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

LITERATURA PALINOLÓGICA DE ANACARDIACEAE E BURSERACEAE (SAPINDALES)

CAROLINE ROMANO PINHEIRO

Jaboticabal – SP

2024

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

LITERATURA PALINOLÓGICA DE ANACARDIACEAE E BURSERACEAE (SAPINDALES)

CAROLINE ROMANO PINHEIRO

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

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

Jaboticabal - SP
1° Semestre/2024

P654l

Pinheiro, Caroline Romano
Literatura palinológica de Anacardiaceae e Burseraceae (Sapindales) / Caroline Romano Pinheiro. -- Jaboticabal, 2024
39 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Eduardo Custódio Gasparino

1. morfologia polínica. 2. grãos de pólen. 3. palinologia. 4. revisão bibliográfica. 5. Cerrado. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
CÂMPUS JABOTICABAL

NOME COMPLETO DO AUTOR
CAROLINE ROMANO PINHEIRO

TÍTULO DO TRABALHO ACADÊMICO:
Literatura palinológica de Anacardiaceae e Burseraceae (Sapindales)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

Área de Concentração:

Data da defesa: 28/06/2024

(X) Aprovado
( ) Reprovado

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Talita Bellonzi

Dr. Talita K. Bellonzi
Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto

Isaura de P. Cerdan

Bióloga Isaura P. Cerdan
Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 12/07/2024

Davi R. Rossatto

Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Fabiana e ao meu pai Anderson por serem minha base, me ampararem nos meus piores momentos e por me apoiarem e me auxiliarem na minha caminhada pela graduação e pela vida.

Aos meus avós Vera, Flavio e Elsa que sempre estiveram presentes na minha criação e, mesmo com as adversidades da vida, nunca desistiram de fazer o melhor. A minha tia Flaviane que cuida de mim desde a infância e está comigo em todos os momentos e a todos da minha família que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação tanto acadêmica como pessoal.

A minha amiga Emilly e sua família pela amizade e companheirismo de sempre, pelos conselhos e amparos além dos momentos de risada e diversão. Aos meus colegas de faculdade por tornarem a trajetória na graduação mais leve e prazerosa.

Ao meu orientador, professor Eduardo, pela paciência e auxílio na execução desse trabalho além do suporte e ajuda no período em que estive ativa presencialmente no laboratório e a todos do LaMPali que de alguma forma marcaram minha trajetória pela UNESP.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
1.1 PALINOLOGIA 8
1.2 SAPINDALES 9
1.2.1 ANACARDIACEAE 9
1.2.2 BURSERACEAE 10
2 OBJETIVO GERAL 11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS NÃO ESTÃO 11
3 REVISÃO DA LITERATURA 11
3.1 PALINOLOGIA 12
3.2 ANACARDIACEAE 13
3.3 BURSERACEAE 14
4 MATERIAL E MÉTODOS 14
5 RESULTADOS 16
5.1 ANACARDIACEAE 16
5.2 BURSERACEAE 23
6 DISCUSSÃO 26
6.1 TAMANHO 26
6.2 FORMA 26
6.3 ABERTURA 27
6.4 ORNAMENTAÇÃO 27
6.5 SIMILARIDADES DOS GRÃOS DE PÓLEN EM ANACARDIACEAE E BURSERACEA 28
7 CONCLUSÃO 29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 29

RESUMO

Sapindales é classificada como uma ordem que inclui nove famílias, dentre elas Anacardiaceae e Burseraceae, além de possuir uma alta diversidade de espécies em seu clado. Este estudo objetivou comparar a morfologia polínica de Anacardiaceae e Burseraceae e analisar essa comparação em uma aplicação taxonômica. Ao todo, foram analisados os dados de 14 trabalhos científicos que possuíam o total de 56 espécies de ambas as famílias. Para a comparação foram considerados como principais características o tamanho, forma, abertura e tipo de ornamentação dos grãos de pólen. Essas características foram organizadas em quadro para facilitar sua localização e comparação entre as mesmas espécies. Observou-se que as espécies estudadas possuem características polínicas em comuns, contudo, também há características específicas de cada família. Ambas as famílias possuem tamanho médio com forma variando entre prolato, subprolato e prolato esferoidal, são tricolporados e possuem ornamentação estriada. Com isso, foi concluído que as características dos grãos de pólen de Anacardiaceae e Burseraceae podem ser utilizadas no auxílio da classificação taxonômica das duas famílias, entretanto, esses caracteres não podem ser o único fator determinante para a construção dessa relação cladística, além de haver a necessidade de mais estudos para elucidar as características morfológicas polínicas de todos os níveis hierárquicos.

Palavras-chave: morfologia polínica, grãos de pólen, palinologia, revisão bibliográfica, Cerrado.

ABSTRACT

Sapindales is an order that includes nine families, including Anacardiaceae and Burseraceae, in addition to having a high diversity of species in its clade. This study aimed to compare the political morphology of Anacardiaceae and Burseraceae and analyze this comparison in a taxonomic application. In total, data from 14 scientific works that had a total of 56 species from both families were analyzed. For comparison, the size, shape, opening and type of ornamentation of the pollen grains were considered as the main characteristics. These characteristics were organized in a table to facilitate their location and comparison between the same species. Note that the species studied have political characteristics in common, however, there are also specific characteristics of each family. Both families are medium in size with a shape varying between prolate, subprolate and spheroidal prolate, are tricolporate and have striated ornamentation. With this, it was concluded that the characteristics of the pollen grains of Anacardiaceae and Burseraceae can be used to aid the taxonomic classification of the two families, however, these characters cannot be the only determining factor for the construction of this cladistic relationship, in addition to there being need for more studies to elucidate the political morphological characteristics of all hierarchical levels.

Keyword: pollen morphology, pollen grains, palynology, literature review

1 INTRODUÇÃO

1.1 PALINOLOGIA

Os grãos de pólen são estruturas microscópicas das plantas fanerógamas que transportam a célula reprodutora masculina sendo relacionada diretamente com a reprodução e perpetuação das espécies e sua formação depende dos processos de microsporogênese (formação dos micrósporos dentro do microsporângio ou saco polínico da antera) e a microgametogênese (desenvolvimento do microgametófito, o grão de pólen maduro, até o estágio de três células) (Gasparino; Cruz-Barros, 2006).

Segundo Erdtman (1963), a palinologia é a ciência que estuda a morfologia dos grãos de pólen e esporos sendo intimamente relacionada com a paleobotânica e a taxonomia. Contudo, apenas em 1945 a palinologia foi considerada uma ciência separada da sistemática vegetal quando Hyde e William criaram o termo palinologia do grego *paluno* (“espalhar”) e *pale* (“poeira”) seguido de *logia* (“estudo de”) (Faegri, 1956; Melhem, 1978; Halbritter et al., 2018). Os grãos de pólen foram estudados a primeira vez pelo biologista italiano Malpighi em 1670 e, desde então, foram desenvolvidos estudos sobre essa área como o trabalho do inglês Francis Bauer (1758-1840) no qual analisou os grãos de pólen de 181 plantas. Outro trabalho relevante foi o do anatomista Fritzsche (1837) no qual diferenciou as partes do grão de pólen em exina e intina (Erdtman, 1952; Melhem, 1978).

No Brasil, as primeiras pesquisas em palinologia realizadas foram nas áreas de paleopalinologia com o trabalho de Rocha (1927) e na área da flora alergizante com Mendes (1942). Posteriormente, nos anos de 1942 a 1960, foram publicados trabalhos isolados e generalizados nos quais não possuíam estudos detalhados da estratigrafia da exina além de usarem terminologias confusas e técnicas inadequadas o que dificultava a visualização dos caracteres morfológicos. Apenas com a implantação do método de acetólise de Erdtman (1952) entre os botânicos brasileiros, foi possível fazer a fossilização artificial dos grãos de pólen, tornando-os ocos, transparente e comparáveis com fósseis permitindo melhores interpretações, ilustrações e aplicações nos estudos palinológicos (Melhem, 1978).

