

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e
Evolução

Universidade Federal da Bahia

**Implicações taxonômicas da morfologia externa das
sementes na classificação das Angiospermas não
Monocotiledôneas do Brasil**

Ivan Cezar Patrício Rebouças

Salvador

2023

Ivan Cezar Patrício Rebouças

**Implicações taxonômicas da morfologia externa das sementes na
classificação das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil**

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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nádia
Roque

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Sheila
Vitória Resende

Salvador

2023

Comissão julgadora

Implicações taxonômicas da morfologia externa das sementes na classificação das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil

Ivan Cezar Patrício Rebouças

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nádia Roque

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Sheila Vitória Resende

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre na área de Biodiversidade e Evolução.

Aprovada por:

Em: 30 de junho de 2023.

Prof. Dr.: Aristônio Magalhães Teles

Prof. Dr.: Anderson Geyson Alves de Araújo

Prof.^a Dr.^a: Sheila Vitória Resende

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

Rebouças, Ivan Cezar Patrício.

Implicações taxonômicas da morfologia externa das sementes na classificação das Angiospermas não Manocotiledôneas do Brasil / Ivan Cezar Patrício Rebouças. - 2023.
103 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Nádia Roque.

Coorientadora: Profa. Dra. Sheila Vitoria Resende.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2023.

1. Botânica. 2. Sistemática vegetal. 3. Angiosperma. 4. Angiosperma - Brasil - Classificação. 5. Sementes. 6. Sementes - Qualidade. 7. Sementes - Armazenamento. I. Roque, Nádia. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD - 582.130981

CDU - 582.5(81)

Dedicatória

Esse trabalho é dedicado aos meus pais
e à minha namorada, pois é graças aos
seus esforços, amor e apoio que hoje
posso concluir meu mestrado.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução por toda a infraestrutura e ensinamentos oferecidos para o desenvolvimento deste trabalho;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo auxílio financeiro a este trabalho;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Evolução que colaboraram com sugestões na revisão do projeto;

À Dra. Nádia Roque por aceitar me orientar durante este trabalho, pelas sugestões e discussões, ideias e pela confiança em mim depositada;

À Dra. Sheila Vitória Resende por aceitar me coorientar, pelo apoio, sugestões, conselhos, discussões e por acreditar em mim para realizar este projeto;

Ao Laboratório Flora, ao Laboratório de Sementes e Desenvolvimento Vegetal e ao Herbário Alexandre Leal Costa pela infraestrutura e equipamentos fornecidos para a realização deste projeto;

Ao Dr. Pavel Dodonov pela ajuda nas análises estatísticas do projeto;

Ao Dr. Jose Marcos de Castro Nunes por apoiar desde o início e acreditar no projeto;

À Dra. Goia de Mattos Lyra por apoiar e colaborar com sugestões ao projeto;

À Dra. Tânia Regina Marques da Silva pelas fotos e pelo apoio;

À Dona Lurdes e Tati pelas conversas, por sempre abrirem as portas do herbário todas as vezes que precisei ir lá e pela simpatia;

Aos meus amigos, aqueles da universidade e aqueles do colégio, que levarei por toda a vida, por todas as risadas, conversas, desabafos e por toda a ajuda e suporte emocional durante esse período;

À Cecília Santana Rodrigues, que foi mais do que companheira, pela ajuda e apoio emocional e por ser a minha base para a confecção e conclusão deste projeto;

Por fim, aos meus pais, que me criaram, me ensinaram e acreditaram em mim e nas minhas escolhas.

Índice

Resumo	3
<i>Abstract</i>	4
Introdução Geral	5
Referências bibliográficas	7
Capítulo 1. A importância das características morfológicas externas das sementes na taxonomia das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil: uma revisão bibliográfica	9
Resumo / <i>Abstract</i> /	10
1.1. Introdução	12
1.2. Material e Métodos	13
1.3. Resultados e Discussão	14
1.4. Conclusão	31
1.5. Agradecimentos	31
1.6. Referências	32
Apêndices	60
Capítulo 2. A conservação das sementes em herbário é eficiente para a manutenção das suas características morfológicas externas?	73
Resumo / <i>Abstract</i> /	74
2.1. Introdução	76
2.2. Material e Métodos	77
2.3. Resultados	80
2.4. Discussão	90
2.5. Conclusão	92
2.6. Agradecimentos	93
2.7. Referências	94

Índice de figuras e tabelas

Capítulo um

Figura 1. Procedência das sementes utilizadas nos estudos taxonômicos descritos nos 256 artigos 15

Figura 2. Número de artigos que utilizam as sementes como ferramenta taxonômica para identificação em diferentes níveis hierárquicos 16

Figura 3. As 15 famílias mais representativas em números de artigos cujas sementes são referidas para a taxonomia e evolução de grupos 17

Figura 4. Artigos analisados das 15 famílias que apresentaram o maior número de artigos dentre as famílias estudadas \square e número de espécies favorecidas pelo uso das características morfológicas externas das sementes na taxonomia \blacklozenge 18

Figura 5. Características morfológicas externas da semente utilizadas na taxonomia de Angiospermas não Monocotiledôneas presentes no Brasil 19

Capítulo dois

Figura 1. Sementes *in loco*. **A.** *Guarea guidonia*; **B.** *Guazuma ulmifolia*. Fotos: Silva, T. R. M. 79

Figura 2. Variação da coloração da projeção carnosa (arilo) das sementes de *Guarea guidonia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação 85

Figura 3. Variação da coloração das sementes secas fora do fruto de *Guazuma ulmifolia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação 87

Figura 4. Variação da coloração das sementes secas dentro do fruto de *Guazuma ulmifolia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação 88

Tabela 1. Características morfológicas externas das sementes de espécies conservadas em exsicatas no Herbário ALCB no período superior de 15 anos. PC = projeção carnosa; A = Ausente; P = Presente; C = comprimento; L = largura; E = espessura. Sinal (-) representa semente sem projeção carnosa. Sinal (--) representa ausência de coloração 82

Tabela 2. Coloração e forma das sementes de *Guarea guidonia* nos diferentes períodos de conservação 84

Tabela 3. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guarea guidonia* na pré e pós- secagem 85

Tabela 4. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guarea guidonia</i> nas diferentes embalagens	86
Tabela 5. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guarea guidonia</i> nos diferentes períodos de conservação	86
Tabela 6. Coloração da projeção carnosa e forma das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> nos diferentes períodos de conservação	87
Tabela 7. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> na pré e pós-secagem fora do fruto	88
Tabela 8. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> secas fora e dentro do fruto na pós-secagem	88
Tabela 9. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> secas dentro do fruto nas diferentes embalagens	89
Tabela 10. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> secas dentro do fruto nos diferentes períodos de conservação	89
Tabela 11. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> secas fora do fruto nas diferentes embalagens	90
Tabela 12. Comprimento, largura e espessura das sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> secas fora do fruto nos diferentes períodos de conservação	90

RESUMO

As sementes são estruturas essenciais para a reprodução e dispersão das plantas, sendo compostas por embrião, tecido de reserva e tegumento. Suas características morfológicas, como projeções carnosas, indumento, textura, ornamentação, cor e estruturas internas são frequentemente usadas em estudos taxonômicos. As sementes armazenadas em exsicatas ou sementecas nos herbários desempenham um papel importante na pesquisa científica, fornecendo informações sobre biodiversidade, taxonomia e conservação. No entanto, a conservação das características morfológicas das sementes em diferentes métodos de armazenamento ainda não foi avaliada de forma sistemática. Portanto, este trabalho tem como objetivos: (1) discutir a importância das características morfológicas externas das sementes e seu potencial taxonômico para as Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil a partir de uma revisão sistemática da literatura; (2) avaliar a conservação por um período superior a 15 anos das características morfológicas externas das sementes mantidas em exsicatas no Herbário ALCB; e (3) testar se o tipo de embalagem, o período de e a secagem interferem na manutenção das características morfológicas externas das sementes. Para a revisão da literatura, foram selecionados artigos nas plataformas de busca de dados, utilizando operadores booleanos e palavras-chave. Para a avaliação da coloração, forma, projeções carnosas e medidas de comprimento, largura e espessura das sementes conservadas em exsicatas foram selecionadas as espécies *Abrus precatorius*, *Guarea guidonia*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylopia laevigata* e *Xylopia sericea*, e para a avaliação da interferência do tipo de embalagem (garrafa PET, envelope de papel e vidro), período de conservação de 360 dias e secagem nas características morfológicas externas das semente foram selecionadas as espécies *G. guidonia* e *G. ulmifolia*. Dentre os 256 artigos dos últimos 66 anos que utilizaram as sementes em estudos taxonômicos e evolutivos, as sementes coletadas em campo foram as principais fontes para os estudos. As características morfológicas das sementes são valiosas para a taxonomia de 67 famílias e foram mais utilizadas na identificação de espécies. Dentre as características morfológicas externas utilizadas destacam-se a forma, comprimento, largura, coloração e projeções carnosas. As características morfológicas externas foram conservadas em exsicatas por um período superior a 15 anos, com exceção para a coloração e projeção carnosa. O tipo de embalagem interferiu na largura em garrafa PET e na espessura da semente em envelope de papel; a conservação por um período de 360 dias interferiu na manutenção da

coloração e medidas de comprimento, largura e espessura; e a secagem interferiu na coloração e na manutenção da projeção carnosa.

ABSTRACT

Seeds are essential structures for the reproduction and dispersal of plants, composed of an embryo, reserve tissue, and seed coat. Their morphological characteristics, such as fleshy projections, indumentum, texture, ornamentation, color, and internal structures, are often used in taxonomic studies. Seeds stored in herbarium specimens or seed banks play a crucial role in scientific research, providing information about biodiversity, taxonomy, and conservation. However, the conservation of seed morphological characteristics in different storage methods has not yet been systematically evaluated. Therefore, this study aims to: (1) discuss the importance of external morphological characteristics of seeds and their taxonomic potential for non-monocotyledonous Angiosperms occurring in Brazil through a systematic literature review; (2) assess the conservation of external morphological characteristics of seeds in herbarium specimens stored for over 15 years; and (3) test whether packaging type, storage period, and drying affect the maintenance of external morphological characteristics of seeds. For the literature review, articles were selected from data search platforms using Boolean operators and keywords. For the conservation of seed morphological characteristics, species with fleshy projections on their seeds were selected from the ALCB Herbarium and the UFBA Ondina campus. External morphological characteristics were evaluated in mature seeds conserved in herbarium specimens for over 15 years and in different packaging types (PET bottle, paper envelope, and glass) for 360 days. Among the 256 articles from the past 66 years that used seeds in taxonomic and evolutionary studies, field-collected seeds were the main sources for the studies. Seed morphological characteristics are valuable for the taxonomy of 67 families and were most commonly used in species identification. Prominent external morphological characteristics used include shape, length, width, coloration, and fleshy projections. External morphological characteristics were conserved in herbarium specimens for over 15 years, except for coloration and fleshy projections. Packaging type influenced width in PET bottles and seed thickness in paper envelopes. Conservation for a period of 360 days affected the maintenance of coloration and measurements of length, width, and thickness. Drying affected coloration and the maintenance of fleshy projections.

Introdução Geral

A semente constitui a unidade reprodutiva das espermatófitas e é fundamental para a dispersão da planta, já que ocupa uma posição crítica no seu ciclo de vida (Callado et al., 2010; Bewley et al., 2013). Essa estrutura, resultado da maturação do óvulo fecundado, é constituída pelo embrião, tecido de reserva e tegumento, que asseguram a nutrição e proteção mecânica e, em alguns casos, a dispersão do diásporo (Barroso et al., 1999; Brasil, 2009; Callado et al., 2010).

Adicionalmente, as características das sementes têm sido amplamente utilizadas na taxonomia de Angiospermas, incluindo caracteres macro e micromorfológicos do tegumento, tais como projeções carnosas, indumento, textura, ornamentação e coloração, bem como estruturas internas da semente, como o tecido de reserva e tipo de embrião, além de atributos como peso, odor e número de sementes por fruto (Turki et al., 2013; Erkul et al., 2015; Patil et al., 2015; Sousa et al., 2019; Wood & Scotland, 2021).

A partir de um levantamento bibliográfico inicial e do trabalho de Barroso e colaboradores (1999), foi possível observar um questionamento citado por alguns autores sobre o uso das características morfológicas externas das sementes, pois apesar de serem mais estáveis e resistentes a variabilidade no campo e mudanças climáticas, são pouco exploradas na taxonomia (Rejdali, 1990; Aydin & Dönmez, 2019; Scoppola & Magrini, 2019). Esse questionamento evidencia a lacuna estudada no Capítulo 1 deste trabalho referente a quais grupos de Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil utilizam as características morfológicas das sementes para fins taxonômicos.

Além disso, as sementes conservadas nos acervos dos Herbários em exsicatas ou em coleção específica de sementes, como as sementecas, também desempenham importante papel ao fornecer dados sobre a biodiversidade, taxonomia, frugivoria, dispersão, conservação, manejo de espécies e, ainda, como material didático (Oliveira et al., 2017; Silva & Chalco, 2017; Himangini & Thakur, 2018; Évora et al., 2020). Porém, considerando os 214 herbários ativos registrados no Brasil (Thiers, 2018), não há informações precisas sobre o número de herbários que possuem uma coleção específica de sementes, com exceção do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) e do Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SP). A ausência de registros sobre sementecas evidencia uma lacuna sobre a eficiência da conservação das sementes em herbário para a manutenção das suas características morfológicas externas, a ser estudada no Capítulo 2 deste trabalho.

Portanto, considerando a carência de estudos de revisão sobre a importância das sementes na taxonomia de Angiospermas e de uma avaliação sistemática acerca da preservação das características morfológicas externas das sementes em diferentes condições de conservação, o presente trabalho tem como objetivos: (1) discutir, a importância das características morfológicas externas das sementes e seu potencial taxonômico para as Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil, a partir de uma revisão sistemática da literatura, discutido no Capítulo 1 deste trabalho; (2) avaliar a conservação por um período superior a 15 anos das características morfológicas externas das sementes mantidas em exsiccatas no Herbário ALCB; e (3) testar se o tipo de embalagem, o período e a secagem interferem na manutenção das características morfológicas externas das sementes, ambos discutidos no Capítulo 2 deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barroso, G. M., Morim, M. P., Peixoto, A. L. & Ichaso, C. L. F. (1999). **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ufv, Universidade Federal de Viçosa.
- Bewley, J. D., Bradford, K. & Hilhorst, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. **Springer Science & Business Media**. New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4614-4693-4
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Glossário ilustrado de morfologia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária** – Brasília: Mapa/ACS. 406 p.: il. color.; 21 cm.
- Callado, C. H., Rizzini, C. M., Cunha, M., & Valentin, Y. Y. (2010). **Botânica II**. v. 2. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 142p.; 19 x 26,5 cm.
- Erkul, S. K., Celep, F., & Aytaç, Z. (2015). Seed morphology and its systematic implications for genus *Oxytropis* DC. (Fabaceae). **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 149(5), 875-883.
- Évora, L. B., Souza, A. C. O., Nardina, C. F., Olinda, M. L., Guerreiro, C., & Bernacci, L. C. (2020). Herbário e Sementeca IAC: oito décadas pesquisando usos e conservação da biodiversidade cultivada e nativa. **Revista de Recursos Genéticos-RG News**, 6, 1.
- Gardner, R. O. (2003). Piper (Piperaceae) in New Guinea: the non-climbing species. **Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 48(1), 47-68.
- Günes, F., & Ali, C. (2011). Seed characteristics and testa textures some taxa of genus *Lathyrus* L. (Fabaceae) from Turkey. **International Journal of Agriculture and Biology**, 13(6).
- Himangini, & Thakur, A. (2018). Effect of seed storage conditions on seed germination and vigor of *Withania somnifera*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 6, p.1409-1413.
- Oliveira, Y. R., Silva, P. H., de Deus, M. D. S. M., Gonçalves, N. M. N., & Abreu, M. C. (2017). Carpoteca: ferramenta de ensino em botânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 10(2).

- Patil, P., Sutar, S., Malik, S. K., John, J., Yadav, S., & Bhat, K. V. (2015). Numerical taxonomy of *Abelmoschus* Medik. (Malvaceae) in India. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, 22(2), 87-98.
- Rejdali, M. (1990). Seed morphology and taxonomy of the North African species of *Sideritis* L. (Lamiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 103(4), 317-324.
- Scoppola, A., & Magrini, S. (2019). Comparative palynology and seed morphology in annual pansies (*Viola* Sect. *Melanium*, Violaceae): Implications for species delimitation. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 153(6), 883-899.
- Silva, J. M. D. & Chalco, F. P. (2017). Coleções didáticas de sementes de hortaliças. **Universidade do Estado do Amazonas**.
- Sousa, J. D. S. D., Gurgel, E. S. C., & Bastos, M. D. N. D. C. (2019). *Orthomene* (Menispermaceae) in the Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, 49, 139-144.
- Thiers, B. (2018). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. **New York: Botanical Garden's Virtual Herbarium**. 2018. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/ih/>>.
- Wood, J. R., & Scotland, R. W. (2021). A *Strobilanthes* (Acanthaceae) miscellany. **Kew Bulletin**, 76(4), 827-840.

