprolato em *Guarea kunthiana*.

Usualmente o padrão de aberturas dessas espécies é 4-colporado, no entanto, a variação pentacolporado poder ser contabilizada ($n > 25$) na espécie *Guarea macrophylla* e, esporadicamente, grãos 6-colporados podem ser avistados; já pra *Guarea guidonia* e *Guarea kunthiana* pontualmente é possível observar grãos 3-,5-colporados, tendo como padrão 4-colporados. Seus colpos são estreitos e curtos, com a presença de margem nítida. As endoaberturas

podem ser circulares a lalongadas, com presença de costa e, no mais, apresentam aspecto de funil, aumentando da parte mais externa do grão para a porção mais interna.

A espessura de suas exinas é fina, e normalmente a sexina é mais larga que a nexina e apresentam-se tectadas, com a ornamentação psilada, possivelmente, granulosa, bem característico em *Guarea macrophylla*. (Tabela 2, Figuras 2 I – T').

4.2.3 Descrição de *Melia azedarach* L.

Os grãos dessa espécie são liberados em mônades, apresentam polos distais semelhantes (isopolares), com tamanhos médios. O âmbito pode variar de circular a subquadrangular, com uma área polar grande, enquanto que a forma dos grãos pode ser bem inconstante, transacionando de subprolato, prolato-esferoidais a oblato-esferoidais.

Apresentam 4-cólporos, mais raramente a variação tricolporada é captada; com colpos ornamentados estreitos e longos, cujas extremidades são arredondadas, e a margem bem delineada. Suas endoaberturas podem ser circulares ou lalongadas, com presença de costa facilmente detectável. Exina fina, como no restante da família, semitectada, com ornamentação microrreticulada. (Tabela 2, Figuras 3 A – D').

4.2.4 Descrição das espécies do gênero *Trichilia* P. Browne

Todas as espécies liberam seus grãos de pólen em mônades e estes são isopolares, com o tamanho médio, característico da família. É possível observar-se um âmbito circular a subquadrangular nessas espécies, bem como área polar pequena em *Trichilia casaretti* e *Trichilia elegans* e área polar grande nas demais espécies desse gênero. Usualmente a forma para esses grãos é subprolato a prolato, mas também pode-se encontrar grãos prolato-esferoidais nas espécies *Trichilia catigua* e *Trichilia elegans*.

Esse gênero também apresenta o padrão de aberturas 4-colporados, apesar de em *Trichilia clausseri* a variação pentacolporada poder ser numerada ($n > 25$); para o restante, observações pontuais das variantes 3-,5-colporado podem ser encontradas.

Com relação a suas ectoaberturas, essas são estreitas e longas, tendo a variação longa em *Trichilia casaretti* e *Trichilia elegans* e curta em *Trichilia pallida*; ornamentadas em *Trichilia casaretti* e *Trichilia claussenii*, com uma margem delimitada para todas. Em todas as espécies desse gênero as endoaberturas apresentam-se mais largas do que longas (lalongadas), com uma costa facilmente distinguível.

A exina, como nas demais, é fina, podendo ser semitectada ou tectada, pois as variações reticulada/microrreticulada e psilada podem ser visibilizadas. Em *Trichilia casaretti* e *Trichilia pallida* a microscopia eletrônica de varredura (MEV) constata um teto liso, principalmente na região do mesocolpo. Em *Trichilia pallida* também podemos encontrar um polo (apocolpo) perfurado, evidenciado tanto pelo MEV, quanto pela microscopia óptica, distinguindo essa espécie das demais. (Tabela 2, Figuras 2).

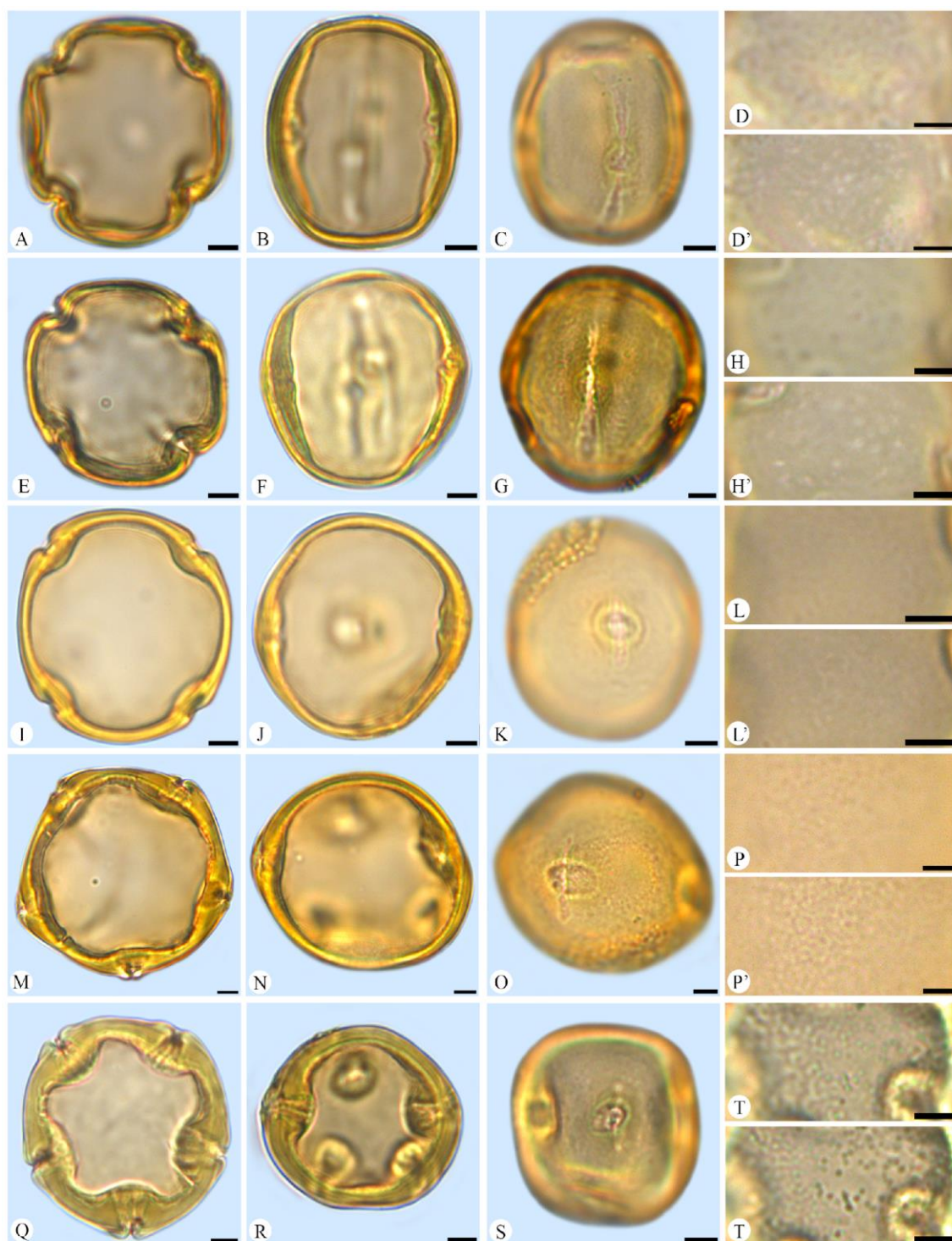


Figura 1. Fotomicrografias dos grãos de pólen de Meliaceae: A–D'. *Cedrela fissilis*; E–H'. *Cedrela odorata*; I–L'. *Guarea guidonia*; M–P'. *Guarea kunthiana*; Q–T'. *Guarea macrophylla*. A, E, I, M e Q – Vista polar com destaque para o âmbito. B, F, J, N e R – Vista equatorial com destaque para a forma. C, G, K, O e S – Vista equatorial com destaque para as aberturas. C, G, K, O e S – Vista equatorial com destaque para a forma. D–D', H–H', L–L', P–P' e T–T' – Análise de Luz e Obscuridade em foco alto e baixo. Escalas para todas as fotomicrografias: 5 µm.