Há uma grande variabilidade morfológica na estrutura do grão de pólen e tal variabilidade é importante no estudo palinológico possibilitando a identificação de famílias, gêneros e espécies através de características importantes como as

aberturas, a estrutura e escultura da parede e a unidade polínica. As características morfológicas polínicas não estão sujeitas às alterações ambientais por serem controladas geneticamente, o que as tornam bastante estáveis e eficazes à taxonomia vegetal possibilitando o entendimento das relações cladísticas dos grupos de plantas, auxiliando na elucidação das linhas evolutivas entre os táxons (Gasparino; Cruz-Barros, 2006).

1.2 SAPINDALES

Sapindales Berchtold & J. Presl está inserida dentro do subclado das Malvídeas, possui 9 famílias, são a maioria lenhosa (sílica, silicosas), com folhas alternas, imparipinadas, compostas, as flores em geral são imperfeitas, presença de disco intraestaminal e óleos etéreos além de suas sinapomorfias serem possuir folhas pinado compostas e disco nectarífeo (APG IV, 2016).

Sapindales possui a idade estimada em 117,4, 104,9 e 90,5 Ma (Muellner et al. 2007) e representam cerca de 3% da diversidade das dicotiledôneas (Magallón et al., 1999), apresentando uma alta taxa de diversificação, sendo este um clado muito rico em espécies (Magallón; Sanderson, 2001; Magallón; Castillo, 2009).

Segundo Goncalves-Esteves (2022), no Brasil essa ordem é representada por seis famílias sendo elas Anacardiaceae, Burseraceae, Rutaceae, Sapindaceae e Simaroubaceae. Há estudos publicados com características morfológicas polínicas de famílias presentes em fragmentos florestais como o trabalho de Bellonzi et al. (2020) que analisou a morfologia dos grãos de pólen de 23 espécies nativas brasileiras de Sapindaceae Juss. em fragmentos florestais do estado de São Paulo, Brasil.

Anacardiaceae e Burseraceae são famílias inseridas em Sapindales que mantêm uma estreita relação cladistica sendo consideradas grupo-irmão (Gadek, et al., 1996). Essa estreita relação entre Burseraceae e Anacardiaceae é estabelecida através de características semelhantes entre ambas as famílias como, por exemplo, a capacidade de sintetizar biflavonilas ou até mesmo a presença de canais secretores intercelulares verticais no floema primário e secundário além da existência de dados moleculares (Wannan et al., 1985; Gadek, et al., 1996; Kubitzki, 2010).

1.2.1 ANACARDIACEAE

Anacardiaceae R. Br. atualmente posicionada na ordem Sapindales (clado das Rosídeas, subclado das Malvídeas) possui aproximadamente 81 gêneros e cerca de

800 espécies, representada por árvores ou arbustos com folhas alternas, compostas ou simples e presente em regiões pantropicais, concentrado nos trópicos da África, Ásia e América e menos frequentes em áreas subtropicais e temperadas (Wannan, 2006; Lorenzi; Souza, 2008; Judd et al., 2009; Pell et al., 2010; APG IV, 2016).

Segundo Silva-Luz e Pirani (2015), no Brasil Anacardiaceae é representada por 53 espécies, sendo 13 delas endêmicas, e distribuídas em 14 gêneros. Suas espécies estão presentes em todos os biomas brasileiros, sendo tipicamente do Cerrado (Reis et al, 2014).

Anacardiaceae possui importância econômica nas áreas de ornamentação, alimentícia, medicinal e madeireira. Segundo Pell et al. (2010), os principais produtos alimentares agrícolas desfrutados da família são a castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.), a manga (*Mangifira indica* L.), a pimenta rosa (*Schinus terebinthifolia* Raddi.) e o pistache (*Pistacia vera* L.). As espécies *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. são muito utilizadas na indústria madeireira (Souza; Lorenzi, 2005). Ademais, a espécie *Tapirira guianensis* Aubl. são usada em programas de reflorestamentos ambientais, recuperação de áreas degradadas, em projetos de reposição de mata ciliar e estabilização de dunas (Luz, 2011).

Segundo Pell et al. (2010), a polinização de Anacardiaceae é principalmente entomófila e grande parte realizada por abelhas, mas possuem algumas exceções, como por exemplo borboletas, mariposas e morcegos (Free; Williams, 1976; Mitchell; Mori 1987; Gardner, 1977; Dobat; Peikert-Holle, 1985). Seus polinizadores são atraídos pela produção de néctar, porém, há também a exceto no gênero *Pistacia L.*, onde as flores não possuem pétalas para atrair polinizadores e necessitam do vento para realizar a polinização cruzada (Ak et al., 1996; Morton, 1961).

1.2.2 BURSERACEAE

Burseraceae Kunth está inserida na ordem Sapindales (clado das Rosídeas, subclado das Malvídeas) possuindo cerca de 18 gêneros e 700 espécies. Essa família é constituída por árvores ou arbustos dióicos, raramente monóicos, com folhas alternadas, raramente estipuladas ou pseudo estipuladas (apenas no Velho Mundo), presentes principalmente em regiões pantropicais e são especialmente diversas na América tropical e na África (Leenhouts et al., 1955; Rocha et al., 2022; Judd et al., 2009; APG IV, 2016). Segundo Hiura e Watanabe (2017), no Brasil ocorrem 7 gêneros e 104 espécies dessa família distribuídas em todo território, com

exceção do Rio Grande do Sul. Além disso, no estado do Piauí, há registro apenas da espécie *Protium pilosissimum* Engl. na Serra dos Carajás.

Burseraceae possui importância econômica para o cultivo de plantas ornamentais, extração de mirra, goma para incenso além de muitos gêneros fornecerem madeira (Judd et al., 2009). Além disso, segundo Daly et al. (2022), essa família constitui um componente significativo da estrutura e diversidade de uma série de regiões e habitats por possuir gêneros presentes em diferentes locais como *Bursera* Jacq. ex L. nas florestas secas (sub)tropicais do México, diversas espécies de *Protium* Burm.f. que são altamente importantes em grande parte da Amazônia, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett presente abundantemente em partes dos biomas Caatinga e Cerrado do Brasil e *Protium icicariba* Marchand. que compõe uma parte importante de diversas áreas de vegetação de restinga costeira no Leste do Brasil.

Segundo Leenhouts et al. (1955), a polinização de Burseraceae é feita por animais, principalmente por pequenos insetos generalistas (Daly et al., 2010). A atratividade para os polinizadores pode diferir nas árvores masculinas e femininas devido as flores estaminadas produzem pólen e principalmente néctar, enquanto flores pistiladas geralmente contêm apenas néctar (Bawa, 1990).

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho foi comparar a morfologia polínica de Anacardiaceae e Burseraceae e analisar essa comparação em uma aplicação taxonômica.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS NÃO ESTÃO

- Comparação das características morfológicas dos pólens pertencentes aos gêneros e espécies das famílias botânicas Anacardiaceae e Burseraceae.
- Verificar se as características morfológicas dos grãos de pólens são semelhantes nas duas famílias;
- Comparar se as características morfológicas dos grãos de se mantêm ou se elas se alteram nas diferentes espécies.
- Identificar se há uma relação entre as características morfológicas dos grãos de pólens das duas famílias presentes em Sapindales.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PALINOLOGIA

As utilizações das funções básicas dos grãos de pólen antecedem o conhecimento destas estruturas pela ciência. Existem relatos de que a realização de ensaios para polinização cruzada artificialmente em palmeiras (*Phoenix dactylifera* L.) foram os primeiros registros de polinização na Assíria antiga, cerca de 1500 a.C. e, desde então, os fazendeiros dependem deste fenômeno que envolve os grãos de pólen para a produção agrícola (Real, 1983).

