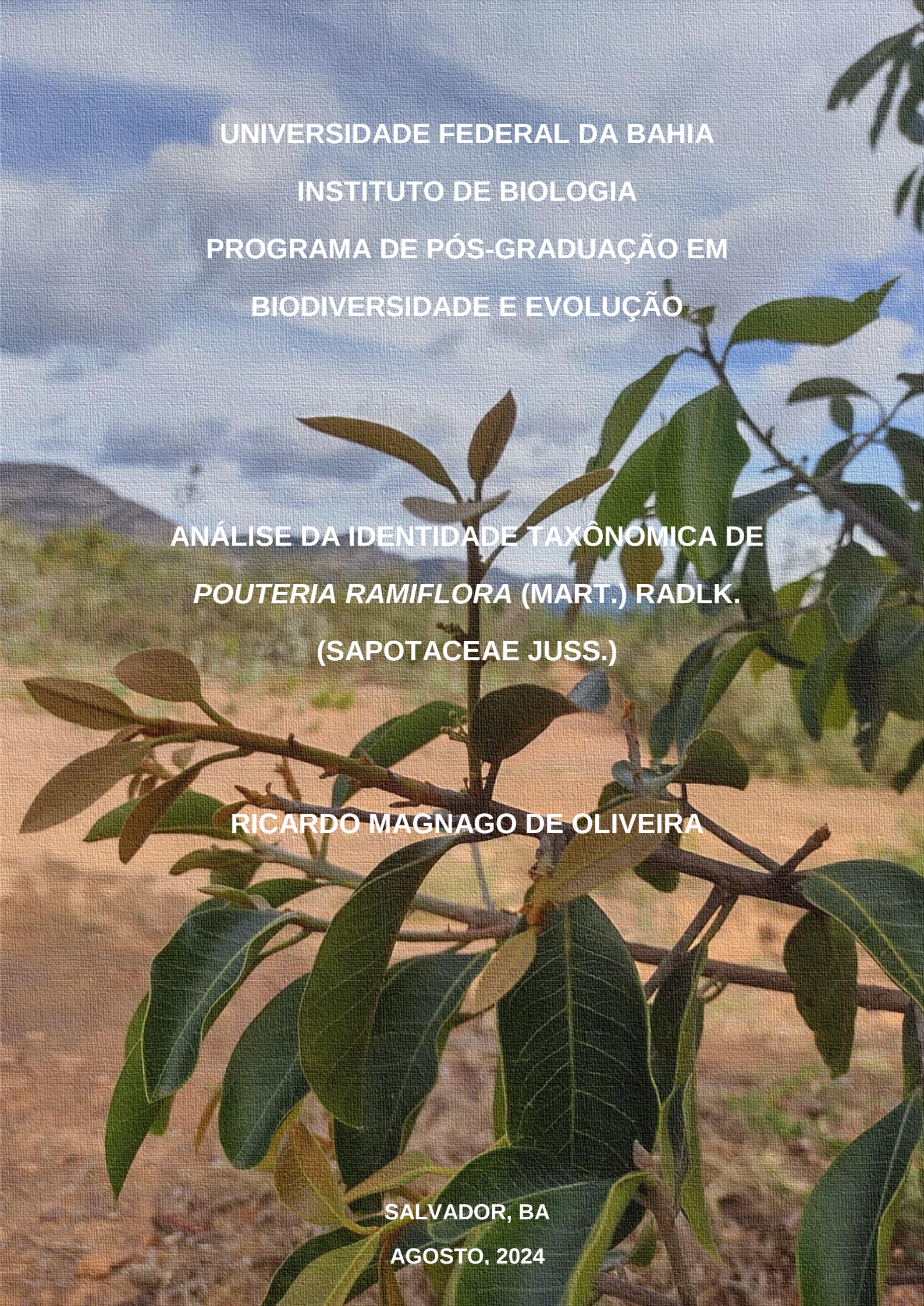




UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO

ANÁLISE DA IDENTIDADE TAXÔNOMICA DE
POUTERIA RAMIFLORA (MART.) RADLK.
(SAPOTACEAE JUSS.)

RICARDO MAGNAGO DE OLIVEIRA

SALVADOR, BA

AGOSTO, 2024

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução

Universidade Federal da Bahia

**Análise da identidade taxonômica de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk.
(SAPOTACEAE Juss.)**

Ricardo Magnago de Oliveira

Salvador, 2024

Ricardo Magnago de Oliveira

**Análise da identidade taxonômica de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk.
(SAPOTACEAE Juss.)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução.

Orientador: Dr. Anderson Alves Araújo

Salvador, 2024

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Oliveira, Ricardo Magnago de.

Análise da identidade taxonômica de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk. (SAPOTACEAE Juss.) / Ricardo Magnago de Oliveira. - 2024.

77 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Alves Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2024.

1. Botânica - Classificação. 2. Plantas - Identificação. 3. *Pouteria ramiflora*. 4. Morfologia polínica. 5. Morfometria geométrica. I. Araújo, Anderson Alves. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD - 582

CDU - 582



Programa de Pós-Graduação em
BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - INSTITUTO DE BIOLOGIA
Rua Barão de Garamelo, s/n. Ondina - Salvador - Bahia - CEP. 40.170-000



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO - INSTITUTO DE BIOLOGIA – UFBA

Título de Dissertação: **Análise da identidade taxonômica de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk. (SAPOTACEAE Juss.)**

Mestrando: **Ricardo Magnago de Oliveira**

Orientador: **Anderson Geyson Alves de Araújo**

De acordo com o regimento geral da UFBA e com o regimento interno deste programa de pós-graduação, foram iniciados os trabalhos da Comissão Examinadora, composta pelos professores **Dr. Anderson Geyson Alves de Araújo** (Presidente), **Dr. Joelcio Freitas** e **Dra. Cláudia Elena Carneiro** às 09:02 horas do dia 30 de agosto de 2024. O mestrando fez a apresentação oral de sua dissertação durante 41 minutos. Após o encerramento das arguições, às 11:04 horas, a Comissão Examinadora pronunciou-se pela sua aprovação, conforme parecer em anexo. Esta Ata será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e deste Colegiado de curso, para compor o processo de emissão do diploma.

Salvador, 30 de agosto de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA


Membro: Dr. Anderson Geyson Alves de Araújo
Universidade Federal da Bahia


Membro: Dr. Joelcio Freitas
Instituto Nacional da Mata Atlântica


Membro: Dra. Cláudia Elena Carneiro
Universidade Estadual de Feira de Santana

Somos o que fazemos, mas somos, principalmente,
o que fazemos para mudar o que somos.

Eduardo Galeano.

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a minha criança, que primeiro sonhou, mas que têm alcançado mais do que poderia imaginar. Agradeço a mim por ter tido coragem, resiliência e não ter desistido. Por nesses últimos anos ter me dado à oportunidade de crescer, mudar e amadurecer. Agradeço a benção dos meus Orixás que me guardaram e me trouxeram até essa terra para que eu pudesse vivenciar alguns sonhos de menino e todas as suas surpresas.

À minha mãe Gilane Magnago, que foi a maior torcedora e incentivadora, a melhor escuta e minha maior saudade nesses últimos anos. Por ter me dado réguas e compassos, mas principalmente por me dar a oportunidade de aprender usar as que eu escolhi.

Ao meu padrasto Levi Alves, por todo incentivo, torcida e apoio nos meus objetivos e sonhos.

À minha psicóloga Edneusa Santana, por ter me ajudado a me enxergar como minha maior prioridade e deste modo me fortalecido para iniciar e concluir os ciclos em minha vida.

A Fernando Bianchi Jr., por ter estado nesse desafio, enfrentando todos perrengues e dividido muitos momentos de felicidade. Por todos os dias de incentivos, ensinamentos, crescimentos e trocas.

À Dr^a. Quélita Moraes, por ter me incentivado desde quando soube da possibilidade de tentar esse mestrado, mas principalmente por ter me dado exemplos e ensinamentos preciosos.

À Renara Nichio-Amaral, por todas as sessões terapêuticas no laboratório que sempre são alívio. Por nossas trocas, por sua escuta, ensinamentos e incentivo.

Ao meu orientador Prof^o. Dr^o. Anderson Alves-Araújo, por todos os ensinamentos, parceria, paciência, incentivo, acolhimento, mas principalmente por ter confiado em mim, sem isso eu jamais teria conseguido chegar aqui.

A todos os membros dos laboratórios (DBOS, TAXIN, PLANTAE) dos quais tive a oportunidade de dividir espaços físicos e aprendizados nesses últimos anos.

A Victor Miranda, por todas as nossas trocas e críticas musicais (etc), e por mais uma vez elaborar as pranchas do meu trabalho.

À Manoela Silva, por ter sido a minha incentivadora desde quando tudo era segredo, por seu carinho que ultrapassa os km's, e por ter elaborado os mapas dessa dissertação.

Aos meus amigos Victor Mota e José de Araújo, por todas as inúmeras coisas que lotariam toda essa sessão. A vida é boa demais quando a gente pode dividi-la.

Aos amigues que ganhei graças a UFBA Aú Vale, Maynara Silva, Milena Oliveira, Lucas Almeida e Pietro Barbosa, por me acolherem e me inspirarem dentro e fora da academia. Obrigado por todo carinho, disponibilidade, trocas, rolês e apoio.

À Prof^a. Dr^a. Lorena Nunes, por suas contribuições, parceria e paciência no desenvolvimento do meu trabalho.

Às boas amigas do PPGBOT–UEFS, Aradia Silva, Gabriel Barros, e em especial Álef Barros e Márcia Ornelas por me abrigarem em suas casas sempre que necessário. Aos integrantes do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana. Ao Prof^o. Dr^o. Francisco Assis e ao Dr^o. Paulino Oliveira, por todo subsídio, ensinamentos e acolhida em todas as minhas visitas e desenvolvimento do meu projeto.

À Universidade Federal da Bahia, em especial ao Instituto de Biologia, por todo subsídio e estrutura no desenvolvimento deste projeto.

Ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Evolução por todos os ensinamentos e aos professores que me inspiraram e me deram a oportunidade de crescer academicamente. Aos meus colegas de classe e de curso que fizeram essa experiência ser ainda mais enriquecedora. Aos companheiros de representação discente Cibeli dos Santos, Gabriel Vieira e Juliana Barbosa.

Aos integrantes do Laboratório de Genética Vegetal, do IBIO-UFBA, a Prof^a. Dr^a. Alessandra Schnadelbac, Rayana Souza, Larissa Bispo e Thiago de Sá, por todos os ensinamentos, partilhas e incentivos.

Aos integrantes do Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB), em especial a Epaminondas Patrocínio, por seus ensinamentos e colaborações.

À Fundação de Amparo a Pesquisa da Bahia (FAPESB) a bolsa concedida durante o mestrado (Processo 084.058.2022.0000517-56).

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	10
INTRODUÇÃO GERAL	15
Sapotaceae Juss.	15
<i>Pouteria</i> Aubl.	16
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	19
REFERÊNCIAS	24
CAPITULO 1	30
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAIS E MÉDOTOS.....	36
RESULTADOS	40
DISCUSSÃO.....	51
AGRADECIMENTOS	56
CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES.....	56
CONFLITOS DE INTERESSE.....	57
REFERÊNCIAS	57
DE TABELAS E FIGURAS	67
DADOS SUPLEMENTARES.....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76

LISTA DE FIGURAS

Introdução geral

- Figura 1.** Relações filogenéticas de *Pouteria* Aubl. (*sensu lato*) Neotropicais adaptado de Swenson *et al.*, 2023..... **18**
- Figura 2.** Variabilidade morfológica dos sinônimos e espécimes atualmente sob o nome *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). A- *Labatia chrysophylloides* Mart.; B- Typus de *Labatia ramiflora* Mart.; C- Isotypus de *Lucuma lateriflora* Benth. ex Miq; D- Isotypus *Lucuma parviflora* Benth. ex Miq; E- Holotypu de *Pouteria ovata* A.C.Sm; F- J- Espécimes evidenciando diferentes variações foliares. **22**
- Figura 3.** Espécime de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) coletado em Mucugê, Bahia. A- Hábito, B- Caule, C- Folha em vista adaxial, D- Folha em vista abaxial, E- Filotaxia e inflorescências, F- Frutos imaturos, G- Fruto maduro, H- Fruto com corte transversal evidenciando a semente, I- Sementes. **23**

Capítulo I – Morfometria geométrica e morfologia polínica na investigação das variações intraespecíficas de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk. (SAPOTACEAE Juss.)

- Figura 1.** Variações da morfologia foliar observada nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) ao longo da sua distribuição geográfica..... **35**
- Figura 2.** Grades, marcos (círculos vermelhos) e semimarcos (círculos verdes) utilizados para análise das folhas *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). **37**
- Figura 3.** *Wereframe*'s dos formatos foliares dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae), analisados na morfometria geométrica ($p < 0,05$). A- Formato foliar entre o Morfotipo 1 (M1) e Morfotipo 2 (M2); B- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e da Caatinga; C- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e do Cerrado e D- Formato foliar entre os domínios da Caatinga e do Cerrado. **42**
- Figura 4.** Dendrograma da Análise UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean) com 10.000 permutações demonstrando como estão agrupados os espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) utilizados nas análises de

morfometria geométrica.43

Figura 5. *Boxplots* referentes aos tamanhos foliares encontrados nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). A-Tamanho foliar nos morfotipos 1 (M1) e 2 (M2), expresso pelo tamanho do centroide, (Teste t de Student $p<0,05$). B-Tamanho foliar entre os espécimes dos Domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado, expresso pelo tamanho do centroide, (Tukey $p<0,01$). Indivíduos com letras iguais não se diferem entre si pelo teste Tukey.44

Figura 6. Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.)45

Figura 7. Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 1; B-2; C-3; D-4, E-5, F-6, G-7, H-8; I-9; J-10; K-11; L-12. Barra = 10 μm48

Figura 8. Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 13; B-14; C-15; D-16, E-17, F-18, G-19, H-20; I-21; J e K-22; L-23. Barra = 10 μm49

Figura 9. Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) ...50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores validação cruzada entre os morfotipos 1 (M1) e 2 (M2) e para os domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado a partir das amostras analisadas de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. . (Sapotaceae).....**41**

Tabela 2. Caracteres morfológicos e morfométricos dos grãos de pólen de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) Legenda: DP: Diâmetro polar; DE: Diâmetro equatorial; FV: Faixa de variação; $\bar{x} \pm Sx$: Média $\pm$ Desvio padrão. Índices em números absolutos. Vouchers em negrito referentes ao Morfotipo 1.....**46**

APRESENTAÇÃO

A dissertação contém dados obtidos através da investigação da morfometria geométrica e da micromorfologia palinológica de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) como ferramentas auxiliares ao subsídio para a discussão da variabilidade fenotípica da espécie.

Deste modo, é apresentada sob a forma de capítulo único, adequado nas normas do periódico correspondente a ser submetida. Composta por uma introdução geral sobre a família, o gênero e a espécie em estudo, fundamentação teórica, importância e contexto histórico taxonômico da espécie. Para tanto, com o intuito de apresentar da melhor maneira e melhor visualização dos resultados obtidos, o trabalho está organizado em um capítulo, a saber:

Capítulo I – Este capítulo discute a variabilidade morfológica das folhas de *Pouteria ramiflora* a partir da morfometria geométrica e analisa a micromorfologia dos grãos de pólen dentre os espécimes que apresentam diferentes formas foliares ao longo de sua distribuição geográfica.

RESUMO

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk., é uma espécie com ampla plasticidade fenotípica ao longo de sua distribuição, devido à falta de correlação geográfica e à descontinuidade de um aprofundamento do conhecimento acerca dos caracteres morfológicos, é tratada como um único táxon muito variável. A delimitação específica atualmente aceita, que inclui flutuações fenotípicas extremas, compõe questionáveis variações morfológicas, onde os limites de espécie não estão bem definidos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar a identidade taxonômica de *Pouteria ramiflora* utilizando morfometria geométrica e micromorfologia dos grãos de pólen. Para tanto, partir de imagens disponíveis em bancos de dados *on-line*, as folhas dos espécimes foram padronizadas, medidas e submetidas às análises morfométricas. Além disso, a partir de anteras de espécimes herborizados depositados em herbários, foram coletados os grãos de pólen, e posteriormente acetolisados e analisados morfometricamente em microscopia óptica. Foram encontrados dois morfotipos foliares dentre os espécimes analisados, sendo um desses morfotipos ocorrendo predominantemente no Cerrado. Além disso, os grãos de pólen apresentaram variações morfológicas nas endoaberturas e ectoaberturas dentre os espécimes. Apesar dos resultados evidenciarem diferenças dentre os espécimes, não são suficientes para sustentar tomadas de decisão a respeito da taxonomia de *Pouteria ramiflora*, sendo necessárias outras ferramentas capazes de subsidiar a melhor compreensão dessas variações.