Capítulo 1

Título: A importância das características morfológicas externas das sementes na taxonomia das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil

Autores: Ivan Cezar Patrício Rebouças, Sheila Vitória Resende & Nádia Roque

A ser submetido para o periódico:
Acta Botânica Brasilica (ISSN: 1677-941X)

RESUMO

As características morfológicas das sementes, como projeções carnosas, indumento, textura, ornamentação, cor e estruturas internas são frequentemente usadas em estudos taxonômicos, assim este trabalho teve como objetivo discutir a importância das características morfológicas externas das sementes e seu potencial taxonômico para as Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil a partir de uma revisão sistemática da literatura. O estudo foi desenvolvido através da (1) da identificação do número de artigos publicados sobre taxonomia e evolução de Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil que utilizaram as sementes em seus estudos; (2) da análise da procedência das sementes utilizadas nos estudos taxonômicos; (3) da identificação de quais famílias e respectivos níveis hierárquicos utilizam as características morfológicas externas das sementes como ferramenta na identificação e classificação taxonômica; e (4) da identificação das características morfológicas externas das sementes utilizadas na identificação e classificação em diferentes níveis hierárquicos inferior ao de família. Para os últimos 66 anos, foram encontrados 256 artigos que utilizaram as sementes em estudos taxonômicos e evolutivos. A principal estratégia dos estudos com sementes foi a coleta em campo (38%), sementes provenientes de coletas em campo e herbário (30%), sementes conservadas em herbários (26%) e sementes de bancos de sementes (6%). As características morfológicas das sementes foram mais utilizadas na identificação de espécies (52,8%), seguido por gêneros (25,7%) e famílias (8,2%) e são valiosas para a taxonomia de 67 famílias de Angiospermas não Monocotiledôneas no Brasil. As características morfológicas externas que se destacam como importantes na taxonomia são a forma, seguida do comprimento, largura, coloração e projeções carnosas. Os resultados deste estudo demonstram que as características morfológicas externas das sementes têm potencial significativo como ferramenta taxonômica para as Angiospermas não Monocotiledôneas no Brasil.

Palavras-chave: cienciometria, revisão sistemática da literatura, sistemática.

ABSTRACT

The morphological characteristics of seeds, such as fleshy projections, indumentum, texture, ornamentation, color, and internal structures, are frequently used in taxonomic studies. Therefore, this study aimed to discuss the importance of external morphological characteristics of seeds and their taxonomic potential for non-monocotyledonous Angiosperms occurring in Brazil through a systematic literature review. The study was conducted by (1) identifying the number of published articles on taxonomy and evolution of non-monocotyledonous Angiosperms in Brazil that used seeds in their studies; (2) analyzing the origin of seeds used in taxonomic studies; (3) identifying which families and respective hierarchical levels use the external morphological characteristics of seeds as a tool in identification and taxonomic classification; and (4) identifying the external morphological characteristics of seeds used in identification and classification at levels lower than the family level. For the past 66 years, 256 articles were found that used seeds in taxonomic and evolutionary studies. The main strategy in seed studies was field collection (38%), followed by seeds from field and herbarium collections (30%), seeds preserved in herbaria (26%), and seeds from seed banks (6%). Seed morphological characteristics were most commonly used in species identification (52.8%), followed by genera (25.7%) and families (8.2%), and they are valuable for the taxonomy of 67 families of non-monocotyledonous Angiosperms in Brazil. The external morphological characteristics that stand out as important in taxonomy are shape, followed by length, width, coloration, and fleshy projections. The results of this study demonstrate that the external morphological characteristics of seeds have significant potential as a taxonomic tool for non-monocotyledonous Angiosperms in Brazil.

Keywords: scientometrics, literature review, systematic.

A importância das características morfológicas externas das sementes na taxonomia das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil: uma revisão sistemática da literatura

Ivan Cezar Patrício Rebouças, Sheila Vitória Resende e Nádia Roque

INTRODUÇÃO

O primeiro estudo com sementes com foco na taxonomia ocorreu em 1869, na Alemanha, com a criação de um laboratório voltado para o desenvolvimento de técnicas e serviços de identificação de sementes por Friedrich Nobbe (Labouriau, 1990). Desde então, as características morfológicas da semente têm sido utilizadas para subsidiar a taxonomia e hipóteses evolutivas de diferentes táxons em Angiospermas (Khalik, 2006; Tsutsumi et al., 2007; Heiss et al., 2011; Abid et al., 2014, 2016).

Dentre as características morfológicas externas analisadas em sementes, destacam-se as medidas de comprimento, largura, espessura e diâmetro (Brochmann, 1992; Tsutsumi et al., 2007), a forma (Pfosser et al., 2003), a coloração (Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010), a posição da calaza (Chen & Manchester, 2011), a posição do hilo (Abid et al., 2015), a presença de projeções carnosas (Barroso et al., 1999) e a presença de tricomas (Gosline et al., 2019).

Essas características têm se mostrado valiosas taxonomicamente em diversos níveis hierárquicos de Angiospermas (Barroso et al., 1999; Callado et al., 2010), desde subfamílias, tribos (p. ex. Massonieae, Hyacinthaceae, Pfosser et al., 2003), famílias, como Anacardiaceae (Barroso et al., 1999), Apocynaceae (Alvarado-Cárdenas et al., 2017), Fabaceae (Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010), gêneros (p. ex., *Allium* L., Amaryllidaceae, Celep et al., 2012 e Baasanmunkh et al., 2020; *Malcolmia* W.T. Aiton, Brassicaceae, Kaya et al., 2011; *Pinguicula* L., Lentibulariaceae, Degtjareva et al., 2003; *Veronica* L., Plantaginaceae, Muñoz-Centeno et al., 2007) e espécies.

Porém, mesmo com relevância destacada na taxonomia (Khalik, 2006), as sementes ainda são pouco exploradas como ferramenta de identificação (Yildiz, 2002), apesar de serem ecologicamente estáveis e resistentes a mudanças climáticas (Gabr, 2014; Scoppola & Magrini, 2019; Mahmoudi et al., 2020). Além disso, existe uma lacuna de conhecimento sobre quais grupos de Angiospermas tem potencial ou utilizam as

características morfológicas das sementes para fins taxonômicos e evolutivos (Rejdali, 1990).

A principal estratégia para a conservação apenas das características morfológicas utilizadas para fins taxonômicos é a manutenção das sementes em exsiccatas nos herbários e, em alguns casos, em coleções específicas, como sementecas (Évora, 2020). Apesar das sementecas desempenharem as mesmas funções dos herbários, como viabilizar a realização de análises morfológicas e a identificação e reconhecimento de famílias, gêneros e espécies, a presença de uma coleção de sementes facilita o acesso e a organização das mesmas (Vieira & Viegas, 2019; Évora et al., 2020).

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho foi discutir a importância das características morfológicas externas das sementes e seu potencial taxonômico para as Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil a partir de uma revisão sistemática da literatura, cujos objetivos específicos foram: (1) identificar o número de artigos publicados sobre taxonomia e evolução de Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil que utilizaram as sementes em seus estudos; (2) verificar qual a procedência das sementes utilizadas nos estudos taxonômicos; (3) identificar quais famílias e respectivos níveis hierárquicos utilizam características morfológicas externas das sementes como ferramenta na identificação taxonômica; e (4) identificar as características morfológicas externas da semente utilizadas na identificação e classificação dos diferentes níveis hierárquicos inferior ao de família.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram selecionadas 216 famílias de Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2023), cuja presença e descrição das características morfológicas das sementes são abordadas por Barroso et al. (1999).

A revisão sistemática da literatura foi realizada no período entre novembro de 2021 e junho de 2022, por meio de pesquisa de artigos científicos nas plataformas de busca na seguinte ordem: SciELO, Web of Science, Periódico CAPES e Springer Link.

Para a pesquisa, foram realizadas duas buscas: a primeira utilizou os Operadores Booleanos e palavras-chave (Família de interesse) AND (*Taxonomy* OR *Evolution*), para verificar o número de artigos publicados nas áreas de taxonomia e evolução; e a segunda busca utilizou os Operadores Booleanos e palavras-chave (Família de interesse AND

Seed) AND (*Taxonomy* OR *Evolution*), para verificar o número de artigos publicados nas áreas da taxonomia e evolução com informações sobre sementes.

A partir dos resultados da segunda busca com a palavra *Seed*, foram lidos o título e o resumo dos 50 primeiros artigos mais citados ou da quantidade disponível em cada plataforma abaixo desse valor. Os critérios de inclusão para a primeira seleção dos trabalhos foram artigos com informações sobre (i) a descrição das características morfológicas externas das sementes e (ii) a importância taxonômica das características morfológicas externas das sementes utilizadas como ferramenta na classificação/identificação dos níveis hierárquicos abaixo de ordem. Posteriormente, foi feita uma segunda seleção a partir dos artigos da primeira seleção, em que foram excluídos estudos (i) apenas descritivos que não usaram ou discutiram as características externas das sementes, (ii) que tratavam de níveis hierárquicos acima de família, (iii) que abordavam a evolução do táxon sem mencionar a importância da semente e (iv) que não abordavam sobre as características morfológicas externas da semente. Os artigos remanescentes foram lidos na íntegra.

Os artigos lidos na íntegra foram utilizados para a extração dos dados sobre procedência, características morfológicas externas das sementes e níveis hierárquicos (família, subfamília, tribo, subtribo, gênero, seção, espécie e subespécie) no qual são taxonomicamente empregadas. Sobre a procedência das sementes, foi considerada sementes provenientes apenas de coleta de campo, apenas do herbário, de campo e herbário conjuntamente ou apenas de banco de sementes. As características morfológicas externas da semente como base, calaza, coloração, forma, funículo, hilo, micrópila, pleurograma, projeções carnosas, rafe, textura e tricomas foram baseadas em Barroso et al. (1999) e características como ápice, asa, estrofiolo e medidas de comprimento, largura, espessura e diâmetro foram adicionadas à análise conforme citação nos artigos. As definições dessas estruturas podem ser encontradas no Apêndice 1. As etapas da revisão bibliográfica podem ser encontradas no Apêndice 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos 66 anos, 772.997 artigos estão disponíveis nas plataformas de busca relacionados à taxonomia e evolução de Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil e, desse total, 307.694 artigos (40%) apresentaram a palavra *Seed* em seus estudos. Esses trabalhos estão relacionados à importância das sementes na taxonomia de

Angiospermas não Monocotiledôneas no Brasil e envolveram 67 famílias (32,5%) das 206 ocorrentes no Brasil com estudos sobre taxonomia e evolução.

Ao considerar apenas os 50 primeiros artigos em cada plataforma, o número foi reduzido a 32.436 artigos. Desse total, a partir dos critérios de inclusão da primeira seleção, foram encontrados 1.369 artigos (4,2%). Ao utilizar os critérios de exclusão da segunda seleção, foi observado que apenas 256 artigos (18,7%) utilizaram as características morfológicas externas das sementes para a taxonomia e evolução de 67 famílias de Angiospermas não Monocotiledôneas no Brasil. É válido destacar que os 1.113 artigos restantes (81,3%) apresentaram apenas a descrição morfológica das sementes ou informações sobre características micromorfológicas das sementes, ambos critérios de exclusão da análise.

A principal estratégia de aquisição das sementes nos 256 artigos selecionados foi a coleta em campo (38%), seguida pela utilização de sementes provenientes de coletas em campo + herbário (30%), além das sementes conservadas nos herbários (26%) e, em menor número, sementes oriundas de bancos de sementes (6%) (Figura 1).

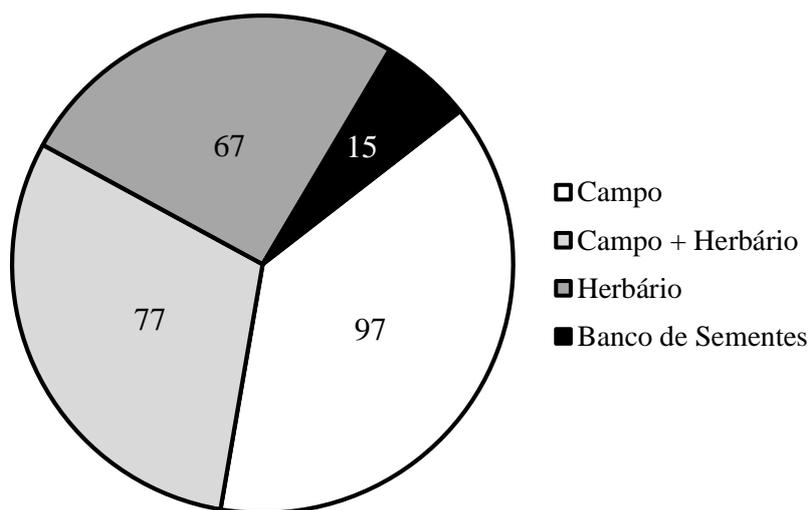


Figura 1. Procedência das sementes utilizadas nos estudos taxonômicos descritos nos 256 artigos.

A aquisição das sementes em campo garante a coleta de forma criteriosa, quando considerada a maturidade e a seleção das sementes, pois permite o controle na descrição do material e na conservação das sementes (Gardner, 2003). Os resultados demonstraram que o herbário também é valioso para a realização dos estudos, porém os artigos não

fazem referência às sementecas. No Brasil, dos 214 herbários ativos, não há informações precisas sobre o número total de herbários que possuem sementeca (Thiers, 2018).

Para a realização dos estudos com sementes é necessário dispor de uma reserva extra de sementes que podem estar organizadas em sementecas, onde são acessadas com mais facilidade, já que estarão organizadas de forma sistemática (Vieira & Viegas, 2019; Évora et al., 2020). Essa coleção pode ser referência para estudos ambientais, taxonômicos e evolutivos, visto que as sementes são ecologicamente mais estáveis e resistentes a mudanças climáticas (Shepherd et al., 2005; Freitas, 2014; Gabr, 2014; Almada et al., 2017). Além disso, uma sementeca pode alocar uma coleção de espécies típicas da região que podem expressar a diversidade botânica local, além de possibilitar o acesso de estudantes, pesquisadores e da própria comunidade ao material (Shepherd et al., 2005; Freitas, 2014; Gabr, 2014; Almada et al., 2017).

A partir dos 256 artigos selecionados, as características morfológicas externas das sementes se mostraram mais promissoras na identificação taxonômica ao nível de espécie (52,8%), seguido por gênero (25,7%) e família (8,2%) (Figura 2).

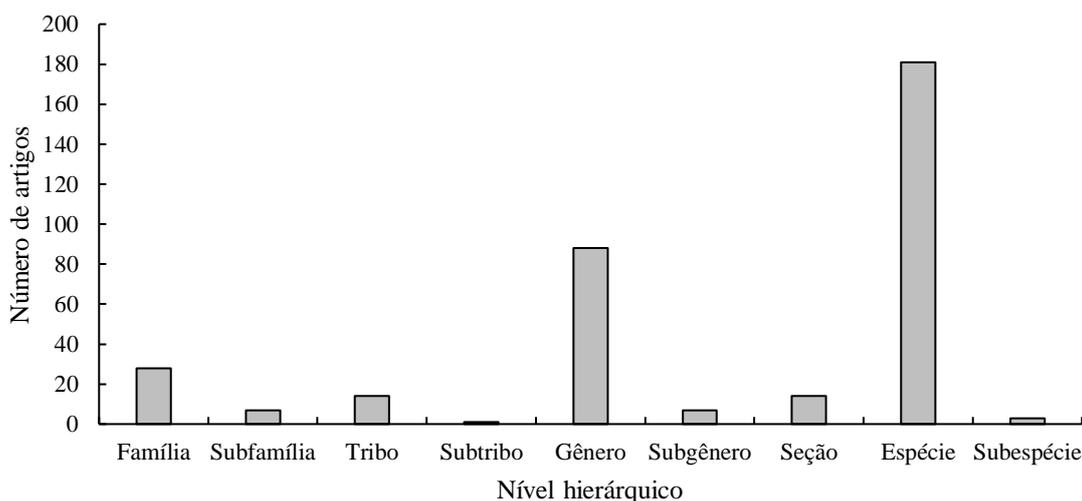


Figura 2. Número de artigos que utilizam as sementes como ferramenta taxonômica para identificação em diferentes níveis hierárquicos.

Segundo Song et al. (2020), as características morfológicas das sementes possuem valor taxonômico na sistemática de Angiospermas em vários níveis hierárquicos, como ao nível de espécie (Barbosa et al., 2015; Mazur et al., 2018; Scoppola & Magrini, 2019), como em *Manglietia pubipedunculata* Q.W. Zeng & X.M. Hu e *M. kwangtungensis* (Merr.) Dandy (Magnoliaceae) (Hu et al., 2019); ao nível de gênero (Antkowiak et al.,

2018; Scoppola & Magrini, 2019), como em *Viola* L. (Violaceae) (Scoppola & Magrini, 2019); e ao nível de família, importante na diferenciação e classificação de Menispermaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae e Schisandraceae (Denk & Oh, 2005; Ortiz, 2012; Mazur et al., 2018; Hadidchi et al., 2020).

Os 256 artigos selecionados apresentam estudos em representantes dos clados Rosidae (31 famílias), Asteridae (25 famílias), Magnoliidae (6 famílias), Grado Basal das Eudicots (3 famílias) e Grado Basal (2 famílias). Dentre as 30 ordens estudadas, destacam-se Malpighiales, Lamiales e Caryophyllales (7 famílias cada) e Ericales (4 famílias). Ao analisar as 15 famílias que apresentaram o maior número de artigos que utilizaram as características morfológicas externas das sementes para a taxonomia e evolução, destacam-se as famílias Melastomataceae e Fabaceae (17 artigos cada), Rubiaceae e Euphorbiaceae (16 artigos cada), Annonaceae e Polygalaceae (14 artigos cada) (Figura 3).