O aprofundamento nos estudos morfológicos dos grãos de pólen foi possível após a invenção do microscópio por Hooke em 1665 (Halbritter et al. 2018). Segundo Bolam (1973), Nehemiah Grew foi o primeiro anatomista vegetal inglês e o primeiro a utilizar microscópico para descrever as estruturas dos grãos de pólen em seu trabalho “Anatomy of Plants” de 1682. Juntamente com ele, Malpighi foi o precursor com seu trabalho “Anatome Plantarum” de 1675 ao publicar a importância das aberturas do grão de pólen para a germinação.

Há também o trabalho de Kölreuter (1806, 1811) no qual há a descrição da parede do grão de pólen (a exina) em duas camadas distintas além de ser o estudo com a primeira tentativa de classificar os grãos de pólen com base na sua morfologia. Posteriormente, Purkinjie (1830) elaborou de forma mais assertiva sua proposta de classificação e terminologia para a palinologia que, em seguida, foram propostos os termos exina e intina por von Mohl (1835) e Fritzsche (1837) (Halbritter et al., 2018).

As análises em microscopia de luz permitiram uma observação mais detalhada da exina dos grãos de pólen possibilitando que autores como Wodehouse (1935), Erdtman (1943, 1952, 1957, 1969) e Fægri e Iversen (1950, 1989) fossem considerados referências na área da palinologia com suas obras aprofundadas. Entretanto, Erdtman foi reverenciado como o "pai da Palinologia" pelo seu trabalho "Pollen Morphology and Plant Taxonomy" (1952), que compilou a descrição dos grãos de pólen de todas as famílias de Angiospermas disponíveis da época.

Os estudos na área de palinologia avançaram juntamente com o aprimoramento dos microscópios eletrônicos, como o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e o Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET), que segundo Halbritter et al. (2018), possibilitou uma análise mais detalhada do desenvolvimento, da estratificação e das estruturas presentes na parede dos grãos de pólen, acarretando no aumento significativo das terminologias utilizadas na palinologia. A

utilização do MET nos estudos palinológicos se iniciou através dos trabalhos de Fernandez-Moran e Dahl (1952) e Mühlethater (1953).

Segundo Halbritter et al., 2018, Thornill et al. (1965) e Erdtman e Dunbar (1966) também foram os precursores nas análises detalhadas da superfície dos grãos de pólen (ornamentação) em MEV, marcando assim, a segunda metade do século XX como momento significativo para avanços na palinologia. Este avanço, conforme destacado por Blackmore (1992), estimulou grande desenvolvimento nas técnicas de imagem para a área da palinologia e se tornou parte importante para a representação de imagens da ornamentação e escultura da exina e a importância dessas imagens não pode ser desvalorizada (Harley; Ferguson, 1990; Halbritter et al., 2018).

Atualmente, os estudos da área continuam usando a microscopia de luz para as descrições básicas da morfologia dos grãos de pólen juntamente com a utilização da clássica técnica de Acetólise (Erdtman, 1960). Essa técnica consiste na hidrólise ácida aplicada aos grãos de pólen pela mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico com proporção de 9:1, buscando a eliminação do conteúdo celular, facilitando a visualização e o reconhecimento dos caracteres morfológicos (Gasparino; Cruz-Barros, 2006).

3.2 ANACARDIACEAE

Os primeiros estudos de grãos de pólen de Anacardiaceae foram estudados por Erdtman (1952), que descreveu a morfologia geral dessa família. Ele também analisou as características dos grãos de pólen de duas espécies, *Anacardium occidentale* L. e *Pistacia atlantica* Desf. Depois deste estudo pioneiro, alguns trabalhos sobre a morfologia polínica dessa família podem ser destacados, tais como: Suárez et al. (2019) contribuiu descrevendo a morfologia polínica de 6 espécies de Schinopsis presentes nas florestas subtropicais sul-americanas do Chaco e Silva et al. (2016) abordou a morfologia polínica de algumas espécies de Anacardiaceae da Estação Biológica de Canudos, Bahia.

Há também trabalhos sobre a morfologia polínica de várias regiões do mundo como, por exemplo, Salgado-Labouriau (1973) que apresentou as características polínicas de espécies presentes no Cerrado, Ralph e Robert (1979) que estudou espécies de Anacardicardiaceae no nordeste da América do Norte e Perveen e Qaiser que analisou as características dos grãos de pólen do Paquistão. Há também estudos com essa família na qual estimam a porcentagem de fertilidade dos grãos de pólen de

Anacardiaceae além de analisarem a porcentagem dos tipos polínicos encontrados em polinizadores de *Spondias tuberosa* Umbu. (Barreto et al., 2006; Belhadj et al., 2007).

3.3 BURSERACEAE

Erdtman estudou os primeiros grãos de pólen da família Burseraceae (1952) no qual analisou a morfologia polínica de 3 espécies: *Canarium commune* L., *Commiphora edulis* Engl. e *Protium almecega* March provenientes da India, Africa e Brasil, respectivamente. Após este estudo pioneiro, diversos trabalhos sobre a morfologia polínica dessa família foram realizados, destacando-se o de Harley et al. (2005), que propõe a existência de 14 tipos diferentes de pólen para Burseraceae sendo eles os tipos *Protium* Burm.f.*, Canarium* L.*, Protium sagotianum* Marchand*, Protium polybotryum* (Turcz.) Engl.*, Canarium oleiferum* Baill.*, Garuga* Roxb.*, Aucoumea* Pierre*, Commiphora* Jacq.*, Triomma* Hook.f.*, Bursera* Jacq. ex L.*, Protium robustum* (Swart) D.M.Porter, *Rosselia* Forman*, Canarium gracile* Engl. e *Scutinanthe brunnea* Thwaites e os trabalhos de Aguilar-Sierra e Melhem (1998a, 1998b, 1998c) no qual analisaram os grão de pólen de três tribos de Burseraceae.

Além desses estudos, há os trabalhos de Aguilar-Sierra e Melhem (1995) no qual analisaram a morfologia polínica de 74 táxons de Burseraceae, Berreto et al. que identificaram grãos de pólen de Burseraceae em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro além do trabalho de que identificou uma predominância polínica de *Protium* sp. em amostras de mel amargo (Marques-Souza e Kerr, 2003). Ademais, existem estudos da morfológia polínica de Burseraceae em diversas áreas do globo como, por exemplo, o trabalho de Palacios-Chávez (1984) que estudou a morfologia dos grãos de pólen de 49 espécies do gênero *Bursera* presentes no México e Ferrera (1989) que analisou a morfologia polínica de seis espécies do gênero *Bursera* representadas em Cuba.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foi realizada uma busca bibliográfica narrativa conforme Rother (2007) com o objetivo de comparar as características e descrição dos grãos de pólen de Anacardiaceae e Burseraceae. Para isso foi realizada uma análise comparativa de todas as espécies descritas palinologicamente.

Para a caracterização foram escolhidos como principais características o tamanho, forma, abertura (número de aberturas e tipo de abertura) e tipo de ornamentação dos grãos de pólen. Essas características foram organizadas em um quadro por autor e, dentro de cada autor, as espécies estavam organizadas por ordem alfabética, para facilitar sua localização e comparação entre as mesmas espécies e entre as famílias. Além disso, foi utilizado o método de descrição mencionado por Bellonzi et al. (2020) no qual ordena a ordem de comparação por tamanho, forma, abertura e ornamentação.