Palavras chave: Sapotaceae, Taxonomia Integrativa, Forma foliar, Morfologia polínica.

ABSTRACT

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk., is a species with wide phenotypic plasticity throughout its distribution. Due to the lack of geographic correlation and the discontinuity of a deepening of knowledge about morphological characters, it is treated as a single highly variable taxon. The specific delimitation currently accepted, which includes extreme phenotypic fluctuations, composes questionable morphological variations, where the species limits are not well defined. Thus, the objective of the present study was to determine the taxonomic identity of *Pouteria ramiflora* through geometric morphometry and micromorphology of pollen grains. To this end, from images available in *on-line* databases, the leaves of the specimens were standardized, measured and subjected to morphometric analyses. In addition, from anthers of herbarized specimens deposited in herbaria, pollen grains were collected and subsequently acetylated and analyzed morphometrically under optical microscopy. Two leaf morphotypes were found among the specimens analyzed, one of which occurs predominantly in the Cerrado. In addition, the pollen grains showed morphological variations in the endoapertures and ectoapertures among the specimens. Although the results show differences among the specimens, they are not sufficient to support decision-making regarding the taxonomy of *Pouteria ramiflora*, and other tools capable of supporting a better understanding of these variations are necessary.

Keywords: Sapotaceae, Integrative Taxonomy, Leaf shape, Pollen morphology

INTRODUÇÃO GERAL

Sapotaceae Juss.

Sapotaceae Juss., ordem Ericales (APG IV, 2016), possui distribuição pantropical com aproximadamente 70 gêneros e mais de 1.200 espécies (Swenson *et al.*, 2020; Swenson *et al.*, 2023). A América tropical é o principal centro de diversidade da família, que possui registros principalmente em áreas tropicais e subtropicais abaixo de 1000 metros e em menor frequência espécies em regiões sazonalmente secas ou mais áridas, por exemplo, *Sideroxylon horridum* (Griseb.) T.D. Penn., *Pradosia brevipes* (Pierre) T.D. Penn. e *Pouteria subcaerulea* Dubard. (Pennington, 1990; Govaerts, Frodin & Pennington, 2001; Pennington, 2004; Pennington, 2006). No Brasil, 13 gêneros e 247 espécies são registrados, dentre as quais a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica e o Cerrado com 177, 85 e 31 espécies respectivamente, detêm a maior riqueza de espécies (Alves-Araújo & Nichio-Amaral, 2024).

De acordo com Pennington (1990), os representantes de Sapotaceae são reconhecidos como árvores, arbustos ou subarbustos geoxílicos, com presença de látex, estípulas presentes ou ausentes, indumento com tricomas malpighiáceos (dourado, avermelhado ou prateado), folhas alterno-espiraladas ou alterno-dísticas (raro opostas), inflorescências fasciculadas (axilares, ramifloras ou caulifloras), frutos geralmente baga com semente de testa brilhante e lisa, que contrasta com a cicatriz áspera e pálida, por onde a semente se prende ao fruto.

Publicada na obra *Genera Plantarum*, em 1789, sob o nome ‘Sapotae’ a família foi descrita por Antoine Laurent de Jussieu a partir da morfologia de suas flores, frutos, sementes e a presença de látex, onde o autor reconhece nove gêneros (*Achras* L. (*Manilkara* Adans.), *Bassia* J. Koenig ex L. (*Illipe* J. Koenig ex Gras), *Chrisophyllum* L., *Imbricaria* Comm. ex Juss. (*Mimusops* L.), *Jacquinia* L. (Primulaceae), *Lucuma* Molina, *Manglilla* Juss. (Primulaceae), *Mimusops* (*Manilkara*), *Sideroxylum* Mill.).

Diversos estudos ao longo dos séculos XIX e XX foram realizados a respeito das relações intrafamiliares de Sapotaceae. O primeiro tratamento taxonômico da família foi realizado por De Candolle, em 1884, onde o autor baseado em características dos verticilos florais propôs uma divisão de 20 gêneros e 228 espécies em seis grupos informais. Dentre as contribuições mais importantes podem-se citar os trabalhos de Baehni (1938, 1965), Lam (1939), Aubréville (1964) e Pennington (1990, 1991). Baehni (1938) propôs a subdivisão de Sapotaceae

em duas subfamílias (Basitraumae e Pleurotraumae) baseado na posição das cicatrizes nas sementes (basal e lateral). Já Lam (1939), a partir de caracteres florais, reconheceu três subfamílias e sete tribos: Madhucoideae (Madhuceae e Palaquieae), Mimusopoideae (Mimuso-peae e Manilkareae) e Sideroxyloideae (Sideroxyleae, Bumelieae e Pouterieae). A classificação de Aubréville (1964), também baseada em caracteres florais, traz 122 gêneros distribuídos quatro subfamílias e 15 tribos. Pouco depois, Baehni (1965), com base na posição e no tamanho da cicatriz da semente e de outros caracteres reprodutivos e vegetativos, reconheceu a circunscrição de três subfamílias: Croixiodeae (cicatriz seminal larga), Madhucoideae (cicatriz seminal estreita) e Mimusopoideae (cicatriz seminal basilar), seis tribos e 63 gêneros.

Pennington (1990, 1991), utilizando-se de caracteres de morfologia, citologia, palinologia e fitoquímica, circunscreveu Sapotaceae em cinco tribos (Chrysophylleae, Isonandreae, Mimusopeae, Omphalocarpeae e Sideroxyleae) e 53 gêneros. Porém, já no século XXI, Swenson & Anderberg (2005) com base em análises filogenéticas, recuperaram três clados monofiléticos que os autores consideraram como correspondentes às três subfamílias propostas: Chrysophylloideae (com representantes de Chrysophylleae e Omphalocarpeae), Sapotoideae (englobando as tribos Isonandreae, Mimusopeae e Sideroxyleae) e, por fim, Sarcospermatoideae (*Sarcosperma* Hook. f.) (Swenson & Anderberg, 2005).

De acordo com Swenson *et al.* (2023), Chrysophylloideae apresenta distribuição pantropical e, é composta por 44 gêneros, dos quais 19 e mais de 300 espécies conhecidas são registradas para a região neotropical. Dentre os gêneros mais representativos nas Américas, *Chrysophyllum* L. e *Pouteria* Aubl., já foram considerados os gêneros mais ricos em número de espécies da subfamília, entretanto, Faria *et al.* (2017) e Swenson *et al.* (2023), a partir de inferências filogenéticas, demonstraram que ambos foram recuperados polifiléticos e reavaliações nomenclaturais precisam ser realizadas.

***Pouteria* Aubl.**

O gênero *Pouteria* foi estabelecido em 1775 por Jean Baptiste Christophe Fusée Aublet, na obra *Histoire des Plantes de la Guiane Française* e tem como espécie-tipo *Pouteria guianensis* Aubl. O histórico taxonômico do gênero traz inúmeras discussões frente à imensa variabilidade morfológica vegetativa, e principalmente reprodutiva, constatada por diversos autores (Molina, 1782; Engler, 1890; Dubard, 1912; Eyma, 1936; Baehni, 1942).

A classificação morfológica proposta por Pennington (1991) reconheceu mais de 300

espécies e nove seções para *Pouteria*: *P. sect. Pouteria*, *P. sect. Aneulucuma* (Radlk.) T.D.Penn., *P. sect. Antholucuma* (A. DC.) Eyma, *P. sect. Franchetella* (Pierre) Eyma, *P. sect. Gayella* (Pierre) T.D.Penn., *P. sect. Oligotheca* (A. DC.) Baehni, *P. sect. Oxythece* (Miq.) Eyma, *P. sect. Pierresideroxylon* (Engl.) T.D.Penn., e *P. sect. Rivicoa* (A. DC.) Baehni.; porém, o próprio autor indica a difícil resolução e circunscrição de muitos dos táxons devido à ampla plasticidade fenotípica dos caracteres utilizados e à falta de informações biológicas.

As dificuldades encontradas ao longo do tempo para reconhecimento de caracteres diagnósticos em *Pouteria* se justifica com os resultados encontrados por Faria *et al.* (2017) e Swenson *et al.* (2023) (Figura 1), onde linhagens previamente consideradas como pertencentes ao gênero foram recuperadas como não proximamente relacionadas. Swenson *et al.* (2023) apontaram para a necessidade de recircunscrição e revalidação de gêneros àquela época em sinonímia e propuseram atualizações nomenclaturais em *Labatia* Sw., *Lucuma* Molina, *Nemaluma* Baill., *Peteniodendron* Lundell, dentre outros.

Sendo assim, filogenética e morfológicamente, *Pouteria sensu stricto*, como grupo monofilético, é constituído por 7-10 espécies exclusivamente neotropicais e passou a ser delimitado por um conjunto de caracteres morfológicos consistentes e compartilhados como a presença de venação foliar terciária reticulada e venação quaternária areolada, flores tetrâmeras com cálice em dois verticilos com prefloração valvar, sépalas glabras em sua face interna, corola tubular, tubo da corola liso e glabro, lobos da corola com margens cilioladas, estames geralmente inseridos no meio do tubo da corola, estaminódios glabros, frutos 2-4 seminados, amarelos ou alaranjados, sementes com cicatriz basi-ventral, cotilédones plano-convexos, radícula incluída e endosperma ausente (Swenson *et al.*, 2023).

No entanto, nem todas as relações recuperadas por Swenson *et al.* (2023) foram resolvidas e linhagens atualmente circunscritas em *Pouteria sensu lato* permanecem sem resolução nomenclatural. Visto que há a necessidade da inclusão de mais táxons em novas análises filogenéticas, a busca por informações mais robustas nos leva a inferir que muito provavelmente outros gêneros considerados sinônimos deverão ser revalidados ou nomeados para melhor acomodar as linhagens recuperadas não relacionadas à *Pouteria s.s.*, a exemplo de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., espécie tipicamente encontrada nos cerrados brasileiros.

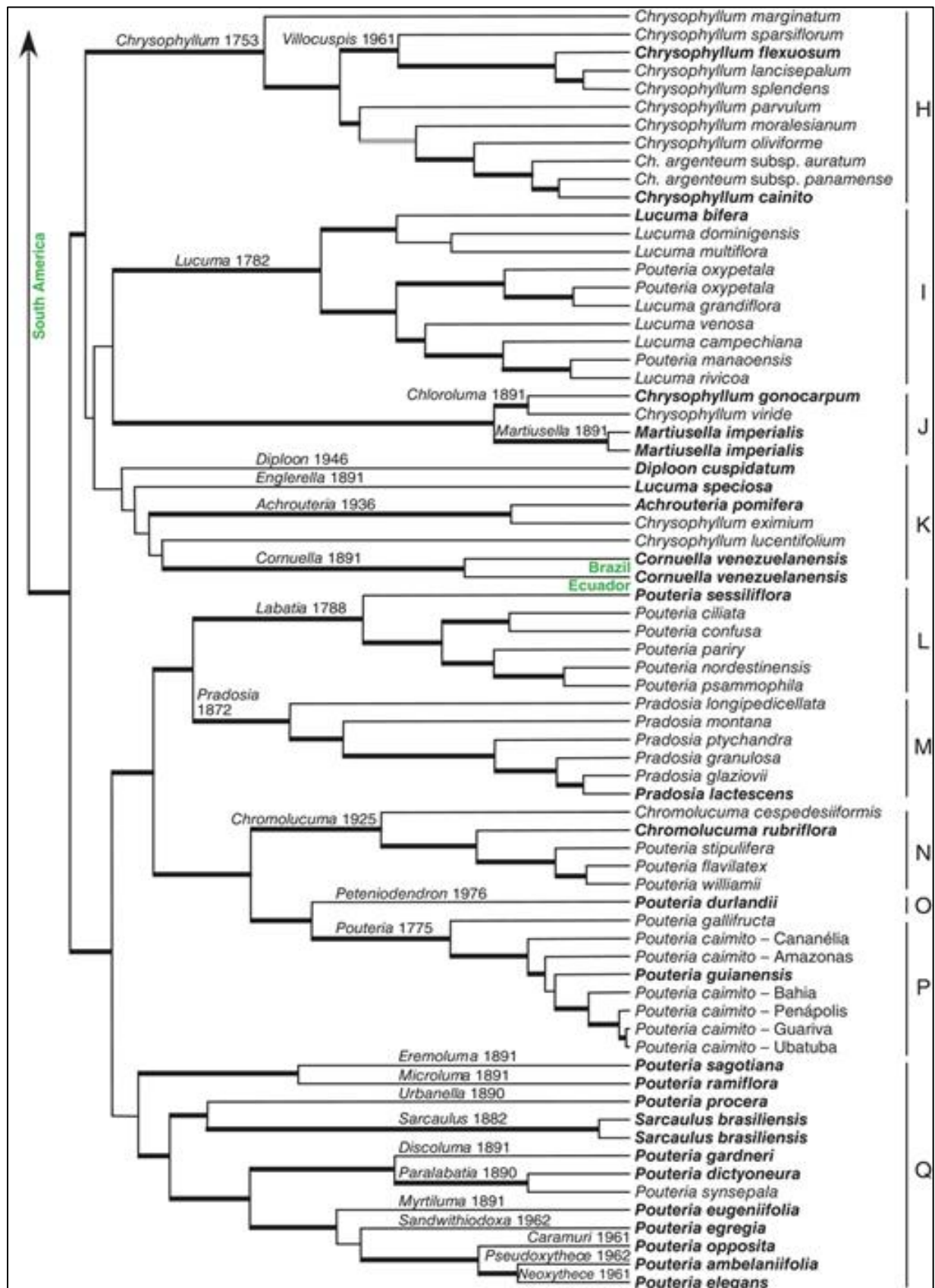


Figura 1. Relações filogenéticas de *Pouteria* Aubl. (sensu lato) Neotropicais adaptado de Swenson *et al.*, 2023.

***Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.**

Pouteria ramiflora foi descrita pela primeira vez por Martius em 1818 sob basiônimo de *Labatia ramiflora* Mart. (Figura 2, B) e, após algumas combinações sob outros gêneros ao longo do século XIX, foi transferida por Radlkofer (1882) para o gênero *Pouteria*. Táxon que, em sua atual circunscrição, abarca ampla variação fenotípica ao longo da sua distribuição geográfica conhecida e sua variação morfológica foi, e ainda é, alvo de muitas avaliações taxonômicas influenciando substancialmente a proliferação de binômios atualmente considerados sinônimos *Labatia chrysophylloides* Mart., *Lucuma lateriflora* Benth. ex Miq., *Lucuma parviflora* Benth. ex Miq., *Pouteria ramiflora* var. *grandifolia* Kuntze, *Pouteria ramiflora* var. *oblongifolia* Kuntze, *Pouteria ovata* A.C.Sm., dentre outros (Alves-Araújo *et al.*, 2020) (Figura 2, A, C, D e E).

Conhecida vernaculamente como “abiu”, “abiu carriola” (Mato Grosso), “abiu do campo” (Amazonas), “curiola” (Mato Grosso), “grão de galo” (Pará), “massaranduba” (Maranhão, Mato Grosso), “pitomba de leite” (Ceará, Piauí), *Pouteria ramiflora* tem suas raízes e cascas utilizadas como vermífugo e como remédio para disenteria, além da importância da sua madeira utilizada em canteiros de obras e dos seus frutos de onde é extraída a polpa para a produção de doces e bebidas (Pennington, 1990; Castro *et al.*, 2006, Tuttis *et al.*, 2018) (Figura 3). Diversos estudos químicos e farmacológicos utilizaram fragmentos de folhas, caules e raízes (Castro *et al.*, 2006; Costa *et al.* 2014; Rodrigues *et al.*, 2017; Tuttis *et al.*, 2018) de modo a testar a sua eficácia contra diferentes enfermidades. Dentre alguns dos atributos e potencialidades experimentais do uso dos extratos em ratos e camundongos, têm-se os efeitos analgésicos, anti-inflamatórios, antioxidantes, neuroprotetores contra danos oxidativos e redução dos níveis glicose no sangue (Junior *et al.*, 2009; Da Costa *et al.*, 2013; Gouveia *et al.*, 2013; Cibir *et al.*, 2022).

Pouteria ramiflora possui ocorrência comumente conhecida para Cerrado atingindo suas zonas limítrofes da Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica, com registros para a Bolívia, Peru e Paraguai. (Pennington, 1990). Dentre as fitofisionomias do Cerrado, *P. ramiflora* é frequentemente encontrada em cerrados rochosos ou arenosos, matas de galeria e em ilhas de campos arenosos e campinas de areia branca no norte brasileiro (Pará e Rondônia) (Pennington, 1990).