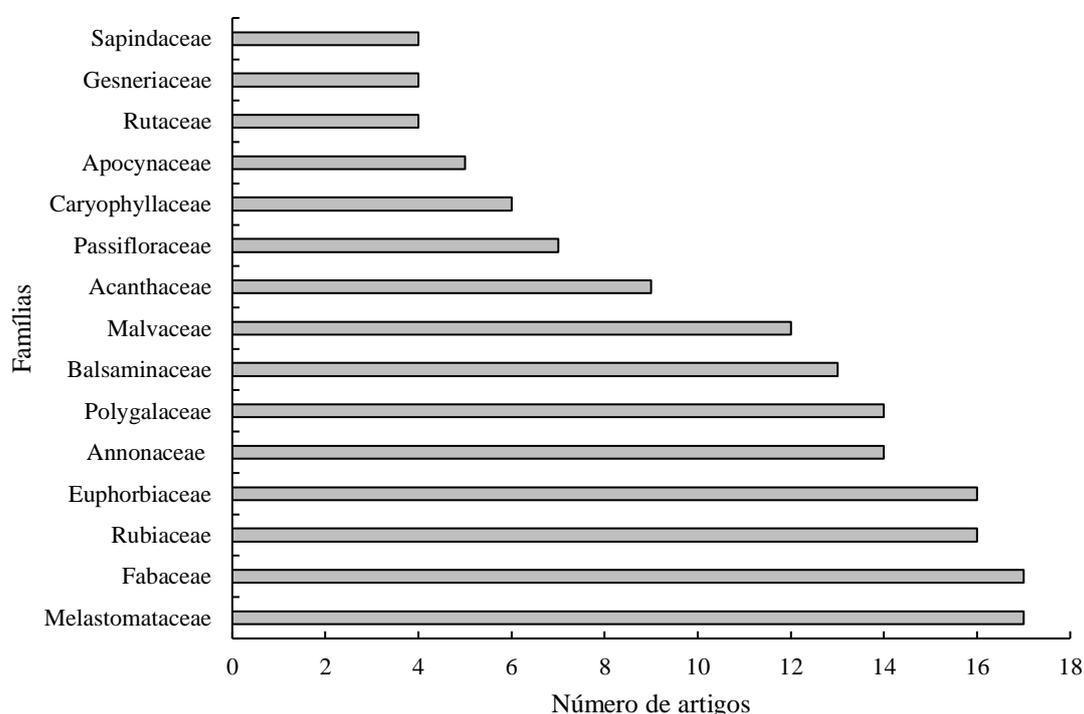


Figura 3. As 15 famílias mais representativas em números de artigos cujas sementes são referidas para a taxonomia e evolução de grupos.

O uso da semente na taxonomia da família Melastomataceae tem sido reconhecido por Almeda (1974), por meio de características como forma e textura, que são úteis na diagnose e revisão de gêneros (Martin & Michelangeli, 2009; Penneys et al., 2020). Em Fabaceae, a variação na coloração da semente e a presença de estrofiolo e pleurograma

auxiliam na definição e classificação taxonômica da família, sendo essas duas características específicas em poucas famílias de Angiospermas (Kirkbride & Wiersema, 1997; Barroso et al., 1999). Na família Rubiaceae, a semente alada é utilizada desde 1830 para diferenciar e delimitar gêneros e espécies (Andersson & Persson, 1991; Groeninckx et al., 2010). Já em Euphorbiaceae, as características morfológicas da semente são reconhecidas pelo seu valor taxonômico para a definição e classificação de espécies, desde os seus primeiros registros em estudos taxonômicos (Mangaly et al., 1979).

Dentre as 15 famílias mais representativas, Melastomataceae (518 spp.), Fabaceae (403 spp.), Annonaceae (164 spp.), Euphorbiaceae (147 spp.) e Balsaminaceae (104 spp.) são as que apresentaram o maior número de espécies favorecidas com a utilização das características morfológicas externas das sementes para a identificação e classificação dos táxons (Figura 4).

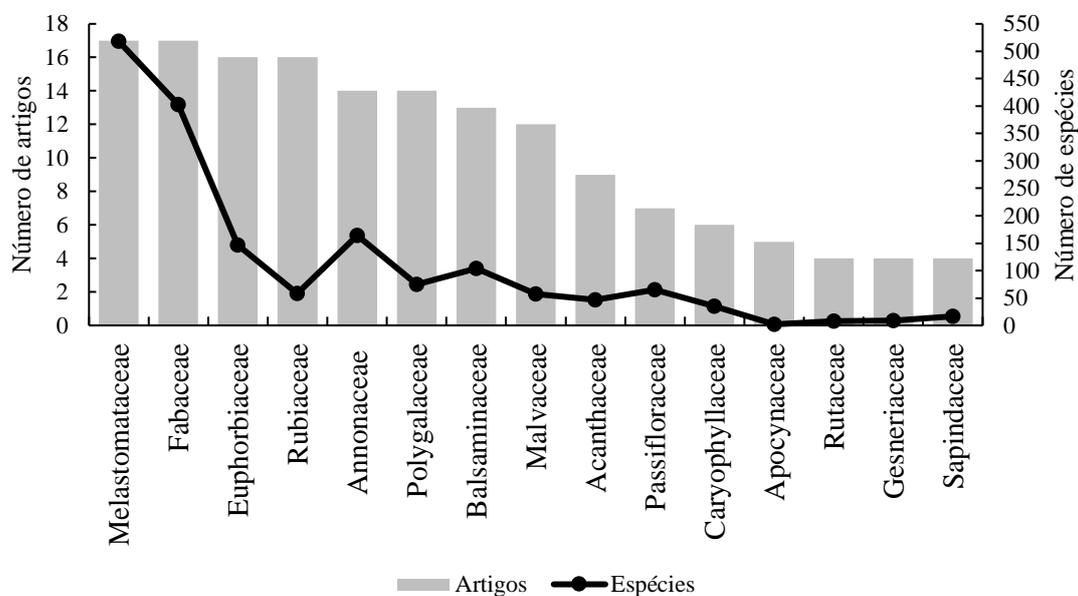


Figura 4. Artigos analisados das 15 famílias que apresentaram o maior número de artigos dentre as famílias estudadas \square e número de espécies favorecidas pelo uso das características morfológicas externas das sementes na taxonomia \bullet .

O destaque das espécies da família Melastomataceae pode estar relacionado à importância das sementes como valiosa fonte de informação na compreensão da taxonomia e das relações filogenéticas em diferentes níveis hierárquicos dessa família (Martin & Michelangeli, 2009; Ocampo et al., 2014). Para Fabaceae, o alto número de espécies em relação ao número de artigos selecionados pode estar relacionado ao fato de que esta é uma família cosmopolita que se destaca por ser uma das maiores famílias de

Angiospermas em número de espécies (Christenhusz & Byng, 2016) e por seu alto potencial econômico (Hasanuzzaman et al., 2020).

Em Annonaceae, as sementes têm subsidiado evidências sobre a origem e diversificação de grupos, como no gênero *Xylopia* L. (Johnson & Murray, 2018), e na diferenciação de gêneros e espécies (Hoekstra et al., 2021). Em Euphorbiaceae, as características morfológicas externas das sementes têm uma importância taxonômica e filogenética na família, o que permite a identificação de espécies em gêneros como *Euphorbia* L., *Bernardia* Houst. ex Mill. e *Trigonostemon* Blume. Nesse último gênero, a presença de características raras e peculiares, como o arilo carnoso, verde e esponjoso que cobre a semente em uma espécie, torna ainda mais evidente a importância das sementes (Mangaly et al., 1979; Fan et al., 2010). Já em Balsaminaceae, a morfologia da semente é importante para a sistemática de gêneros, como em *Impatiens* L., em que características como a forma, o comprimento e a largura da semente provaram ser pertinentes na resolução de problemas taxonômicos e forneceram resultados úteis para determinar o impacto de fatores ambientais, como latitude e altitude, na variabilidade fenotípica de espécies (Shui et al., 2011; Chmura et al., 2013).

As características morfológicas que se destacaram na identificação e classificação das famílias e seus diferentes níveis hierárquicos foram: forma (28%), medidas de comprimento, largura, espessura e diâmetro (22%), coloração (11%) e projeções carnosas (10%) (Figura 5).

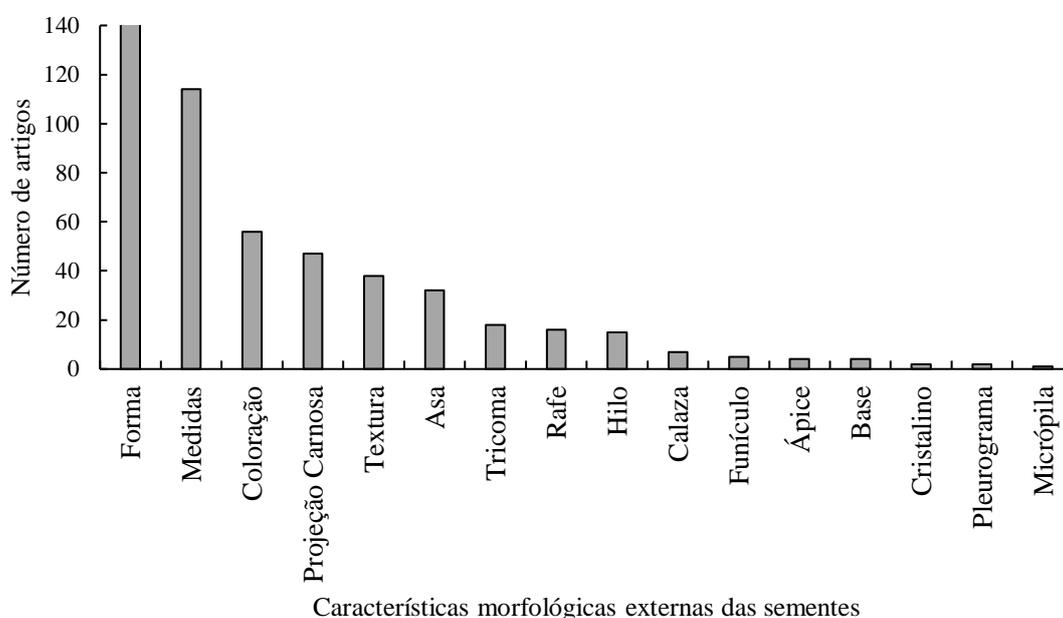


Figura 5. Características morfológicas externas da semente utilizadas na taxonomia de Angiospermas não Monocotiledôneas presentes no Brasil.

A forma da semente se mostrou valiosa para a taxonomia, o que pode estar relacionado a sua diversidade dentro dos grupos de Angiospermas (Gear & Dengler, 1976; Elisens & Tomb, 1983; Farooqui et al., 1985; Fagúndez et al., 2010; Ramzi & Saedi-Mehrvarz, 2019; Song & Hong, 2020; Şirin & Ertuğruk, 2020; Martín-Gómez et al., 2021), a sua estabilidade dentro de espécies (Coskunçelebi et al., 2017; Hu et al., 2019) e dentro de família, como é o caso de Menispermaceae (Ortiz, 2012). Além disso, as variações nas medidas e na coloração da semente fornecem informações taxonômicas preciosas para a identificação correta e diferenciação de táxons para a maioria das famílias estudadas (Gear & Dengler, 1976; Elisens & Tomb, 1983; Farooqui et al., 1985; Fagúndez et al., 2010; Antkowiak et al., 2018; Hu et al., 2019; Martín-Gómez et al., 2021).

Dentre os tipos de projeções carnosas registradas, o arilo (57,1%) destacou-se como o mais comum, seguido pela carúncula (28,6%), elaiossomo (7,1%) e sarcotesta (7,1%). A presença e ausência e a coloração do arilo são características diagnósticas para a identificação de espécies, gêneros e famílias (Simões et al., 2010; Mu et al., 2012; Martín-Gómez et al., 2021), como na identificação de espécies do gênero *Badiera* DC. (Polygonaceae), por meio da coloração vermelho-alaranjada do arilo, ou da espécie *Trigonostemon tuberculatus* F. Du & J. He (Euphorbiaceae) em função do arilo carnosos, esponjoso e verde (Fan et al., 2010; Abbott & Judd, 2011). Além disso, as sementes da subfamília Opuntioideae apresentam um arilo ósseo que é considerado uma característica diagnóstica do grupo (Martín-Gómez et al., 2021).

A presença e ausência, forma, medidas e coloração da carúncula também possuem valor taxonômico na identificação de espécies, gêneros e famílias (Marques & Peixoto, 2006; Castro et al., 2007; Pahlevani & Akhiani, 2011; Pahlevani et al., 2015; Secco, 2014), como na diferenciação das famílias Phyllanthaceae e Euphorbiaceae, em que na primeira a carúncula é ausente e na segunda está presente (Secco, 2014).

A presença de elaiossomo é importante na delimitação de famílias, como em Apodanthaceae, sendo essa uma característica apomórfica (González & Pabón-Mora, 2017). Já a presença de sarcotesta está associada à presença de mucilagem em torno da semente e varia de acordo com a descrição, já que a projeção carnosa pode cobrir parcialmente ou completamente a semente de uma espécie (Park, 2000; Medeiros et al., 2016; Ottens-Treurniet & van Welzen, 2016).

Angiospermas não Monocotiledôneas no Brasil (*sensu* APG IV) cujas sementes são importantes na taxonomia e evolução de seus representantes (Apêndice 3)*:

*Os nomes da família foram apresentados em negrito para ter um destaque no texto.

GRADO ANA

No grado ANA, as características morfológicas externas da semente são relevantes para a taxonomia de Cabombaceae e Schisandraceae. Em **Cabombaceae**, as medidas e a forma da semente são características morfológicas importantes para reconhecer espécies (Barbosa et al., 2015). Já em **Schisandraceae**, o uso da semente se aplica para a diferenciação dos seus integrantes em relação a outros táxons que são membros do grado ANA e o uso das características morfológicas externas como coloração, forma, hilo, rafe, textura e medidas de comprimento, largura e espessura da semente são úteis para a diferenciação de gêneros como *Schisandra* Michx. e *Kadsura* Juss. (Denk & Oh, 2005).

MAGNOLIIDEAS

A ordem Magnoliales foi representada por três famílias que utilizam a semente de forma consistente para registros fósseis por meio de uma estrutura chamada rafe, que está ao redor da semente (Doyle, 2004). Em **Myristicaceae**, a semente é tipicamente coberta por um arilo que, quando em conjunto com características micromorfológicas, são úteis para o reconhecimento de registros fósseis (Doyle, 2008). Na família **Magnoliaceae**, características como cor, forma e medidas de comprimento e largura da semente tem significado taxonômico para a família (Xu, 2003; Hu et al., 2019).

Na família **Annonaceae**, as espécies do gênero *Polyalthia* tem como características diagnósticas a semente com rafe plana e levemente elevada (Chaowasku et al., 2012). A projeção carnosa, a presença de tricomas, a textura, a forma e as medidas de comprimento, largura e espessura da semente são úteis para diferenciar gêneros como *Asimina* Adans. (Kral, 1960), *Cardiopetalum* Schltld., *Cymbopetalum* Benth. (Stull et al., 2017), *Cyathocalyx* Champ. ex Hook. f. & Thomson (Wang & Saunders, 2006), *Ephedranthus* S. Moore (Erkens et al., 2017), *Goniothalamus* (Blume) Hook. f. & Thomson (Saunders & Munzinger, 2007; Chaowasku et al., 2012), *Greenwayodendron* Verdc. (Lissambou et al., 2018) e espécies de *Pseudephedranthus* Aristeg. (Erkens et al., 2017). No gênero *Xylophia* L., quando as espécies não possuem arilo, está presente uma sarcotesta, que é uma camada externa pigmentada e carnosa (Johnson & Murray, 2018).

Em Laurales, na família **Siparunaceae**, a forma da semente é útil na identificação e diferenciação de gêneros, como *Glossocalyx* Benth. e *Siparuna* Aubl. (Kimoto & Tobe, 2003).

Na ordem Piperales, a família **Aristolochiaceae** foi a única com informações sobre a importância taxonômica das sementes, em que a presença de asas, coloração, funículo, forma, comprimento, largura, e textura da semente são utilizados para a diferenciação de espécies dos gêneros *Aristolochia* Juss. (Sivarajan & Pradeep, 1989; González & Poncy, 1999; Adams et al., 2005; Araújo & Alves, 2013; İlçim et al., 2015) e *Thottea* Rottb. (González & Rudall, 2003).

Em Canellales, na família **Canellaceae**, a ausência de projeção carnosa e a forma reniforme da semente são características citadas como úteis para a identificação dessa família (Parameswaran, 1962; Salazar & Nixon, 2008).

EUDICOTILEDÔNEAS

GRADO BASAL

A ordem Ranunculales foi representada por duas famílias: Ranunculaceae e Menispermaceae. Em **Ranunculaceae**, as características morfológicas da semente têm sido essenciais para a classificação dentro da família (Hadidchi et al., 2020), em que a presença ou ausência de asas nas sementes são suficientes para diferenciar gêneros, como *Aconitum* L., *Garidella* L., *Komaroffia* Kuntze e *Nigella* L. (Cappelletti & Poldini, 1984; Aydin & Dönmez, 2019; Dönmez et al., 2021). Para as espécies do gênero *Nigella*, características como a forma, comprimento, largura, espessura, e a coloração da semente podem ser usadas como características diagnósticas (Dadandi et al., 2009).

Em **Menispermaceae**, a semente com formato curvo que se assemelha a uma lua, possui alto valor na caracterização da família e na classificação de grupos (Wang et al., 2019; Jia et al., 2020) e é uma característica frequentemente usada para definir a família, conhecida como família *moonseed* (Ortiz et al., 2007; Ortiz, 2012; Ortiz et al., 2016). Além disso, o feixe da rafe na calaza também é uma característica diagnóstica para a família (Mohana Rao, 1981).

Na ordem Proteales, na família **Proteaceae**, as medidas, a forma e a presença de asas são características úteis para a diferenciação dos gêneros *Lambertia* Sm. e *Macadamieae* Venkata Rao (Venkata Rao, 1968).

ROSÍDEAS - FABÍDEAS

Na ordem Zygophyllales, na família **Zygophyllaceae**, a forma, a presença de tricomas e as medidas de comprimento e largura da semente mostraram-se úteis para distinguir espécies (Khalik, 2012; Khalik & Hassan, 2012).

Na ordem Fabales, características morfológicas externas das sementes em **Polygalaceae**, como a presença e a forma do arilo, a presença de tricomas, o comprimento, largura, a textura e a forma da semente são úteis na identificação de espécies dentro dos gêneros *Polygala* L. (Marques & Peixoto, 2006; Pastore & Cavalcanti, 2009; Siebert et al., 2010; Pastore, 2013; Aydin, 2020; Pastore & Antar, 2021; Pastore et al., 2021; Sarvi et al., 2021), *Heterosamara* Kuntze (Castro et al., 2007), *Asemeia* Raf. (Pastore & Abbott, 2012) e *Badiera* DC. (Abbott & Judd, 2011), além do uso da forma e da projeção carnosa como características suporte para estudos filogenéticos no gênero *Ligustrina* Rupr. (Pastore, 2012).