Para a realização do quadro foram utilizados os dados de 14 trabalhos que, para a família Anacardiaceae, foram utilizados dados referente à 11 publicações dos seguintes autores: Pereira et al. (2014), Kailas et al. (2017), Do Nascimento (2019), Perveen e Qaiser (2010), Barros, Barth e Costa (1999), Reis et al. (2023), Palazzesi et al. (2007), Ibe e Leis (1979), Aftab e Perveen (2006), Belhadj et al. (2007) e Shubharani, Roopa e Sivaram (2013). Ao todo, foram comparadas características de 36 espécies distribuída em 12 gêneros sendo elas *Anacardium amapaense* J.D. Mitch*, Anacardium giganteum* W.Hancock ex Engl.*, Anacardium humile* A.St-Hil.*, Anacardium microsepalum* Loes.*, Anacardium occidentale* L.*, Anacardium parvifolium* Ducke*, Anacardium spruceanum* Benth. Ex Engl.*, Cotinus coggyria* Scop.*, Cotinuts obovatus* Raf.*, Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.*, Lithraea brasiliensis* Marchand*, Mangifera andamanica* King*, Mangifera camptosperma* Pierre*, Mangifera indica* L.*,*

Pistacia atlântica Desf.*, Pistacia chinensis* Bunge*, Pistacia khinjuk* Stocks, *Rhus aromatica* Ait.*, Rhus copallina* L.*, Rhus glabra* L.*, Rhus javanica* L.*, Rhus radicans* L.*, Rhus toxicodendron* L.*, Rhus typhina L., Rhus vernix* L.*, Rhus punjabensis* J.L., *Rhus mysurensis* Heyne ex Wight., *Rhus succedanea* L., *Schinopsis balansae* Engl.*, Schinus molle* L.*, Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera*, Schinus terebinthifolius* Raddi*, Semecarpus kurzii* Engl.*, Spondia mombin* L.*, Spondia tuberosa* Arruda*,* e *Tapirira guianensis* Aubl.

Já para a família Burseraceae foram utilizados dados referente a 5 publicações dos seguintes autores: Aguilar-Sierra & Melhem (1998a, 1998b e 1998c) que em cada trabalho descreveu a característica polínica de uma tribo de Burseraceae, Kailas et al. (2017) e Nascimento (2019). No total, foram comparadas características de 24 espécies que compreende 7 gêneros sendo elas *Canarium euphylium* Kurz*, Bursera graveolens var. villosula* Cuatrec.*, Bursera karsteniana* Engl.*, Bursera simaruba* (L.) Sarg.*, Bursera tomentosa var. pubescens* Cuatrec.*, Commiphora leptophloeos* (Mart.)

J.B.Gillett*, Dacryodes chimantensis* Steyerm. & Maguire*, Dacryodes glabra* (Steyerm.) Cuatrec.*, Dacryodes granatensis* Cuatrec.*, Dacryodes nitens* Cuatrec.*, Dacryodes occidentale* Cuatrec.*, Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J.Lam*, Dacryodes cf. roraimensis* Cuatrec.*, Trattinnickia áspera* (Standl.) Swart*, Trattinnickia burserifolia* Mart.*, Trattinnickia cf. lawrancei* Standl. *var. bolivianum* Swart.*, Trattinnickia multiflora* Cuatrec.*, Trattinnickia rhoifolia* Willd. *subsp. Willdenowii* Engl.*, Crepidospermum cuneifolium* (Cuatrec.) DC.*, Crepidospermum goudotianum* (Tul.) Triana & Planch.*, Crepidospermum prancei* Daly*, Crepidospermum rhoifolium* (Benth.) Triana & Planch.*, Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swart *e Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntze.

Após a utilização a comparação das características polínicas entre espécies de uma mesma família, foi realizada a comparação das características entre Anacardiaceae e Burseraceae para a identificação de semelhanças e divergencias em ambas as famílias.

5 RESULTADOS

5.1 ANACARDIACEAE

Pereira et al. (2014) estudou as características morfológicas de sete espécies no qual todas possuem tamanho médio, a forma varia entre prolato-esferoidal e subprolato, a abertura são tricolporadas e a ornamentação varia entre os tipos estriado, estriado-reticulada e reticulado como apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Pereira et al. (2014).

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação

Pereira et al. (2014)	*Anacardium amapaense*	Médio	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Anacardium giganteum	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriada
	Anacardium microsepalum	Médio	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Estriada
	Anacardium humile	Médio	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Reticulada
	Anacardium occidentale	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Anacardium parvifolium	Médio	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Estriada
	Anacardium spruceanum	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-reticulada

Fonte: Elaboração própria.

Já nos estudos de Perveen e Qaiser (2010) foram analisadas as características polínicas de sete espécies que foram descritas com forma subprolato ou prolato e oblato-esferoidal, são tricolporado ou 6-8 colpado e a ornamentação são dos tipos estriado-perfurada, reticulado-rugulada com espínulos e estriado (Quadro 2).

Quadro 2 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Perveen e Qaiser (2010). *Dados não fornecidos.

Autor	**Espécies**	**Tamanho**	**Forma**	**Abertura**	**Ornamentação**

Perveen e Qaiser (2010)	*Cotinus coggyria*	*	Subprolato ou Prolato	Tricolporado	Estriado-perfurada
	Pistacia khinjuk	*	Oblato-esferoidal	6-8 colpado	Reticulado-rugulada com espínulos
	Pistacia chinensis	*	Oblato-esferoidal	6-8 colpado	Reticulado-rugulada com espínulos
	Rhus javanica	*	Subprolato	Tricolporado	Estriada
	Rhus punjabensis	*	Subprolato	Tricolporado	Estriada
	Rhus mysurensis	*	Subprolato	Tricolporado	Estriada
	Rhus succedanea	*	Prolato	Tricolporado	Estriada

Fonte: Elaboração própria.

Barros, Barth e Costa (1999) apresentaram em seus estudos as características dos grãos de pólen de cinco espécies de Anacardiaceae. Os tamanhos dos grãos de pólen são médios e pequenos, a forma varia dos tipos subprolato, prolato e prolato-esferoidal, são tricolporado e a ornamentação são estriada e estriado-reticulada (Quadro 3).

Quadro 3 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Barros, Barth e Costa (1999).

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação

Barros, Barth e Costa (1999)	*Lithraea brasiliensis*	Médio	Prolato	Tricolporado	Reticulado-estriada
	Schinus molle	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Schinus polygamus	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Tapirira guianensis	Pequeno	Prolato	Tricolporado	Estriado
	Schinus terebinthifolius	Médio	Prolato esferoidal	Tricolporado	Estriado-reticulada

Fonte: Elaboração própria.

Reis et al. (2023) apresentam em seu trabalho as características morfológicas polínicas de 2 espécies de Anacardiaceae na qual esses grãos de pólen possuem tamanho médio, com forma subprolato, são tricolporado e possuem ornamentação do tipo estriado microreticulada. Ademais, Palazzesi et al. (2007), Belhadj et al. (2007), Aftab e Perveen (2006), e Shubharani, Roopa e Sivaram (2013) estudaram 1 espécie de Anacardiaceae cada um. Dentre esses autores, há dados do tamanho do grão de pólen apenas para o trabalho de Belhadj et al. (2007) que considerou os grão de pólen de *Pistacia atlantica* como médio. As formas dos grãos de pólen variaram entre subprolato, prolato, prolato-esferoidal e esferoidal, são tricolporado e 6-8 pantoaperturado e a ornamentação pode ser psilada, faveolada, estriada, estriado-reticulada e estriado microreticulada como demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Reis et al. (2023), Palazzesi et al. (2007), Belhadj et al. (2007), Aftab e Perveen (2006) e Shubharani, Roopa e Sivaram (2013). *Dados não fornecidos.