Pennington (1990) caracteriza *Pouteria ramiflora* como um táxon dioico com suas inflorescências fasciculadas que possuem de 5-15 flores, axilares ao longo dos ramos, flores

tetrâmeras, tubulares, estaminódios lanceolados a subulados, glabros. O autor ainda indica forte variação morfológica para a espécie no hábito (árvores altas ou arvoretas de tronco curto e retorcido), na forma das folhas (elípticas, ovais, lanceoladas, obovadas ou oblanceoladas), na textura foliar (membranácea a coriácea) e no indumento (densamente pubescente a glabro). Essas diferenças foram atribuídas por Pennington (1990) às diferentes formações vegetacionais em que se distribui a espécie, onde ele observou que nos cerrados, os indivíduos se caracterizam como arbustos a arvoretas com tronco mais curto, folhas largas com ápice arredondado e de textura coriácea, em geral com alguma pubescência persistente na face foliar abaxial, presença de nervuras intersecundárias bem desenvolvidas que podem se estender até a margem. Já nas florestas de galeria, os indivíduos apresentam porte arbóreo e alcançam 25 m de altura, apresentam folhas mais estreitas com ápice agudo ou atenuado e textura membranácea a cartácea, glabras e com as nervuras intersecundárias pouco evidentes.

Tais variações vão além de caracteres macromorfológicos e se verificam também nos grãos de pólen analisados por Harley (1991). Segundo a autora *Pouteria ramiflora* possui grãos de pólen do Tipo A3, em geral são 3- ou 3-4-colporado de formato prolato a subprolato, e apresentam endoaberturas estreitas ou amplamente lalongadas e o colpo é curto ou longo. Apontamentos feitos por Harley (1991) indicam presença de flutuações morfológicas quanto ao comprimento das aberturas, às espessuras das paredes do apo- e mesocolpo, às formas das endoaberturas e morfologia do teto.

Os caracteres morfológicos em conjunto com dados sobre a distribuição geográfica, geralmente utilizada para distinção específica de *Pouteria ramiflora* das demais espécies congêneres, na prática, são suficientes para uma confiável identificação. Porém, devido à falta de correlação geográfica definida e de descontinuidade nos caracteres morfológicos, a espécie é tratada como um único táxon muito variável (Pennington, 1990). No entanto, a delimitação específica atualmente aceita, que inclui flutuações fenotípicas extremas, compõe uma série de variações morfológicas questionáveis, onde os limites de espécie não estão bem definidos.

Faria *et al.* (2017) e Swenson *et al.* (2023), ao analisarem caracteres morfológicos e moleculares em inferências filogenéticas mais amplas, recuperaram o único acesso de *Pouteria ramiflora* por eles incluído em um clado, batizado por Swenson *et al.* (2023) de “Clado Q”, não proximamente relacionado à *Pouteria s.s.*, onde estão reunidas outras linhagens atualmente circunscritas sob *Pouteria s.l.* No entanto, dada à amostragem mínima utilizada de *P. ramiflora*, a variação fenotípica ora mencionada não foi contemplada e, portanto, torna-se

superficial quaisquer inferências.

O estudo da forma das estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas, e mais especificamente da folha, tem sido utilizado desde os primórdios da taxonomia botânica (Cope *et al.*, 2012). Atualmente, dentre as análises estatísticas multivariadas, a morfometria geométrica busca a partir de coordenadas cartesianas de pontos anatômicos, responder a diversas questões ligadas a variações nas formas de órgãos e estruturas intra e interespecíficas (Slice, 2007), como observado nos trabalhos de Esteves & Vicentini (2013) e Freitas *et al.* (2020).

A estabilidade genética conferida aos grãos de pólen (Dos Santos-Serejo *et al.*, 2010), torna essas estruturas alvos frequentes de caracterizações morfológicas e morfométricas, pois as mesmas podem subsidiar a taxonomia em diferentes grupos vegetais, a exemplo Harley (1991) com a família Sapotaceae, Dórea *et al.* (2017) no estudo de espécies da família Poaceae e Oliveira *et al.* (2021) no estudo de espécies do gênero *Chrysophyllum* L (Sapotaceae).

De acordo com De Queiroz (2007), informações geográficas são importantes e contribuem para a percepção de discontinuidades observáveis e detectáveis em diferentes evidências (morfológicas, morfométricas, químicas, moleculares etc.). E, ainda segundo o autor, análises de múltiplas evidências asseguram e baseiam as hipóteses de separação/distinção de linhagens e, portanto, a existência de diferentes táxons. Sendo assim, a pergunta que norteia o presente estudo é: A alta plasticidade fenotípica verificada em *Pouteria ramiflora* em sua atual circunscrição, sob a luz do conjunto de análises morfométricas macromorfológicas e micromorfológicas, pode representar de fato um único táxon?

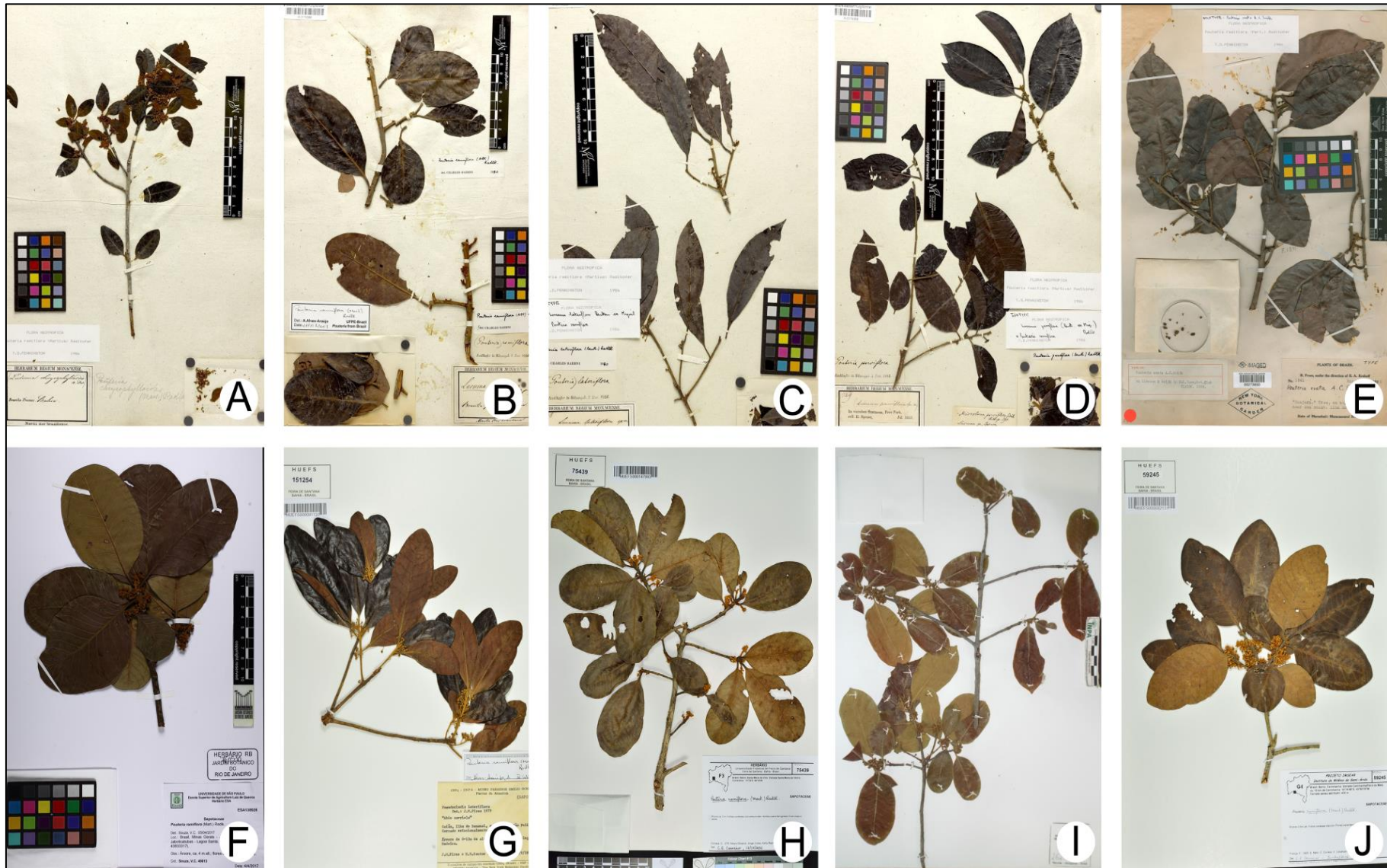


Figura 2. Variabilidade morfológica dos sinônimos e espécimes atualmente sob o nome *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). A- *Labatia chrysophylloides* Mart.; B- Typus de *Labatia ramiflora* Mart.; C- Isotypus de *Lucuma lateriflora* Benth. ex Miq; D- Isotypus *Lucuma parviflora* Benth. ex Miq; E- Holotypu de *Pouteria ovata* A.C.Sm; F- J- Espécimes evidenciando diferentes variações foliares.

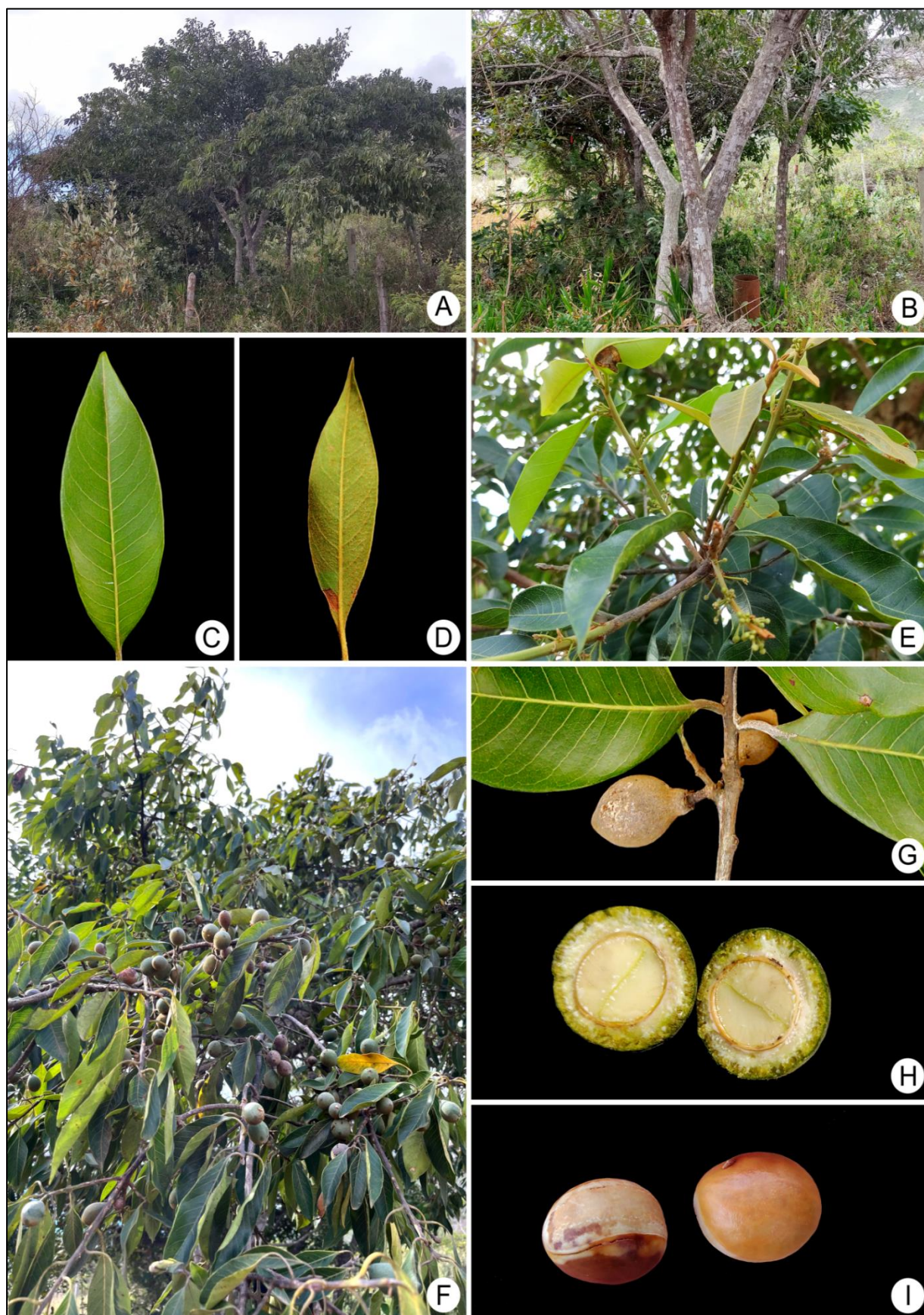


Figure 3. Espécime de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) coletado em Mucugê, Bahia. A- Hábito, B- Caule, C- Folha em vista adaxial, D- Folha em vista abaxial, E- Filotaxia e inflorescências, F- Frutos imaturos, G- Fruto maduro, H- Fruto com corte transversal evidenciando a semente, I- Sementes.

REFERÊNCIAS

ALVES-ARAÚJO, A. Typifications in neotropical Sapotaceae. **PhytoKeys**, 170: 45–69. 2020. DOI:10.3897/phytokeys.170.54718.

ALVES-ARAÚJO, A.; NICHIO-AMARAL, R. ***Pouteria in Flora e Funga do Brasil***. Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14492>. Acesso em: 29 jul. 2024.

ANGIOSPERM FLORA GROUP. IV. APG IV. 2016. Ericales. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

AUBLET, J.B.C.F. Histoire des Plantes de la Guiane Françoise 1: 85–86, pl. 33. 1775.

AUBRÉVILLE, A. Les Sapotacées: Taxonomie e tphytogéographie. **Adansonia, Mém.** 1: 1–157, 1964a.

BAEHNI, C. Mémoires sur les Sapotacées, II: Le genre Pouteria. **Candollea** 9: 147–476, 1942.

BAEHNI, C. Mémoires sur les Sapotacées. 1. Systeme de classification. **Candollea** 7: 394–508, 1938.

BAEHNI, C. Mémoires sur les Sapotacées III. Inventaire des genres. **Boissiera** 11: 1–262, 1965.

CASTRO, C. F. S. et al. Avaliação da atividade antioxidante de algumas espécies de Pouteria.

29a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. 2006.

CIBIN, G. R. et al. Development of aromatic soluble tea from the pulp of *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. with health benefits. **Suid-Afrikaanse tydskrif vir plantkunde [South African journal of botany]**, v. 145, p. 236–242, 2022. DOI: 10.1016/j.sajb.2021.07.011

COPE, James S. et al. Plant species identification using digital morphometrics: A review. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 8, p. 7562–7573, 2012. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.01.073

COSTA, D. L. M. G. da. **Estudo químico e avaliação da atividade mutagênica dos extratos hidroalcoólicos das folhas de *Pouteria torta* e *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae).** 2014. 144-f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/115968>.

DA COSTA, A. V. et al. Neuroprotective effects of *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk (Sapotaceae) extract on the brains of rats with streptozotocin-induced diabetes. **Metabolic brain disease**, v. 28, n. 3, p. 411–419, 2013. DOI: 10.1007/s11011-013-9390-6.

DE CANDOLLE, A. L. P. P. Sapotaceae. In: Candolle ALPP de (Ed.) *Prodromous Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* 8, 154–208, 1844.

DE QUEIROZ, K. Species concepts and species delimitation. **Systematic biology**, v. 56, n. 6, p. 879–886, 2007. DOI: 10.1080/10635150701701083

DÓREA, M. DA C. et al. Sculptural elements on the ectexine surface of Poaceae pollen from Neotropical forests: patterns and implications for taxonomic and evolutionary studies in this family. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 185, n. 4, p. 542–571, 2017. DOI:

10.1093/botlinnean/box073

DOS SANTOS-SEREJO, J. A., SOARES, T. L., ROSSI M. L., SOUZA, A. D. S., & COSTA, M. D. C. Estudo da morfologia polínica e viabilidade de pólen de bananeira. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010, Natal. Anais [...]. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.**

DUBARD, Marcel Marie Maurice. **Les Sapotacées du groupe des Sideroxylinées.** Institut colonial, 2, 10: 1–90, 1912.

ESTEVES, S. DE M.; VICENTINI, A. Cryptic species in *Pagamea coriacea* sensu lato (Rubiaceae): evidence from morphology, ecology and reproductive behavior in a sympatric context. **Acta amazonica**, v. 43, n. 4, p. 415–428, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000400003

ENGLER, a. Beiträge zur Kenntnis der Sapotaceae. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 12: 496–525, 1890.