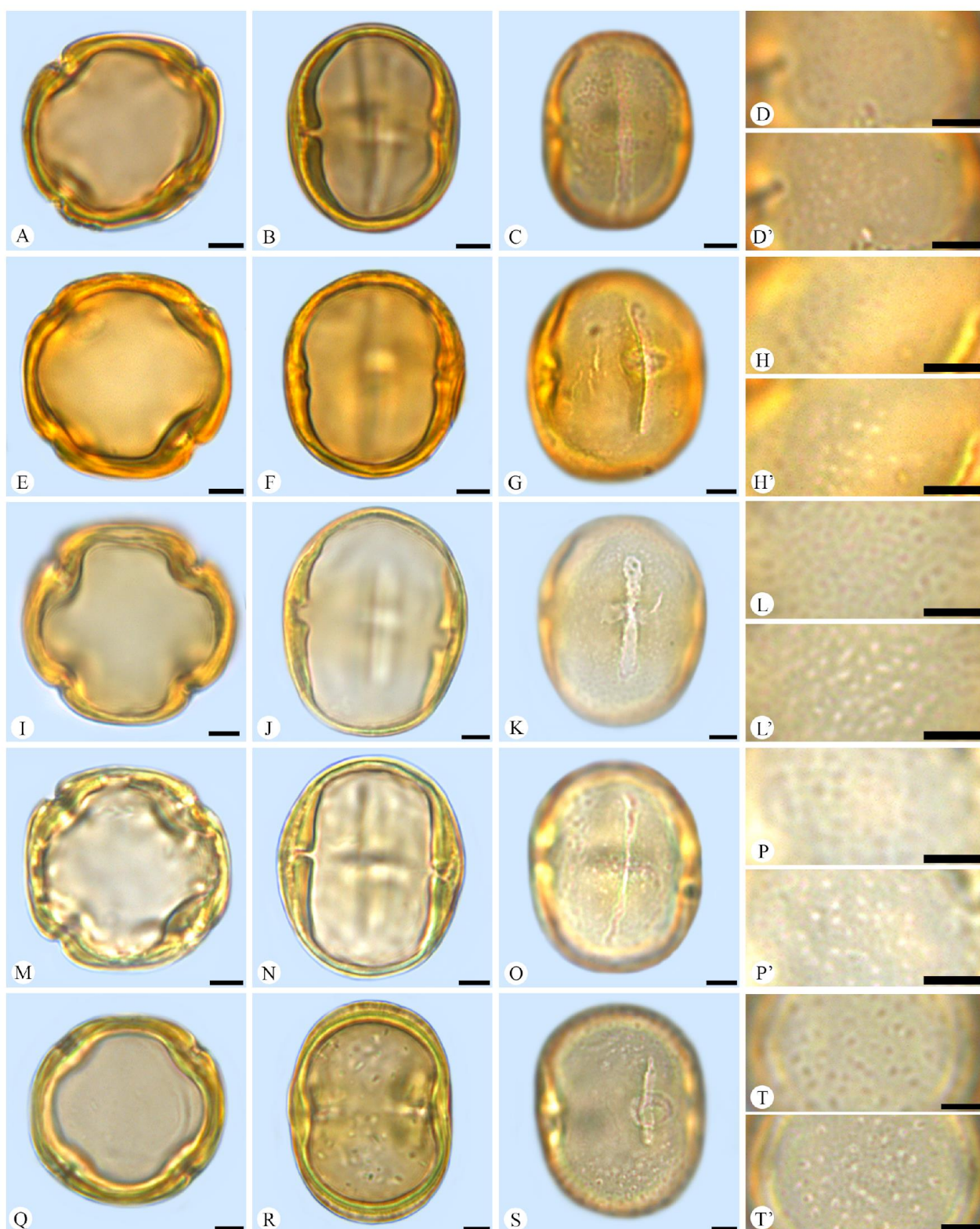


Figura 2. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Trichilia* spp.: A–D'. *Trichilia casaretti*; E–H'. *Trichilia catigua*; I–L'. *Trichilia claussoni*; M–P'. *Trichilia elegans*; Q–T'. *Trichilia pallida*. A, E, I, M e Q – Vista polar com destaque para o âmbito. B, F, J, N e R – Vista equatorial com destaque para a forma. C, G, K, O e S – Vista equatorial com destaque para as aberturas. C, G, K, O e S – Vista equatorial com destaque para a forma. D–D', H–H', L–L', P–P' e T–T' – Análise de Luz e Obscuridade em foco alto e baixo. Escala para todas as fotomicrografias: 5 μ m.