Autor	**Espécies**	**Tamanho**	**Forma**	**Abertura**	**Ornamentação**
Palazzesi et al. (2007)	*Schinopsis balansae*	*	Esferoidal ou subprolato	Tricolporado	Psilada
Belhadj et al. (2007)	*Pistacia atlantica*	Médio	Esferoidal ou Prolato-esferoidal	6-9 Pantoaperturado	Foveolada
Aftab e Perveen (2006)	*Mangifera indica*	*	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Estriada
Shubharani, Roopa e Sivaram (2013)	*Mangifera indica*	*	Prolato	Tricolporado	Estriado-reticulada
Reis et al. (2023)	*Mangifera indica*	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-microreticulada
	Anacardium occidentale	Médio	Subprolato	Tricolporado	Estriado-microreticulada

Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao trabalho de Ibe e Leis (1979), foi apresentado as características morfológicas polínicas de oito espécies. Os grãos de pólen possuem forma subesferoidal, prolato e subprolato, todos são tricolporado e o tipo de ornamentação varia entre estriado, reticulado, psilado e foveolado (Quadro 5).

Quadro 5 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Ibe e Leis (1979). *Dados não fornecidos.

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Ibe e Leis (1979)	*Cotinuts obovatuts*	*	Subesferoidal	Tricolporado	Estriada
	Rhus typhina	*	Subesferoidal	Tricolporado	Reticulada
	Rhus vernix	*	Subesferoidal	Tricolporado	Estriada
	Rhus aromatica	*	Prolato	Tricolporado	Psilada
	Rhus copallina	*	Subprolato	Tricolporado	Reticulada
	Rhus glabra	*	Subesferoidal	Tricolporado	Foveolada
	Rhus toxicodendron	*	Subesferoidal	Tricolporado	Reticulada
	Rhus radicans	*	Subesferoidal	Tricolporado	Reticulada

Fonte: Elaboração própria.

No trabalho de Kailas et al. (2017), foram analisados a morfologia polínica de 5 espécies. Foi observado que os grãos de pólen possuíam forma variando entre esferoidal, subprolato e prolato, todos eram tricolporado e com a ornamentação ser dos tipos estriado, estriado-reticulada e reticulado (Quadro 6).

Quadro 6 - Características morfológicas de espécies de Anacardiaceae segundo Kailas et al. (2017). *Dados não fornecidos.

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Kailas et al. (2017)	*Anacardium occidentale*	*	Esferoidal	Tricolporado	Estriada
	Lannea coromandelica	*	Prolato	Tricolporado	Estriada
	Mangifera andamanica	*	Subprolato	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Mangifera camptosperma	*	Prolato	Tricolporado	Reticulada
	Semecarpus kurzii	*	Subprolato	Tricolporado	Estriada

Fonte: Elaboração própria.

Os estudos de Nascimento (2019) apresentaram a morfologia polínica de 4 espécies de Anacardiaceae sendo que essas espécies possuem grãos de pólen com forma prolato-esferoidal e subprolato, tamanho pequeno, todas são tricolporado e a ornamentação varia entre psilada e microreticulada como mostra o Quadro 7.

Quadro 7 - Características morfológicas de espécies de Anacardiace*ae* segundo Nascimento (2019).

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Do Nascimento (2019)	*Anacardium occidentale*	Pequeno	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Psilada
	Mangifera indica	Pequeno	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Microreticulada
	Spondia mombim	Pequeno	Subprolato	Tricolporado	Microreticulada
	Spondia tuberosa	Pequeno	Subprolato	Tricolporado	Microreticulada

Fonte: Elaboração própria.

5.2 BURSERACEAE

No trabalho de Aguilar-Sierra & Melhem (1998a), foi analisado a morfologia polínica de 5 espécies de Burseraceae. Foi observado que os grãos de pólen possuem tamanho pequeno a médio, possuem de 2 a 4 cólporos além da ornamentação ser dos tipos estriado-reticulada e retipilado (Quadro 9).

Quadro 9 - Características morfológicas de espécies de Burseraceae segundo Aguilar-Sierra e Melhem (1998a). *Dados não fornecidos.

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Aguilar-Sierra e Melhem (1998a)	*Bursera graveolens var. villosula*	Pequeno	Prolato-esferoidal	Tricolporado	Estriado-reticulada
	Bursera karsteniana	Pequeno	Prolato-esferoidal	3-4 colporados	Estriado-reticulada
	Bursera simaruba	Médio	Prolato-esferoidal	3-4 colporados	Estriado-reticulada
	Bursera tomentosa var. pubescens	Pequeno	Prolato-esferoidal	2-3 colporados	Estriado-reticulada (Apocolpo); Estriado (Mesocolpo)
	Commiphora leptophloeos	Médio	Oblato-esferoidal	Tricolporado	Retipilada

Fonte: Elaboração própria.

Aguilar-Sierra & Melhem (1998b) estudou as características morfológicas de seis espécies de Burceraceae. Dentre essas espécies, todas possuem tamanho médio, com forma variando entre, prolato e subprolato, são 2-3 colporado além das ornamentações serem todas do tipo psilado (Quadro 10).

Quadro 10 - Características morfológicas de espécies de Burseraceae segundo Aguilar-Sierra e Melhem (1998b).

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Aguilar-Sierra e Melhem (1998b)	*Crepidospermum cuneifolium*	Médio	Subprolato	Tricolporado	Psilada
	Crepidospermum goudotianum	Médio	Subprolato	Tricolporado	Psilada
	Crepidospermum prancei	Médio	Prolato	2-3 colporado	Psilada
	Crepidospermum rhoifolium	Médio	Subprolato	2-3 colporado	Psilada
	Tetragastris altissima	Médio	Prolato	2-3 colporado	Psilada
	Tetragastris panamensi	Médio	Prolato	2-3 colporado	Psilada

Fonte: Elaboração própria.

Já nos estudos de Aguilar-Sierra & Melhem (1998c) foram analisadas as características polínicas de 12 espécies no qual possuem tamanho pequeno e médio, forma subprolato, prolato e prolato esferoidal, 2-4 colporados e ornamentação dos tipos psilado e granulado como apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Características morfológicas de espécies de Burseraceae segundo Aguilar-Sierra e Melhem (1998c).

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Aguilar-Sierra e Melhem (1998c)	*Dacryodes chimantensis*	Médio	Prolato esferoidal	Tricolporado	Psilada
	Dacryodes glabra	Pequeno	Subprolato	2-3 colporado	Psilada
	Dacryodes granatensis	Médio	Subprolato	Tricolporado	Psilada
	Dacryodes nitens	Pequeno	Subprolato	Tricolporado	Psilada
	Dacryodes occidentale	Médio	Subprolato	2-3 colporado	Psilada
	Dacryodes peruviana	Médio	Prolato	2-3 colporado	Psilada
	Dacryodes cf. roraimensis	Médio	Subprolato	Tricolporado	Psilada
	Trattinnickia aspera	Médio	Subprolato	3-4 colporado	Granulada
	Trattinnickia burserifolia	Médio	Subprolato	2-4 colporado	Granulada
	Trattinnickia cf. lawrancei var. bolivianum	Médio	Subprolato	3-6 colporado	Granulada
	Trattinnickia multiflora	Médio	Subprolato	2-4 colporado	Granulada
	Trattinnickia rhoifolia subsp. Willdenowii	Médio	Subprolato	2-3 colporado	Granulada

Fonte: Elaboração própria.