Na família **Fabaceae**, as características e medidas da semente podem ser utilizadas de forma complementar na taxonomia, sendo úteis para tribos, subtribos, gêneros e espécies (Gear & Dengler, 1976; López et al., 2000; Ponomarenko & Pavlova, 2003; Vural et al., 2008; Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010; Zorić et al., 2010; Moteetee et al., 2012; Güneş & Alí, 2011; Güneş, 2013; Queiroz et al., 2013; Córdula et al., 2014; Pinto et al., 2014; Erkul et al., 2015). A utilidade da semente na família está associada a características como forma, coloração e medidas de comprimento e largura da semente, forma do hilo e presença de arilo (Gear & Dengler, 1976; López et al., 2000; Ponomarenko & Pavlova, 2003; Vural et al., 2008; Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010; Zorić et al., 2010; Güneş & Alí, 2011; Güneş, 2013; Queiroz et al., 2013; Córdula et al., 2014; Pinto et al., 2014; Erkul et al., 2015). A coloração da semente varia dentro dos táxons e pode ser diagnóstica na classificação de ordens, famílias, tribos e gêneros, como é o caso do gênero *Tephrosia* Pers., cuja coloração das sementes maduras tem valor na identificação das espécies, apesar de não ser frequentemente utilizada na taxonomia desta família (Vural et al., 2008; Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010; Cano et al., 2012; Moteetee et al., 2012). Os táxons da família Fabaceae também podem apresentar características específicas denominadas pleurograma (Córdula et al., 2014; Matos et al., 2019) e estrofiolo (Meireles & Tozzi, 2008; Han et al., 2020), sendo úteis na identificação e classificação de táxons.

Na ordem Rosales, a família **Rosaceae** apresentou as características morfológicas da semente como vantajosas para diferenciar gêneros e espécies (Song & Hong, 2020;

Song et al., 2020; Ullah et al., 2021) por meio de características como forma, comprimento, largura, coloração e textura (Song et al., 2020). Em **Rhamnaceae**, a presença da asa na semente pode ser útil na diferenciação de espécies (Hopkins et al., 2015). Na família **Urticaceae**, a forma da semente pode ser útil na diferenciação de gêneros (Deng et al., 2013).

Na ordem Fagales, a família **Betulaceae** apresenta as características morfológicas das sementes como ferramenta taxonômica valiosa ao nível de espécie (Gholami-Terojeni et al., 2021).

Na ordem Cucurbitales, a presença de elaiossomos é uma característica comum nas sementes de espécies da família **Apodanthaceae** (González & Pabón-Mora, 2017). Na família **Cucurbitaceae**, a forma da semente e a posição do hilo podem diferenciar o gênero *Solena* Lour. de outros gêneros dentro da família (Abid et al., 2015). Além disso, a coloração é uma característica diagnóstica e de interesse taxonômico entre os táxons (Heneidak & Khalik, 2015).

Na ordem Celastrales, a presença de arilo, a medida de comprimento e a forma da semente possui valor significativo na taxonomia para demarcar tribos, gêneros, seções e espécies na família **Celastraceae** (Mu et al., 2012; Simmons & Cappa, 2013; Jordaan & Wyk, 2019).

Na ordem Malpighiales, características morfológicas externas das sementes são valiosas para sua taxonomia em sete famílias. Na família **Euphorbiaceae**, o valor taxonômico das sementes é amplamente reconhecido (Mangaly et al., 1979), pois a coloração, a forma, as medidas de comprimento e largura da semente e a coloração da carúncula são características utilizadas para reconhecer e delimitar espécies (Fan et al., 2010), gêneros, como em *Bernardia* Houst. ex Mill. (Cervantes & Olvera, 2005), *Chamaesyce* Gray (Simmons & Hayden, 1997), *Croton* L. (Silva & Cordeiro, 2020), *Euphorbia* L. (Mangaly et al., 1979; Pahlevani et al., 2017; Nasseh et al., 2018; Frajman & Geltman, 2021), *Tragia* L. (Cordeiro et al., 2020), subgêneros, seções e subseções (Park, 2000; Fraga-Arguimbau & Rosselló, 2011; Pahlevani & Akhiani, 2011; Gagliardi et al., 2014; Pahlevani et al., 2015; Ottens-Treurniet & van Welzen, 2016; Cardinal-McTeague & Gillespie, 2020).

Na família **Phyllanthaceae**, a presença de carúncula nas sementes e a ausência de látex tem valor taxonômico na diferenciação em relação à família Euphorbiaceae (Secco, 2014). Em **Violaceae**, o uso das medidas de comprimento e largura da semente destaca-

se como útil na diferenciação de espécies dentro do gênero *Viola* L. e em outros gêneros (Scoppola & Magrini, 2019).

Em **Passifloraceae**, características morfológicas das sementes como a asa, forma, projeção carnosas e sua coloração e medidas de comprimento, largura e espessura são utilizadas na diferenciação de espécies do gênero *Passiflora* L. (Pérez-Cortéz et al., 2002; Porter-Utley, 2007; Krosnick et al., 2009; Vanderplank & Zappi, 2011; Bernacci & Souza, 2012; Rocha & Arbo, 2020).

Em **Salicaceae**, a semente arilada mostrou-se útil para a diferenciação do gênero *Salix* L. (Steyn et al., 2004). Em **Rhizophoraceae**, o arilo e a presença de asas são características úteis na separação de gêneros e espécies (Tobe & Raven, 1988). Em **Elatinaceae**, o valor taxonômico da forma da semente foi registrado para espécies do gênero *Elatine* L. (Molnár et al., 2013; Sramkó et al., 2016; Popiela et al., 2017; Takács et al., 2018).

Na ordem Oxalidales, a família **Connaraceae** apresenta sementes comumente ariladas (Matthews & Endress, 2002). Na família **Oxalidaceae**, além da presença de arilo em alguns gêneros, a forma e as medidas de comprimento e largura da semente são características taxonômicas significativas (Farooqui et al., 1985). Na família **Cunoniaceae**, espécies e gêneros são diferenciados de acordo com a forma da semente (Webb & Simpson, 1991).

ROSÍDEAS - MALVÍDEAS

Na ordem Geraniales, a coloração, a forma, o comprimento e largura da semente são apontadas pelos autores com valor taxonômico para a família **Geraniaceae** (Moghadam et al., 2015).

Na ordem Myrtales, a família **Onagraceae** apresenta a medida de comprimento, a rafe e a forma da semente como características de valor taxonômico na identificação de espécies (Lewis & Szweykowski, 1964; Coskunçelebi et al., 2017). Em **Melastomataceae**, as medidas de comprimento e largura e, mais especificamente, a forma e a presença de tricomas na rafe são úteis para a caracterização de gêneros e espécies (Goldenberg & Amorim, 2006; Schulman, 2008; Martin & Michelangeli, 2009; Morales-Puentes & Penneys, 2010; Goldenberg & Hinoshita, 2017), como em *Chaetostoma* DC. (Silva et al., 2018), *Lithobium* Bong. (Penneys et al., 2020), *Miconia* Ruiz & Pav. (Goldenberg et al., 2022), *Rhexia* L. (James, 1956), *Rupestrea* R. Goldenb.,

Almeda & Michelang. (Goldenberg et al., 2015), *Siphanthera* Pohl ex DC, *Sonerila* Roxb. (Murugan et al., 2017) e *Tococa* Aubl. (Michelangeli & Goldenberg, 2016).

Na ordem Malvales, a família **Malvaceae** tem como características de uso relevante para diferenciar tribos, gêneros e espécies a coloração, comprimento, largura, forma, textura, presença de tricomas e projeção carnosa (Sutar et al., 2013; Carvalho-Sobrinho et al., 2014; Ferreira, 2021; Patil et al., 2015; Andino & Fernández-Alonso, 2018; Coutinho & Alves, 2019; Masullo et al., 2019; Yoshikawa et al., 2019; Areces-Berazain & Ackerman, 2020; Dang et al., 2020; Hoang et al., 2020; Masullo et al., 2020). Além disso, o odor das sementes foi registrado como uma característica distintiva para espécies do gênero *Abelmoschus* Medik. (Patil et al., 2015).

Na ordem Brassicales, a presença de asa, a forma, o comprimento, a largura e a coloração da semente são utilizadas nos estudos da família **Brassicaceae**, sendo as três últimas características consideradas importantes para distinguir espécies dentro dos gêneros e tribos (Khalik & Maesen, 2002; Kaya et al., 2011; Bona, 2013; Antkowiak et al., 2018; Karaismailoğlu, 2019; Çitak & Dural, 2020; Şirin & Ertuğruk, 2020).

Na ordem Sapindales, a família **Sapindaceae** apresenta características como a projeção carnosa, forma, comprimento e largura da semente como úteis na identificação e classificação de espécies e gêneros, como em *Haplocoelum* Radlk. e *Paullinia* L. (Ferrucci & Urdampilleta, 2011; Hopkins, 2013; Ferrucci et al., 2016; Medeiros et al., 2016). Na família **Meliaceae**, a ausência de asas nas sementes, quando associada com o fruto, é uma característica única do gênero *Carapa* Aubl. (Kenfack, 2011). Já na família **Rutaceae**, a forma, comprimento, largura, espessura, textura e a presença de asa na semente são úteis para a diferenciação de espécies e gêneros, como em *Citrus* L. e *Haplophyllum* Jussieu (Bailey, 1962; Kallunki, 1992; Hamilton et al., 2008; Tugay & Ulukuş, 2017).

Na ordem Vitales, destacam-se as sementes com nó calazal em conjunto com um par de dobras ventrais, característica diagnóstica para a família **Vitaceae** (Chen & Manchester, 2011; Wen et al., 2018). Além disso, a forma, o comprimento, largura, o ápice e o comprimento da base da semente são características valiosas na delimitação de espécies (Wen et al., 2018; Rabarijaona et al., 2020; Parmar et al., 2021).

Na ordem Saxifragales, a forma e a coloração da semente são características morfológicas valiosas para a sistemática de gêneros e espécies na família **Grossulariaceae** (Kendir, 2015). Já na família **Saxifragaceae**, a coloração da semente é útil na distinção de espécies do gênero *Sullivantia* Torr. & A. Gray (Soltis, 1991).

SUPERASTERÍDEAS

Na ordem Caryophyllales, as características morfológicas externas das sementes são valiosas para a taxonomia de sete famílias. Na família **Droseraceae**, as características morfológicas externas são taxonomicamente úteis na distinção entre táxons dentro do complexo *Drosera peltata* Willd., através da forma e do comprimento da semente (Gibson et al., 2012). Em **Polygonaceae**, as medidas das sementes fornecem uma análise taxonômica relevante em diferentes níveis hierárquicos, como na classificação e diferenciação de espécies (Mahmoudi et al., 2020).

Na família **Caryophyllaceae**, o estudo com a morfologia externa das sementes é adequado para a classificação das espécies dos gêneros *Silene* L. e *Spergularia* (Pers.) J. Presl & C. Presl por meio da forma, comprimento, largura, espessura, coloração e presença de asa na semente (Brullo et al., 2014, Brullo et al., 2015; Firat & Yildiz. 2016; Güner & Duman, 2016; Alonso et al., 2021; Martín-Gómez et al., 2021).

Em **Aizoaceae**, a diversidade da forma da semente e a sua coloração são características morfológicas valiosas na distinção de espécies (Hassan et al., 2005) e o arilo é uma característica morfológica diagnóstica para a subfamília Sesuvioideae (Hassan et al., 2005). A forma, o comprimento, a largura e a presença de projeção carnosa na semente são características valiosas taxonomicamente na família **Molluginaceae** e são usadas para delimitar gêneros e espécies (Sukhorukov et al., 2018). Na família **Portulacaceae**, a forma, as medidas, a cor e a textura da semente são consideradas características de utilidade taxonômica para a distinção de gêneros, espécies e subespécies (Danin & Anderson, 1986; Nyananyo, 1988; Matthews et al., 1993; Santos et al., 2021).

Em **Cactaceae**, a forma e as medidas da semente são características que possuem alta diversidade e são valiosas para a sistemática da família (Metzing & Thiede, 2001; Martín-Gómez et al., 2021). Além disso, a presença de um arilo ósseo é considerada uma característica externa com potencial diagnóstico para a subfamília Opuntioideae (Martín-Gómez et al., 2021).

LAMÍDEAS

Na ordem Solanales, para a família **Convolvulaceae**, as características da forma, comprimento, largura e coloração das sementes foram consideradas como valiosas para separar gêneros e espécies de *Convolvulus* L., *Cuscuta* L., *Evolvulus* L., *Ipomoea* L. e *Merremia* Dennst. ex Endl. (Khalik, 2006; Khalik & Osman, 2007; Ketjarun et al., 2016).

Na família **Solanaceae**, a forma, o comprimento, a largura e a posição do hilo demonstraram ser úteis para distinguir espécies e são características variáveis dentro da tribo Hyoscyameae (Zhang et al., 2005).

Na ordem Lamiales, na família **Gesneriaceae** a forma, comprimento, largura, textura e presença de asa na semente são características importantes para a definição e classificação de espécies e gêneros, como em *Drymonia* Mart., *Gesneria* Rich. & Juss., *Microchirita* (C.B. Clarke) Y.Z. Wang e *Senyumia* Kiew, A. Weber & B.L. Burt (Clark et al., 2010; Clavijo et al., 2019; Kiew & Lau, 2019; Rahman, 2019). Na família **Plantaginaceae**, a coloração, o comprimento, a largura e a forma da semente apresentaram-se como valiosas para o reconhecimento de espécies (Hassan & Khalik, 2014), como nos gêneros *Plantago* L. (Meudt, 2012) e *Veronica* L. (Muñoz-Centeno et al., 2007; Ramzi & Saedi-Mehrvarz, 2019).

Na família **Scrophulariaceae**, a forma e as medidas de comprimento e largura da semente são variáveis e fornecem muitas informações taxonômicas e evolutivas, além da presença de asas e coloração da semente serem úteis para a delimitação de tribos, gêneros, seções e espécies (Elisens & Tomb, 1983; Segarra & Mateu, 2001; Martínez-Ortega & Rico, 2001; Hamdi et al., 2008; Karaveliogullari et al., 2014).

Na família **Acanthaceae**, a forma, comprimento, largura, coloração e textura da semente, bem como a presença de tricomas e o ápice da margem, são características úteis na identificação e classificação de gêneros e espécies, como em *Barleria* L., *Justicia* L., *Lepidagathis* Willd. e *Schaueria* Nees (Champluvier & Darbyshire, 2012; Ruengsawang et al., 2012; Côrtes et al., 2016; Kelbessa & Darbyshire, 2017; Patil et al., 2019; Silva et al., 2019; Borude, 2020; Alcantara et al., 2020; Silva et al., 2022). Na família **Lentibulariaceae**, a forma e as medidas de comprimento e largura da semente podem ser úteis para distinguir seções e espécies (Płachno et al., 2009; Menezes et al., 2014).

Na família **Lamiaceae**, as medidas de comprimento e largura e a forma da semente são úteis para distinguir espécies dentro do gênero *Plectranthus* L'Hér., e a coloração tem pouco valor diagnóstico (Khalik, 2016). Em **Orabanchaceae**, a forma, comprimento, largura, coloração, peso e o hilo da semente são características que fornecem informações valiosas para a classificação da família e, principalmente, para a identificação de espécies e divisão de seções (Shavvon & Mehrvarz, 2010; Liu et al., 2013; Dong et al., 2015).

Na ordem Gentianales, as características de forma, o comprimento, largura, asa, hilo, coloração, textura, presença de projeção carnosa e de tricomas na semente foram valiosas para a separação e delimitação de tribos, gêneros, subgêneros e espécies na

família **Rubiaceae** (Terrell, 1979; Andersson & Persson, 1991; Delprete, 1999; Terrell et al., 2005; Groeninckx et al., 2010; Salas & Cabral, 2012; Souza et al., 2016; Florentin et al., 2017; Block et al., 2018; Carmo et al., 2018; Fader et al., 2019; Strid et al., 2019; Carmo et al., 2021; Miguel et al., 2022; Sobrado et al., 2022).

Na família **Gentianaceae**, as características morfológicas externas das sementes como medidas de comprimento e largura e a forma têm sua valorização em estudos comparativos nos níveis hierárquicos da taxonomia por serem estáveis, além das sementes serem importantes nos estudos taxonômicos do gênero *Gentiana* L. (Davitashvili & Karrer, 2010). Na família **Apocynaceae**, a classificação da subfamília Rauvolfioideae foi baseada em características morfológicas externas das sementes em conjunto com as características dos frutos (Simões et al., 2010). Além disso, a forma, as medidas da semente e a presença de arilo e asa são características utilizadas para diferenciar subfamílias, tribos e gêneros, como em *Aspidosperma* Mart. & Zucc. e *Vinceae* Duby, e espécies do grupo (Endress & Bruyns, 2000; Simões et al., 2010; Pereira et al., 2016; Simões et al., 2016; Alvarado-Cárdenas et al., 2017).

ASTERÍDEAS

Na ordem Cornales, as características morfológicas da semente são importantes para a diferenciação de espécies a partir de características como as medidas de comprimento e largura da semente, forma da micrópila e calaza na família **Hydrangeaceae** (Morozowska et al., 2012).

Na ordem Ericales, para a família **Balsaminaceae**, a forma, comprimento, largura, coloração e textura da semente são usadas para distinguir espécies do gênero *Impatiens* L. (Bi et al., 2010; Narayanan et al., 2011; Shui et al., 2011; Ramasubbu et al., 2015; Yu et al., 2016; Cho et al., 2017; Joe et al., 2017; Arigela et al., 2019; Kim et al., 2019; Chun-Yu et al., 2020; Ramasubbu & Kamalabai, 2020; Rewicz et al., 2020; Mohan et al., 2021). Em **Primulaceae**, a forma e as medidas da semente possuem valor taxonômico a nível de espécie (Morozowska et al., 2020).