EYMA, P.J. Notes on Guinea Sapotaceae. Recueil Trav. Bot. Néerl. 33: 156–210, 1936.

FARIA, A.D.; PIRANI, J.R.; RIBEIRO, J.E.L.S.; et al. Towards a natural classification of subfamily Chrysophylloideae (Sapotaceae) in the Neotropics. **Botanical Journal of the Linnean Society** 185(1): 27–55, 2017. DOI: doi.org/10.1093/botlinnean/box042

FREITAS, J. et al. Floral geometric morphometrics unveils a new cauliflorous species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) from the Guiana Shield. **Phytotaxa**, v. 474, n. 1, p. 1– 14, 2020. DOI: 10.11646/phytotaxa.474.1.1

GOUVEIA, N. M. et al. *Pouteria ramiflora* extract inhibits salivary amylolytic activity and decreases glycemic level in mice. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, p. 1141–1148, 2013.

GOVAERTS, R., FRODIN, D.G. & PENNINGTON, T.D. **World checklist and bibliography of Sapotaceae. Richmond**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2001.

HARLEY, M. M. The pollen morphology of the Sapotaceae. **Kew bulletin**, v. 46, n. 3, p. 379, 1991. DOI: 10.2307/4110538

JUNIOR, E. A. et al. Antinociceptive and antiinflammatory properties of the ethanolic extract of *Pouteria ramiflora* roots. **Lat Am J Pharm**, v. 28, n. 6, p. 812–8, 2009.

JUSSIEU, A. L. de. Sapotaceae Juss., Genera Plantarum 151. 1789.

LAM, H.J. On the system of the Sapotaceae, with some remarks on taxonomical methods. **Recueil Trav. Bot. Neerl.** 36, 509– 525, 1939.

LEMES, G. A. et al. Desenvolvimento de licores de fruta nativa Curriola (*Pouteria ramiflora*), avaliação proximal e aceitabilidade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e546101220593–e546101220593, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20593

MARTIUS, C.F. P. VON. Flora 21(2), Beibl. 2(4): 93. 1838.

MOLINA, G.I. Saggio sulla storia naturale del Chili. Bologna: Stamperia di S. Tommaso d' Aquino, 1782.

OLIVEIRA, P. P. et al. Morfologia polínica de espécies de *Chrysophyllum* L.(Sapotaceae) do Estado da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, v. 4, p. e0066–e0066, 2021. DOI: 10.33447/paubrasilia.2021.e0066.

PENNINGTON, T. D. Flora Neotropica Monograph 52: Sapotaceae. **Flora Neotropica Monograph**, v. 52, 1990.

PENNINGTON, T. D. **Genera of the Sapotaceae**, the. Richmond, England: Kew Publishing, 1991.

PENNINGTON, T. D. Flowering plants of the. In: NEOTROPICS, N. et al. (Eds.). **Sapodilla family**. New Jersey: The New York Botanical Garden, 2004. p. 342–344.

PENNINGTON, TD Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Sapotaceae. **Rodriguésia** , v. 2, pág. 251–366, 2006. DOI: 10.1590/2175-7860200657210

PIERRE, L. Notes botaniques: Sapotacées, [part 1]. Paris: **Librairie des sciences naturelles**, 1890.

PIERRE, L..Notes botaniques: Sapotacées, [part2]. Paris: **Librairie des sciences naturelles**, 1891.

RADLKOFER, L. A. T. Sitzungsberichte der Mathematisch-Physikalischen Classe (Klasse) der K. **Sitzungsberichte der Mathematisch-Physikalischen Classe (Klasse) der K. B. Akademie der Wissenschaften zu München**, v. 12, p. 333–1882, [s.d.].

RODRIGUES, P. M. et al. Triterpenos de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. Folhas (Sapotáceas). **Toxicologia Alimentar e Química**, v. 109, p. 1063–1068, 2017. DOI: 10.1016/j.fct.2017.05.026.

SLICE, D. E. Geometric morphometrics. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 36, n. 1, p. 261–281, 2007. DOI: 10.1146/annurev.anthro.34.081804.120613

SWENSON, U.; ANDERBERG, A. A. Phylogeny, character evolution, and classification of Sapotaceae (Ericales). **Cladistics**, v. 21, n. 2, p. 101–130, 2005. DOI: 10.1111/j.1096-0031.2005.00056.x.

SWENSON, U. et al. Reassessment of generic boundaries in Neotropical Chrysophylloideae (Sapotaceae): eleven reinstated genera and narrowed circumscriptions of *Chrysophyllum* and *Pouteria*. **Taxon**, v. 72, n. 2, p. 307–359, 2023. DOI: **10.1002/tax.12894**

TUTTIS, K. et al. Extrato de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.: Quantificação de flavonoides e efeito quimiopreventivo em células HepG2. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Parte A**, v. 81, n. 16, p. 792–804, 2018. DOI: 10.1080/15287394.2018.1491911



CAPITULO 1

Morfometria geométrica e morfologia polínica na investigação de variações intraespecíficas de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk. (SAPOTACEAE Juss.)

Manuscrito a ser submetido para o periódico Acta Botanica Brasilica

ARTIGO ORIGINAL

Morfometria geométrica e morfologia polínica na investigação das variações intraespecíficas de *Pouteria ramiflora* (Mar.) Radlk. (SAPOTACEAE Juss.)

Ricardo Magnago de Oliveira. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução, Rua Barão de Jeremoabo s.n., Campus Universitário de Ondina, CEP 40170-115, Salvador, BA, Brasil. Orcid: 0000-0002-5600-2641

Lorena Andrade Nunes. Faculdade de Tecnologia e Ciências, Colegiado de Nutrição, Rua Antônio Orrico, 357, São Judas Tadeu, CEP 45203-162 Jequié, Bahia, Brasil. Orcid: 0000-0002-7453-7666

Paulino Pereira Oliveira. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micromorfologia Vegetal, Avenida Transnordestina, s.n, Novo Horizonte, CEP 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1269-9130>

Anderson Alves-Araújo. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Rua Barão de Jeremoabo s.n., Campus Universitário de Ondina, CEP 40170-115, Salvador, BA, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5810-5145>

*Autor para correspondência: ricardomagnagoo@gmail.com

RESUMO

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk. é comum no Cerrado e suas áreas ecotonais, com registros na Bolívia, Paraguai e Peru. Apresenta grande variabilidade nos espécimes ao longo de sua distribuição, principalmente, nas formas foliares. Diante das dificuldades de delimitação dos táxons, o presente estudo objetivou-se em analisar suas variabilidades intraespecíficas a partir da morfometria geométrica foliar, e da micromorfologia dos grãos de pólen. Foram realizadas marcações dos pontos anatômicos em imagens dos espécimes depositados em herbários disponíveis em bancos de dados online e posterior análises morfométricas. Os grãos de pólen foram coletados de anteras de flores de espécimes de herbários, e posteriormente acetolisados e analisados morfolologicamente em microscopia óptica. Os resultados da morfometria geométrica indicaram a presença de dois grupos quanto à forma foliar, e diferenças entre os domínios da Amazônia, da Caatinga e do Cerrado. Além disso, quanto ao tamanho foliar os espécimes da Amazônia e do Cerrado são maiores que os da Caatinga. Quanto aos grãos de pólen foram encontradas diferenças morfológicas na forma e tamanho das ectoaberturas e das endoaberturas, e presença de fistigio em alguns espécimes. Apesar desses indícios, são necessárias que outras ferramentas sejam acrescentadas para melhor compreensão dessa variabilidade e delimitação de *Poueria ramiflora*.

Palavras-chave: Cerrado, Morfometria geométrica, Morfologia polínica, *Pouteria ramiflora*, Sapotaceae, Variações intraespecíficas.

INTRODUÇÃO

Sapotaceae é constituída por cerca 70 gêneros e aproximadamente 1.300 espécies e possui distribuição pantropical, sendo a América tropical seu principal centro de diversidade (Pennington, 2004; Swenson *et al.*, 2023). Taxonomicamente, a família possui complexa resolução intragenérica, dada à dificuldade de caracteres morfológicos capazes de sustentar as diferenças interespecíficas (Pennington, 1990; Oliveira, *et al.* 2021). Dentre os gêneros mais representativos da família, *Pouteria* Aubl., historicamente um dos mais ricos com mais de 300 espécies (Pennington, 1991), foi recuperado como polifilético e, em sua circunscrição mais restrita, é constituído apenas por cerca de 10 espécies (Swenson *et al.* 2023).

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk. atualmente circunscrita em *Pouteria sensu lato* é comumente distribuída no Cerrado e suas áreas ecotonais com a Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica, com registros para a Bolívia, Paraguai e Peru (Ratter *et al.*, 2003; Swenson *et al.*, 2023).

Pennington (1990) caracteriza a espécie como um táxon com forte variação morfológica, em que os extremos de variação observados para a espécie foram atribuídos a diferentes formações vegetacionais, onde se pode constatar uma relação entre a morfologia e a distribuição geográfica (Fig. 1). Para os cerrados, os indivíduos são arbustos a arvoretas com tronco mais curto, folhas largas com ápice arredondado e de textura coriácea, geralmente com alguma pubescência persistente na face foliar abaxial, presença de nervuras intersecundárias bem desenvolvidas e que podem se estender até a margem. Enquanto que para as florestas de galeria, os indivíduos são árvores que alcançam 25 m de altura, apresentam folhas mais estreitas com ápice agudo ou atenuado e de textura membranácea a cartácea, glabras e com as nervuras intersecundárias pouco evidentes (Pennington, 1990). Além disso, os grãos de pólen analisados por Harley (1991) a partir de quatro amostras determinadas como *Pouteria ramiflora*,

apresentaram variações estruturais quanto ao comprimento das aberturas, às espessuras das paredes do apo- e mesocolpo, às formas das endoaberturas e morfologia do teto.

Dada a essa grande variabilidade encontrada, principalmente, nas formas foliares, houve grande proliferação de descrições de novos binômios que, segundo Pennington (1990), são sinônimos de *Pouteria ramiflora*, a saber: *Labatia chrysophylloides* Mart., *Lucuma lateriflora* Benth. ex Miq., *Lucuma parviflora* Benth. ex Miq., *Pouteria ovata* A.C. Sm., dentre outros (Alves-Araújo *et al.*, 2020).

Diante de incertezas morfológicas e dificuldades de delimitação dos táxons, o estudo através de análises estatísticas multivariadas da forma e tamanho das estruturas, tanto vegetativas quanto reprodutivas, em plantas tem sido cada vez frequente. A morfometria geométrica de folhas e a morfometria dos grãos de pólen podem auxiliar a elucidar ou mesmo detectar padrões macro e micromorfológicos anteriormente negligenciados ou de difícil interpretação (Slice, 2007; Esteves *et al.*, 2013; Nery, *et al.* 2016; Liu, *et al.* 2018; Freitas *et al.*, 2020, Oliveira, *et al.*, 2021).

A ausência de correlação geográfica e a descontinuidade observada nos caracteres macro- e micromorfológicos levantam questionamentos a respeito da atual circunscrição de *P. ramiflora* dada à grande amplitude de variação. Desse modo, o presente trabalho visa investigar os limites morfológicos vegetativos e palinológicos em *P. ramiflora* ao longo da sua distribuição geográfica.



Figura 1. Variações da morfologia foliar observada nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) ao longo da sua distribuição geográfica

MATERIAIS E MÉTODOS

Análises de morfometria geométrica

De acordo com Slice (2007), dentre as análises estatísticas multivariadas a morfometria geométrica a partir de coordenadas cartesianas de pontos de referência (pontos anatômicos), codificam de forma eficiente às informações em qualquer subconjunto de distâncias entre elas, e assim retêm todas as informações geométricas dos dados ao longo de uma análise. Deste modo, essas análises possibilitam responder a diversas questões ligadas a variações nas formas de órgãos e estruturas intra e interespecíficas em diferentes grupos taxonômicos.

Imagens de exsicatas de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., corretamente identificadas e abrangendo as diferentes variações fenotípicas oriundas de diferentes regiões geográficas, foram obtidas utilizando-se estação fotográfica nas coleções ALCB e HUEFS e também selecionadas a partir das bases de dados virtuais dos herbários ASE, CEN, ESA, HBRA, HUFU, HVASF, INPA, M, MAC, MBM, NL, NY, RB, UB, UEC, V e VIES (acrônimos de acordo com Thiers *et al.* (2024) através dos sítios eletrônicos do *SpeciesLink* (<https://specieslink.net/search/>) e do JABOT (<http://jabot.jbrj.gov.br/v3/consulta.php>) (Tabela S1). Uma a três folhas totalmente expandidas, do 3º ao 5º nó e dispostas horizontalmente com ápice voltado para a direita, foram selecionadas, padronizadas e centralizadas no Photoshop.

Com objetivo de aferir se as variações encontradas seriam em função da forma das folhas analisadas ou do medidor (Palmer, 1994), inicialmente foi realizado um teste de verificação do erro do medidor, onde os marcos anatômicos foram plotados em triplicata em arquivos com extensão TPS, elaborados no programa tpsUtil versão 1.2 (Rohlf, 2022), com intervalo de dois dias entre as medições de uma mesma amostra pelo mesmo medidor, e por fim, a verificação foi feita através de uma Anova de Procrustes no programa MorphoJ (Klingenberg, 2011).

Após teste, os marcos anatômicos foram escolhidos buscando a melhor representação da morfologia foliar. A padronização das distâncias entre os marcos anatômicos foi realizada com a inserção de grades utilizando-se o programa MakeFan8 (Shets, 2014a) (Fig. 2). Para cada folha, dois marcos (um no ápice e um na base foliar) e 20 semimarcos (dez em cada lado da margem foliar) foram plotados no programa tpsDig2 versão 2.32 (Rohlf, 2021) e as imagens armazenadas em um único arquivo utilizando o programa tpsUtil versão 1.2 (Rohlf, 2022). Os semimarcos foram alinhados a partir do programa tpsRwl versão 1.75 (Rohlf, 2021), com objetivo de otimizar os pontos de referência em relação à forma média (média das coordenadas de forma de Procrustes) e antes do processamento dos dados, para maior confiabilidade dos resultados, os semimarcos de cada amostra foram deslizados em relação a um modelo, posteriormente, a partir das coordenadas obtidas, foi realizada uma Análise Generalizada de Procrustes com o objetivo de padronizar a localização e orientação, eliminando os efeitos de rotação e translação (Fornel & Cordeiro-Estrela, 2012; Gunz & Mitteroecker, 2013).

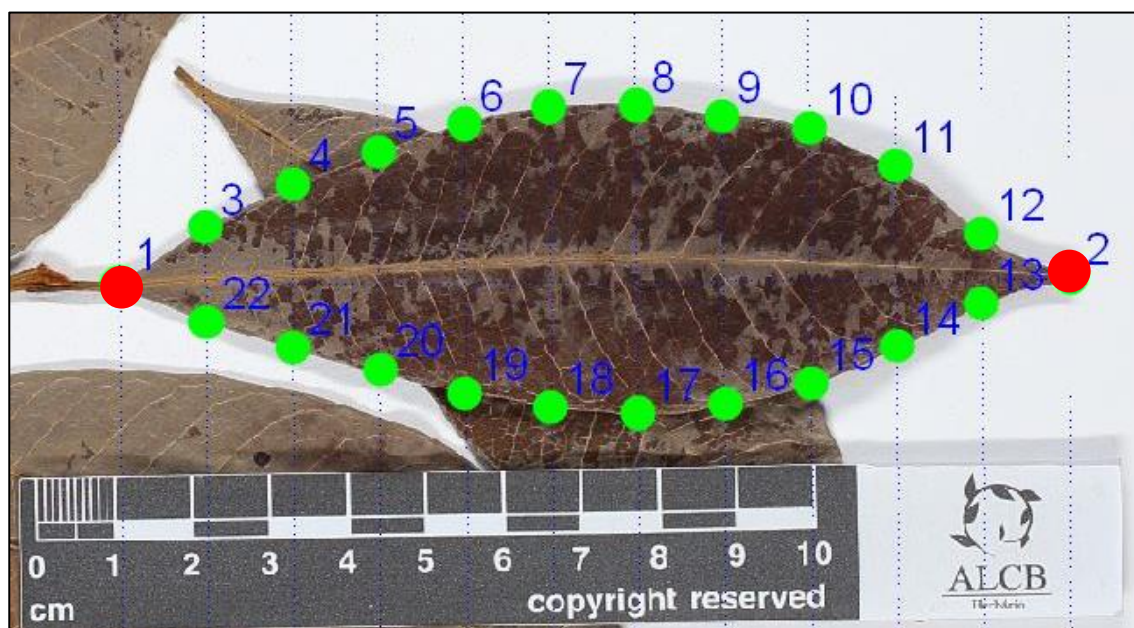


Figura 2. Grades, marcos (círculos vermelhos) e semimarcos (círculos verdes) utilizados para análise das folhas *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae).