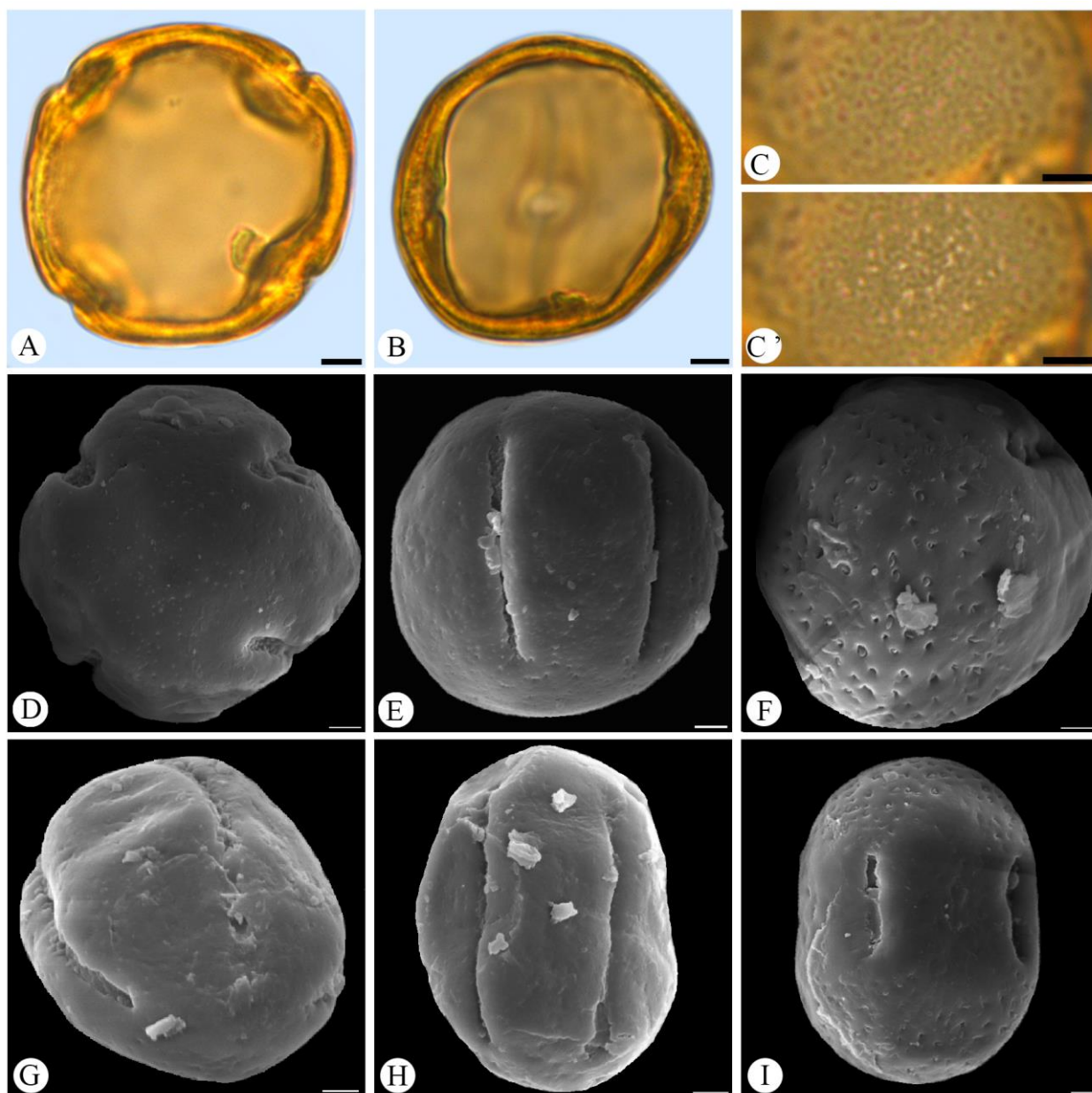


Figura 3: Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Melia azedarach*. A – Vista polar com destaque para o âmbito. B – Vista equatorial com destaque para a forma. C–C'– Análise de Luz e Obscuridade em foco alto e baixo. Escalas das fotomicrografias: 5 µm. Eletromicrografias das vistas polares e equatoriais de *Cedrela fissilis* (D–E), *Trichilia casaretti* (G–H) e *Trichilia pallida* (F–I). Escalas dos MEVs: 2 µm.

Tabela 2. Caracterização morfológica das medidas dos cólporos e exina dos grãos de pólen de Meliaceae nativas de fragmentos florestais.

Espécies	NA	Tamanho	Forma	Ornamentação	EX	ENDO	Costa	ILC	ICC	IAP
<i>Cedrela fissilis</i>	4(5)	M	PE(SP)	MR(PS)	Fina	Circular	Presente	Estreito	Longo	Grande
<i>Cedrela odorata</i>	4-3(5)	M	PE(OE)	MR(PS)	Fina	Circular	Presente	Estreito	Longo	Pequena
<i>Guarea guidonia</i>	4(3-5)	M	OE	MR(PS)	Fina	Circular	Presente	Estreito	Curto	Grande
<i>Guarea kunthiana</i>	4(5)	M	SP(PE)	MR(PS)	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Curto	Grande
<i>Guarea macrophylla</i>	4-5(6)	M	SO(OE)	PS	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Curto	Grande
<i>Melia azedarach</i>	4(3)	M	PE(SP)	PS	Fina	Circular	Presente	Estreito	Longo	Grande
<i>Trichilia casaretti</i>	4(5)	M	SP(PR)	MR(PS)	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Longo	Pequena
<i>Trichilia catigua</i>	4(5-6)	M	PE(SP)	MR(PS)	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Longo	Grande
<i>Trichilia claussenii</i>	4-5	M	SP	MR	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Longo	Grande
<i>Trichilia elegans</i>	4(3)	M	SP(PE)	MR(RT)	Fina	Lalongada	Presente	Estreito	Longo	Pequena
<i>Trichilia pallida</i>	4	M	SP(PR)	MR/RT(PR/PS)	Fina	Lalongada	Presente	Largo	Curto	Grande

NA = Número de Aberturas; M = Médio; na forma: PE = Prolato-esferoidal, SP = Subprolato, OE = Oblato-esferoidal, SO = Suboblato, PR = Prolato; na ornamentação: MR = Microrreticulada, PS = Psilada, RT = Reticulada; EX = Exina (espessura); ENDO = Endoabertura; ILC = Índice de Largura do Colpo; ICC = Índice de Comprimento do Colpo; IAP = Índice de Área Polar).

Tabela 3. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e camadas da exina dos grãos de pólen de Meliaceae,

<i>Especies</i>	Ectoabertura			ILC	ICC	IAP	Endoabertura			Exina			
	Comp	Larg	Marg				Comp	Larg	Costa	Exina Total	Sexina	Nexina	Teto
<i>Cedrela fissilis</i>	22,49	1,14	0,48	27,00	0,65	0,64	3,57	4,72	0,58	1,87	1,16	0,60	0,34
<i>Cedrela odorata</i>	20,49	0,90	0,48	36,60	0,61	0,42	3,69	4,32	0,65	1,96	1,20	0,65	0,41
<i>Guarea guidonia</i>	9,42	1,07	0,50	31,30	0,30	0,50	3,88	4,71	0,67	1,81	1,11	0,58	0,47
<i>Guarea kunthiana</i>	15,47	1,41	0,65	26,80	0,34	0,74	4,86	7,20	0,77	2,32	1,50	0,65	0,54
<i>Guarea macrophylla</i>	7,53	0,84	0,52	39,70	0,25	0,72	3,19	4,91	0,75	3,05	2,32	0,67	0,54
<i>Melia azedarach</i>	27,35	1,59	0,69	23,10	0,70	0,64	7,45	7,97	0,79	2,33	1,40	0,73	0,55
<i>Trichilia casaretti</i>	20,44	1,17	0,46	18,90	0,71	0,40	2,29	5,96	0,66	1,29	0,67	0,49	0,26
<i>Trichilia catigua</i>	18,93	1,50	0,52	18,50	0,63	0,57	2,99	5,72	0,68	1,79	1,15	0,43	0,39
<i>Trichilia claussoni</i>	22,25	1,63	0,72	19,10	0,58	0,51	4,21	8,50	0,65	2,07	0,98	0,97	0,39
<i>Trichilia elegans</i>	20,82	1,28	0,57	22,00	0,64	0,49	2,80	8,30	0,71	1,79	1,25	0,50	0,44
<i>Trichilia pallida</i>	15,47	1,58	0,68	5,90	0,30	0,69	5,21	11,84	0,61	2,13	1,41	0,57	0,55

$n=25$. Comp.= comprimento, Larg. = Largura, Marg. = Margem, ILC = Índice de Largura do Colpo, ICC = Índice de Comprimento do Colpo, IAP = Índice de Área Polar.

Tabela 4. Medida dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de Meliaceae n=25. Xmin = Menor valor observado (µm), Xmax = Maior valor observado (µm), x = Média aritmética (µm), sx = Desvio padrão da média (µm), S = Desvio padrão da amostra (µm), IC = Intervalo de Confiança a 95 % (µm), CV = Coeficiente de Variabilidade (%), IAP = Índice de Área Polar.