Na família **Theaceae**, as sementes e suas medidas são importantes na distinção de gêneros, como em *Gordonia* J. Ellis, cuja semente possui uma ala proeminente que não está presente em outros gêneros (Gunathilake et al., 2015). Já na família **Ericaceae**, a forma, comprimento, largura e coloração da semente são úteis na classificação de gêneros e espécies do gênero *Erica* L. (Fagúndez & Izco, 2004; Fagúndez & Izco, 2009; Fagúndez et al., 2010; Fagúndez & Izco, 2011).

CAMPANULÍDEAS

Na ordem Asterales, na família **Menyanthaceae**, as características morfológicas externas referentes a forma e as medidas de comprimento e largura da semente são utilizadas para distinguir espécies dentro do gênero *Nymphoides* Ség., principalmente por serem características estáveis (Tippery & Sokolik, 2020).

A partir do que foi descrito, dentre os grupos basais, Annonaceae e Aristolochiaceae destacam-se com o maior número de características morfológicas externas da semente que subsidiam a taxonomia de famílias, gêneros e espécies. Em Rosídeas, as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae representam as famílias com maior número de características morfológicas externas úteis na complexa taxonomia que apresentam. Em Malvídeas, a família Melastomataceae se destaca no que se refere ao número de literatura disponível sobre sementes. Além disso, Melastomataceae, Malvaceae e Vitaceae, famílias amplamente distribuídas nos neotrópicos, tem a forma e as medidas das sementes como características importantes na taxonomia das famílias, gêneros e espécies. Dentre as Lamídeas, as famílias Rubiaceae e Acanthaceae apresentam o maior número de literatura que inclui as sementes na taxonomia dos grupos, enquanto Solanaceae e Gentianaceae apresentam apenas uma referência cada, o que pode ser apontada como uma lacuna de estudos a ser considerada no futuro. De forma semelhante, a ordem Caryophyllales e os clados Asterídeas e Campanulídeas apresentam um a dois trabalhos que incluem a morfologia das sementes na taxonomia dos grupos, com exceção para Caryophyllaceae e Portulacaceae (Caryophyllales), Balsaminaceae e Ericaceae (Asterídeas). Por fim, destacam-se as sementes de Myristicaceae, Canellaceae, Menispermaceae, Apodanthaceae, Phyllanthaceae e Connaraceae, cujas características morfológicas, principalmente o arilo, a rafe e o funículo, representam apomorfias para as famílias.

As características morfológicas externas das sementes mostraram-se vantajosas não só para a descrição e classificação de grupos, mas também por serem estruturas estáveis e pouco afetadas pelas condições ambientais (Scoppola & Magrini, 2019; Mahmoudi et al., 2020). Isso porque grande parte da identificação feita a partir das sementes são baseadas em características morfológicas externas, como as medidas de comprimento e largura, forma, coloração da semente e o comprimento do hilo (Güneş & Alí, 2011). Assim, como foi confirmado nos resultados deste estudo, essas características morfológicas externas apresentam valor taxonômico para diversas famílias de

Angiospermas (Tabela 1) (Grillo et al., 2012; Ocampo et al., 2014; Moghadam et al., 2015; Cervantes & Gómez, 2018) e são tão valiosas quanto outros órgãos vegetais (Aydin, 2020; Masullo et al., 2020; Song et al., 2020).

Nesse sentido, os resultados deste estudo indicam que as características morfológicas externas das sementes têm sido valorizadas na taxonomia ao longo dos últimos 66 anos. Por meio dessas características, é possível identificar caracteres taxonômicos diagnósticos e elucidar posições e relações de classificação e definição entre os taxa de Angiospermas.

CONCLUSÕES

A utilização das características morfológicas externas das sementes é valiosa para a taxonomia de 67 famílias de Angiospermas não Monocotiledôneas ocorrentes no Brasil, considerando os 256 artigos analisados, sendo a forma, seguida de medidas do comprimento e largura, coloração e projeções carnosas, as mais utilizadas. A principal procedência das sementes analisadas é a coleta em campo e estas são mais utilizadas como ferramentas de identificação taxonômica nos níveis hierárquicos de espécie, seguido de gênero e família.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, J. R., & Judd, W. S. (2011). *Badiera subrhombifolia* (Polygalaceae), a new species from Hispaniola. **Brittonia**, 63(2), 161-170.
- Abid, R., Kanwal, D. & Qaiser, M. (2014). Seed morphological studies on some Monocot families (excluding gramineae) and their phylogenetic implications. **Pakistan journal of Botany**, 46(4), 1309-1324.
- Abid, R., Kanwal, D., & Qaiser, M. (2015). The seed atlas of pakistan-x. Cucurbitaceae. **Pakistan journal of Botany**, 47(2), 429-436.
- Abid, R., Ather, A. & Qaiser, M. (2016). Seed morphology and its taxonomic significance in the family Malvaceae. **Pakistan journal of Botany**, 48(6), 2307- 2341.
- Adams, C. A., Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2005). Comparative morphology of seeds of four closely related species of *Aristolochia* subgenus *Siphisia* (Aristolochiaceae, Piperales). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 148(4), 433-436.
- Alcantara, C., Soares, G., Santos, F. A. R., & Alves, M. (2020). A new species of *Justicia* (Acanthaceae: Acanthoideae: Justiceae) from northeastern Brazil. **Systematic botany**, 45(2), 328-333.
- Alford, M. H. (2021). A taxonomic revision of *Ophiobotrys*, *Osmelia*, and *Pseudosmelia* (Samydaceae/Salicaceae sl). **Brittonia**, 73(4), 393-409.
- Al-Ghamdi, F. A., & Al-Zahrani, R. M. (2010). Seed morphology of some species of *Tephrosia* Pers. (Fabaceae) from Saudi Arabia Identification of species and systematic significance. **Feddes Repertorium**, 121(1-2), 59-65.
- Alonso, M., Crespo, M. B., Martínez-Azorín, M., & Mucina, L. (2021). Taxonomic identity and evolutionary relationships of South African taxa related to the *Spergularia media* group (Caryophyllaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 307(2), 1-18.
- Almada, D. A., Santos, R. L., Júnior, S. R. X. (2017). Coleção de sementes de espécies amazônicas do Herbário IAN como subsídios para estudos ambientais. **Atena Editora**, 3(7), 92-106.
- Almeda, F. (1974). *Monochaetum talamancense* (Melastomataceae): a new species endemic to Costa Rica. **Brittonia**, 26(1), 70-73.

- Alvarado-Cárdenas, L. O., Villaseñor, J. L., López-Mata, L., Cadena, J., & Ortiz, E. (2017). Systematics, distribution and conservation of *Cascabela* (Apocynaceae: Rauvolfioideae: Plumerieae) in Mexico. **Plant Systematics and Evolution**, 303, 337-369.
- Andersson, L., & Persson, C. (1991). Circumscription of the tribe Cinchoneae (Rubiaceae)—a cladistic approach. **Plant Systematics and Evolution**, 178, 65-94.
- Andino, J. E. G., & Fernández-Alonso, J. L. (2018). A remarkable new species of *Pachira* (Malvaceae: Bombacoideae) from an Amazonian hotspot of endemism. **Systematic Botany**, 43(4), 993-999.
- Antkowiak, W., Janyszek-Sołtysiak, M., & Klimko, M. (2018). Taxonomic significance of seed-coat microsculpturing in *Noccaea* Moench and *Thlaspi* L. (Brassicaceae: Coluteocarpeae, Thlaspideae). **Nordic Journal of Botany**, 36(12).
- Araújo, A., & Alves, M. (2013). *Aristolochia setulosa* (Aristolochiaceae), a new species from northeastern Brazil. **Brittonia**, 65(3), 301-304.
- Areces-Berazain, F., & Ackerman, J. D. (2020). A revision of *Thespesia* and allied genera in Tribe Gossypieae (Malvaceae-Malvoideae). **Brittonia**, 72(1), 62-110.
- Arigela, R. K., Singh, R. K., & Kabeer, K. A. A. (2019). *Impatiens tanyae* (Balsaminaceae), a new species from Western Ghats, India. **Kew Bulletin**, 74(3), 1-7.
- Aydin, Z. U., & Dönmez, A. A. (2019). Numerical analyses of seed morphology and its taxonomic significance in the tribe Nigelleae (Ranunculaceae). **Nordic Journal of Botany**, 37(5).
- Aydin, Z. U. (2020). Comparative capsule and seed morphology of *Polygala* L. (Polygalaceae) species in Turkey with implications for taxonomy. **Plant Biosystems—An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 154(2), 189-196.
- Baasanmunkh, S., Lee, J. K., Jang, J. E., Park, M. S., Friesen, N., Chung, S. & Choi, H. J. (2020). Seed morphology of *Allium* L. (Amaryllidaceae) from central Asian countries and its taxonomic implications. **Plants**, 9(9), 1239.
- Bailey, V. L. (1962). Revision of the genus *Ptelea* (Rutaceae). **Brittonia**, 1-45.

- Barbosa, T. D., Trad, R. J., Bajay, M. M., & Amaral, M. C. (2015). Microsatellite markers isolated from *Cabomba aquatica* sl (Cabombaceae) from an enriched genomic library. **Applications in plant sciences**, 3(11), 1500076.
- Barroso, G. M., Morim, M. P., Peixoto, A. L. & Ichaso, C. L. F. (1999). **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ufv, Universidade Federal de Viçosa.
- Bécquer, E. R., Michelangeli, F. A., & Borsch, T. (2014). Comparative seed morphology of the Antillean genus *Calycogonium* (Melastomataceae: Miconieae) as a source of characters to untangle its complex taxonomy. **Phytotaxa**, 166(4), 241-258.
- Bécquer, E. R., Judd, W. S., & Majure, L. C. (2018). Taxonomic revision of *Miconia* sect. *Calycopteris* (Melastomataceae, Miconieae) in Cuba. **Brittonia**, 70(1), 90-110.
- Bernacci, L. C., & Souza, M. M. (2012). *Passiflora cacao* (Passifloraceae), a new species from Southern Bahia, Brazil. **Novon: A Journal for Botanical Nomenclature**, 22(1), 1-7.
- Bi, H. Y., Hou, Y. T., & Yu, S. X. (2010). *Impatiens pingxiangensis* sp. nov. (Balsaminaceae) from the limestone areas in Guangxi, China. **Nordic Journal of Botany**, 28(3), 304-308.
- Block, P., Rakotonasolo, F., Ntore, S., Razafimandimbison, S. G., & Janssens, S. (2018). Four new endemic genera of Rubiaceae (*Pavetteae*) from Madagascar represent multiple radiations into drylands. **PhytoKeys**, (99), 1.
- Bona, M. (2013). Seed-coat microsculpturing of Turkish *Lepidium* (Brassicaceae) and its systematic application. **Turkish Journal of Botany**, 37(4), 662-668.
- Borude, D. B., Natekar, P. D., Gosavi, K. V. C., & Chandore, A. N. (2020). *Lepidagathis ushae*: a new species of Acanthaceae from the lateritic plateaus of the Konkan region, Maharashtra, India. **Kew Bulletin**, 75, 1-6.
- Brochmann, C. (1992). Pollen and seed morphology of Nordic *Draba* (Brassicaceae): phylogenetic and ecological implications. **Nordic Journal of Botany**, 12(6), 657-673.
- Brullo, C., Brullo, S., Giusso, D. S., Minissale, P., & Sciandrello, S. (2014). *Silene peloritana* (Caryophyllaceae) a new species from Sicily. **Phytotaxa**, 172(3), 256-264.

- Brullo, S., Brullo, C., Cambria, S., Bacchetta, G., Del Galdo, G. G., & Ilardi, V. (2015). *Silene crassiuscula* (Caryophyllaceae), a new species from Sicily. **Phytotaxa**, 239(1), 30-42.
- Callado, C. H., Rizzini, C. M., Cunha, M., & Valentin, Y. Y. (2010). **Botânica II**. v. 2. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 142p.; 19 x 26,5 cm.
- Cano, A. L., Gómez, P. S., & Martínez, J. F. J. (2012). A new species of *Coronilla* (Loteae, Fabaceae) from southeastern Spain: Evidence from morphological and molecular data. **Folia Geobotanica**, 47(3), 317-335.
- Cappelletti, E. M., & Poldini, L. (1984). Seed morphology in some European aconites (*Aconitum*, Ranunculaceae). **Plant systematics and evolution**, 145(3), 193-201.
- Cardinal-McTeague, W. M., & Gillespie, L. J. (2020). A revised sectional classification of *Plukenetia* L. (Euphorbiaceae, Acalyphoideae) with four new species from South America. **Systematic Botany**, 45(3), 507-536.
- Carmo, J. A., Sobrado, S. V., Salas, R. M., & Simões, A. O. (2018). Two new threatened species of *Psyllocarpus* (Rubiaceae; Spermacoceae) from eastern Brazil. **Systematic Botany**, 43(2), 579-590.
- Carmo, J. A., Sobrado, S. V., Cabral, E. L., & Salas, R. M. (2021). *Staelia schumannii* (Rubiaceae, Spermacoceae): An Old New Species from Bahia, Brazil, Overlooked for More Than a Century. **Systematic Botany**, 46(3), 844-851.
- Carvalho-Sobrinho, J. G., Alverson, W. S., Mota, A. C., Machado, M. C., & Baum, D. A. (2014). A new deciduous species of *Pachira* (Malvaceae: Bombacoideae) from a seasonally dry tropical forest in Northeastern Brazil. **Systematic Botany**, 39(1), 260-267.
- Castro, S., Silveira, P., Coutinho, A. P., & Paiva, J. (2007). *Heterosamara* sect. *Villososperma* comb. nov. (Polygalaceae) from eastern Asia. **Nordic Journal of Botany**, 25(5-6), 286-293.
- Celep, F., Koyuncu, M., Fritsch, R. M., Kahraman, A., & Doğan, M. (2012). Taxonomic importance of seed morphology in *Allium* (Amaryllidaceae). **Systematic Botany**, 37(4), 893-912.
- Cervantes, A., & Olvera, H. F. (2005). Six new Mexican species of *Bernardia* (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 149(2), 241-256.

- Cervantes, E., & Martin Gomez, J. J. (2018). Seed shape quantification in the order Cucurbitales. **Modern Phytomorphology** 12: 1–13.
- Champluvier, D., & Darbyshire, I. (2012). Schaueriopsis: a new genus of Acanthaceae (Acanthoideae: *Barlerieae*) from the Democratic Republic of Congo. **Plant Ecology and Evolution**, 145(2), 279-284.
- Chandrabose, M., & Nair, N. C. (1981). The genus *Polygala* L. (Polygalaceae) in Andhra Pradesh, Kerala, and Tamil Nadu (South India). In Proceedings/Indian Academy of Sciences. **Springer India**, 90(2), 107-127.
- Chaowasku, T., Johnson, D. M., Van Der Ham, R. W., & Chatrou, L. W. (2012). Characterization of *Hubera* (Annonaceae), a new genus segregated from *Polyalthia* and allied to *Miliusa*. **Phytotaxa**, 69(1), 33-56.
- Chen, I. & Manchester, S. R. (2011). Seed morphology of Vitaceae. **International Journal of Plant Sciences**, 172(1), 1-35.
- Chmura, D., Csontos, P., & Sendek, A. (2013). Seed mass variation in central European populations of invasive *Impatiens glandulifera* Royle. **Polish Journal of Ecology**, 61(4), 805-809.
- Cho, S. H., Kim, B. Y., Park, H. S., Phourin, C., & Kim, Y. D. (2017). *Impatiens bokorensis* (Balsaminaceae), a new species from Cambodia. **PhytoKeys**, (77), 33.
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. **Phytotaxa**, 261(3), 201-217.
- Chun-Yu, Z. O. U., Yan, L. I. U., Jin, L. I., & Sheng-Xiang, Y. U. (2020). *Impatiens plicatisepala* (Balsaminaceae), a new species from Guangxi, China. **Taiwania**, 65(4).
- Clarivate Analytics. Journal Citation Reports. Disponível em: <<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/journal-citation-reports/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.
- Clark, J. L., Neill, D. A., Weber, A., Gruhn, J. A., & Katan, T. (2010). *Shuaria* (Gesneriaceae), an arborescent new genus from the Cordillera del Cóndor and Amazonian Ecuador. **Systematic Botany**, 35(3), 662-674.
- Clavijo, L., Zuluaga, A., & Clark, J. L. (2019). *Drymonia croatii* (Gesneriaceae), a new species from the Pacific slopes of the Colombian Andes. **Brittonia**, 71(2): 177-182

- Çitak, B. Y., & Dural, H. (2020). Fruit and seed micromorphology of the genus *Iberis* L. (Brassicaceae) in Turkey and its utility in taxonomic delimitation. **Botanical Sciences**, 98(4), 584-592.
- Cordeiro, W. P. F. S., Souza, S. M. A., Torres, A. M., de Melo, A. L., & Sales, M. (2020). A new record for Guyana reveals the disjunct distribution of *Tragia cearensis* Pax & K. Hoffm. (Euphorbiaceae). **Check List**, 16, 1603.
- Córdula, E., Morim, M. P., & Alves, M. (2014). Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, 65, 505-516.
- Côrtes, A. L. A., Daniel, T. F., & Rapini, A. (2016). Taxonomic revision of the genus *Schaueria* (Acanthaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 302, 819-851.
- Coutinho, T. S., & Alves, M. (2019). A new distylous *Waltheria* L. (Byttnerioideae, Malvaceae) from the state of Bahia, Brazil. **Systematic Botany**, 44(3), 681-685.
- Coşkunçelebi, K., Makbul, S., & Okur, S. (2017). Seed morphology of *Epilobium* and *Chamaenerion* (Onagraceae) in Turkey. **Phytotaxa**, 331(2), 169-184.
- Dadandı, M., Kökdil, G., İlçim, A., & Özbilgin, B. (2009). Seed macro and micro morphology of the selected *Nigella* (Ranunculaceae) taxa from Turkey and their systematic significance. **Biologia**, 64(2), 261-270.
- Danin, A., & Anderson, L. C. (1986). Distribution of *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae) subspecies in Florida. **Sida Contributions to Botany**, 318-324.
- Dang, V. S., Dang, M. Q., & Hoang, N. S. (2020). *Helicteresbinhthuanensis* VS Dang (Malvaceae, Helicteroideae), a new species from southern Vietnam. **PhytoKeys**, 166, 87.
- Davitashvili, N., & Karrer, G. (2010). Taxonomic importance of seed morphology in *Gentiana* (Gentianaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 162(1), 101-115.
- Degtjareva, G., Casper, J., Hellwig, F., & Sokoloff, D. (2003). Seed morphology in the genus *Pinguicula* (Lentibulariaceae) and its relation to taxonomy and phylogeny. *Botanische Jahrbucher fur Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 125(4), 431-452.