As análises de Procrustes foram realizadas a partir das coordenadas de forma geradas pela sobreposição de mínimos quadrados de configurações de marcos (Slice, 2007). Através do programa MorphoJ (Klingenberg, 2011) as coordenadas foram submetidas a uma análise de regressão para verificação de alometria, ou seja, verificar se houve mudança do formato em função do tamanho foliar, e, posteriormente, foram realizadas análises da função discriminante para a variação do formato das folhas, indicados como Morfitipo 1 (M1) que segue o formato foliar do *typus* de *P. ramiflora* (Mart.) Radlk. e suas variações e o Morfotipo 2 (M2) os espécimes de espécies sinonimizadas em *P. ramiflora* (Mart.) Radlk. e suas variações, e relação de ocorrência geográfica nos diferentes domínios fitogeográficos (Amazônia, Caatinga e Cerrado), de modo a verificar como os indivíduos amostrados foram reclassificados de acordo com os grupos. Para tanto, um teste de validação cruzada com 1000 permutações foi realizado para determinar em que medida os indivíduos foram corretamente classificados dentro de cada grupo.

As variações do formato das estruturas foram mapeadas e visualizadas através de projeção do *wareframe* utilizando-se o programa MorphoJ. Além disso, uma análise UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean) com 10.000 permutações, para verificação da formação de grupos a partir de medidas de dissimilaridade (Cruz *et al.*, 2014).

De acordo com Bookstein (1992) o tamanho do centroide se caracteriza como a raiz quadrada do somatório dos quadrados das distâncias entre cada ponto de referência e o centroide. Para verificar a presença de diferenças generalizadas no tamanho dos indivíduos, uma Análise de Variância (ANOVA) *one-way*, Teste Tukey e Teste t de Student foram realizados a partir do tamanho do centroide, demonstrados graficamente em *boxplots* com o uso do software PAST version 2.04 (Hammer *et al.* 2001).

Para evidenciar a distribuição dos espécimes utilizados nas análises da morfometria

geométrica um mapa foi elaborado através do software Quantum-GIS v.3.12.2 (Fig. 6).

Análise polínica

Os espécimes utilizados para as análises polínicas foram classificados em dois morfotipos baseados no formato foliar, sendo o Morfotipo 1 (M1) correspondente à forma foliar verificada no material-tipo do basionímo de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. e suas variações e o Morfotipo 2 (M2) correspondente aos materiais-tipo de binômios sinonimizados e às demais formas encontradas, respectivamente.

Amostras de grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* foram coletadas a partir de botões florais ou flores em pré-antese de exsicatas depositadas nos herbários ALCB, INPA, HUEFS, RB e VIES (acrônimos de acordo com Thiers *et al.* (2024)) (Tabela S1). O material polínico foi submetido à acetólise (ERDTMAN, 1960), com tempo máximo de 2'30" em banho-maria. Posteriormente os grãos de pólen foram montados em cinco lâminas com gelatina glicerinada e seladas com parafina. As lâminas foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (PUEFS) da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Sob microscopia óptica, fotomicrografias foram obtidas e os parâmetros morfométricos (diâmetro equatorial e diâmetro polar) foram medidos em 25 grãos de pólen tomados ao acaso, em aumento de 400x, e a espessura da exina (sexina e nexina) foi observada em 10 grãos de pólen, também ao acaso, sob aumento de 1000x.

A terminologia palinológica descritiva seguiu a nomenclatura proposta por Punt, *et al.* (2007). Além disso, elaborado um mapa de distribuição dos espécimes utilizados nas análises polínicas através do software Quantum-GIS v.3.12.2 (Fig. 9).

RESULTADOS

Análises morfométricas

Ao todo, 128 espécimes e 384 folhas foram analisados de acordo com os critérios adotados, sendo a qualidade do material e posição das folhas nas exsicatas fatores limitantes para o número de amostras.

Dentre os espécimes avaliados, a análise de regressão indicou ausência alométrica ($p > 0,05$), sendo a mudança na forma independente do tamanho foliar. Houve diferenças significativas tanto pela distância de Procrustes quanto pela distância de Mahalanobis ($p < 0,001$) entre M1 e M2 (Tabela 1). Segundo resultados obtidos pela análise da validação cruzada, os indivíduos foram classificados corretamente dentro de seus respectivos grupos em 85% das vezes (Fig. 3, A).

Quanto à relação entre forma foliar e domínios de ocorrência, os resultados comparativos foram significativos ($p < 0,05$), tanto pela distância Procrustes quanto pela distância de Mahalanobis entre os domínios da Amazônia e do Cerrado ($p < 0,0130$ e $p < 0,001$, respectivamente) (Fig. 3, C) e da Caatinga e do Cerrado ($p < 0,001$, em ambos) (Fig. 3, D). Porém, para o domínio da Amazônia e da Caatinga, apenas a função discriminante pela distância de Procrustes apontou resultados significativos ($p < 0,0240$) (Tabela 1, Fig. 3, B).

A análise UPGMA (Fig. 4) demonstrou com bom suporte tanto que os espécimes do Cerrado são um grupo separado dos demais, quanto que espécimes da Amazônia e da Caatinga são mais próximos entre si.

Tabela 1. Valores validação cruzada entre o morfotipo 1 (M1) e o morfotipo 2 (M2) e para os domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado a partir das amostras analisadas de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae).

Validação cruzada alocada para os morfotipos 1 e 2				
Grupo	M1	M2	Total	Porcentagem
M1	67	14	81	83%
M2	40	263	303	87%
Validação cruzada – Alocada para Amazônia e Caatinga				
Grupo	Amazônia	Caatinga	Total	Porcentagem
Amazônia	17	18	35	48,57%
Caatinga	63	127	190	66,84%
Validação cruzada – Alocada para Amazônia e Cerrado				
Grupo	Amazônia	Cerrado	Total	Porcentagem
Amazônia	23	12	35	65,71%
Cerrado	35	124	159	77,98%
Validação cruzada – Alocada para Caatinga e Cerrado				
Grupo	Caatinga	Cerrado	Total	Porcentagem
Caatinga	139	51	190	73,15%
Cerrado	51	108	159	67,92%

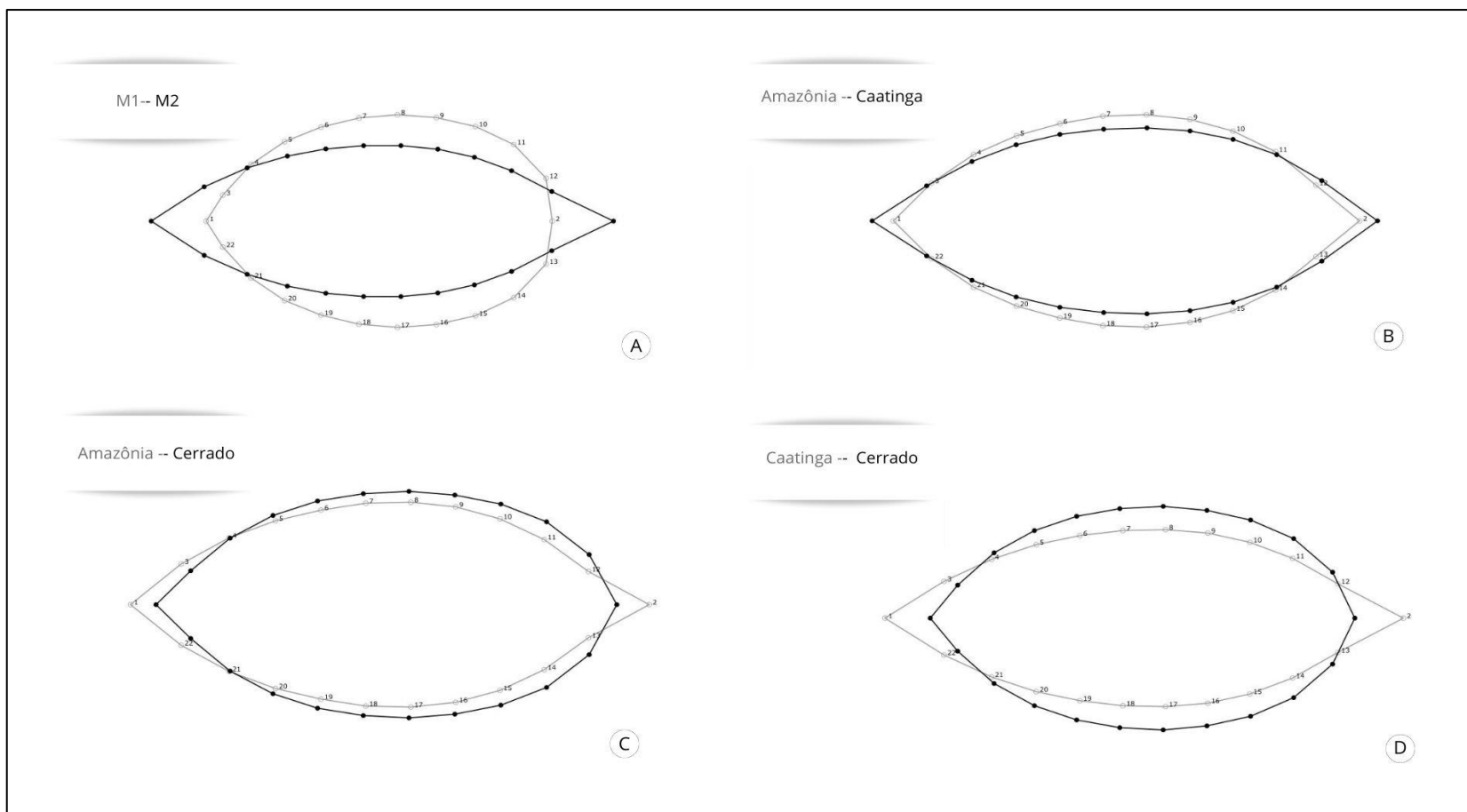


Figura 3. Wireframe's dos formatos foliares dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae), analisados na morfometria geométrica ($p < 0.05$). A- Formato foliar entre o Morfotipo 1 (M1) e Morfotipo 2 (M2); B- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e da Caatinga; C- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e do Cerrado e D- Formato foliar entre os domínios da Caatinga e do Cerrado.

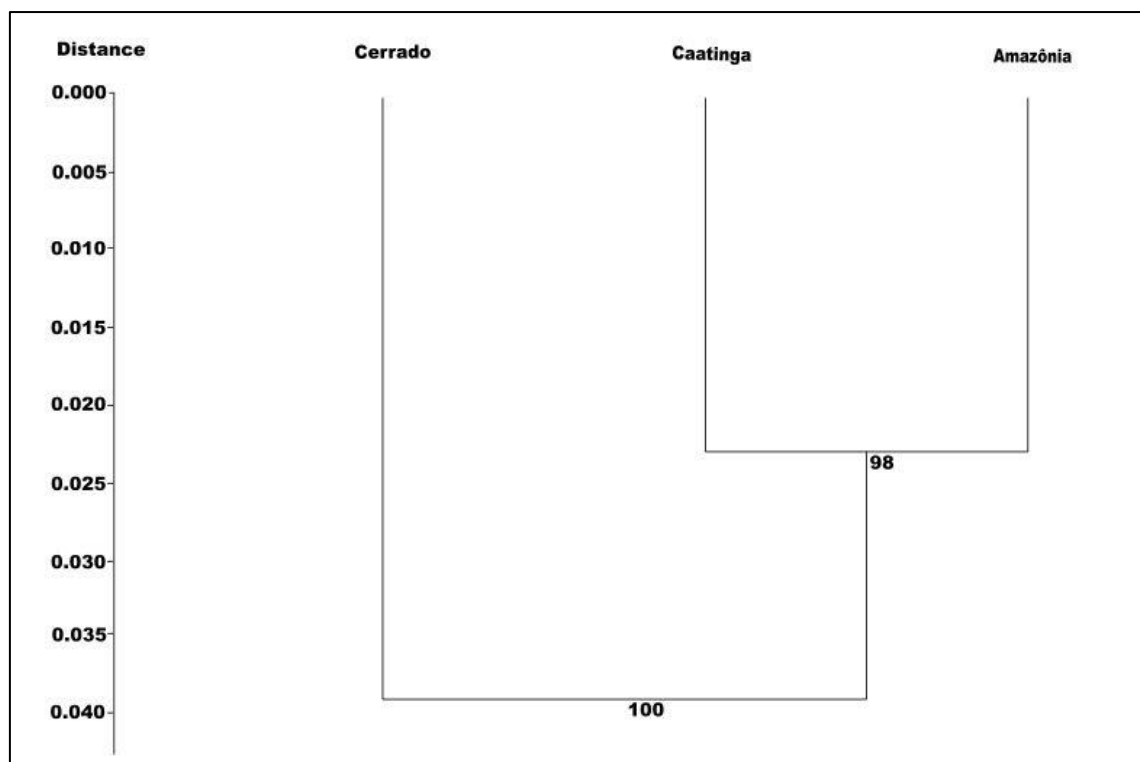


Figura 4. Dendrograma da Analise UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean) com 10.000 permutações demonstrando como estão agrupados os espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) utilizados nas análises de morfometria geométrica.

Quanto ao tamanho foliar os resultados das comparações entre os morfotipos, através do Teste t de Student, indicaram diferenças significativas para o tamanho das folhas ($p < 0,05$), onde se verifica M1 possui folhas maiores em relação ao M2 (Fig. 5, A). Quanto à comparação nos diferentes Domínios de ocorrência, através da ANOVA e teste de Tukey, foram encontradas diferenças significativas para o tamanho das folhas ($p < 0,01$) onde é possível observar a presença de folhas maiores nos indivíduos provenientes os domínios da Amazônia e do Cerrado ($p < 0,01$) comparados aos indivíduos ocorrentes Caatinga (Fig. 5, B).

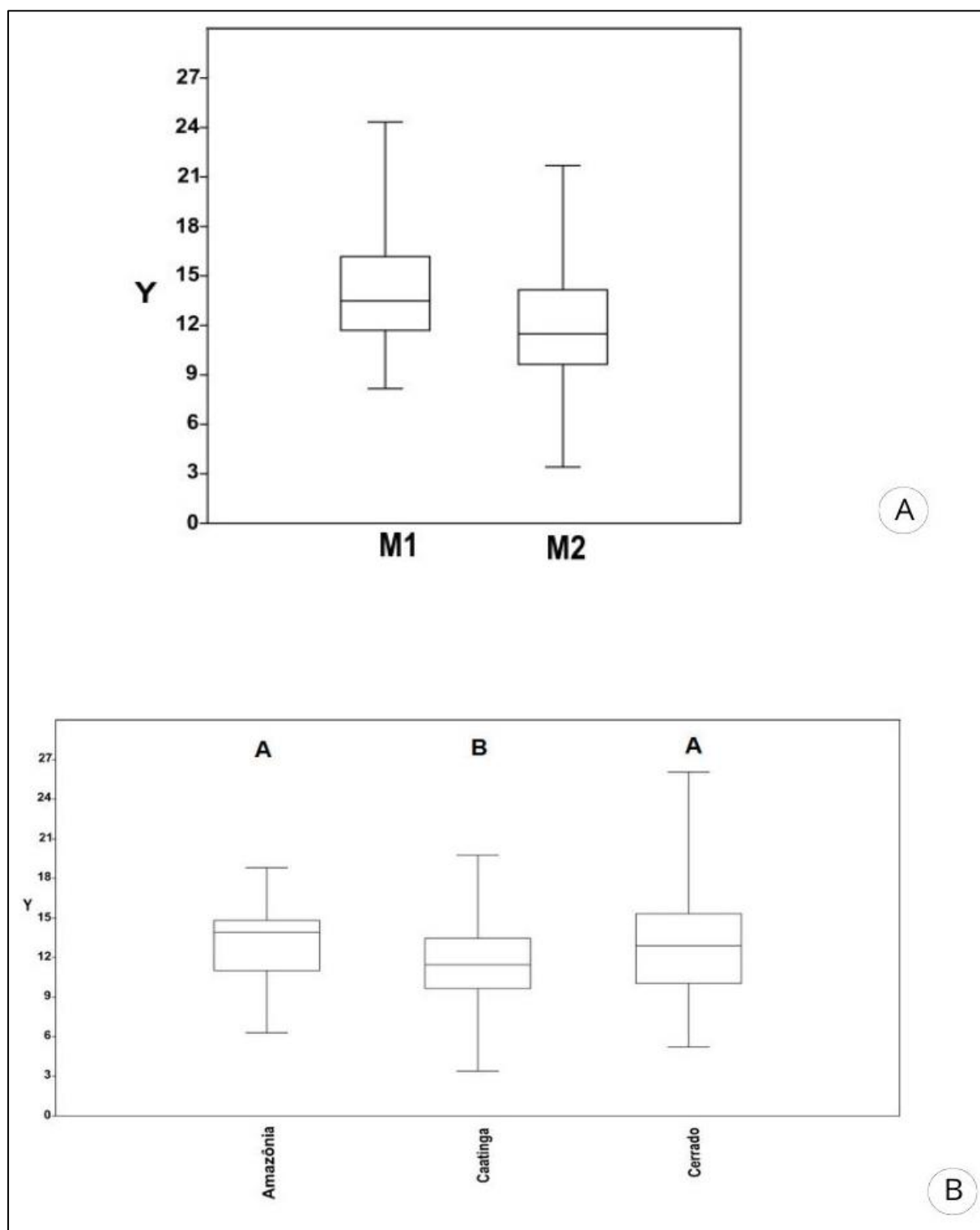


Figura 5. Boxplots referentes aos tamanhos foliares encontrados nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). A-Tamanho foliar nos morfotipos 1 (M1) e 2 (M2), expresso pelo tamanho do centroide, (Teste t de Student $p < 0,05$). B-Tamanho foliar entre os espécimes dos Domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado, expresso pelo tamanho do centroide, (Tukey $p < 0,01$). Indivíduos com letras iguais não se diferem entre si pelo teste Tukey.