Kailas et al. (2017) e Nascimento (2019) estudaram apenas 1 espécie de Burseraceae em seus trabalhos. Dentre essas duas espécies, há dados do tamanho do grão de pólen apenas para *Commiphora leptophloeos* sendo considerado pequeno. Ambas as espécies são possuem a forma prolato esferoidal, são tricolporado e a ornamentação é do tipo psilado e retipiliado como demonstrado no Quadro 11.

Quadro 12 - Características morfológicas de espécies de Burseraceae segundo Kailas et al. (2017) e Do Nascimento (2019). *Dados não fornecidos.

Autor	Espécies	Tamanho	Forma	Abertura	Ornamentação
Kailas et al. (2017)	*Canarium euphylium*	*	Prolato esferoidal	Tricolporado	Psilada
Do Nascimento (2019)	*Commiphora leptophloeos*	Pequeno	Prolato esferoidal	Tricolporado	Retipilada

Fonte: Elaboração própria.

6 DISCUSSÃO

6.1 TAMANHO

Em relação ao tamanho do grão de pólen, a maioria das espécies estudadas de Anacardiaceae possuem o tamanho médio estando de acordo com os dados apesentados por Assis, Gasparino e Saba (2021). Há exceção das espécies *Tapirira guianensis*, *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica*, *Spondia mombim* e *Spondias tuberosa* que são consideradas pequena.

Para Burseraceae também houve também padrão no tamanho do grão de pólen que, em sua maioria, possuía o tamanho médio, com exceção das espécies *Bursera graveolens var. villosula*, *Bursera karsteniana*, *Bursera tomentosa var. pubescens*, *Dacryodes glabra*, *Dacryodes nitens* e *Commiphora leptophloeos* que apresentavam tamanho pequeno, condizendo com os estudos publicados por Daly et al. (2010).

6.2 FORMA

Não houve um padrão predominante em Anacardiaceae quanto à forma dos grãos de pólen, variando entre as formas prolato-esferoidal, prolato, subesferoidal e

subprolato, esferoidal, esferoidal ou esferoidal prolato, esferoidal ou subprolato, oblato-esferoidal e subprolato ou prolato. Está característica está de acordo com os dados apresentados por Carreira e Barth (2003) e Salgado-Labouriau (1973).

Já em relação a Burseraceae, houve padrão na forma do tipo subprolato, com exceção das espécies C*anarium euphylium*, *Dacryodes chimantensis*, *Commiphora leptophloeos*, *Dacryodes peruviana*, *Crepidospermum prancei*, *Tetragastris altissima* e *Tetragastris panamensi* que possuem a forma prolato esferoidal e subprolato. Os tipos de forma de Burseraceae estão correspondentes com o trabalho de Harley, Song e Banks (2005) que também menciona as mesmas formas polínicas para essa família.

6.3 ABERTURA

Para as espécies de Anacardiaceae, houve um padrão para o tipo de abertura sendo considerada tricolporado para a maioria das espécies o que corrobora com o trabalho de Assis, Gasparino e Saba (2021), contudo, há a exceção da espécie *Pistacia atlantica* que é considerada 6-8 pantoaperturado.

Burseraceae, não houve padrão nas espécies em relação a abertura variando de 2-6 colporado, resultado esse que divergiu com os estudos de Daly et al. (2010) e Harley, Song e Banks (2005).

6.4 ORNAMENTAÇÃO

Foi observado que em Anacardiaceae, a maioria das espécies possuía ornamentação estriada e as variações dentro desse mesmo tipo (Estriado-perfurada, Estriado microreticulada e Estriado-reticulada). Porém, além dessa predominância, há também 11 espécies que repetem a ornamentação reticulada e suas variações (microreticulada, reticulado-estriada e reticulado-rugulada com espínulos).

As demais espécies possuem as ornamentações do tipo foveolada para *Pistacia atlantica* e *Rhus glabra* e ornamentação psilada para *Anacardium occidentale, Rhus arontatica* e *Schinopsis balansae*.

Dentro de Burseraceae, todas as espécies dos gêneros Canarium (Lour.) DC., *Dacryodes* Vahl., *Crepidospermum* Hook.f. e *Tetragastris* Gaertn. possuíam ornamentação psilada. Já para as espécies de *Bursera* Jacq., *Trattinnickia* Willd. e *Commiphora* Jacq., foi considerado um padrão de ornamentação para cada gênero, sendo consideradas do tipo estriado-reticulada, granulado e retipilado, respectivamente.

Podemos ressaltar o caso da espécie *Bursera tomentosa var. pubescens* no qual a ornamentação do apocolpo era diferente da ornamentação da região do mesocolpo sendo uma distribuição da ornamentação diferente das demais espécies analisadas. Esse fato é contrário aos dados apresentados por Harley (1991) no qual ele afirma não haver registro de grãos de pólen de Burseraceae com diferenciação na ornamentação do teto no apocolpo e no mesocolpo.

6.5 SIMILARIDADES DOS GRÃOS DE PÓLEN EM ANACARDIACEAE E BURSERACEAE

O tamanho dos grãos de pólen tanto Anacardiaceae como Burseraceae possuem são considerados médio o que se torna uma característica em comum para ambas as famílias. Não foi identificado o mesmo padrão na forma dos grãos de pólen de Anacardiaceae e Burseraceae, contudo, em ambas as famílias é possível encontrar as mesmas características de forma variada.

Em relação a abertura dos grãos de pólen, a maioria das espécies de Anacardiaceae são consideradas tricolporada com exceção do gênero *Pistacia* L. que, segundo Pell et al. (2010), os grãos de pólen desse gênero possuem um maior número de colpos como uma adaptação estrutural para a polinização pelo vento, tornando-os diferentes do resto da família. Já para Burseraceae, houve variação no número e tipo de abertura mesmo que, para Daly et al. (2010), os grãos de pólen tricolporados são característicos na ordem Sapindales e uma característica em comum entre Anacardiaceae e Burseraceae.

Segundo Harley, Song e Banks (2005) a ornamentação do tipo estriada é uma característica comum entre Anacardiaceae e Burseraceae. Ainda, a presença de ornamentação do tipo estriado-reticulado é considerada muito rara para Burseraceae além da ornamentação psilada ser considerada comum para essa família (Daly et al., 2010).

Além das características morfológicas dos grãos de pólen, há caracteres morfológicos e anatômicas semelhantes entre Burseraceae e Anacardiaceae e que são distintas entre as outras famílias de Sapindales, suportando uma estreita relação entre essas duas famílias (Heimsch, 1942; Metcalfe & Chalk, 1950). Ademais, há estudos realizados com dados moleculares confirmando uma relação de grupo-irmão entre as duas famílias (Soltis et al., 2000; Savolainen et al., 2000).

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, podemos considerar que Burseraceae e Anacardiaceae possuem características na morfologia dos grãos de pólen. Ambas as famílias possuem tamanho médio com forma variando entre prolato, subprolato e prolato esferoidal, são tricolporados e possuem ornamentação estriada.

Essas semelhanças podem ser usadas para auxiliar na classificação taxonômica dessas duas famílias. Contudo, esses caracteres não devem ser o único fator determinante para a construção dessa relação cladística além de haver a necessidade de mais estudos para elucidar as características morfológicas polínicas de todos os níveis hierárquicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFTAB, R.; PERVEEN, A. A palynological study of some cultivated trees from Karachi. **Pakistan Journal of Botany**, v. 38, n. 1, p. 15, 2006.

AGUILAR-SIERRA, C. I.; MELHEM, T. S. Contribuição à palinotaxonomia de Burseraceae. 1995.

AGUILAR-SIERRA, C. I.; MELHEM, T. S. Morfologia polínica da tribo Bursereae (Burseraceae) na América do Sul. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, p. 17-26, 1998a.