Espécies	x ($X_{\min} - X_{\max}$) $\pm$ s _x	S	IC	CV%
Diâmetro Equatorial em Vista Polar				
<i>Cedrela fissilis</i>	31,30 (30,00 – 32,50) $\pm$ 0,25	1,27	(30,77 – 31,88)	4,07
<i>Cedrela odorata</i>	32,60 (30,00 – 35,00) $\pm$ 0,18	0,88	(32,24 – 32,96)	6,87
<i>Guarea guidonia</i>	32,80 (30,00 – 37,50) $\pm$ 0,43	2,14	(31,92 – 33,68)	6,53
<i>Guarea kunthiana</i>	42,80 (37,50 – 47,50) $\pm$ 0,46	2,32	(41,84 – 43,76)	5,42
<i>Guarea macrophylla</i>	33,25 (30,00 – 37,50) $\pm$ 0,43	2,17	(32,36 – 34,14)	6,51
<i>Melia azedarach</i>	37,40 (32,50 – 42,50) $\pm$ 0,49	2,45	(36,39 – 38,41)	6,54
<i>Trichilia casaretti</i>	22,10 (20,00 – 25,00) $\pm$ 0,31	1,56	(21,46 – 22,74)	7,06
<i>Trichilia catigua</i>	27,50 (25,00 – 30,00) $\pm$ 0,35	1,77	(26,77 – 28,23)	6,43
<i>Trichilia claussoni</i>	32,27 (27,50 – 36,25) $\pm$ 0,48	2,24	(31,28 – 33,26)	6,93
<i>Trichilia elegans</i>	28,20 (25,00 – 32,50) $\pm$ 0,37	1,84	(27,44 – 28,96)	6,53
<i>Trichilia pallida</i>	30,70 (25,00 – 32,50) $\pm$ 0,42	2,11	(29,83 – 31,57)	6,86
Diâmetro Polar em Vista Equatorial				
<i>Cedrela fissilis</i>	34,60 (30,00 – 40,00) $\pm$ 0,43	2,13	(33,72 – 35,48)	6,15
<i>Cedrela odorata</i>	33,20 (30,00 – 37,50) $\pm$ 0,45	2,23	(32,28 – 34,12)	6,71
<i>Guarea guidonia</i>	31,05 (27,50 – 35,00) $\pm$ 0,36	1,79	(30,31 – 31,79)	5,77
<i>Guarea kunthiana</i>	45,20 (42,50 – 47,50) $\pm$ 0,32	1,60	(44,54 – 45,86)	3,50
<i>Guarea macrophylla</i>	29,60 (25,00 – 35,00) $\pm$ 0,42	2,10	(28,74 – 30,46)	7,08
<i>Melia azedarach</i>	38,00 (30,00 – 42,50) $\pm$ 0,69	3,46	(36,57 – 39,43)	9,11
<i>Trichilia casaretti</i>	28,50 (25,00 – 32,50) $\pm$ 0,35	1,77	(27,77 – 29,23)	6,20
<i>Trichilia catigua</i>	29,70 (25,00 – 32,50) $\pm$ 0,53	2,63	(28,61 – 30,70)	8,87
<i>Trichilia claussoni</i>	38,05 (32,50 – 42,50) $\pm$ 0,55	2,75	(36,91 – 39,19)	7,23
<i>Trichilia elegans</i>	32,10 (30,00 – 35,00) $\pm$ 0,34	1,72	(31,39 – 32,81)	5,36
<i>Trichilia pallida</i>	39,20 (32,50 – 45,00) $\pm$ 0,61	3,04	(37,95 – 40,45)	7,75
Diâmetro Equatorial em Vista Equatorial				
<i>Cedrela fissilis</i>	30,90 (27,50 – 37,50) $\pm$ 0,50	2,49	(29,87 – 31,93)	8,05
<i>Cedrela odorata</i>	32,90 (30,00 – 35,50) $\pm$ 0,28	1,38	(32,33 – 33,47)	4,21
<i>Guarea guidonia</i>	33,45 (31,25 – 35,00) $\pm$ 0,29	1,46	(32,85 – 34,05)	4,35
<i>Guarea kunthiana</i>	37,80 (32,50 – 40,00) $\pm$ 0,36	1,81	(37,05 – 38,55)	4,80
<i>Guarea macrophylla</i>	33,40 (23,75 – 37,50) $\pm$ 0,57	2,83	(32,23 – 34,57)	8,47
<i>Melia azedarach</i>	36,70 (32,50 – 42,50) $\pm$ 0,59	2,95	(35,48 – 37,92)	8,04
<i>Trichilia casaretti</i>	22,20 (20,00 – 25,00) $\pm$ 0,30	1,50	(21,58 – 22,82)	6,76
<i>Trichilia catigua</i>	27,70 (22,50 – 35,00) $\pm$ 0,45	2,27	(26,76 – 28,64)	8,21
<i>Trichilia claussoni</i>	31,15 (27,50 – 35,00) $\pm$ 0,36	1,80	(30,41 – 31,89)	5,78
<i>Trichilia elegans</i>	28,15 (25,00 – 31,25) $\pm$ 0,26	1,31	(27,61 – 28,69)	4,64
<i>Trichilia pallida</i>	30,90 (27,50 – 35,00) $\pm$ 0,43	2,15	(30,01 – 31,79)	6,96

4.1 Análises quantitativas

4.1.1 Medidas de diâmetros dos grãos de pólen

Através da análise da média (Tabela 4) e do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros (Figuras 4-6) das espécies aqui estudadas, pode-se observar uma separação nítida de *Trichilia casaretti* e *Guarea kunthiana*, por apresentarem os menores e maiores valores, respectivamente, para essas características.

Para o Diâmetro Equatorial em Vista Polar (DEVP) e Diâmetro Equatorial em Vista Equatorial (DEVE), seguindo a ordem crescente, nota-se que *Trichilia casaretti* apresenta os menores valores de diâmetro, ficando isolada das demais. Em seguida, vemos a formação de dois grupos contínuos com valores intermediários que se separam entre si, o primeiro agrupando *Trichilia catigua* e *Trichilia elegans* e o segundo reunindo o gênero *Cedrela* com as demais espécies de *Trichilia* e com *Guarea guidonia* e *Guarea macrophylla*. *Guarea kunthiana*, por sua vez, destacou-se por apresentar o maior diâmetro dentre as espécies, sucedida por *Melia azedarach*. (Tabela 4, Figuras 4 e 5).

Com relação ao Diâmetro Polar em Vista Equatorial (DPVE), podemos visualizar a formação de uma faixa crescente, associando *Trichilia casaretti*, *Guarea macrophylla*, *Trichilia catigua*, *Guarea guidonia*, *Trichilia elegans*, *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*, respectivamente. É possível constatar ainda um segundo agrupamento, cujas espécies apresentam valores altos aproximados, composto por *Melia azedarach*, *Trichilia claussoni* e *Trichilia pallida*. Por fim, *Guarea kunthiana* também apresentou os índices mais altos nessa categoria. (Tabela 4, Figura 6).

4.1.2 Análise de Componentes Principais (ACP)

Com o intuito de analisar os componentes principais (ACP) das espécies estudadas de Meliaceae, foram estabelecidas 17 variáveis métricas (Tabela 5). Os dois primeiros eixos agruparam 72,33% da variabilidade total dos dados quantitativos (Figura 7).

O primeiro eixo resumiu sozinho 48,45% da variabilidade e apresentou como variável mais relevante o Índice de Largura do Colpo (ILC), tendo ordenado no lado direito as espécies do gênero *Guarea* e *Cedrela*. Já a espécie *Trichilia*

pallida, que apresentou o menor valor de ILC (5,9 – tabela 5), ficou posicionada no extremo esquerdo da ordenação.

Para o segundo eixo, que entregou os outros 23,88% de variabilidade, as variáveis mais correlacionadas foram os valores de Comprimento de Colpo (CCOM) e de Endoabertura (ECOM), tendo agrupado *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Trichilia catigua* e *Trichilia elegans*, que apresentaram valores próximos de CCOM (Tabela 5).

4.1.3 Análise de similaridade (Cluster)

A análise de similaridade (em distância Euclidiana, Figura 8) também foi conduzida pelas mesmas 17 variáveis, tendo formado cinco grupos. A primeira espécie a sair é *Trichilia pallida*, que apresenta o menor Índice de Largura do Colpo (ILC), tendo ectoaberturas largas e curtas.