- Delprete, P. G. (1999). The Cuban endemic genera *Ariadne*, *Mazaea*, *Acunaeanthus*, *Phyllomelia* (Rondeletieae), and *Eosanthe* (Rubiaceae). **Brittonia**, 51, 217-230.
- Deng, T., Kim, C., Zhang, D. G., Zhang, J. W., Li, Z. M., Nie, Z. L., & Sun, H. (2013). *Zhengyia shennongensis*: A new bulbiferous genus and species of the nettle family (Urticaceae) from central China exhibiting parallel evolution of the bulbil trait. **Taxon**, 62(1), 89-99.
- Denk, T., & Oh, I. C. (2005). Phylogeny of Schisandraceae based on morphological data: evidence from modern plants and the fossil record. **Plant Systematics and Evolution**, 256, 113-145.
- Dong, L. N., Wang, H., Wortley, A. H., Li, D. Z., & Lu, L. (2015). Fruit and seed morphology in some representative genera of tribe Rhinanthae sensu lato (Orobanchaceae) and related taxa. **Plant Systematics and Evolution**, 301(1), 479-500.
- Dönmez, A. A., Aydin, Z. U., & Dönmez, E. O. (2021). Taxonomic monograph of the tribe Nigelleae (Ranunculaceae): a group including ancient medicinal plants. **Turkish Journal of Botany**, 45(5), 468-502.
- Doyle, J. A., Sauquet, H., Scharaschkin, T., & Le Thomas, A. (2004). Phylogeny, molecular and fossil dating, and biogeographic history of Annonaceae and Myristicaceae (Magnoliales). **International Journal of Plant Sciences**, 165(S4), S55-S67.
- Doyle, J. A., Manchester, S. R., & Sauquet, H. (2008). A seed related to Myristicaceae in the Early Eocene of southern England. **Systematic Botany**, 33(4), 636-646.
- Elisens, W. J., & Tomb, A. S. (1983). Seed morphology in New World Antirrhineae (Scrophulariaceae): Systematic and phylogenetic implications. **Plant Systematics and Evolution**, 142(1), 23-47.
- Endress, M. E., & Bruyns, P. V. (2000). A revised classification of the Apocynaceae sl. **The Botanical Review**, 1-56.
- Erkens, R. H., Oosterhof, J., Westra, L. Y., & Maas, P. J. (2017). Revisions of *Ruizodendron* and *Pseudephedranthus* (Annonaceae) including a new species and an overview of most up-to-date revisions of Neotropical Annonaceae genera. **PhytoKeys**, (86), 75.

- Erkul, S. K., Celep, F., & Aytaç, Z. (2015). Seed morphology and its systematic implications for genus *Oxytropis* DC. (Fabaceae). **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 149(5), 875-883.
- Évora, L. B., Souza, A. C. O., Nardina, C. F., Olinda, M. L., Guerreiroa, C., & Bernacci, L. C. (2020). Herbário e Sementeca IAC: oito décadas pesquisando usos e conservação da biodiversidade cultivada e nativa. **Revista de Recursos Genéticos-RG News**, 6, 1.
- Eyde, R. H. (1978). Reproductive structures and evolution in *Ludwigia* (Onagraceae). II. Fruit and seed. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 656-675.
- Fader, A. A. C., Souza, E. B., Brandão, E. K. S., & Cabral, E. L. (2019). *Hexasepalum nordestinum* (Rubiaceae): a new species from two disjoint and fragmented areas in Northeast Brazil, with a key to the American species of the genus. **Systematic Botany**, 44(1), 203-209.
- Fagúndez, J., & Izco, J. (2004). Taxonomic value of seed characters in the *Erica tetralix* L. group (Ericaceae). **Plant Biosystems**, 138(3), 207-213.
- Fagúndez, J., & Izco, J. (2009). Seed morphology of *Erica* L. sect. *Loxomeria* Salisb. ex Benth., sect. *Eremocallis* Salisb. ex Benth. and sect. *Brachycallis* I. Hansen, and its systematic implications. **Plant Biosystems**, 143(2), 328-336.
- Fagúndez, J., Juan, R., Fernández, I., Pastor, J., & Izco, J. (2010). Systematic relevance of seed coat anatomy in the European heathers (Ericaceae, Ericaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 284(1), 65-76.
- Fagúndez, J., & Izco, J. (2011). Seed morphology and systematics of the European species of *Erica* L. sect. *Gypsocallis* Salisb. (Ericaceae). **Plant Biosystems**, 145(1), 182-190.
- Fan, D., Ju, H., Shao-Yong, Y., Xia, C., Da-Cai, Z., & Ye-Na, T. (2010). *Trigonostemon tuberculatus* (Euphorbiaceae), a peculiar new species from Yunnan Province, China. **Kew Bulletin**, 65(1), 111-113.
- Farooqui, S. M., Rama Swamy, N., & Bahadur, B. (1985). Seed morphology in five species of *Biophytum* DC (Oxalidaceae). Proceedings: **Plant Sciences**, 95(1), 17-19.
- Ferreira, C. D. M. (2021). *Quararibea bovinii* (Malvaceae), a new species from the Brazilian Atlantic Forest. **Rodriguésia**, 72.

- Ferrucci, M. S., & Urdampilleta, J. D. (2011). *Cardiospermum bahianum* (Sapindaceae: Paullinieae), a new species from Bahia, Brazil. **Systematic Botany**, 36(4), 950-956.
- Ferrucci, M. S., & Steinmann, V. W. (2016). *Serjania rzedowskiana* (sapindaceae-paullinieae): a new species from Michoacán, México. **Systematic Botany**, 41(3), 775-780.
- Firat, M., & Yildiz, K. (2016). *Silene miksensis* (Caryophyllaceae), a new species from eastern Anatolia. **Phytotaxa**, 273(4), 283-292.
- Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2022
- Florentin, M. N., Salas, R. M., Souza, E. B. D., & Cabral, E. L. (2017). A complete description of *Mitracarpus diversifolius* (Rubiaceae) reveals new characters for the genus. **Phytotaxa**, 314 (1): 096–102.
- Fraga-Arguimbau, P., & Rosselló, J. A. (2011). *Euphorbia Nurae* P. Fraga & Rosselló (Euphorbiaceae), a New Species from Minorca (Balearic Islands). **Candollea**, 66(1), 181-190.
- Frajman, B., & Geltman, D. (2021). Evolutionary origin and systematic position of *Euphorbia normanii* (Euphorbiaceae), an intersectional hybrid and local endemic of the Stavropol Heights (Northern Caucasus, Russia). **Plant Systematics and Evolution**, 307(2), 1-12.
- Freitas, V. Q. (2014). **Criação da biblioteca Dora de Amarante Romariz de folhas e sementes oriundas do parque ecológico de Ourinhos (SP): uma proposta de educação ambiental biogeográfica.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Gabr, D. G. (2014). Seed morphology and seed coat anatomy of some species of Apocynaceae and Asclepiadaceae. **Annals of Agricultural Sciences**, 59(2), 229-238.
- Gagliardi, K. B., de Souza, L. A., & Albiero, A. L. M. (2014). Comparative fruit development in some Euphorbiaceae and Phyllanthaceae. **Plant systematics and evolution**, 300(5), 775-782.
- Gamba-Moreno, D. L., & Almeda, F. (2014). Systematics of the *Octopleura* clade of *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae) in tropical America. **Phytotaxa**, 179(1), 1-174.

- Gardner, R. O. (2003). *Piper* (Piperaceae) in New Guinea: the non-climbing species. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 48(1), 47-68.
- Gholami-Terojeni T., Sharifnia F., Nejadstarrari T., Assadi M., & Hamdi S. M. M. (2021). Evaluation of seed morphology characteristics of *Alnus* taxa in Iran. **Turczaninowia**, 24(1), 74-82.
- Gibson, R., Conn, B. J., & Bruhl, J. J. (2012). Morphological evaluation of the *Drosera peltata* complex (Droseraceae). **Australian Systematic Botany**, 25(1), 49-80.
- Goldenberg, R., & Amorim, A. M. (2006). *Physeterostemon* (Melastomataceae): a new genus and two new species from the Bahian Atlantic Forest, Brazil. **Taxon**, 55(4), 965-972.
- Goldenberg, R., Almeda, F., Sosa, K., Ribeiro, R. C., & Michelangeli, F. A. (2015). *Rupestrea*: a new Brazilian genus of Melastomataceae, with anomalous seeds and dry indehiscent fruits. **Systematic Botany**, 40(2), 561-571.
- Goldenberg, R., & Hinoshita, L. K. R. (2017). Two new species of *Miconia* (Melastomataceae, Miconieae) from the Brazilian northern border and adjacent French Guiana. **Brittonia**, 69(4), 535-543.
- Goldenberg, R., Bacci, L. F., Bochorny, T., & Reginato, M. (2022). Two new species of *Miconia* s. lat. (Melastomataceae) from Espírito Santo, Brazil. **Nordic Journal of Botany**, 2022(2), e03396.
- González, F., & Poncy, O. (1999). A new species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) from Thailand. **Brittonia**, 51(4), 452-456.
- González, F., & Rudall, P. J. (2003). Structure and development of the ovule and seed in Aristolochiaceae, with particular reference to Saruma. **Plant Systematics and Evolution**, 241(3), 223-244.
- González, F., & Pabón-Mora, N. (2017). Floral development and morphoanatomy in the holoparasitic *Pilostyles boyacensis* (Apodanthaceae, Cucurbitales) reveal chimeric half-staminate and half-carpellate flowers. **International Journal of Plant Sciences**, 178(7), 000-000.
- Gosline, G., Marshall, A. R., & Larridon, I. (2019). Revision and new species of the African genus *Mischogyne* (Annonaceae). **Kew Bulletin**, 74(2), 1-23.

- Grear, J. W., & Dengler, N. G. (1976). The seed appendage of *Eriosema* (Fabaceae). **Brittonia**, 28(3), 281-288.
- Grillo, O., Draper, D., Venora, G., & Martínez-Laborde, J. B. (2012). Seed image analysis and taxonomy of *Diploaxis* DC. (Brassicaceae, Brassiceae). **Systematics and Biodiversity**, 10(1), 57-70.
- Groeninckx, I., De Block, P., Robbrecht, E., Smets, E. E., & Dessein, S. (2010). *Amphistemon* and *Thamnoldenlandia*, two new genera of Rubiaceae (Spermacoceae) endemic to Madagascar. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 163(4), 447-472.
- Gunathilake, L. A. A. H., Prince, J. S., & Whitlock, B. A. (2015). Seed coat micromorphology of *Gordonia* sensu lato (including *Polyspora* and *Laplacea*; Theaceae). **Brittonia**, 67(1), 68-78.
- Güneş, F., & Ali, C. (2011). Seed characteristics and testa textures some taxa of genus *Lathyrus* L. (Fabaceae) from Turkey. **International Journal of Agriculture and Biology**, 13(6).
- Güneş, F. (2013). Seed characteristics and testa textures of Pratensis, Orobon, Lathyrus, Orobastrum and Cicercula sections from *Lathyrus* (Fabaceae) in Turkey. **Plant systematics and evolution**, 299(10), 1935-1953.
- Güner, E. D., & Duman, H. (2016). A new species from Turkey, *Silene bilgii* (Caryophyllaceae). **Phytotaxa**, 246(4), 293-299.
- Hadidchi, A., Attar, F., & Ullah, F. (2020). Using microscopic techniques for taxonomic implications of seed and fruits of *Delphinium* L. (sensu lato) (Ranunculaceae). **Microscopy Research and Technique**, 83(2), 99-117.
- Hamdi, S. M., Assadi, M., Maasoumi, A. A., Attar, F., & Jouharchi, M. R. (2008). *Linaria kavirensis* (Scrophulariaceae), a new species from Iran. In *Annales Botanici Fennici*. **Finnish Zoological and Botanical Publishing Board**, 74-79.
- Hamilton, K. N., Ashmore, S. E., & Drew, R. A. (2008). Morphological characterization of seeds of three Australian wild *Citrus* species (Rutaceae): *Citrus australasica* F. Muell., *C. inodora* FM Bailey and *C. garrawayi* FM Bailey. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 55(5), 683-693.
- Han, S., Sebastin, R., Lee, K. J., Wang, X., Shin, M. J., Kim, S. H., & Chung, J. W. (2020). Interspecific variation of seed morphological and micro-morphological traits

- in the genus *Vicia* (Fabaceae). **Microscopy Research and Technique**, 84(2), 337-357.
- Hasanuzzaman, M.; Araújo, S.; Gill, S.S. (2020). The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses, **Springer**: Singapore. 1 ed. 1-547.
- Hassan, N. M., Meve, U., & Liede-Schumann, S. (2005). Seed coat morphology of Aizoaceae–Sesuvioideae, Gisekiaceae and Molluginaceae and its systematic significance. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 148(2), 189-206.
- Hassan, N. M., & Khalik, K. N. A. (2014). Systematic significance of seed morphology in the genus *Veronica* (Plantaginaceae), with special reference to the Egyptian taxa. **Journal of Systematics and Evolution**, 52(2), 215-230.
- Heiss, A. G., Kropf, M., Sontag, S., & Weber, A. (2011). Seed morphology of *Nigella* sl (Ranunculaceae): Identification, diagnostic traits, and their potential phylogenetic relevance. **International Journal of Plant Sciences**, 172(2), 267-284.
- Heneidak, S., & Khalik, K. A. (2015). Seed coat diversity in some tribes of Cucurbitaceae: implications for taxonomy and species identification. **Acta Botanica Brasilica**, 29, 129-142.
- Hoang, N. S., Bui, D. T., & Nguyen, T. N. T. (2020). A new species of *Helicteres* (Malvaceae) from southern Vietnam. **Taiwania**, 65(3), 321.
- Hoekstra, P. H., Wieringa, J. J., Maas, P. J. M., & Chatrou, L. W. (2021). Revision of the African species of *Monanthotaxis* (Annonaceae). **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 66(2), 107-221.
- Hopkins, H. C. (2013). A second species in the little known African genus *Blighiopsis* (Sapindaceae). **Kew Bulletin**, 68(2), 345-353.
- Hopkins, H. C. F., Pillon, Y., Stacy, E. A., & Kellermann, J. (2015). *Jaffrea*, a new genus of Rhamnaceae endemic to New Caledonia, with notes on *Alphitonia* and *Emmenosperma*. **Kew Bulletin**, 70(4), 1-19.
- Hu, X. M., Zeng, Q. W., Liu, Y. S., Fu, L., Xi, R. C., Chen, H. F., & Deng, X. M. (2019). *Manglietia pubipedunculata* (Magnoliaceae), a new species from Yunnan, China. **Plos one**, 14(3), e0210254.

- İlçim, A., Behçet, L., & Tosunoğlu, A. (2015). *Aristolochia altanii* (Aristolochiaceae), a new species from Turkey. **Turkish Journal of Botany**, 39(5), 835-840.
- James, C. W. (1956). A revision of *Rhexia* (Melastomataceae). **Brittonia**, 8(3), 201-230.
- Jia, H., Ferguson, D. K., Sun, B., Meng, X., & Hua, Y. (2020). Phylogeographic implications of a fossil endocarp of *Diploclisia* (Menispermaceae) from the Miocene of eastern China. **Geological Journal**, 56(2), 758-767.
- Joe, A., & Sabu, M. (2017). *Impatiens agastyamalayensis* stat. nov. (Balsaminaceae)—A reassessment of *Impatiens rufescens* var. *agastyamalayensis* and rediscovery of the plant from the Western Ghats. **Phytotaxa**, 326(2), 144-150.
- Johnson, D. M., Munzinger, J., Peterson, J. A., & Murray, N. A. (2013). Taxonomy and biogeography of the New Caledonian species of *Xylopia* L. (Annonaceae). **Adansonia**, 35(2), 207-226.
- Johnson, D. M., Luke, Q., Goyder, D. J., & Murray, N. A. (2017). New species of *Xylopia* (Annonaceae) from East Africa. **Kew Bulletin**, 72(1), 1-13.
- Johnson, D. M., & Murray, N. A. (2018). A revision of *Xylopia* L. (Annonaceae): the species of Tropical Africa. **PhytoKeys**, 97, 1.
- Jordaan, M., & Wyk, A. E. V. (2019). *Gymnosporia sekhukhuniensis* (Celastraceae), a new species from South Africa. **Phytotaxa**, 408(1), 69-76.
- Kallunki, J. A. (1992). A revision of *Erythrochiton* sensu lato (Cuspariinae, Rutaceae). **Brittonia**, 44(2), 107-139.
- Karaismailoğlu, M. C. (2019). Comparative morphology and anatomy of seeds of some *Aethionema* WT Aiton (Brassicaceae) taxa from Turkey. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, 26(1), 1-12.
- Karavelioğullari, F. A., Yüce, E. B. R. U., & Başer, B. (2014). *Verbascum duzgunbabadagensis* (Scrophulariaceae), a new species from eastern Anatolia, Turkey. **Phytotaxa**, 181(1), 47-53.
- Kaya, A., Ünal, M., Özgökçe, F., Doğan, B., & Martin, E. (2011). Fruit and seed morphology of six species previously placed in *Malcolmia* (Brassicaceae) in Turkey and their taxonomic value. **Turkish Journal of Botany**, 35(6), 653-662.