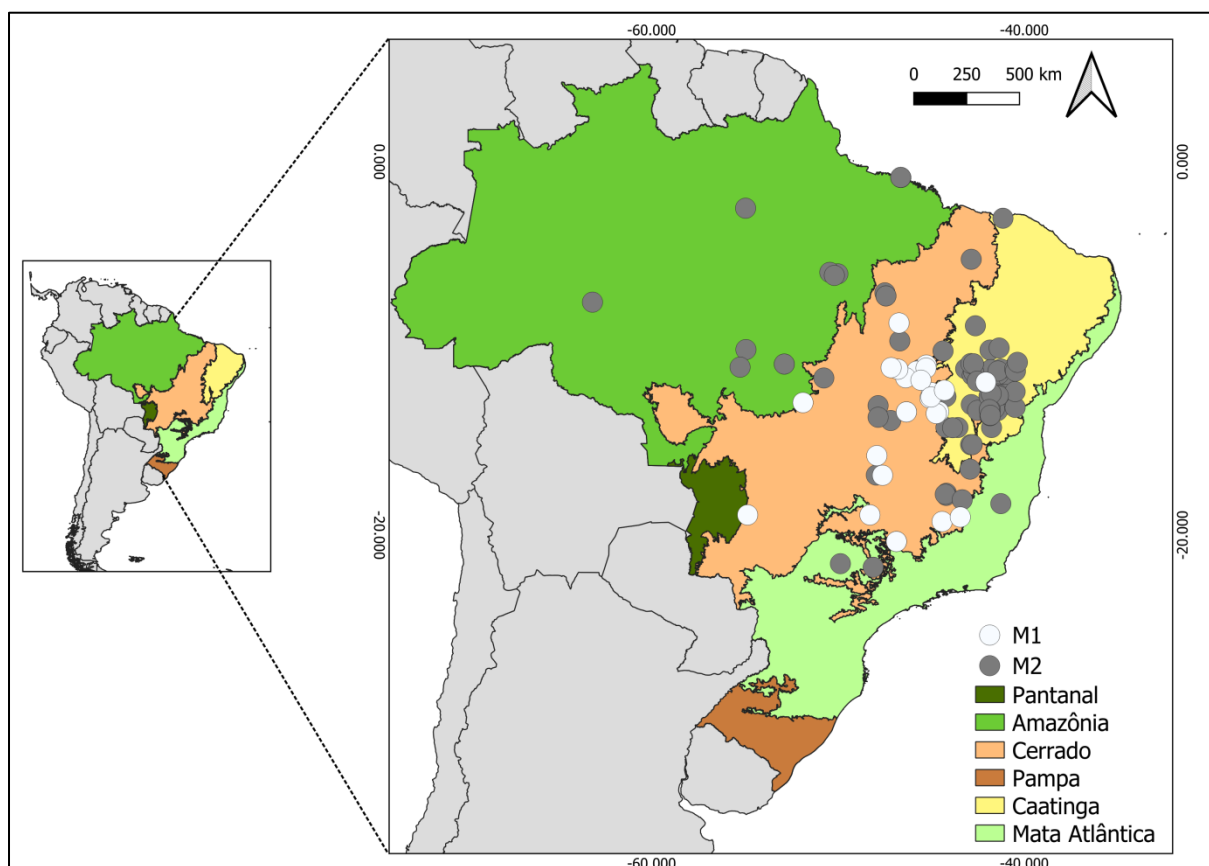


Figura 6. Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.)

Radlk. (Sapotaceae) utilizados nas análises de morfometria geométrica.

Análise polínica

Os grãos de pólen dos espécimes analisados caracterizam-se por serem mônades com tamanho médio, isopolares, prolatos ou subprolatos, 3-colporados, ectoaberturas estreitas, endoaberturas lalongadas, exina psilada (Fig. 7, Fig. 8). As interpretações dos caracteres morfométricos encontram-se listadas na Tabela 2. Dada à tendência do posicionamento em vista equatorial dos grãos de pólen, nas lâminas, não foram obtidas as medidas dos diâmetros equatoriais, em vista polar e, dessa forma, não foi possível estabelecer a forma dos grãos de pólen em vista polar (amb).

Tabela 2. Caracteres morfológicos e morfométricos dos grãos de pólen de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) Legenda: DP: Diâmetro polar; DE: Diâmetro equatorial; FV: Faixa de variação; $\bar{x} \pm Sx$: Média $\pm$ Desvio padrão. Índices em números absolutos. Vouchers em **negrito** referentes ao Morfotipo 1.

	Vouchers	Forma	Ectoabertura	Endoabertura	DP (μm)		DE (μm)		Exina (μm)	
					$\bar{x} \pm Sx$	FV	$\bar{x} \pm Sx$	FV	Sexina	Nexina
1	C.Correia 278 (HUEFS)	Subprolato	Longas, levemente onduladas	Longa, costadas, fastigada	26,3 $\pm$ 1,63	22,5–27,5	21,7 $\pm$ 1,39	17,5–22,5	1	1
2	L.P.Queiroz 4222 (HUEFS)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Longa, levemente costadas, não fastigada	26,4 $\pm$ 2,29	22,5–30	19 $\pm$ 1,73	15–22,5	1	1
3	BHRG 355 (VIES)	Prolato	Curtas, não visualizada	Longa, levemente costadas, não fastigada	27,1 $\pm$ 1,56	22,5–30	19,8 $\pm$ 1,23	17,5–22,5	1	1
4	C.A.Miranda 117 (RB)	Prolato	Curtas, não visualizada	Longa, costadas, não fastigada	27,8 $\pm$ 1,5	25–30	20,3 $\pm$ 1,66	17,5–22,5	1	1
5	A.I.Macedo 470 (RB)	Prolato	Curtas, não visualizada	Curta, costadas, fastigada	28,5 $\pm$ 2,04	22–32,5	21 $\pm$ 1,44	17,5–22,5	1	1
6	H.P.Bautista 1466 (RB)	Prolato	Curtas, não visualizada	Longa, levemente costadas, não fastigada	28,9 $\pm$ 1,92	25–32,5	19,5 $\pm$ 1,25	17,5–22,5	1	1
7	G.M.Barroso 227 (RB)	Prolato	Longas, não visualizada	Longa, levemente costadas, não fastigada	28,9 $\pm$ 2,05	25–32,5	18,6 $\pm$ 1,45	17,5–22,5	1	1
8	F.França 3805 (HUEFS)	Subprolato	Longas, não visualizada	Longas, costadas, fastigada	29,2 $\pm$ 2,36	25–32,5	22,4 $\pm$ 2,44	17,5–27,5	1	1
9	E.Barboza 1602 (HUEFS)	Prolato	Longas, não visualizada	Curtas, levemente costadas, não fastigada	29,4 $\pm$ 2,31	25–32,5	20,4 $\pm$ 2,24	15–22,5	1	1
10	M.L.Guedes 12778(ALCB)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Curta, não costada, não fastigada	29,5 $\pm$ 3,38	25–37,5	20,1 $\pm$ 2,22	17,5–22,5	1	1

11	H.P.Bautista 1478 (RB)	Prolato	Longas, não visualizadas	Longas, levemente costadas, não fastigadas	29,6±1,7	27,5–32,5	20,2±2,03	17,5–22,5	1	1
12	E.Wondgyer 2385 (ALCB)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Longas, levemente costadas, não fastigadas	29±2,16	25–35	18,6±16,2	15–22,5	1	1
13	D.Cardoso 2183(HUEFS)	Prolato	Longas, não visualizada	Longas, costadas, fastigada	30,3±2,73	25–35	21,2±1,78	17,5–25	1	1
14	T.C.Vasconcelos 01(ALCB)	Prolato	Curtas, não visualizada	Longas, levemente costadas, não fastigadas	31,6±2,02	27,5–30	21,1±2,40	17,5–25	1	1
15	M.L.Fonseca 6927 (HUEFS)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Longas, costadas, não fastigadas	31,6±2,78	25–35	19,6±2,12	15–22,5	1	1
16	D.C.Zappi 1655 (HUEFS)	Prolato	Curtas, não visualizada	Longas, levemente costadas, não fastigadas	31,9±2,82	27,5–37,5	21,4±2,40	15–27,5	1	1
17	J.M.Pires 16966 (HUEFS)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Longas, costadas, não fastigadas	32,7±3,30	27,5–37,5	21,6±2,02	17,5–25	1	1
18	N.Guerin 256 (HUEFS)	Prolato	Longas, não visualizada	Longas, levemente costadas, não fastigadas	33,1±2,46	27,5–35	20,8±2,13	17,5–25	1	1
19	M.T.S.Stradmann 760 (ALCB)	Prolato	Longas, não visualizada	Longas, levemente costadas, não fastigadas	33,2±3,18	27,5–37,5	22±2,5	17,5–22,5	1	1
20	V.C.Souza 22437 (HUEFS)	Prolato	Longas, não visualizada	Longas, levemente costadas, não fastigadas	34,1±3,21	27,5–37,5	24,5±2,16	20–27,5	1	1
21	I.F.M.Válio 321(HUEFS)	Prolato	Longas, não visualizada	Curta, não costadas, não fastigadas	34,7±2,31	30–37,5	19,2±1,56	17,5–22,5	1	1
22	L.O.Santos 08 (INPA)	Prolato	Longas, levemente onduladas	Longas, costadas, fastigadas	34,8±2,96	30–40	20,7±2,34	17,5–25	1	1
23	F.Hurbath 542 (ALCB)	Prolato	Longas, levemente ondulada	Longas, costadas, não fastigadas	36,8±2,75	30–40	23,9±2,17	20–27,5	1	1



Figura 7. Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 1; B-2; C-3; D-4, E-5, F-6, G-7, H-8; I-9; J-10; K-11; L-12. Barra = 10 μ m.



Figura 8. Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 13; B-14; C-15; D-16, E-17, F-18, G-19, H-20; I-21; J e K-22; L-23. Barra = 10 μm.

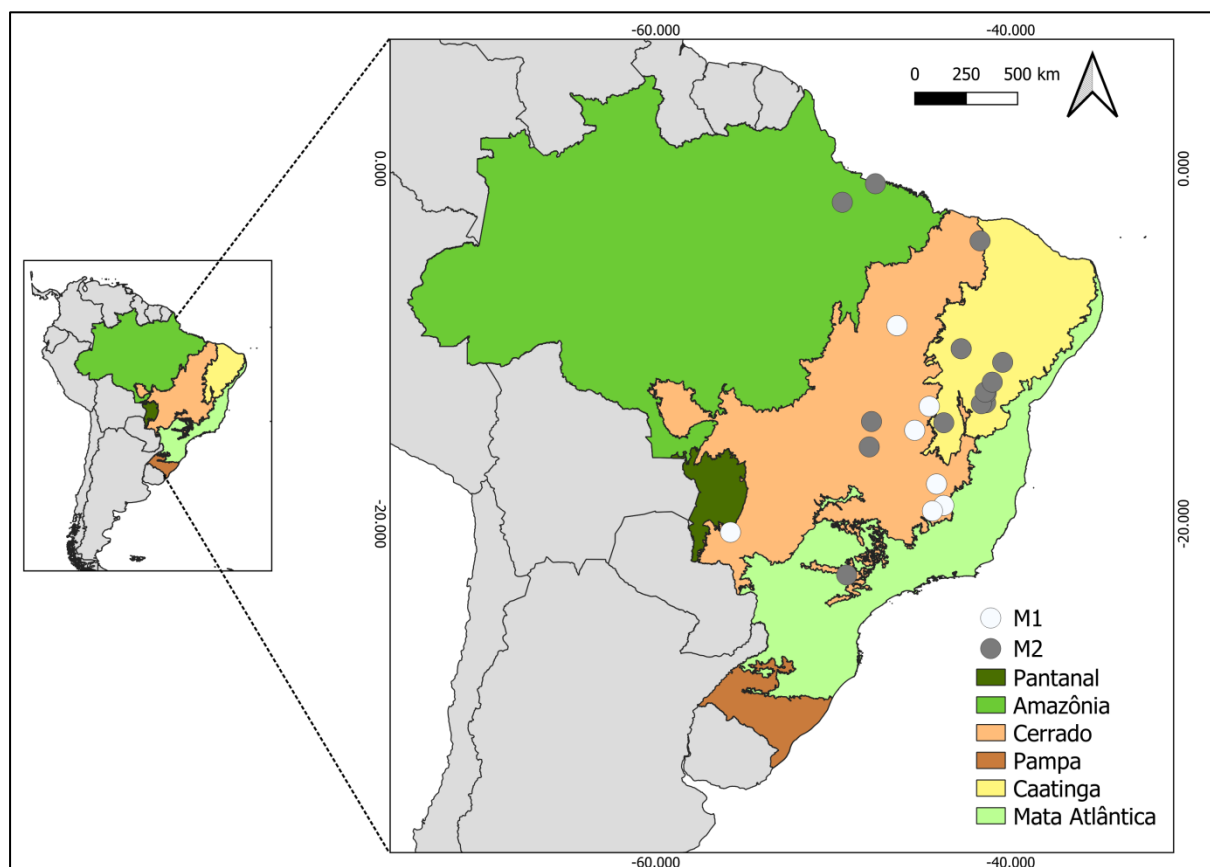


Figura 9. Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.)

Radlk. (Sapotaceae) utilizados nas análises palinológicas.

DISCUSSÃO

Pouteria ramiflora é alvo de diversos estudos em diferentes linhas de pesquisa, dada às propriedades encontradas em suas raízes, caules e folhas (Castro *et al.*, 2006; Gouveia *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2017; Tuttis *et al.*, 2018; Lemes *et al.*, 2021; Cibir, *et al.*, 2022). Entretanto, os estudos a respeito à sua morfologia são escassos e se limitam a listas florísticas, revisões taxonômicas e estudos fenológicos (Pennington, 1990; Gama, 2011; Araújo, 2012). O uso da morfometria geométrica em espécies de Sapotaceae está em crescente investigação e este trabalho é o primeiro que trata da variação morfológica foliar inserida na atual circunscrição de *Pouteria ramiflora*. Além disso, a investigação polínica se soma aos dados obtidos nas análises da forma foliar e ampliam a discussão que permeiam as diferenças aqui observadas.

Dada a atual abrangência da variação morfológica encontrada nos indivíduos de *Pouteria ramiflora*, os caracteres investigados apontam diferentes tipos foliares para a espécie. Indivíduos do M1 apresentam folhas que tendem ao formato obelíptico a obovado, e podem apresentar ápices arredondados ou obtusos e bases atenuadas, decurrentes ou arredondadas. E os indivíduos M2 apresentam folhas que tendem ao formato elíptico, ovado a oblanceolado, com ápices agudos, atenuados, cuspidados ou acuminados e bases atenuadas, obtusas ou decurrentes.