AGUILAR-SIERRA, C. I.; MELHEM, T. S. Morfologia polínica da tribo Protieae (Burseraceae) na América do Sul. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, p. 35-63, 1998b.

AGUILAR-SIERRA, C.; MELHEM, T. S. Morfologia polínica da tribo Canarieae (Burseraceae) na América do Sul. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, p. 27-34, 1998c.

AK, B. E.; ACAR, I.; KASKA, N. An Investigation on The Male Determination For Some Female Varieties Throughout Five Years (1992-1996) Grown at Ceylanpinar State

Farm in Sanliurfa Conditions. In: **Proceedings of the X. GREMPA seminar**. 1996. p. 14-17.

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**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.

ASSIS, A. C. R. D.; GASPARINO, E. C.; SABA, M. D. Pollen morphology of selected species of Anacardiaceae and its taxonomic significance. **Rodriguésia**, v. 72, p. e01422020, 2021.

BACHELIER, J. B.; ENDRESS, P. K. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoecium structure and evolution. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 159, n. 4, p. 499-571, 2009.

BARRETO, L. S. et al. Tipos polínicos dos visitantes florais do umbuzeiro (Spondias tuberosa, Anacardiaceae), no território indígena Pankararé, Raso da Cataria, Bahia, Brasil. **Revista Virtual**, v. 2, n. 2, p. 80-85, 2006.

BARRETO, C. F. et al. Grãos de pólen de sedimentos superficiais da Bahia de Guanabara, rio de Janeiro, Brasil. 2013.

BARROS, M.; BARTH, O.; COSTA, K. Catálago Sistemático de Pólen de Plantas Arbóreas do Brasil Meridional - XXXII - Anacardiaceae. **Leandra**. 14. 17-24, 1999.

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. **Annual review of Ecology and Systematics**, 399-422, 1990.

BELHADJ, S. et al. Pollen morphology and fertility of wild Atlas pistachio (Pistacia atlantica Desf., Anacardiaceae). **Grana**, v. 46, n. 3, p. 148-156, 2007.

BLACKMORE, S. **Scanning electron microscopy in palynology.** In: Nilsson S, Praglowski J, editors. Erdtman's Handbook of Palynology. Copenhagen: Munksgaard; 1992. p. 403–431.

BELLONZI, T. K. et al. Pollen types of Sapindaceae from Brazilian forest fragments: apertural variation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 34, n. 2, p. 327-341, 2020.

BLACKMORE, S. et al. Pollen wall development in flowering plants. **New phytologist**, v. 174, n. 3, p. 483-498, 2007.

BOLAM, J. The botanical works of Nehemiah Grew, FRS (1641-1712). **Notes and Records of the Royal Society of London**, v. 27, n. 2, p. 219-231, 1973.

CARREIRA, L. M. M.; BARTH, O. M. **Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra de Carajás, Pará, Brasil.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003.

COYLE, H. M. **Forensic botany: principles and applications to criminal casework**. crc press, 2004.

DALY, D. C. et al. Burseraceae. In: **Flowering Plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 76-104.

DALY, D. C. et al. A review of Neotropical Burseraceae. **Brazilian Journal of Botany**, v. 45, n. 1, p. 103-137, 2022.

LUZ, C. F. P.; BARTH, O. M. Catálogo sistemático de pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXXIII: Sapindaceae. **Leandra, Rio de Janeiro**, v. 14, p. 25-36, 1999.

DOBAT, K.; PEIKERT-HOLLE, T. **Blossoms and bats.** Kramer, 1985.

ERDTMAN, G. **An introduction to pollen analysis.** Waltham, Mass: Chronica Botanica; 1943.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy:** Angiosperms (An Introduction to Palynology. I). Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1952.

ERDTMAN, G. **Pollen and Spore Morphology. Plant Taxonomy**. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. Stockholm: Almqvist e Wiksell; 1957.

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

ERDTMAN, G.; DUNBAR, A. Notes on electron micrographs illustrating the pollen morphology in Armeria maritima and Armeria sibirica. **Grana**, v. 6, n. 3, p. 338–354, 1966.

ERDTMAN, G. Handbook of Palynology – An Introduction to the Study of Polllen Grains and Spores. **Copenhagen**: Munksgaard; 1969.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. Textbook of modern pollen analysis. **Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar**, v. 72, n. 3, p. 363-364, 1950.

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

FAEGRI, K.; KALAND, P. E.; KRZYWINSKI, K. Textbook of Pollen analysis. Chichester: John Wiley e Sons; 1989.

FERNANDEZ-MORAN, H.; DAHL, A.O. Electron microscopy of ultrathin frozen sections of pollen grains. **Science**. 1952;116: 465–467.

FERRERA, M. M. Reporte del género Commiphora Jacq. (Burseraceae) para Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional, p. 3-10, 1989.

FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. Insect pollination of Anacardium occidentale L., Mangifera indica L., Blighia sapida Koenig and Persea americana Mill. ***Tropical Agriculture***, *53*(2), 125-139, 1976.

FRITZSCHE, J. **Über den Pollen**. Mém Sav Étrang Acad Sci Pétersbourg. 1837;3: 649–672.

GABARAYEVA, N.I.; GRIGORJEVA, V.V.; ROWLEY, J.R. A new look at sporoderm ontogeny in Persea americana and the hidden side of development. **Annals of Botany**. 2010;105: 939–955. doi: 10.1093/aob/mcq075.

GADEK, P. et al. Sapindales: molecular delimitation and infraordinal groups. **American Journal of Botany**, v. 83, n. 6, p. 802-811, 1996.

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

GARDNER, R. O. Systematic distribution and ecological function of the secondary metabolites of the Rosidae-Asteridae. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 5, n. 1, p. 29-35, 1977.

GONCALVES-ESTEVES, V. et al. Pollen morphology and evolutionary history of Sapindales. **Brazilian Journal of Botany**, v. 45, n. 1, p. 341-366, 2022.

GREW, N. **The Anatomy of Plants.** London: W. Rawlins (1682), Book I. 8 p.

HALBRITTER, H. et al. **Illustrated Pollen Terminology.** 2nd ed. Vienna: Springer, 2018. 477 p.

HARLEY, M.M.; FERGUSON, I.K. The role of the SEM in pollen morphology and plant systematics. In: Claugher D, editor. **Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Functional Morphology**. Oxford: Clarendon Press; 1990. p. 41: 45–68.

HARLEY, M. M. A morfologia do pólen das Sapotaceae. **Kew bulletin**, p. 379-491, 1991.

HARLEY, M. M.; SONG, U.; BANKS, H. I. Pollen morphology and systematics of Burseraceae. **Grana**, v. 44, n. 4, p. 282-299, 2005.

HEIMSCH, G. Comparative anatomy of the secondary xylem in the'Gruinales' and'Terebinthales' of Wettstein with reference to taxonomic grouping. 1942.

HIURA, A. L.; WATANABE, M. T. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Burseraceae. **Rodriguésia**, v. 68, p. 921-923, 2017.

HOOKE, R. **Micrographia: or Some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses. With observations and inquiries thereupon**. London: Jo Martyn and Ja. Allestry, printer to the Royal Society, 1665.

HSU, J. Late Cretaceous and Cenozoic vegetation in China, emphasizing their connections with North America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p, 490–508, 1983.

HYDE, H. A.; WILLIAMS, D. A. The right word. **Pollen Analysis Circular**, v. 8, n. 6, p. 2, 1944.

IBE, R. A.; LEIS, R. A. Pollen morphology of the Anacardiaceae of northeastern North America. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, p. 140-144, 1979.