- Kelbessa, E., & Darbyshire, I. (2018). Six new species of *Barleria* L.(Acanthaceae) from northeast tropical Africa. *Kew bulletin*, 73(1), 1.
- Kendir, G., Güvenç, A., Acar, A., Çeter, T., & Pınar, N. M. (2015). Fruits, seeds and pollen morphology of Turkish *Ribes* L. (Grossulariaceae). **Plant systematics and evolution**, 301(1), 185-199.
- Kenfack, D. (2011). Resurrection in *Carapa* (Meliaceae): a reassessment of morphological variation and species boundaries using multivariate methods in a phylogenetic context. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 165(2), 186-221.
- Ketjarun, K., Staples, G. W., Swangpol, S. C., & Traiperm, P. (2016). Micro-morphological study of *Evolvulus* spp. (Convolvulaceae): the old world medicinal plants. **Botanical studies**, 57(1), 1-11.
- Khalik, K. A., & Van der Maesen, L. J. G. (2002). Seed morphology of some tribes of Brassicaceae (implications for taxonomy and species identification for the flora of Egypt). **Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 47(2), 363-383.
- Khalik, K. N. A. (2006). Seed morphology of *Cuscuta* L. (Convolvulaceae) in Egypt and its systematic significance. **Feddes Repertorium: Zeitschrift für botanische Taxonomie und Geobotanik**, 117(3-4), 7-224.
- Khalik, K. N., & Osman, A. K. (2007). Seed morphology of some species of Convolvulaceae from Egypt (Identification of species and systematic significance). **Feddes Repertorium**, 118(1-2), 24-37.
- Khalik, K. N. A. (2012). A numerical taxonomic study of the family Zygophyllaceae from Egypt. **Acta Botanica Brasilica**, 26, 165-180.
- Khalik, K. A., & Hassan, N. M. S. (2012). Seed and trichome morphology of the Egyptian *Fagonia* (Zygophyllaceae) with emphasis on their systematic implications. **Nordic Journal of Botany**, 30(1), 116-126.
- Khalik, K. A. (2016). Seed morphology and surface microstructure of the genus' *Plectranthus* L. (Lamiaceae) in Arabian Peninsula highlighting on their systematic implications. **Australian Journal of Crop Science**, 10(9).
- Kiew, R., & Lau, K. H. (2019). *Senyumiagranitica* (Gesneriaceae) from Johor, Malaysia, the second species of *Senyumia*. **PhytoKeys**, (117), 37.

- Kim, B. Y., Won, H., Phourin, C., Lim, C. K., Shin, J. S., Kim, Y. S., & Cho, S. H. (2019). *Impatiens cardamomensis* (Balsaminaceae), a new species from Cambodia. **Korean Journal of Plant Taxonomy**, 49(4), 319-323.
- Kimoto, Y., & Tobe, H. (2003). Embryology of Siparunaceae (Laurales): characteristics and character evolution. **Journal of Plant Research**, 116(4), 281-294.
- Kirkbride, J. H., & Wiersema, J. H. (1997). *Bobgunnia*, a new African genus of tribe Swartzieae (Fabaceae, Faboideae). **Brittonia**, 49(1), 1-23.
- Kral, R. (1960). A revision of *Asimina* and *Deeringothamnus* (Annonaceae). **Brittonia**, 233-278.
- Krosnick, S. E., Ford, A. J., & Freudenstein, J. V. (2009). Taxonomic revision of *Passiflora* subgenus *Tetrapathea* including the monotypic genera *Hollrungia* and *Tetrapathea* (Passifloraceae), and a new species of *Passiflora*. **Systematic Botany**, 34(2), 375-385.
- Labouriau, L. F. G. (1990). O interesse do estudo das sementes. **Estudos avançados**, 4, 228-242.
- Lewis, H., & Szweykowski, J. (1964). The genus *Gayophytum* (Onagraceae). **Brittonia**, 343-391.
- Lissambou, B. J., Hardy, O. J., Atteke, C., Stevart, T., Dauby, G., Mbatchi, B., Sonke, B., & Couvreur, T. L. (2018). Taxonomic revision of the African genus *Greenwayodendron* (Annonaceae). **PhytoKeys**, (114), 55.
- Liu, M. L., Yu, W. B., Li, D. Z., Mill, R. R., & Wang, H. (2013). Seed morphological diversity of *Pedicularis* (Orobanchaceae) and its taxonomic significance. **Plant Systematics and Evolution**, 299(9), 1645-1657.
- López J., Devesa J. A., Ortega-Olivencia A., & Ruiz T. (2000). Production and morphology of hit and seeds in Genisteae (Fabaceae) of south-west Spain. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 132, 97-120.
- Mahmoudi, M., Boughalleb, F., Pellegrino, G., Abdellaoui, R., & Nasri, N. (2020). Flower, seed, and fruit development in three Tunisian species of *Polygonum*: Implications for their taxonomy and evolution of distyly in Polygonaceae. **Plos one**, 15(1), e0227099.

- Mangaly, J. K., Swarupanandan, K., & Madhusoodan, P. V. (1979). Seed and seedling morphology of two species of *Euphorbia* (Euphorbiaceae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B. Part 2, **Plant Sciences**, 88(1), 87-94.
- Marques, M. D. C. M., & Peixoto, A. L. (2006). Estudo taxonômico de *Polygala* subgênero *Ligustrina* (Chodat) Paiva (Polygalaceae). **Rodriguésia**, 58, 95-146.
- Martin, C. V., & Michelangeli, F. A. (2009). Comparative seed morphology of *Leandra* (Miconieae, Melastomataceae). **Brittonia**, 61(2), 175-188.
- Martín-Gómez, J. J., Del Pozo, D. G., Tocino, Á., & Cervantes, E. (2021). Geometric models for seed shape description and quantification in the Cactaceae. **Plants**, 10(11), 2546.
- Martínez-Ortega, M. M., & Rico, E. (2001). Seed morphology and its systematic significance in some *Veronica* species (Scrophulariaceae) mainly from the Western Mediterranean. **Plant Systematics and Evolution**, 228(1), 15-32.
- Masullo, F. D. A., Siqueira, S. F. H., Bovini, M. G., & De Toni, K. L. (2019). Fruit and developed endoglossum ontogeny of *Gaya* species (Malveae, Malvaceae). **The Journal of the Torrey Botanical Society**, 146(4), 291-298.
- Masullo, F. D. A., Siqueira, S. F. H., Barros, C. F., Bovini, M. G., & De Toni, K. L. (2020). Fruits of neotropical species of the tribe Malveae (Malvoideae-Malvaceae): macro-and micromorphology. **Acta Botanica Brasilica**, 34, 301-311.
- Matos, S. S. D., Melo, A. L. D., & Santos-Silva, J. (2019). Clado Mimosoide (Leguminosae-Caesalpinioideae) no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Semiárido de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, 70.
- Matthews, J. F., Ketron, D. W., & Zane, S. F. (1993). The biology and taxonomy of the *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae) complex in North America. **Rhodora**, 166-183.
- Matthews, M. L., & Endress, P. K. (2002). Comparative floral structure and systematics in Oxalidales (Oxalidaceae, Connaraceae, Brunelliaceae, Cephalotaceae, Cunoniaceae, Elaeocarpaceae, Tremandraceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 140(4), 321-381.
- Mazur, M., Gawlak, M., Sandurska, E., Kałuski, T., & Marcysiak, K. (2018). Taxonomic importance of seed morphology of *Veronica* L. subsect. *Agrestes* Benth. (Plantaginaceae). **Biodiversity Research and Conservation**, 50(1), 39-52.

- Mazur, M., Marcysiak, K., Dunajska, A., Gawlak, M., & Kałuski, T. (2022). Taxonomic Significance of Seed Morphology in *Veronica* L. (Plantaginaceae) Species from Central Europe. **Plants**, 11(1), 88.
- Meade, C. V., & Parnell, J. A. (2018). A revised taxonomy for *Uvaria* (Annonaceae) in continental Asia. **Australian Systematic Botany**, 31(4), 311-356.
- Medeiros, H., Forzza, R. C., & Acevedo-Rodríguez, P. (2016). Wild relatives of guaraná (*Paullinia cupana*, Sapindaceae) in southwestern Brazilian Amazon. **Systematic Botany**, 41(1), 202-228.
- Meireles, J. E., & Tozzi, A. M. G. A. (2008). Seed and embryo morphology of *Poecilanthe* (Fabaceae, Papilionoideae, Brongniartieae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 158(2), 249-256.
- Menezes, C. G., Gasparino, E. C., Baleeiro, P. C., Miranda, V. F. O. (2014). Seed morphology of bladderworts: a survey on *Utricularia* sect. *Foliosa* and sect. *Psyllosperma* (Lentibulariaceae) with taxonomic implications. **Phytotaxa**, 167(2), 173-182.
- Metzing, D., & Thiede, J. (2001). Testa sculpture in the genus *Frailea* (Cactaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 137(1), 65-70.
- Meudt, H. M. (2012). A taxonomic revision of native New Zealand *Plantago* (Plantaginaceae). **New Zealand Journal of Botany**, 50(2), 101-178.
- Michelangeli, F. A., & Goldenberg, R. (2016). *Miconia papillosperma* (Melastomataceae, Miconieae): a new species from Amazonas, Brazil. **PhytoKeys**, (63), 31.
- Miguel, L. M., Sobrado, S. V., Florentín, J. E., Cabral, E. L., & Salas, R. M. (2022). *Borreria kelleri* (Spermacoceae, Rubiaceae), a new species from Argentina and Paraguay. **Nordic Journal of Botany**, 2022(5), e03507.
- Moghadam, N. S., Mehrvarz, S. S., Ahmadian Namin, A., & Shavvon, R. S. (2015). Micromorphology of fruits and seeds of Iranian *Geranium* (Geraniaceae), and its systematic significance. **Nordic Journal of Botany**, 33(6), 673-683.
- Mohan, V., Francis, D., Nampy, S., & Venugopal, D. K. (2021). *Impatiens raktakesara* (Balsaminaceae), a new species from the southern Western Ghats, India. **Brittonia**, 73(3), 316-322.

- Mohana Rao, P. R. (1981). Seed and fruit anatomy of *Cocculus hirsutus* (Menispermaceae). **Plant systematics and evolution**, 139(1), 95-102.
- Molnár, A., Horváth, O., Tökölyi, J., & Somlyay, L. (2013). Typification and seed morphology of *Elatine hungarica* (Elatinaceae). **Biologia**, 68(2), 210-214.
- Morales-Puentes, M. E., & Penneys, D. S. (2010). New species of *Chalybea* and *Huilaea* (Melastomataceae). **Brittonia**, 62(1), 26-34.
- Morozowska, M., Woźnicka, A., & Kujawa, M. (2012). Microstructure of fruits and seeds of selected species of Hydrangeaceae (Cornales) and its systematic importance. **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**, 11(4), 17-38.
- Morozowska, M., Freitas, M. D. F., de Luna, B. N., & De Toni, K. L. (2020). Comparative micromorphology and anatomy of seeds and endocarps of selected Primulaceae and their systematic implications. **Plant Systematics and Evolution**, 306(4), 1-19.
- Moteetee, A. N., Boatwright, J. S., & Jaca, T. P. (2012). A review of *Rhynchosia* section *Cyanospermum* (Phaseoleae, Fabaceae) in South Africa. **South African journal of botany**, 81, 124-127.
- Mu, X. Y., Zhao, L. C., & Zhang, Z. X. (2012). Phylogeny of *Celastrus* L. (Celastraceae) inferred from two nuclear and three plastid markers. **Journal of Plant Research**, 125(5), 619-630.
- Muñoz-Centeno, L. M., Delgado-Sanchez, L., Santos-Vicente, M., & Martinez-Ortega, M. M. (2007). Taxonomy of *Veronica* L. subsect. *Veronica* (Plantaginaceae) in the western Mediterranean. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 155(1), 65-81.
- Murugan, S., Rajamani, R., Kunnamkumarath, J., Pathiyil, A., Rekha, V. A., & Nair, M. C. (2017). *Sonerila victoriae*, a new species of Melastomataceae from Southern Western Ghats, India. **Phytotaxa**, 324(2), 187-192.
- Narayanan, M. R., Anilkumar, N., Raj, R. M., Sivadasan, M., & Alfarhan, A. H. (2011). A new scapigerous species of *Impatiens* (Balsaminaceae) from India. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, 18(2), 141-148.
- Nasseh, Y., Nazarova, E., & Kazempour, S. (2018). Taxonomic revision and phytogeographic studies in *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in the Khorassan provinces of Iran. **Nordic Journal of Botany**, 36(5), njb-01413.

- Nyananyo, B. L. (1988). The systematic significance of seed morphology and anatomy in the Portulacaceae (Centrospermae). **Folia geobotanica & phytotaxonomica**, 23(3), 275-279.
- Ocampo, G., Michelangeli, F. A., & Almeda, F. (2014). Seed diversity in the tribe Miconieae (Melastomataceae): taxonomic, systematic, and evolutionary implications. **PloS one**, 9(6), e100561.
- Ortiz, R. D. C., Kellogg, E. A., & Van Der Werff, H. (2007). Molecular phylogeny of the moonseed family (Menispermaceae): implications for morphological diversification. **American Journal of Botany**, 94(8), 1425-1438.
- Ortiz, R. D. C. (2012). Seed diversity in Menispermaceae: Developmental anatomy and insights into the origin of the condyle. **International Journal of Plant Sciences**, 173(4), 344-364.
- Ortiz, R. D. C., Wang, W., Jacques, F. M., & Chen, Z. (2016). Phylogeny and a revised tribal classification of Menispermaceae (moonseed family) based on molecular and morphological data. **Taxon**, 65(6), 1288-1312.
- Ottens-Treurniet, M. A. D., & van Welzen, P. C. (2016). A revision of the Malesian genus *Blumeodendron* (Euphorbiaceae). **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 61(1), 64-82.
- Pahlevani, A. H., & Akhiani, H. (2011). Seed morphology of Iranian annual species of *Euphorbia* (Euphorbiaceae). **Botanical journal of the Linnean Society**, 167(2), 212-234.
- Pahlevani, A. H., Liede-Schumann, S., & Akhiani, H. (2015). Seed and capsule morphology of Iranian perennial species of *Euphorbia* (Euphorbiaceae) and its phylogenetic application. **Botanical journal of the Linnean Society**, 177(3), 335-377.
- Pahlevani, A. H., Feulner, M., Weig, A., & Liede-Schumann, S. (2017). Molecular and morphological studies disentangle species complex in *Euphorbia* sect. *Esula* (Euphorbiaceae) from Iran, including two new species. **Plant systematics and Evolution**, 303(2), 139-164.

- Parameswaran, N. (1962). Floral morphology and embryology in some taxa of the Canellaceae. In Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B. **Springer India**, 55(4), 167-182.
- Park K. R. (2000). Seed Morphology of *Euphorbia* Section *Tithymalopsis* (Euphorbiaceae) and Related Species. **Journal of Plant Biology**, 43(2), 76-81.
- Parmar, G., Dang, V. C., Rabarijaona, R. N., Chen, Z. D., Jackes, B. R., Barrett, R. L., Zhang, Z. Z., Niu, Y. T., Trias-Blasi, A. Wen, J. & Lu, L. M. (2021). Phylogeny, character evolution and taxonomic revision of *Causonis*, a segregate genus from *Cayratia* (Vitaceae). **Taxon**, 70(6), 1188-1218.
- Pastore, J. F. B., & Cavalcanti, T. B. (2009). A new species of *Polygala* subgenus Hebeclada (Polygalaceae) from central Brazil. **Brittonia**, 61(1), 62-66.
- Pastore, J. F. B., & Harley, R. M. (2009). *Polygala taciana* (Polygalaceae), a new endemic species from Chapada dos Veadeiros region, Goiás state, Brazil. **Kew Bulletin**, 705-708.
- Pastore, J. F. B. (2012). Caamembeca: generic status and new name for *Polygala* subgenus Ligustrina (Polygalaceae). **Kew Bulletin**, 67(3), 435-442.
- Pastore, J. F. B., & Abbott, J. R. (2012). Taxonomic notes and new combinations for *Asemeia* (Polygalaceae). **Kew Bulletin**, 67(4), 801-813.
- Pastore, J. F. B. (2013). *Polygala judithea* (Polygalaceae), a new species from Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. **Kew Bulletin**, 68(2), 301-304.
- Pastore, J. F. B., & Antar, G. M. (2021). Two new endangered species of *Polygala* series Trichospermae (Polygalaceae), endemic to the Cerrado domain, Tocantins State, Brazil. **European Journal of Taxonomy**, 762, 133-148.
- Pastore, J. F. B., Mota, M., Amano, E., & Martinez, A. (2021). Disentangling *Polygala obovata* Complex (Polygalaceae), with a Description of Three New Species for Brazil. **Systematic Botany**, 46(4), 985-997.
- Patil, P., Sutar, S., Malik, S. K., John, J., Yadav, S., & Bhat, K. V. (2015). Numerical taxonomy of *Abelmoschus* Medik. (Malvaceae) in India. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, 22(2), 87-98.