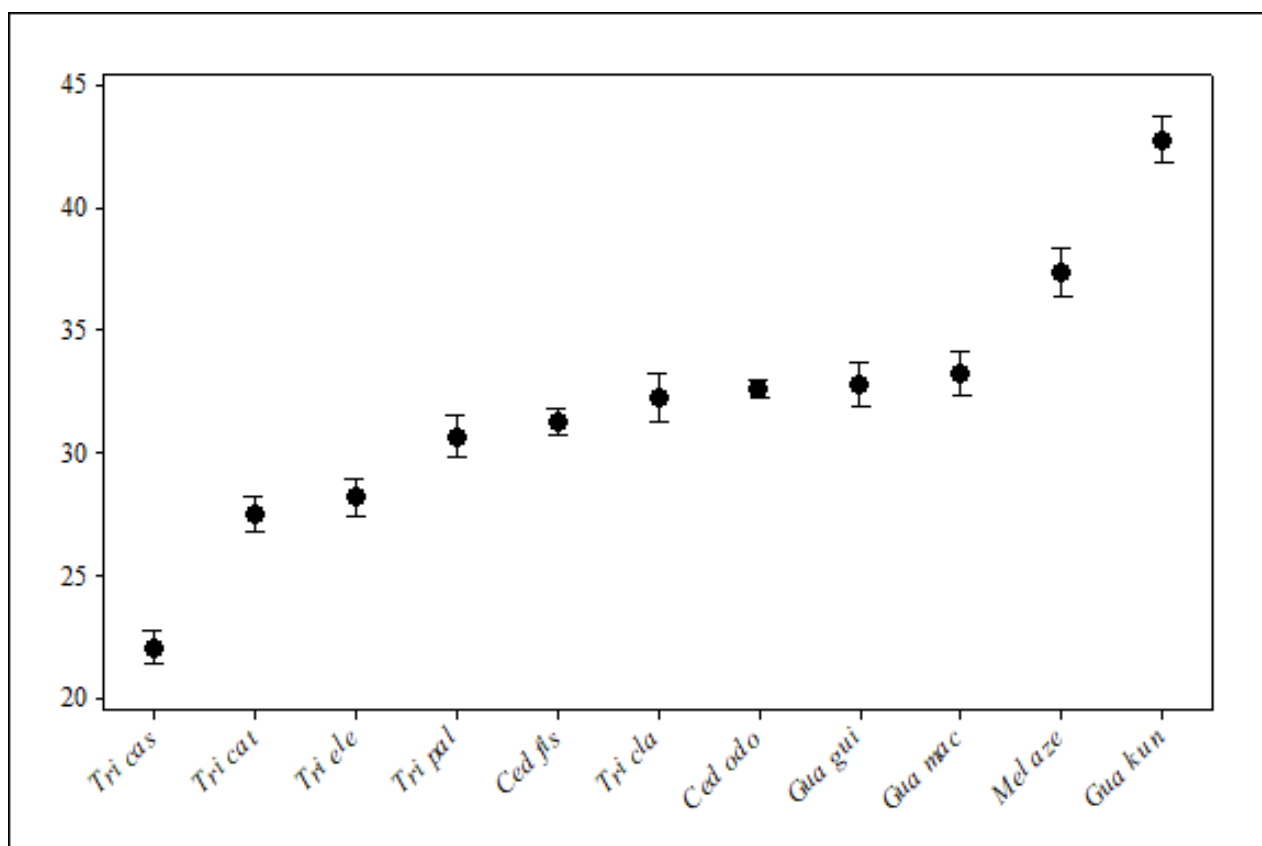
O segundo agrupamento, com 30% de similaridade, separa *Guarea guidonia* com *Guarea macrophylla* das mais espécies do grupo, por apresentarem colpos curtos e área polar grande (50% de proximidade entre elas).

Em 65% de similaridade vemos a formação de dois grupos, um reunindo os gêneros *Guarea kunthiana*, *Melia azedarach* e *Trichilia claussoni*, e o outro compilando o gênero *Cedrela* com as demais espécies de *Trichilia*.

Por apresentarem os maiores valores de média aritmética e de Diâmetro Polar e Equatorial (Tabela 4), *Guarea kunthiana*, *Melia azedarach* e *Trichilia claussoni* são associadas com 85% de similaridade.

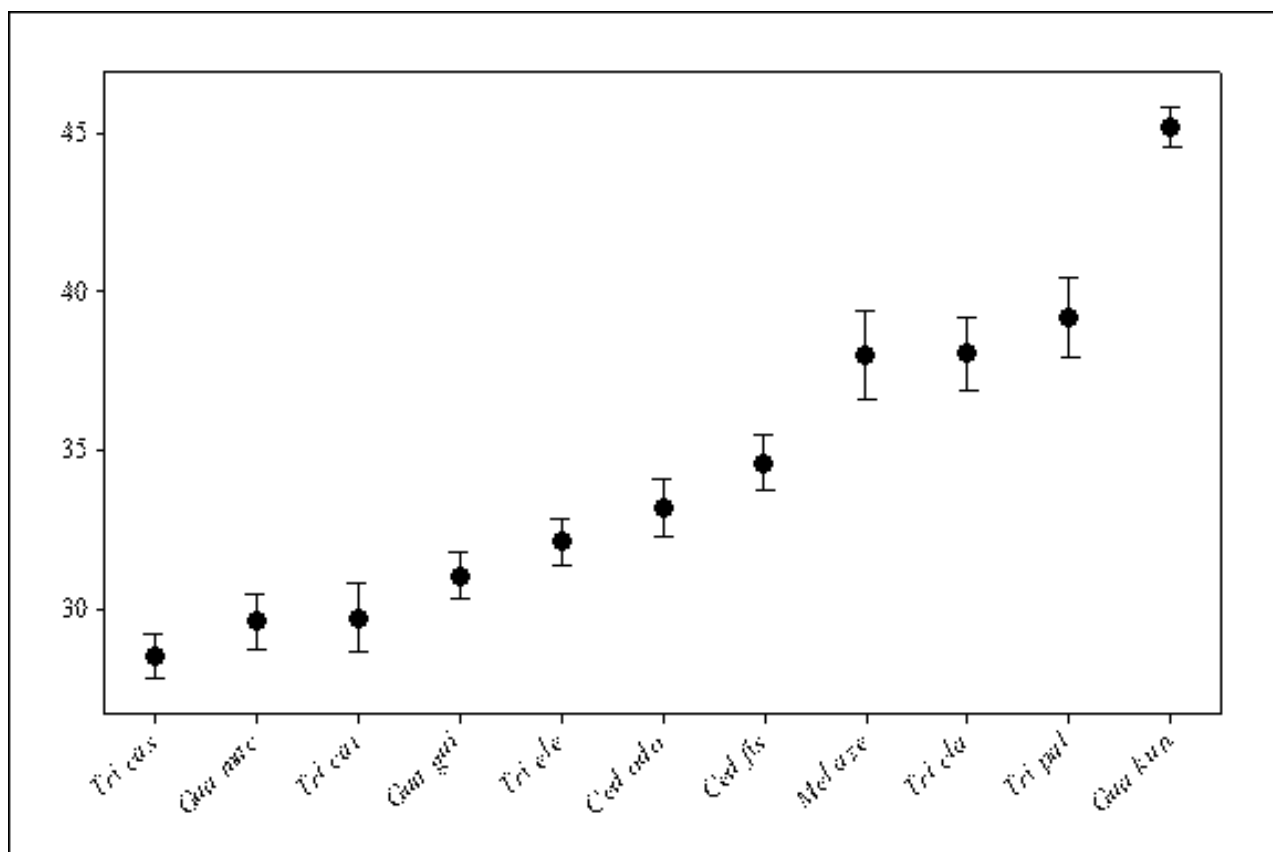
O gênero *Cedrela*, que ficou agrupado com 95% de semelhança e se separou de *Trichilia* (em 75% de similaridade), possivelmente por causa da ornamentação e pelo Índice de Largura do Colpo (relativamente pequeno entre as *Trichilia*). Já *Trichilia elegans* e *Trichilia catigua* apresentam 100% de similaridade, e *Trichilia casaretti* se isola das demais por conta de sua forma que se apresenta como sendo subprolato a prolato, enquanto que as demais vemos a forma prolato-esferoidal. (Tabela 2-4, Figura 8).

Figura 4. Representação gráfica das médias e dos intervalos de confiança das médias a 95% das medidas dos grãos de pólen das espécies de Meliaceae A. Juss. Diâmetro Equatorial em Vista Polar (DEVP).