A partir das diferenças evidenciadas por Pennington (1990) e aqui constatadas com bom suporte, verifica-se que a diversidade foliar de *Pouteria ramiflora* está intimamente associada a um padrão de distribuição geográfica e possível ocupação de diferentes nichos ecológicos. A análise UPGMA resulta em um grupo isolado de indivíduos do Cerrado e outro grupo com os indivíduos da Caatinga e da Amazônia relacionados entre si. Além disso, os mapas de

distribuição evidenciam que os indivíduos do M1 tendem a ocorrer no Cerrado típico e os do M2 nas áreas ecotonais e nos dos domínios da Caatinga e da Amazônia.

A forma e a estrutura foliar das angiospermas estão intimamente relacionados à disponibilidade de água e os habitats de ocorrência, onde recebem influências de fatores como clima, luz, concentração de nutrientes no solo, relevo, altitude (Raven *et al.*, 2014; Boeger *et al.*, 2008). A plasticidade fenotípica em órgãos vegetativos é esperada para as plantas, onde as folhas apresentam geneticamente uma ampla tolerância a variações que promovem respostas às mudanças em seus microambientes (Bradshaw, 1965; Chagas, *et al.*, 2009). Dentre os caracteres mais susceptíveis a modificações na folha estão a divisão do limbo, a venação e as formas do ápice, margem e base (Lourenço, 2017). Os fatores ambientais que influenciam na morfologia, segundo Dickson (2000), são primordiais para a diversidade e para a distribuição de espécies em diferentes biomas.

Entende-se que o tamanho da folha pode ser influenciado por diversos outros componentes além da altitude, tais como umidade do ar, do solo, temperatura, nutrientes do solo, luminosidade e pluviosidade (Camerick & Werger, 1981). Em geral, as folhas dos indivíduos M1 são maiores em relação aos do M2, porém quando levada em consideração à distribuição geográfica foi possível observar que os espécimes que ocorrem no Cerrado (geralmente M1) e os que ocorrem na Amazônia (M2), são estatisticamente maiores do que os que ocorrem na Caatinga (M2), ou seja, espécimes pertencentes ao M2 diferem estatisticamente quanto a tamanho foliar de acordo com os domínios fitogeográficos de ocorrência. Tal resultado corrobora em partes com os encontrados por Da Cunha (2023) (dados não publicados) ao analisar a variação morfológica foliar em *Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma. o autor indica que as variações morfológicas encontradas em *P. reticulata* independem da distribuição geográfica, dado que formas foliares semelhantes podem ser encontradas em diferentes formações vegetacio-

nais com características ambientais e climáticas diversas e o contrário também é verdadeiro. Entretanto, é possível observar que os indivíduos M1 ocorrem principalmente no Cerrado e que não houve diferenças significativas do tamanho foliar dentre os indivíduos deste grupo e, que eles também não diferem estatisticamente quanto ao tamanho dos indivíduos registrados na Amazônia.

De acordo com Vicosi (2015) diferentes ambientes podem causar diferenciação entre populações de uma mesma espécie quanto ao tamanho das folhas e, devido à alometria, ao formato das folhas. Entretanto, nossos resultados indicaram ausência alométrica, ou seja, a mudança na forma das folhas de *Pouteria ramiflora* independe do tamanho foliar. Bradshaw (1965) explica que como resultado da seleção natural, caracteres nos quais a estabilidade é fundamental para a sobrevivência provavelmente mostrarão maior estabilidade do que aqueles nos quais alguma plasticidade não é uma desvantagem.

Os grãos de pólen de *Pouteria ramiflora* aqui estudados corroboram com classificação do Tipo A3 proposta por Harley (1991), onde os grãos em geral são 3- ou 3-4-colporado de formato prolato a subprolato, e apresentam endoaberturas estreitas ou amplamente alongadas e o colpo é curto ou longo.

No que diz respeito ao tamanho dos grãos de pólen todos foram classificados como médios (25-50µm). Deste modo, é possível observar que não há uma distinção entre os grãos de pólen dos espécimes pertencentes aos diferentes morfotipos quanto ao tamanho.

Devida à estabilidade genética dos grãos de pólen, frequentemente a morfologia polínica é utilizada como subsídio para a taxonomia em diferentes grupos vegetais (Santos, 1978; Lima *et al.*, 2008; Dos Santos-Serejo *et al.*, 2010; Dórea *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2021). As análises palinológicas realizadas por Harley (1991) incluíram quatro espécimes de *Pouteria ramiflora*, que foram caracterizados como prolato, 3-colporado e este estudo revelou que

além das flutuações na morfologia das folhas observadas por Pennington (1990), os grãos de pólen da espécie apresentavam diferenças em sua morfologia. Porém, o baixo número de espécimes pode não refletir diferenças significativas sendo necessária a ampliação do número de espécimes.

Apesar de o formato majoritariamente prolato ser encontrado nos grãos de pólen aqui estudados, foi possível observar variações na forma em dois espécimes, um de cada morfotipo, sendo classificados como subprolato, que diferem quanto ao tamanho da ectoabertura e da presença de ondulações na mesma. Apesar dessa diferença as demais características, em geral, se repetem em ambos os morfotipos.

No que diz respeito às ectoaberturas em todos os espécimes elas são estreitas, porém dentre os do morfotipo 1 as ectoaberturas variam de curtas, geralmente nos grãos menores a longas encontradas nos grãos maiores, e apenas um espécime apresenta leve ondulação. No morfotipo 2 as ectoaberturas são geralmente longas, independente do tamanho e possuem leves ondulações.

Quanto às endoaberturas são lalongadas para todos os espécimes, costadas ou levemente costadas, alguns espécimes apresentam endoaberturas curtas em ambos os morfotipos e podem não ser costadas nesses casos. Além disso, alguns espécimes apresentaram uma protuberância no poro, observada outrora para *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn e *Pouteria stipitata* Cronquist no trabalho de Roubik e Moreno (1991), denominada fastígio de acordo com Punt. *et. al.* (2007) e adotada por Oliveira *et. al.* (2021) em seu trabalho sobre espécies do gênero *Chrysophyllum* L. Apenas um indivíduo do morfotipo 1 apresentou a estrutura, ele é o único em que se observa formato subprolato dentro deste grupo, além de ser o menor em nossa análise. Essa estrutura foi observada principalmente nos indivíduos do morfotipo 2, no grão de formato prolato, e em outros três espécimes que apresentam diferentes

tamanhos.

Dentre os caracteres analisados por Harley (1991) a autora evidencia que os grãos de pólen de *P. ramiflora* apresentaram variações, principalmente, quanto ao comprimento das aberturas, às espessuras das paredes do apo- e mesocolpo, às formas das endoaberturas e morfologia do teto. Nosso estudo amplia o número de espécimes bem como sua distribuição e também chega a resultados semelhantes aos da autora, entretanto trazemos novos caracteres quantitativos e qualitativos para a espécie, como a presença de fastígio, variações do formato e do tamanho médio.

Os dados aqui analisados demonstraram com bom suporte que ampla variação fenotípica ao longo da distribuição de *P. ramiflora* registradas por Pennington (1990) podem indicar diferentes linhagens, visto que é possível observar que além de dois tipos foliares, há uma tendência dos espécimes do Morfotipo 1 (folhas com ápice arredondado a obtuso) ocorrerem no Cerrado típico, e esses por sua vez seriam um grupo independente em relação aos espécimes registrados nos domínios da Amazônia e da Caatinga. Além disso, as análises palinológicas proporcionam evidências que se somam aos caracteres macromorfológicos, pois foram observadas variações polínicas dentre os espécimes.

A integração por acumulação possui como base que quaisquer divergências que constituem caracteres taxonômicos, mesmo que únicos, poder fornecer evidências para a existência de uma espécie (De Queiroz, 2007; Padial *et al.*, 2010). Entretanto, apesar dos indícios de distinção entre os espécimes aqui observados, algumas evidências ainda precisam ser avaliadas. Deste modo, o uso de marcadores moleculares e de dados morfológicos qualitativos e quantitativos pode colaborar na melhor compreensão das diferenças já encontradas, e contribuir para que as tomadas de decisão a respeito da taxonomia de *Pouteria ramiflora* sejam mais pertinentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos herbários ALCB, HUEFS, RB, VIES Nádia Roque, Luciano Paganucci, Rafaela Forzza, Valquíria Ferreira Dutra, respectivamente, por todo suporte na visita. E também aos herbários INPA e RB pelos empréstimos cedidos para realização desse estudo. Ao Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, na coordenação do Profº Drº Francisco Ribeiro pelo suporte no tratamento do material polínico. O autor agradece a bolsa concedida pela FAPESB (Processo 084.058.2022.0000517-56).

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Anderson Alves-Araújo contribuiu com o manuscrito na administração de projeto, análise formal, conceitualização, curadoria dos dados, escrita- rascunho original, escrita- revisão e edição, metodologia, supervisão;

Lorena Andrade Nunes contribuiu com o manuscrito nas análises da morfometria geométrica, na análise formal, curadoria dos dados, escrita- revisão e edição, metodologia programas, recursos;

Paulino Oliveira Pereira contribuiu com o manuscrito nas análises palinológicas, na análise formal, escrita- revisão e edição, metodologia, recursos;

Ricardo Magnago de Oliveira contribuiu com o manuscrito na administração de projeto, análise formal, conceitualização, curadoria dos dados, escrita- rascunho original, escrita- revisão e edição, investigação, metodologia.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

Araújo AGA. 2012. Taxonomia e filogenia de *Pouteria* Aubl.(Sapotaceae) na Mata Atlântica setentrional. Ph. D. Thesis. Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

Alves-Araújo A, Moraes QDS, Nichio-Amaral R, Miranda VS. 2020. Typifications in neotropical Sapotaceae. *PhytoKeys* 170: 45– 69. doi:10.3897/phytokeys.170.54718.

Bradshaw AD (1965). Significado evolutivo da plasticidade fenotípica em plantas. Em: Caspari, EW, Thoday, JM (eds.) *Advances in genetics*. Academic Press. Pp. 115– 15 doi: 10.1016/S0065-2660(08)60048-6

Boeger MRT, Biu C, Goldenberg R. 2009. Arquitetura foliar comparativa de *Miconia selowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(3): 657–665. doi: 10.1590/S0102-33062009000300005

Bookstein FL. 1992. *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cam-

bridge University Press.

Camerik AM, Werger MJA. 1981. Características foliares da flora do planalto de Itatiaia, Brasil. *Biotropica* 13(1): 39-48. doi: 10.2307/2387869

Castro CFS, Silva CAM, Perfeito JP, Santos ML, Resck IS, Paula JE, Silveira D. *et al.* 2006. Avaliação da atividade antioxidante de algumas espécies de *Pouteria*. Brasília. Universidade de Brasília. Brasil.

Chagas MDS, Da Silva MD, Galvêncio JD, De Mendonça Pimentel RM. 2009. Variações foliares em grupos funcionais vegetais de uma paisagem de Restinga, Pernambuco-Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 1(2): 50– 63. doi: 10.26848/rbgf.v1i2.232604

Cibin GR, Martins DHN, Fagg CW, Neves FDAR, De Oliveira Magalhães P, Silveira D. *et al.* 2022. Desenvolvimento de chá solúvel aromático a partir da polpa de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. com benefícios à saúde. *South African Journal of Botany* 145: 236– 242. doi: 10.1016/j.sajb.2021.07.011

Cruz CD, Salgado CC, Bhering LL. 2014. Biometrics applied to molecular analysis in genetic diversity. Em: Borém, A, Fristch-Neto, R. (eds.) *Biotechnology and Plant Breeding: Applications and Approaches for Developing Improved Cultivars*. Academic Press. Pp. 47– 81. doi: 10.1016/B978-0-12-418672-9.00003-9

Costa DLMG da. 2014. Estudo químico e avaliação da atividade mutagênica dos extratos hidroalcoólicos das folhas de *Pouteria torta* e *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae). PhD Thesis. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.

Da Cunha KCM. 2023. Variabilidade morfológica de *Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma (SAPOTACEAE Juss.). Feira de Santana. Universidade Estadual de Feira de Santana. Brasil.

De Queiroz K. 2007. Species concepts and species delimitation. *Systematic biology*. 56(6): 879– 886. doi: 10.1080/10635150701701083

Dickison WC. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. 1. ed. Orlando, Elsevier.

Dórea MDC, De Oliveira RP, Banks H, Dos Santos FDAR. 2017. Sculptural elements on the ectexine surface of Poaceae pollen from Neotropical forests: patterns and implications for taxonomic and evolutionary studies in this family. *Botanical Journal of the Linnean Society* 185(4): 542– 571. doi: 10.1093/botlinnean/box073

Dos Santos-Serejo JA, Soares TL, Rossi ML, Souza ADS, Costa MDC. 2010. Estudo da morfologia polínica e viabilidade de pólen de bananeira. Em: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura. Brasil.

Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift. 39: 561– 564.

Esteves SM, Vicentini A. 2013. Cryptic species in *Pagamea coriacea sensu lato* (Rubiaceae): evidence from morphology, ecology and reproductive behavior in a sympatric context. Acta Amazonica 43(4): 415– 428. doi: 10.1590/S0044-59672013000400003

Fornel R, Cordeiro-Estrela P. 2012. Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. Temas em Biologia: Edição comemorativa aos, 20: 1011– 120. doi: 10.13140/2.1.1793.1844

Freitas J, Gonzalez F, Poncy O, Feuillet C, Alves-Araujo A. 2020. Floral geometric morphometrics unveils a new cauliflorous species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) from the Guiana Shield. Phytotaxa, 474(1): 1– 14. doi: 10.11646/phytotaxa.474.1.1

Gama LU, Barbosa AAA, Oliveira PEAMD. 2011. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). Brazilian Journal of Botany 34(3): 375– 387. doi: 10.1590/S0100-84042011000300011

Gouveia NMD, Albuquerque CLD, Espindola LS, Espindola FS. 2013. O extrato de *Pouteria ramiflora* inibe a atividade amilolítica salivar e diminui o nível glicêmico em camundon-

gos. Anais da Academia Brasileira de Ciências 85 (3): 1141– 1148. doi: 10.1590/S0001-37652013000300016

Gunz P, Mitteroecker P. 2013. Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces. *Hystrix, the Italian journal of mammalogy* 24 (1): 103– 109. doi: 10.4404/hystrix-24.1-6292

Hammer O, Harper, DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1– 9.

Harley MM. 1991. The Pollen Morphology of the Sapotaceae. *Kew Bulletin* 3: 379– 491. doi: 10.2307/4110538

Jabot. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://jabot.jbrj.gov.br/v3/consulta.php>> Acesso em 30 Jul 2023.

Klingenberg PC. 2011. Morphoj. Java vendor: oracle Corporation. Disponível em : <https://morphometrics.uk/MorphoJ_page.html>.

Lemes GA, da Graça Tomás M, da Cunha Neto A, Morzelle MC, Siqueira PB, Rodrigues LJ, *et al.* 2021. Desenvolvimento de licores de fruta nativa Curriola (*Pouteria ramiflora*), avaliação proximal e aceitabilidade. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento* 10 (12). doi:

10.33448/rsd-v10i12.20593

Lima LCL, Silva FHM, Santos F de AR dos. 2008. Palinologia de espécies de Mimosa L.(Leguminosae-Mimosoideae) do semi-árido brasileiro. Acta Botânica Brasileira 22(3): 794–805. doi: 10.1590/S0102-33062008000300016

Liu Y, Li Y, Song J, Zhang R, Yan Y, Wang Y, Du FK. 2018.Geometric morphometric analyses of leaf shapes in two sympatric Chinese oaks: Quercus dentata Thunberg and Quercus aliena Blume (Fagaceae). Annals of Forest Science 75(90): 1– 12. doi: /10.1007/s13595-018-0770-2

Lourenço JAAM. 2017. Variabilidade morfológica foliar em *Daustinia* Buril & A. R. Simões (Convovulaceae) e correlação com sua distribuição geográfica. Recife. Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

Nery EK. 2016. Morfometria geométrica e morfologia de *Hydrocotyle quinqueloba* Ruiz & Pav.(Araliaceae) e suas implicações taxonômicas. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

Oliveira PP, De Souza MACSS, Carneiro CE. 2021. Morfologia polínica de espécies de *Chrysophyllum* L.(Sapotaceae) do Estado da Bahia, Brasil. Paubrasilia 4. doi: 10.33447/paubrasilia.2021.e0066

Padial JM, Miralles M, De la Riva I, Vences M. 2010. O futuro integrativo da taxonomia. *Frontiers in zoology* 7: 1– 14. doi: 10.1186/1742-9994-7-16

Palmer AR. 1994. Fluctuating asymmetry analyses: A primer. In T. A. Markow (Org.), *Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications*. Springer Netherlands 2: 335 –364. doi: 10.1007/978-94-011-0830-0_26

Pennington TD. 1990. *Flora Neotropica Monograph 52: Sapotaceae*. New York Botanical Garden, New York, Estados Unidos.