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

KAILAS, J. G. et al. Arboreal diversity of the Andaman Islands, India, based on pollen analysis. **Palynology**, v. 41, n. 3, p. 370-388, 2017.

KÖLREUTER, J. G. De antherarum pulvere. **Nova acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae**, v. 15, p. 359-398, 1806.

KÖLREUTER, J. G. **Dissertationis de antherarum pulvere continuatio**. 1811.

KUBITZKI, K. Introdution to Sapindales. In: **Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Mytaceae**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 1-3.

LEENHOUTS, P. W.; KALKMAN, C.; LAM, H. J. Burseraceae. **Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta**, v. 5, n. 1, p. 209-296, 1955.

LUZ, C. L. D. S. **Anacardiaceae R. Br. na flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MAGALLON, S.; CRANE, P, R.; HERENDEEN, P. S. Phylogenetic pattern, diversity, and diversification of eudicots. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 297-372, 1999.

MAGALLON, S.; SANDERSON, M. J. Absolute diversification rates in angiosperm clades. **Evolution**, v. 55, n. 9, p. 1762-1780, 2001.
MAGALLÓN, S.; CASTILLO, A. Angiosperm diversification through time. **American journal of botany**, v. 96, n. 1, p. 349-365, 2009.

MALPIGHI, M. **Anatome plantarum.** London: John Martyn, 1675.

MARQUES-SOUZA, A. C.; KERR, W. E. Mel amargo de breu (Protium sp., Burseraceae). **Acta Amazonica**, v.33, n. 2, p. 339-340, 2003.

MELHEM, T. S. Palinologia suas aplicações e perspectivas no Brasil. **Coleção Museu Paulista, Série Ensaios**, v. 2, p. 333-368, 1978.

MELHEM, T. S. **Variabilidade polínica em plantas de campos de Jordão (São Paulo, Brasil)**. Instituto de Botânica, 2003.

MENDES, E. Introdução ao estudo da flora alergizante do Brasil.Rev. **Paulista Med**,.20(5):257-316,1942.

METCALFE, C.R. Metcalfe e Chalk's Anatomy of the dicotyledons e sua revisão. **Taxon**, v. 22, n. 5-6, p. 659-668, 1973.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). El marañón y sus parientes (Anacardium: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, n. 1, p. 1-76, 1987.

MORTON, J. F. The cashew's brighter future. **Economic Botany**, v. 15, n. 1, p. 57-78, 1961.

MUELLNER, A. N.; VASSILIADES, D. D.; RENNER, S. S. Placing Biebersteiniaceae, a herbaceous clade of Sapindales, in a temporal and geographic context. **Plant Systematics and Evolution**, v. 266, p. 233-252, 2007.

MÜHLETHALER, K. **Untersuchungen über die Struktur der Pollenmembran**. 1953.

NASCIMENTO, J. D. J. S. LEVANTAMENTO DE PLANTAS APÍCOLAS E DESCRIÇÃO DE SEUS TIPOS POLÍNICOS EM ÁREAS DE CAATINGA, PIAUÍ, BRASIL.

PALACIOS-CHÁVEZ, R. La morfologia de los granos de polen de las espécies mexicanas del género Bursera. 1984.

PALAZZESI, L. et al. Pollen grain morphology of selected allergenic species native to Southern South America. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 134, n. 4, p. 527-533, 2007.

PELL, S. K.; MITCHELL, J. D.; MILLER, A. J.; & LOBOVA, T. A. Anacardiaceae. **Flowering Plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae**, p. 7-50, 2010.

PERVEEN, A.; QAISER, M. Pollen Flora of Pakistan-LXVI: Anacardiaceae. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, p. 1401-1406, 2010.

PEREIRA, A. S. et al. Estudo polínico de Anacardium L. (Anacardiaceae) no Estado do Pará (Amazônia Oriental), Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 4, n. 3, p. 57-61, 2014.

PLÁ-JÚNIOR, M. A. et al. Grãos de pólen: usos e aplicações. **XVII Jornada acadêmica da Biologia. ULBRA: Canoas**, 2006.

PURKINJE, J. E. **De cellulis anthearum fibrosis, nec non: De granorum pollinarium formis**. Gruesonius, 1830.

IBE, R. A.; LEIS, R. A. Pollen Morphology of the Anacardiaceae of Northeastern North America. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, p.140-144, 1979.

RAMÍREZ, J. L.; CEVALLOS-FERRIZ, S. R.S. Uma assembleia diversificada de Anacardiaceae de sedimentos do Oligoceno, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. **American Journal of Botany**, v. 3, pág. 535-545, 2002.

REAL, L. **Pollination Biology**. London: Academic Press; 1983

REIS, A. L. L. E. et al. Caracterização anatômica e histoquímica de raízes e folhas de plântulas de Anacardium occidentale L. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 38, p. 209-219, 2014.

REIS, H. S. D. et al. Floristic characterization and pollen morphology of plants visited by Apis mellifera L. in caatinga areas in Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 37, p. e20220264, 2023.

ROCHA, D.F. da. **Carvão Nacional**. Mon. V. Serv. Geol e Min. Do Brasil, Rio de Janeiro, 1927.

ROCHA, T. S. et al. Variabilidade química de óleos essenciais de Protium heptaphyllum. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e288111032835-e288111032835, 2022.

ROTHER, E. T. Revisión sistemática X Revesión narrativa. **Acta paulista de enfermagem**, v. 20, p. v-vi, 2007.

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

SHUBHARANI, R.; ROOPA, P.; SIVARAM, V. Pollen morphology of selected bee forage plants. **Global Journal of Bio-Science and Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 82-90, 2013.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R. Anacardiaceae in: Lista de Espécies da Flora do Brasil para 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 17, p. 2020, 2015.

SILVA, F. H. M.; SANTOS, F. A. R.; LIMA E LIMA, L. C. Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Bahia, Brasil). Feira de Santana. **Micron Bahia**, 2016.

SOLTIS, D. E. et al. Filogenia de angiospermas inferida a partir de sequências de 18S rDNA, rbcL e atpB. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 133, n. 4, p. 381-461, 2000.

SOUZA, V. C. e LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2005.

SOUZA, V. de C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil. **Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum**, 2008.

SUÁREZ, C. F. et al. Morfología polínica de las especies chaqueñas del género Schinopsis Engl. (Anacardiaceae) y sus implicancias taxonómicas. **Hoehnea**, v. 46, p. e762018, 2019.

SAVOLAINEN, V. et al. Phylogeny of the eudicots: a nearly complete familial analysis based on rbcL gene sequences. **Kew bulletin**, p. 257-309, 2000.

TAYLOR, D. W. Paleobiogeographic relationships of angiosperms from the Cretaceous and early Tertiary of the North American area. **The Botanical Review**, v. 56, p. 279-417, 1990.

THORNHILL, J.W.; MATTA R.K.; WOOD W.H., Examining three– dimensional microstructures with the scanning electron microscope. Grana Palynol. 1965;6: 3–6.

MOHL, H. Sur la structure et lês formes dês graines de pollen. In: **Annales des Sciences Naturelles**. 1835. p. 220-236.

WANNAN, B. S. et al. Biflavonyls and the affinities of Blepharocarya. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 13, n. 2, p. 105-108, 1985.

WANNAN, B. S. Analysis of generic relationships in Anacardiaceae. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 51, n. 1, p. 165-195, 2006.

WEEKS, A. et al. To move or to evolve: contrasting patterns of intercontinental connectivity and climatic niche evolution in “Terebinthaceae” (Anacardiaceae and Burseraceae). **Frontiers in Genetics**, v. 5, p. 108225, 2014.

WODEHOUSE, R. P. Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine. New York: McGraw–Hill; 1935.