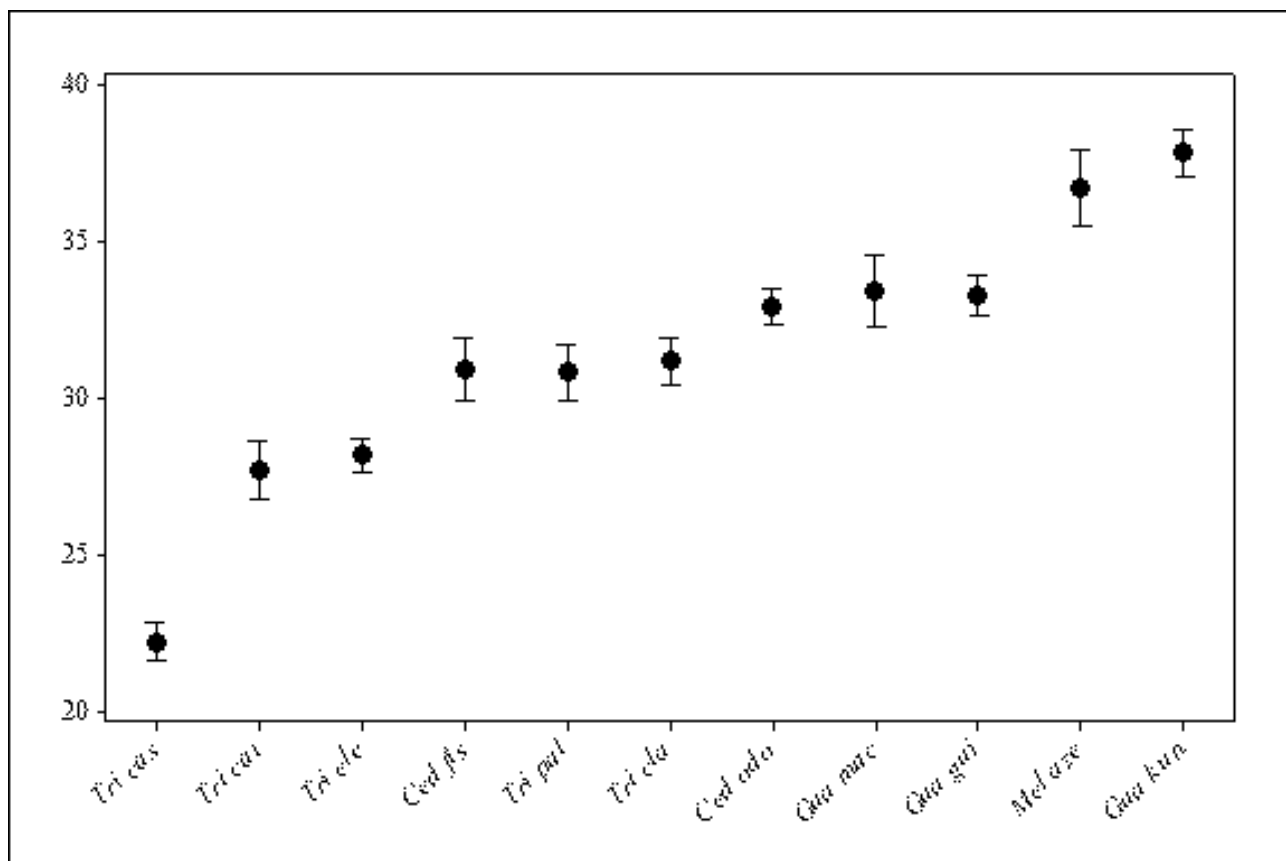
Valores em µm. Ced fis = *Cedrela fissilis*, Ced odo = *Cedrela odorata*, Gua gui = *Guarea guidonia*, Gua kun = *Guarea kunthiana*, Gua mac = *Guarea macrophylla*, Mel aze = *Melia azedarach*, Tri cas = *Trichilia casaretti*, Tric cat = *Trichilia catigua*, Tri cla = *Trichilia clausseri*, Tri ele = *Trichilia elegans*, Tri pal = *Trichilia pallida*. Fonte: a autora, gráficos gerados através do software MINITAB 10.3.

Figura 5. Representação gráfica das médias e dos intervalos de confiança das médias a 95% das medidas dos grãos de pólen das espécies de Meliaceae A. Juss. Diâmetro Polar em Vista Equatorial (DPVE).



Valores em μm . Ced fis = *Cedrela fissilis*, Ced odo = *Cedrela odorata*, Gua gui = *Guarea guidonia*, Gua kun = *Guarea kunthiana*, Gua mac = *Guarea macrophylla*, Mel aze = *Melia azedarach*, Tri cas = *Trichilia casaretti*, Tri cat = *Trichilia catigua*, Tri cla = *Trichilia claussenii*, Tri ele = *Trichilia elegans*, Tri pal = *Trichilia pallida*. Fonte: a autora, gráficos gerados através do software MINITAB 10.3.

Figura 6. Representação gráfica das médias e dos intervalos de confiança das médias a 95% das medidas dos grãos de pólen das espécies de Meliaceae A. Juss. Diâmetro Equatorial em Vista Equatorial (DEVE).