Pennington TD. 1991. *The genera of Sapotaceae*. 1. ed. Londres. Richmond: Royal Botanic Gardens, Kew.

Pennington TD. 2004. Sapotaceae (Sapodilla family) Smith, N, Mori, SA, Henderson AD, Stevenson, W, Heals, SV (eds). *Flowering plants of the Neotropics*. New Jersey, The New York Botanical Garden. Pp.342– 344.

Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilson S, Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1– 81. doi:10.1016/j.revpalbo.2006.06.008

QGIS. 2024. Development Team, <YEAR>. QGIS Geographic Information System. Open

Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: < <http://qgis.osgeo.org>>.

Ratter JA, Bridgewater S, Ribeiro JF. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh journal of botany* 60(1): 57– 109. doi: 10.1017/S0960428603000064

Raven, PH, Evert, RF, Eichhorn, SE. 2014. 8 ed. *Biologia vegetal*. Guanabara Koogan. New York, Estados Unidos.

Rodrigues PM, Gomes JVD, Jamal CM, Neto ÁC, Santos ML, Fagg CW *et al.* 2017. Triterpenes from *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. Leaves (Sapotaceae). *Food and Chemical Toxicology* 109: 1063– 1068. doi: doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.026

Rohlf FJ. 2021. Relative Warps: Ecology e Evolution and Anthropolgy (1.75). Disponível: < <https://www.sbmorphometrics.org/>>.

Rohlf FJ. 2021. tpsDig 2: Ecology e Evolution and Anthropolgy (2.32). Disponível: < <https://www.sbmorphometrics.org/>>.

Rohlf FJ. 2022. tps Utility Program: Ecology e Evolution and Anthropolgy (1.82). Disponível: < <https://www.sbmorphometrics.org/>>.

Roubik DW, Moreno PJE. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monographs in Systematic Botany* 36:1– 268. doi: 10.2307/4110734

Santos E. 1978 Revisão das espécies do gênero *Heliconia* L. (Musaceae s.l.) espontâneas na região fluminense. *Rodriguésia* 30(45): 99– 221.

Sheets HD. 2014a. MakeFan8, Version 1. Canisius College: Department of Physics, New York Disponível em: < <https://www.animal-behaviour.de/imp/>>.

Slice DE. 2007. Geometric Morphometrics. *Annual Review of Anthropology*, 36(1): 261– 281. doi: 10.1146/annurev.anthro.34.081804.120613

Specieslink Network. Disponível em: <specieslink.net/search>. Acesso em: 30 Jul 2023.

Swenson U, Lepschi B, Lowry PP, Terra-Araujo MH, Santos K, Nylander S, Alves-Araújo A. 2023. Reassessment of generic boundaries in Neotropical Chrysophylloideae (Sapotaceae): Eleven reinstated genera and narrowed circumscriptions of *Chrysophyllum* and *Pouteria*. *Taxon* 72 (2): 307– 359. doi: doi.org/10.1002/tax.12894

Thiers B. [continuamente atualizado]: Index Herbarium: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em:< <http://sweetgum.nybg.org/ih/>>.

Tuttis K, Da Costa DLMG, Nunes HL, Specian AFL, Serpeloni JM, Santos LCD, *et al.* 2018. Extrato de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.: Quantificação de flavonoides e efeito quimio-preventivo em células HepG2. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Parte A* 81 (16): 792– 804. doi: 10.1080/15287394.2018.1491911

Viscosi V, Cardini A. 2011. Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. *PloS one* 6(10). doi: 10.1371/journal.pone.0025630

DE TABELAS E FIGURAS

- Figura 1.** Variações da morfologia foliar observada nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) ao longo da sua distribuição geográfica 35
- Figura 2.** Grades, marcos (círculos vermelhos) e semimarcos (círculos verdes) utilizados para análise das folhas *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae)..... 37
- Figura 3.** *Wereframe's* dos formatos foliares dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae), analisados na morfometria geométrica ($p < 0,05$). A- Formato foliar entre o Morfotipo 1 (M1) e Morfotipo 2 (M2); B- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e da Caatinga; C- Formato foliar entre os domínios da Amazônia e do Cerrado e D- Formato foliar entre os domínios da Caatinga e do Cerrado. 42
- Figura 4.** Dendrograma da Análise UPGMA (Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean) com 10.000 permutações demonstrando como estão agrupados os espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) utilizados nas análises de morfometria geométrica. 43
- Figura 5.** *Boxplots* referentes aos tamanhos foliares encontrados nos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae). A-Tamanho foliar nos morfotipos 1 (M1) e 2 (M2), expresso pelo tamanho do centroide, (Teste t de Student $p < 0,05$). B-Tamanho foliar entre os espécimes dos Domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado, expresso pelo tamanho do centroide, (Tukey $p < 0,01$). Indivíduos com letras iguais não se diferem entre si pelo teste Tukey..... 44
- Figura 6.** Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) 45
- Figura 7.** Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 1; B-2; C-3; D-4, E-5, F-6, G-7, H-8; I-9; J-10; K-11; L-12. Barra = 10 μm 48
- Figura 8.** Grãos de pólen de espécimes de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) utilizados na análise em ordem referente ao número da tabela, A- 13; B-14; C-15; D-16, E-17, F-18, G-19, H-20; I-21; J e K-22; L-23. Barra = 10 μm 49
- Figura 9.** Mapa de distribuição geográfica dos espécimes de *Pouteria ramiflora* (Mart.) ... 50

Tabela 1. Valores validação cruzada entre os morfotipos 1 (M1) e 2 (M2) e para os domínios da Amazônia, Caatinga e Cerrado a partir das amostras analisadas de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. . (Sapotaceae)**41**

Tabela 2. Caracteres morfológicos e morfométricos dos grãos de pólen de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) Legenda: DP: Diâmetro polar; DE: Diâmetro equatorial; FV: Faixa de variação; $\bar{x} \pm Sx$: Média $\pm$ Desvio padrão. Índices em números absolutos. Vouchers em negrito referentes ao Morfotipo 1..... **46**

DADOS SUPLEMENTARES

Tabela S1. Amostras de *Pouteria ramiflora* Mart. Radlk. (Sapotaceae) utilizadas para a coleta de dados morfométricos da forma foliar e dos grãos de pólen. Os espécimes em **negrito** foram utilizados nas análises palinológicas e os com (**) em ambas as análises.

Herbário	Coletor	Número de coletor	Domínio
ALCB	Guedes, M.L.	2992	Caatinga
ALCB	Giulietti, A.M.	1618	Caatinga
ALCB	Stannard, B.	5815	Caatinga
ALCB	Funch, L.S.	43	Caatinga
ALCB	Melo, E.	6852	Caatinga
ALCB	Stradmann, M.T.S.	0771	Caatinga
ALCB	Alves, L. de J.	27	Caatinga
ALCB	Stradmann, M.T.S.	1048	Caatinga
ALCB	Stradmann, M.T.S.	1128	Caatinga
ALCB	Guedes, M.L.	11554	Caatinga
ALCB	Guedes, M.L.	12502	Caatinga
ALCB	Guedes, M.L.	12777	Caatinga
ALCB	Guedes, M.L.	12956	Caatinga
ALCB**	Guedes, M.L.	12778	Caatinga
ALCB**	Vasconcelos, T. C. de	1	Caatinga
ALCB**	Wondgyer, E.	2835	Caatinga
ALCB	Hurbath, F.	542	Caatinga
ALCB	Stradmann, M.T.S.	0760	Caatinga
ALCB	Harley, R.M.	53750	Cerrado

ALCB	Harley, R.M.	53884	Cerrado
ALCB	Oliveira, R.P.	477	Cerrado
ALCB	Guedes, M.L.	13671	Cerrado
ASE	Prata, A.P.	1983	Caatinga
CEN	Walter B.T.S.	3211	Cerrado
CEN	Cavalcanti T. C.	3242	Cerrado
CEN	Pereira-Silva, G.	9634	Cerrado
CEN	Terra, D. R. T.	10	Cerrado
CEN	Lerner, L.	4203	Cerrado
CEN	Figueira, M.	1205	Cerrado
ESA	Rocha, Y.T.	154	Cerrado
F	Harley, R.M.	25393	Caatinga
F	Harley, R.M.	24143	Caatinga
F	Killen, T.	1910	Cerrado
HBRA	Silva, R. M.	123	Amazônia
HBRA	Santos, L. O.	8	Amazônia
HUEFS	Cardoso, D.	832	Caatinga
HUEFS	Queiroz, L.P.de	10884	Caatinga
HUEFS	Harley, R.M.	55407	Caatinga
HUEFS	Melo, E.	4532	Caatinga
HUEFS	Cardoso, D.	2183	Caatinga

HUEFS	Ganev, W.	1611	Caatinga
HUEFS	Conceição, A.A.	2903	Caatinga
HUEFS	Bautista, H.P.	1466	Caatinga
HUEFS	Queiroz, L.P.de	3980	Caatinga
HUEFS	Ganev, W.	3599	Caatinga
HUEFS	Guedes, M.L.	3671	Caatinga
HUEFS	Giulietti, A.M.	1618	Caatinga
HUEFS	Costa, J.	1897	Caatinga
HUEFS	França, F.	1573	Caatinga
HUEFS	Harley, R.M.	28298	Caatinga
HUEFS	Queiroz, L.P.de	4090	Caatinga
HUEFS	Funch, L.S.	840	Caatinga
HUEFS	França, F.	3133	Caatinga
HUEFS	Melo, E.	3001	Caatinga
HUEFS	Guedes, M.L.S.	5096	Caatinga
HUEFS	Fonseca, M.R.	965	Caatinga
HUEFS	Guedes, M.L.S.	8183	Caatinga
HUEFS	Queiroz, L.P.de	9488	Caatinga
HUEFS	Funch, L.S.	43	Caatinga
HUEFS	Ganev, W.	1530	Caatinga
HUEFS	Harley, R.M.	28348	Caatinga
HUEFS	Miranda, A. M.	4249	Caatinga
HUEFS**	Queiroz, L.P.de	4222	Caatinga
HUEFS	Cardoso, D.	2183	Caatinga

HUEFS	Oliveira, R.P.	477	Cerrado
HUEFS	Silva, T.R.S.	58	Cerrado
HUEFS	Leite, K.R.B.	40	Cerrado
HUEFS	França, F.	5592	Cerrado
HUEFS	Araujo, A.O.	177	Cerrado
HUEFS	Melo, E.	8320	Cerrado
HUEFS	Irwin, H.S.	23670	Cerrado
HUEFS	Baez, C.	1711	Cerrado
HUEFS**	Fonseca, M.L.	6927	Cerrado
HUEFS**	Válio, I. F.M.	321	Cerrado
HUEFS**	Correia, C.	278	Cerrado
HUEFS	E. Barboza	1602	Cerrado
HUEFS	Souza V. C.	22437	Cerrado
HUEFS	Zapi, D. C.	1655	Cerrado
HUEFS	Pires, J. M.	16966	Cerrado
HUEFS	Guerin, N.	256	Cerrado
HUEFS	França, F.	3805	Cerrado
HUFU	Santos, A.P.M.	492	Cerrado
HUFU	Cezare, C.H.G.	242	Cerrado
HUFU	Schiavini, I.	39	Cerrado
HUFU	Nakajima, J.N.	3696	Cerrado
HUFU	Volpi, R.L.	705	Cerrado
HVASF	Araújo, D.	671	Caatinga
HVASF	Lira, M.M.	30	Caatinga

INPA	Berg, C.C.	494	Amazônia
INPA	Janssen, A.S.	327	Amazônia
INPA	Sanaïotti, T.M.	152	Amazônia
INPA	Mehlig, U.	288	Amazônia
INPA	Mehlig, U.	431	Amazônia
INPA	Santos, L.O.	8	Amazônia
INPA	Fernandez, A.	3490	Caatinga
INPA	Heringer, E.P.	18045	Cerrado
INPA	Ratter, J.A.	6689	Cerrado
M	Martius, C.F.P. von	s.n.	Caatinga
M	Martius, C.F.P. von	s.n.	Caatinga
M	Martius, C.F.P. von	s.n.	Cerrado
M	Martius, C.F.P. von	s.n.	Cerrado
MAC	Lima, S.S.	64	Caatinga
MBM	Barboza, E.	3277	Caatinga
MBM	Pinto, G.C.P.	42083	Caatinga
MBM	Harley, R.M.	24907	Cerrado
MBM	Harley, R.M.	20129	Cerrado
MBM	Brotto, M.L.	1025	Cerrado

NL	Giulietti A.M.	1618	Caatinga
NL	Harley, R.M.	21776	Cerrado
NY	Daly, D. C.	1735	Amazônia
NY	Cordeiro, M. dos R.	1189	Amazônia
NY	Secco, R. de S.	379	Amazônia
NY	Moura, A.	257	Caatinga
NY	Harley, R.M.	1530	Caatinga
NY	Hatschbach, G. G.	61848	Cerrado
NY	Harley, R.M.	24907	Cerrado
NY	Irwin, H. S.	9767	Cerrado
NY	Ratter, J. A.	1953	Cerrado
NY	Ferreira, C. A. C.	6373	Cerrado
NY	Goodland, R.	272	Cerrado
NY	Irwin, H. S.	14808a	Cerrado
RB	Engels, M.E.	5619	Amazônia
RB	Assis, J. S. de	341	Caatinga
RB	Ducke, A.	2364	Caatinga
RB	Sano, P.T.	14869	Caatinga
RB	Baez, C.	1711	Caatinga
RB	Barroso, M. B.	227	Caatinga
RB	Bautista, H.P.	1466	Caatinga
RB	Bautista, H.P.	1478	Caatinga
RB	Fonseca, M.L.	6110	Cerrado
RB	Silva, M.F.O.	803	Cerrado

RB	Pirani, J.R.	9769	Cerrado
RB	Khulmann, J.G	161	Cerrado
RB	Miranda, C.A.	117	Cerrado
RB	Macedo, A.	470	Cerrado
RB	Melo, A.	1574	Cerrado
UB	Araújo, J.F.	164	Cerrado
UB	Moura, E.O.	1351	Cerrado
UB	Moura, E.O.	1325	Cerrado
UB	Barbosa, R.A.A.	79	Cerrado
UEC	Leitão Filho, H.F.	12944	Cerrado
UEC	Teixeira, A.M.C.	1	Cerrado
VIES	Barboza, E.	3277	Caatinga
VIES	Teixeira, A.M.C.	1	Cerrado
VIES	Ribeiro, M.	655	Cerrado

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises de morfometria geométrica evidenciaram diferenças significativas na separação de grupos entre os espécimes quanto ao formato e distribuição. Foram encontrados dois morfotipos foliares, onde foi possível observar que as plantas que ocorrem no Cerrado pertencem ao formato mais próximo ao *typus* de *Pouteria ramiflora* (M1) e possuem ápices mais arredondados em relação às demais espécimes registrados na Amazônia e na Caatinga e que pertencem às variações registradas nos sinônimos de *P. ramiflora* (M2), que tendem a formatos de ápices mais agudos. Além disso, a análise UPGMA aponta que os espécimes do Cerrado são um grupo separado dos demais e que morfologicamente os espécimes da Amazônia e da Caatinga são mais próximos entre si. Quanto às análises de tamanho foliar os indivíduos do M1 são maiores em relação aos do M2. Entretanto, ao analisar o tamanho foliar em relação à distribuição geográfica, os espécimes que ocorrem na Caatinga apresentaram folhas menores em relação aos demais, mesmo sendo similares em formato aos que ocorrem na Amazônia e que não se diferiram significativamente dos que ocorrem no Cerrado e que pertencem a outro grupo morfológico. Toda via, nossas análises indicam ausência alométrica, ou seja, o tamanho foliar não interfere na forma.

Os dados polínicos apontam diferenças morfológicas não registradas anteriormente nos estudos polínicos para a espécie, porém não há uma relação direta entre a forma da folha, a distribuição e a ocorrência dessas diferenças nos espécimes analisados.

Nossos resultados indicam o reconhecimento de táxons diferentes dentre as variações observadas para *Pouteria ramiflora*, uma vez que evidenciam diferentes formatos foliares e uma relação entre o formato foliar e o ambiente de ocorrência, porém essas diferenças podem ser mais bem compreendidas através de investigações morfológicas e moleculares.

Além disso, são necessárias investigações de Microscopia eletrônica de varredura para análises da arquitetura da exina dos grãos de pólen, de modo a melhorar a compreensão da morfologia externa dos grãos dentre os espécimes.

Apesar disso, nossos dados colaboram com a investigação dessas variações intraespecíficas e a busca de caminhos capazes de solucionar os questionamentos causados pelas flutuações fenotípicas na delimitação da espécie.