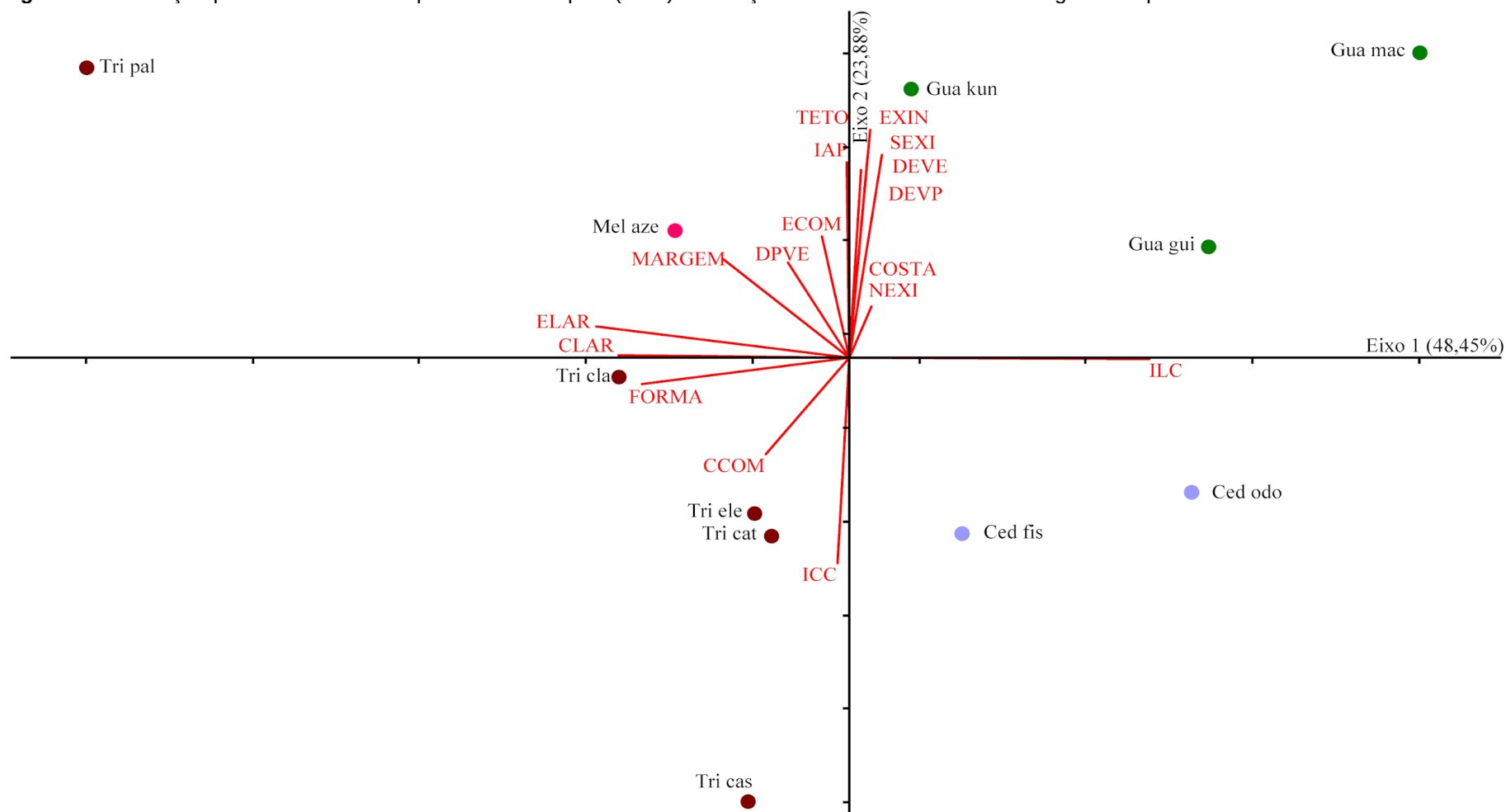


Valores em μm . Ced fis = *Cedrela fissilis*, Ced odo = *Cedrela odorata*, Gua gui = *Guarea guidonia*, Gua kun = *Guarea kunthiana*, Gua mac = *Guarea macrophylla*, Mel aze = *Melia azedarach*, Tri cas = *Trichilia casaretti*, Tric cat = *Trichilia catigua*, Tri cla = *Trichilia claussenii*, Tri ele = *Trichilia elegans*, Tri pal = *Trichilia pallida*. Fonte: a autora, gráficos gerados através do software MINITAB 10.3.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela ACP para as espécies de Meliaceae analisadas.

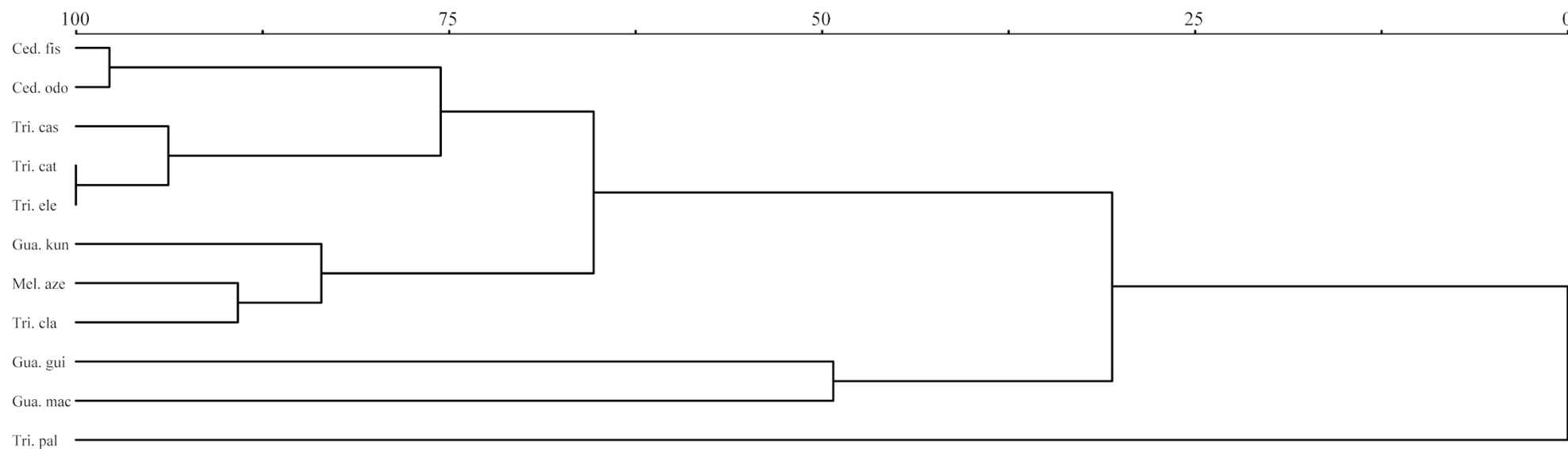
Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DEVP	(Diâmetro Equatorial em Vista Polar)	0,054	0,309
DPVE	(Diâmetro Polar em Vista Equatorial)	-0,103	0,187
DEVE	(Diâmetro Equatorial em Vista Equatorial)	0,058	0,277
CCOM	(Comprimento do Colpo)	-0,314	-0,492
CLAR	(Largura do Colpo)	-0,181	0,030
MARGEM	(Margem)	-0,064	0,083
ECOM	(Comprimento da Endoabertura)	-0,129	0,399
ELAR	(Largura da Endoabertura)	-0,443	0,229
COSTA	(Costa)	0,017	0,038
EXIN	(Exina)	0,062	0,296
SEXI	(Sexina)	0,094	0,344
NEXI	(Nexina)	0,003	0,079
TETO	(Teto)	-0,004	0,156
FORMA	(Forma)	-0,085	-0,044
IAP	(Índice de Área Polar)	-0,012	0,146
ILC	(Índice de Largura do Colpo)	0,781	-0,085
ICC	(Índice de Comprimento do Colpo)	-0,039	-0,244

Figura 7. Ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) em função das variáveis métricas dos grãos de pólen de Meliaceae.



Ced. fis = *Cedrela fissilis*, Ced. odo = *Cedrela odorata*, Gua. gui = *Guarea guidonia*, Gua. Kum = *Guarea kunthiana*, Gua. mac = *Guarea macrophylla*, Mel. aze = *Melia azedarach*, Tri. cas = *Trichilia casaretti*, Tri. cat = *Trichilia catigua*, Tri. cla = *Trichilia claussoni*, Tri. ele = *Trichilia elegans*, Tri. pal = *Trichilia pallida*.

Figura 8. Análise de Cluster (distância euclidiana) realizada a partir das variáveis métricas dos grãos de pólen das espécies de Meliaceae.



Ced. fis = *Cedrela fissilis*, Ced. ode = *Cedrela odorata*, Gua. gui = *Guarea guidonia*, Gua. kun = *Guarea kunthiana*, Gua. mac = *Guarea macrophylla*, Mel. aze = *Melia azedarach*, Tri. cas = *Trichilia casaretti*, Tri. cat = *Trichilia catigua*, Tri. cla = *Trichilia claussoni*, Tri. ele = *Trichilia elegans*, Tri. pal = *Trichilia pallida*.

5. DISCUSSÃO

Das espécies aqui estudadas, somente *Melia azedarach* não havia sido bem caracterizada até o momento, o que aumenta a necessidade de mais estudos como o do presente trabalho.

Silvina *et al.* (1997) descreve *Cedrela fissilis* como tendo grãos suboblato, 4- ou 5-colporados. Para *Cedrela odorata*, observou grãos oblato-esferoidais, tetra ou pentacolporados, ambas com endoaberturas circulares a lalongadas, apresentando espessamento anular da nexina superior a 2,0 μm . Colpos longos, de aproximadamente 14,0 μm comprimento. As medidas obtidas no presente estudo corroboram com os dados encontrados na literatura, mostrando pouca variação apenas com relação à forma dos grãos.

Para o gênero *Guarea* spp., Barth *et al.* (1988) descrevem os grãos de pólen como sendo médios a grandes, simetria radial, isopolares, esferoidais, âmbito circular a quadrangular; 4- ou 5-colporados, com colpos estreitos a brevicolpados; endoaberturas lalongadas a circulares; a sexina não apresenta perfurações, nem columelas distintas, entretanto, há uma separação visível entre sexina e nexina-1, a nexina-1 é responsável pela formação dos ânnulos em volta das endoaberturas, já a nexina-2 é de espessura constante. Das poucas diferenças entre os dados obtidos e os estudos já existentes, podemos destacar o tamanho e a ornamentação dos grãos de *Guarea* spp. Foram visualizados grãos médios para os três gêneros, ornamentação mcorreticulada em *Guarea guidonia* e, para as demais espécies, psilada, sendo uma exina tetctada granulosa. No mais, foi constatado que as endoaberturas das espécies *Guarea*

kunthiana e *Guarea macrophylla* se assemelham a um funil, aumentando da parte externa para a interna.

Os grãos dos gêneros *Trichilia*, foram descritos no mesmo estudos como grãos de tamanho médio, simetria radial, isopolares, subprolatos a prolatos, âmbito subtriangular, circular ou quadrangular; 3-, 4-, 5-colporados, colpos estreitos; endoaberturas lalongadas, de formatos variáveis, com costa pouco pronunciada; superfície psilada, às vezes com pontuações visíveis. Já Silvina *et al.* (1997), sugere que a ornamentação desse gênero seja escabrada a perfurada, o que corrobora com os dados obtidos nessa pesquisa, principalmente em se tratando de *Trichilia pallida*, que apresenta furos na região dos polos, e teto psilado ou escabrado no mesocolpo.

Das espécies observadas nesse estudo, *Guarea kunthiana* se destaca por apresentar os maiores valores de diâmetros (DEVP, DPVE e DEVE), *Trichilia casaretti* apresenta os menores valores de diâmetro equatorial em vista polar e diâmetro polar e vista equatorial; *Trichilia elegans*, por sua vez, apresentou o menor valor de DEVE. *Trichilia casaretti* se destaca com o menor valor da espessura da exina na família, e *Guarea macrophylla* com o maior; além disso, essa espécie também apresenta uma das menores ectoaberturas vistas aqui, sendo brevicolporada. Já *Melia azedarach* apresenta os maiores valores para cólporos, estando na faixa dos 27,35 μm . Para as endoaberturas, temos que a maior largura está em *Trichilia pallida* (11,84 μm), apresentando endoaberturas bem lalongadas, enquanto que as menores estão dentro do gênero *Cedrela* spp., cujas endoaberturas são mais circulares. No mais, a ornamentação mais diferenciada dentre as 11 espécies observadas foi de *Trichilia pallida*, que

apresenta ornamentação psilada-escabrada no mesocolpo, e teto perfurado no apocolpo.

Apesar disso, existe pouca variação de características, como tamanho, forma do grão, espessura da exina e ornamentação dentro da família, o que condiz com os dados levantados por Barth *et al.* (1998), sendo as diferenças mais marcantes a presença de teto e a sexina mais espessa que a nexina no gênero *Trichilia*. Todos os grãos apresentam ânulos bem delimitados, sendo muito expressivos em *Guarea* spp. e pouco espessos no gênero *Cedrela*.

6. CONCLUSÃO

Para os grãos de pólen das espécies de Meliaceae encontradas nos fragmentos florestais, é possível notar variações bem discretas quanto ao número das aberturas, a forma dos grãos de pólen ou a ornamentação da exina, entre espécies de um mesmo gênero ou gêneros da família. Desta forma os grãos de pólen de Meliaceae aqui analisados apresentam similaridade tornando a identificação dos mesmos uma tarefa difícil, isso pode indicar que a família seja descrita como estenopolínica. Caso este estudo seja utilizado posteriormente para a palinologia aplicada, os grãos de pólen podem ser enquadrados no tipo polínico Meliaceae.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOYE, S.A; BEKOE, D.A. **The Molecular Structure of *Cedrella odorata* Substances B. J. Chem. Soc. Chem. Comm**, p. 301-302, 1965.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV). **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, 2016 181:1-20.

BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Universidade Estadual de Campinas, Editora da UNICAMP: Campinas. 1988.

BARTH, O. M.; JUSTOS, L. R.; BARROS, M. A. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil meridional: XXX. Meliaceae. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 58, n. 3, p 497-509, ago. 1998.

BELLONZI, Talita Kely et al. Pollen types of Sapindaceae from Brazilian forest fragments: apertural variation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 34, p. 327-341, 2020.

CALEGARI *et al.* **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

DUTRA, Fernanda Vitorete; GROPPPO, Milton; GASPARINO, Eduardo Custódio. Pollen morphology characterization of Dryades Groppo, Kallunki & Pirani, a new genus of Rutaceae, and its phylogenetically related species. **Palynology**, v. 47, n. 4, p. 2246534, 2023.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy – Angiosperms**. Alquist & Wiksell, Stockholm. 1952.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 54, p. 561-564, 1960.

ERDTMAN, G. Palynology. In: **Advances in botanical research**. Academic Press, 1963.

FAEGRI, G.; IVERSEN, J. **Textbook of modern pollen analysis**. 2^a ed., Scandinavian University Books, Copenhagen, Denmark: Einar Munksgaard, 1966.

FAEGRI, K. Recent trends in palynology. **Botanical Review**, v. 22, n. 9, p. 639-664, 1956.

Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 01 set. 2021

GAMA, R. L. *et al.* Evolution of reproductive traits in the mahagony family (Meliaceae). **Journal of Systematics and Evolution**. 2020.

GASPARINO, E. C.; CRUZ-BARROS, M. A. V. **Palinologia**. Instituto de Botânica, São Paulo, 9p, 2006.

GASPARINO, *et al.*, A. Pollen morphology in Brazilian species of Codonanthe (Mart.) Hanst. and Nematanthus Schrader (Gesneriaceae). **Grana**, v. 52, n. 4, p. 258-274, 2013.

HALBRITTER, Heidemarie *et al.* **Illustrated pollen terminology**. Springer, 2018.

JUDD, W. S. *et al.* **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. Ed. 3. Artmed, Porto Alegre. 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Árvores Brasileira: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. ed. 2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 576 p. ISBN 85-86714-28-3.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileira**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. ed. 5. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016. 384 p. v. 2. ISBN 978-85-86714-51-1.

LORENZI, H. **Árvores Brasileira**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. ed. 8. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2020. 384 p. v. 1. ISBN 978-65-87655-00-0.

MABBERLEY, D.J. **Meliaceae**: Meliaceae Juss. (1789, 'Melieae'), p. 185-211, 2010.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD multivariate analysis of ecological data version 6.0 MjM software Gleneden Beach. **Oregon, USA. Search in**, 2011.

MELHEM, T.S. et al. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Bol. Inst. Bot. São Paulo, v. 16, 2003, p. 1-104.

MELHEM, T. S.; MATOS, M. E. R. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. Labiatae. **Hoehnea**, v. 2, p. 1-10, 1972.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal Plants of Brazil**. Reference Publications, Inc, Algonac, Michigan, p. 501, 2000.

PASTORE, J. A. **Meliaceae**. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, v. 3, p. 225-240, 2003.

PENNINGTON, Terence D.; STYLES, Brian Thomas. A generic monograph of the Meliaceae. **Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 22, n. 3, p. 419-540, 1975.

PUNT, W. *et al.* **Glossary of Pollen and Spore Terminology**. Review of Paleobotany and Palynology. v. 143, n., p. 1-81. 2007.

SALGADO-LABOURIAU, //M.L. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**, 1973. 291 p.

SHEPHERD, G. J. Fitopac 1: manual do usuário. **Universidade estadual de campinas, campinas**, 1995.

SILVINA, S. G. et al. Morfologia polínica de las Meliaceae de la Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**. Córdoba, Argentina, v. 32, n. (4-3), p. 227-234, 1997.

SOARES, E. L.; LANDI, L. A. D. C.; GASPARINO, E. C. **Additions to the knowledge of the pollen morphology of some Fabaceae from the cerrado's forest patches of Brazil**. 2021

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da Flora Brasileira**, baseado em APG III. Ed 3. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 2012.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. Curitiba: **Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais**, 1990. p. 113-118.

VIANA, V.; PINHEIRO, L. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, [s. l.], p. 25-42, 1998.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Ed 2. Campus, Rio de Janeiro. 1981.

WALKER, James W.; DOYLE, James A. The bases of angiosperm phylogeny: palynology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 664-723, 1975.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Ed. 3, Upper Saddle River: Prentice Hall. 1996.