- Patil, S. S., Tamboli, A. S., Yadav, S. R., & Lekhak, M. M. (2019). A new species of *Barleria* (Acanthaceae), its morphotaxonomy, cytogenetics and phylogenetic placement. **Plant systematics and evolution**, 305, 933-947.
- Penneys, D. S., Almeda, F., Michelangeli, F. A., Goldenberg, R., Martins, A. B., & Fritsch, P. W. (2020). *Lithobieae* and *Eriocnemeae*: two new Neotropical tribes of Melastomataceae. **Phytotaxa**, 453(3), 157-178.
- Pereira, A. S. D. S., Simões, A. O., & Santos, J. U. M. D. (2016). Taxonomy of *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae, Rauvolfioideae) in the State of Pará, Northern Brazil. **Biota Neotropica**, 16.
- Pérez-Cortéz, S., Tillett, S., & Escala, M. (2002). Estudio Morfológico de la semilla de 51 especies del género *Passiflora* L. **Acta Botánica Venezolana**, 25(1), 67-96.
- Pfossor, M., Wetschnig, W., Ungar, S. & Prenner, G. (2003). Phylogenetic relationships among genera of Massonieae (Hyacinthaceae) inferred from plastid DNA and seed morphology. **Journal of Plant Research**, 116(2), 115-132.
- Pinto, R. B., Francisco, V. M. D. C. R., & Mansano, V. D. F. (2014). Morphological study of fruits, seeds and embryo in the tropical tribe Dipterygeae (Leguminosae-Papilionoideae). **Rodriguésia**, 65, 89-97.
- Płachno, B., Clivati, D., Oliveira de Miranda, V. F., & Świątek, P. (2009). Are there seed pedestals in Lentibulariaceae? **Acta Biologica Cracoviensia**, Series Botanica, 51(2).
- Ponomarenko, S. F., & Pavlova, M. E. (2003). Seed structure in the genus *Bauhinia* L. (fam. Fabaceae Lindl.) in the Context of Taxonomy. **Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences**, 30(4), 361-369.
- Popiela, A., Łysko, A., Białecka, B., Bihun, M. M., Sramko, G., Staroń, W., Wiczorek, A. & Molnár, A. (2017). Seed morphometric characteristics of European species of *Elatine* (Elatinaceae). **PeerJ**, 5, e3399.
- Porter-Utley, K. E. (2007). *Passiflora tacanensis*, a new species of *Passiflora* subgenus *Decaloba* supersection *Cieca* from Mexico. **Brittonia**, 59(1), 25-28.
- Queiroz, R. T., Tozzi, A. M. G. A., & Lewis, G. P. (2013). Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) from South America. **Plant Systematics and Evolution**, 299(2), 459-470.

- Rabarijaona, R. N., Dang, V. C., Parmar, G., Liu, B., Wen, J., Chen, Z. D., & Lu, L. M. (2020). Phylogeny and taxonomy of *Afrocyratia*, a new genus of Vitaceae from continental Africa and Madagascar. **Journal of Systematics and Evolution**, 58(6), 1090-1107.
- Rahman, R. A. (2019). *Microchiritahairulii* (Gesneriaceae), a new species from Perlis, Peninsular Malaysia. **PhytoKeys**, 118, 65.
- Ramasubbu, R., Manikandan, G., Mehalingam, P., & Pandurangan, A. G. (2015). *Impatiens courtallensis* (Balsaminaceae), a new species of Impatiens from the Western Ghats, Tamil Nadu, India. **Phytotaxa**, 203(2), 199-204.
- Ramasubbu, R., & Kamalabai, S. A. (2020). How distinct is *Impatiens hookeriana* Arnott from *I. grandis* Heyne (Balsaminaceae)? **Feddes Repertorium**, 131(4), 225-232.
- Ramzi, S., & Saedi-Mehrvarz, S. (2019). Seed micromorphological study on endemic and subendemic species of *Veronica* L. (Plantaginaceae Juss.) in Iran. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, 26(2), 315-324.
- Rejdali, M. (1990). Seed morphology and taxonomy of the North African species of *Sideritis* L. (Lamiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 103(4), 317-324.
- Rewicz, A., Myśliwy, M., Adamowski, W., Podlasiński, M., & Bomanowska, A. (2020). Seed morphology and sculpture of invasive *Impatiens capensis* Meerb. from different habitats. **PeerJ**, 8, e10156.
- Rocha, L., & Arbo, M. M. (2020). A New Species of *Turnera* (Turneraceae, Passifloraceae sl) from the Brazilian Cerrado. **Systematic Botany**, 45(4), 826-832.
- Ruengsawang, K., Chantaranonthai, P., & Simpson, D. A. (2012). Contributions to the seed morphology and taxonomy of *Justicia* (Acanthaceae) from Thailand. **Journal of Systematics and Evolution**, 50(2), 153-162.
- Salas, R. M., & Cabral, E. L. (2012). Two new shrubby species of the genus *Staelia* (Rubiaceae) from Serra do Curral Frio, Bahia, Brazil. **Systematic Botany**, 37(2), 507-515.
- Salazar, J., & Nixon, K. (2008). New discoveries in the Canellaceae in the Antilles: how phylogeny can support taxonomy. **The Botanical Review**, 74(1), 103-111.

- Santos, T. V. A., Leite, K. R. B., Dórea, M. D. C., Ocampo, G., Melo-de-Pinna, G. F. D. A., & Oliveira, R. P. (2021). Taxonomic differentiation among *Portulaca minensis* (Portulacaceae) and its allies occurring within the Espinhaço Range, Brazil, based on macro and microcharacters. **Plant Systematics and Evolution**, 307(3), 1-17.
- Sarvi, A. L. I., Faghir, M. B., & Shavvon, R. S. (2021). *Polygala guilanica* (Polygalaceae), a new species from Guilan Province, N Iran. **Phytotaxa**, 513(2), 141-151.
- Saunders, R. M. (2002). The genus *Goniothalamus* (Annonaceae) in Sumatra. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 139(3), 225-254.
- Saunders, R. M., & Munzinger, J. (2007). A new species of *Goniothalamus* (Annonaceae) from New Caledonia, representing a significant range extension for the genus. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 155(4), 497-503.
- Schulman, L. (2008). *Adelobotrys atlantica* (Melastomataceae: Merianieae): the first species of *Adelobotrys* from Brazil's Mata Atlântica. **Kew Bulletin**, 63(3), 457-461.
- SciELO. Perguntas mais frequentes sobre o processo de seleção de periódicos. 31/01/2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/about/perguntas-mais-frequentes-sobre-o-processo-de-selecao-de-periodicos>>. Acesso em: 26 de jul. de 2022.
- Scoppola, A., & Magrini, S. (2019). Comparative palynology and seed morphology in annual pansies (*Viola* Sect. *Melanium*, Violaceae): Implications for species delimitation. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 153(6), 883-899.
- Secco, R. D. S. (2014). A New Species of *Amanoa* (Phyllanthaceae) from Pará State, Amazonian Brazil. **Systematic Botany**, 39(1), 235-238.
- Segarra, J. G., & Mateu, I. (2001). Seed morphology of *Linaria* species from eastern Spain: identification of species and taxonomic implications. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 135(4), 375-389.
- Shavvon, R. S., & Mehrvarz, S. S. (2010). Pollen and seed morphology of the genus *Cistanche* (Orobanchaceae) in Iran. **Biologia**, 65(4), 615-620.
- Shepherd, K. A., Macfarlane, T. D., & Colmer, T. D. (2005). Morphology, anatomy and histochemistry of Salicornioideae (Chenopodiaceae) fruits and seeds. **Annals of Botany**, 95(6), 917-933.

- Shui, Y. M., Janssens, S., Huang, S. H., Chen, W. H., & Yang, Z. G. (2011). Three new species of *Impatiens* L. from China and Vietnam: preparation of flowers and morphology of pollen and seeds. **Systematic Botany**, 36(2), 428-439.
- Siebert, S. J., Retief, E., Van Wyk, A. E., & Struwig, M. (2010). A new species of *Polygala* (Polygalaceae) from ultramafic soils in Sekhukhuneland, South Africa, with notes on its ecology. **South African Journal of Botany**, 76(2), 345-353.
- Silva, D. N., Diniz, D. O., Koschnitzke, C., Guimarães, P. J. F., Silva, M. J., & Maia, V. H. (2018). *Chaetostoma hexapetalum* (Microlicieae, Melastomataceae): a new species from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. **Systematic Botany**, 43(4), 986-992.
- Silva, F. A., Gil, A. D. S. B., Reis, A.S., Fernandes-Júnior, A. J., Luz, C. F. P., & Kameyama, C. (2019). Three new species of *Justicia* L. (Acanthaceae) from Brazil. **Systematic Botany**, 44(3), 697-707.
- Silva, O. L., & Cordeiro, I. (2020). Taxonomic revision of *Astraea* (Euphorbiaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 306(2), 1-62.
- Silva, F. A. D., Kameyama, C., Zappi, D., & Gil, A. D. S. B. (2022). The genus *Justicia* (Acanthaceae) in the state of Pará, Amazon, Brazil. **Rodriguésia**, 73.
- Simmons, M. P., & Hayden, W. J. (1997). Revision of the cerrado hemicryptophytic *Chamaesyce* of Boissier's "Pleiadeniae" (Euphorbiaceae). **Brittonia**, 49(2), 155-180.
- Simmons, M. P., & Cappa, J. J. (2013). *Wilczekra*, a new genus of Celastraceae for a disjunct lineage of *Euonymus*. **Systematic Botany**, 38(1), 148-153.
- Simões, A. O., Endress, M. E., & Conti, E. (2010). Systematics and character evolution of *Tabernaemontaneae* (Apocynaceae, Rauvolfioideae) based on molecular and morphological evidence. **Taxon**, 59(3), 772-790.
- Simões, A. O., Kinoshita, L. S., Koch, I., Silva, M. J., & Endress, M. E. (2016). Systematics and character evolution of *Vinceae* (Apocynaceae). **Taxon**, 65(1), 99-122.
- Şirin, E., & Ertuğrul, K. (2020). Seed Morphology of Some *Barbarea* (Brassicaceae) Taxa. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi**, 23(4), 913-916.

- Sivarajan, V. V., & Pradeep, A. K. (1989). A new species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) from India with co-evolutionary notes on *A. indica* and papilionid butterflies. **Plant systematics and evolution**, 163(1), 31-34.
- Sobrado, S. V., Carmo, J. A., Simões, A. O., & Salas, R. M. (2022). Two new species of *Psyllocarpus* (Spermacoaceae, Rubiaceae) from the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **European Journal of Taxonomy**, 806, 161-176.
- Sociedade Botânica do Brasil. Catálogo da Rede Brasileira de Herbários. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>>. Acesso em: Set. de 2021.
- Sociedade Botânica do Brasil (SBB), 2023. **Catálogo da Rede Brasileira de Herbários**. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- Soltis, D. E. (1991). A revision of *Sullivantia* (Saxifragaceae). **Brittonia**, 43(1), 27-53.
- Song, J. H., & Hong, S. P. (2020). Fruit and seed micromorphology and its systematic significance in tribe Sorbarieae (Rosaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 306(1), 1-14.
- Song, J. H., Roh, H. S., & Hong, S. P. (2020). Comparative seed morphology of the tribe Spiraeae (Amygdaloideae: Rosaceae). **Kew Bulletin**, 75(1), 1-13.
- Souza, E. B., Miguel, L. M., Cabral, E. L., Nepomuceno, F. Á. A., & Loiola, M. I. B. (2016). *Borreria apodiensis* (Rubiaceae: Spermacoaceae), a new species from Ceará and Rio Grande do Norte, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 10, 0102-33062016abb0014.
- Sramkó, G., Molnár, A., Tóth, J. P., Laczkó, L., Kalinka, A., Horváth, O., Skuza, L., Lukács, B. A., & Popiela, A. (2016). Molecular phylogenetics, seed morphometrics, chromosome number evolution and systematics of European *Elatine* L. (Elatinaceae) species. **PeerJ**, 4, e2800.
- Steyn, E. M. A., & Van Wyk, A. E. (2004). Functional and taxonomic significance of seed structure in *Salix mucronata* (Salicaceae). **Bothalia**, 34, 1, 53-59.
- Strid, D., Kearey, J., & Razafimandimbison, S. G. (2019). *Schismatoclada spathulata* (Rubiaceae), a new species from the Marojejy National Park (northeastern Madagascar). **Candollea**, 74(2), 203-208.

- Stull, G. W., Johnson, D. M., Murray, N. A., Couvreur, T. L., Reeger, J. E., & Roy, C. M. (2017). Plastid and seed morphology data support a revised infrageneric classification and an African origin of the pantropical genus *Xylopia* (Annonaceae). **Systematic Botany**, 42(2), 211-225.
- Sukhorukov, A. P., Zhang, M. L., Kushunina, M., Nilova, M. V., Krinitsina, A., Zaika, M. A., & Mazei, Y. (2018). Seed characters in Molluginaceae (Caryophyllales): implications for taxonomy and evolution. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 187(2), 167-208.
- Sutar, S., Patil, P., Aitawade, M., John, J., Malik, S., Rao, S., Yadav, S., & Bhat, K. V. (2013). A new species of *Abelmoschus medik* (Malvaceae) from Chhattisgarh, India. **Genetic resources and crop evolution**, 60(7), 1953-1958.
- Takács, A., Molnár, A., Lukács, B. A., Nagy, T., Lovas-Kiss, A., Green, A. J., Popiela, A. & Somlyay, L. (2018). Resurrection and typification of *Elatine campylosperma* (Elatinaceae), a long-forgotten waterwort species. **PeerJ**, 6, e4913.
- Terrell, E. E. (1979). New species and combinations in *Houstonia* (Rubiaceae). **Brittonia**, 164-169.
- Terrell, E. E., Robinson, H. E., Wagner, W. L., & Lorence, D. H. (2005). Resurrection of genus *Kadua* for Hawaiian Hedyotidinae (Rubiaceae), with emphasis on seed and fruit characters and notes on South Pacific species. **Systematic Botany**, 30(4), 818-833.
- The Angiosperm Phylogeny Group, M. W. Chase, M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, J. W. Byng, W. S. Judd, D. E. Soltis, D. J. Mabberley, A. N. Sennikov, P. S. Soltis, P. F. Stevens. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Volume 181, Issue 1, May 2016, Pages 1–20.
- Thiers, B. (2018). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. **New York: Botanical Garden's Virtual Herbarium**. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/ih/>>.
- Tipperry, N. P., & Sokolik, J. T. (2020). Phylogenetics and seed morphology of African *Nymphoides* (Menyanthaceae). **Nordic Journal of Botany**, 38(2).

- Tobe, H., & Raven, P. H. (1988). Seed morphology and anatomy of Rhizophoraceae, inter-and infrafamilial relationships. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 1319-1342.
- Tsutsumi, C., Yukawa, T., Lee, N. S., Lee, C. S. & Kato, M. (2007). Phylogeny and comparative seed morphology of epiphytic and terrestrial species of *Liparis* (Orchidaceae) in Japan. **Journal of Plant Research**, 120(3), 405–412. doi: 10.1007/s10265-007-0077-0
- Tugay, O., & Ulukuş, D. (2017). *Haplophyllum sahinii* (Rutaceae), a new species from Central Anatolia (Turkey). **Phytotaxa**, 297(3), 265-272.
- Ullah, F., Gao, Y., Jiao, R. F., & Gao, X. F. (2021). Comparative taxonomic variation in fruits and seeds' surface morphology among populations of alpine *Rosa sericea* complex (Rosaceae). **Microscopy Research and Technique**, 84(10), 2337-2350.
- Vanderplank, J., & Zappi, D. (2011). *Passiflora cristalina*, a striking new species of *Passiflora* (Passifloraceae) from Mato Grosso, Brazil. **Kew Bulletin**, 66(1), 149-153.
- Venkata Rao, C. (1968). Studies in the proteaceae: XI. Morphology, floral anatomy and embryology of *Lambertia* sm. with a discussion on the taxonomic position of the genus. **Springer India: New Delhi**. In: Proceedings/Indian Academy of Sciences. 68, 1, 11-24.
- Vieira, C. V., & Viegas, S. (2019). Os Herbários como recursos educativos dinâmicos e interdisciplinares. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, 20, 638-656.
- Vural, C., Ekici, M., Akan, H., & Aytaç, Z. (2008). Seed morphology and its systematic implications for genus *Astragalus* L. sections *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray and *Ornithopodium* Bunge (Fabaceae). **Plant Systematics and Evolution**, 274(3), 255-263.
- Wang, R. J., & Saunders, R. M. (2006). The genus *Cyathocalyx* (Annonaceae) in the Philippines. **Systematic Botany**, 31(2), 285-297.
- Wang, Z., Sun, W., Xi, H., & Chang, S. (2019). *Dysosmavillosa* (Berberidaceae), a new species from Guizhou, Southwestern China. **PhytoKeys**, 124, 77.
- Webb, C. J., & Simpson, M. J. A. (1991). Seed morphology in relation to taxonomy in New Zealand species of *Weinmannia*, *Ackama*, and the related South American

- Caldcluvia paniculata* (Cunoniaceae). **New Zealand journal of botany**, 29(4), 451-453.
- Wen, J., Lu, L. M., Nie, Z. L., Liu, X. Q., Zhang, N., Ickert-Bond, S., Gerrath, J., Manchester, S. R., Boggan, J., & Chen, Z. D. (2018). A new phylogenetic tribal classification of the grape family (Vitaceae). **Journal of Systematics and Evolution**, 56(4), 262-272.
- Xu, F. X. (2003). Sclerotesta morphology and its systematic implications in magnoliaceous seeds. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 142(4), 407-424.
- Yildiz, K. (2002). Seed morphology of Caryophyllaceae species from Turkey (north Anatolia). **Pakistan Journal of Botany**, 34(2), 161-171.
- Yoshikawa, V. N., Duarte, M. C., & Gonçalez, V. M. (2019). *Sida uniaristata*, a new species of *Sida* sect. *Sidae* L. (Malvaceae, Malvoideae) from Brazil. **Systematic Botany**, 44(1), 184-188.
- Yu, S. X., Janssens, S. B., Zhu, X. Y., Lidén, M., Gao, T. G., & Wang, W. (2016). Phylogeny of *Impatiens* (Balsaminaceae): integrating molecular and morphological evidence into a new classification. **Cladistics**, 32(2), 179-197.
- Zhang, Z. Y., Yang, D. Z., Lu, A. M., & Knapp, S. (2005). Seed morphology of the tribe Hyoscyameae (Solanaceae). **Taxon**, 54(1), 71-83.
- Zorić, L., Merkulov, L., Luković, J., & Boža, P. (2010). Comparative seed morphology of *Trifolium* L. species (Fabaceae). **Periodicum biologorum**, 112(3), 263-272.

APÊNDICE I

GLOSSÁRIO DAS CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DA SEMENTE

- **Asa ou Ala:** apêndice expandido que se estende da superfície das sementes e que facilita a dispersão pelo vento (anemocoria).
- **Calaza:** Extremidade do óvulo oposta à micrópila e visível sob a forma de mancha mais escura ou mais clara ou sob a forma de uma faixa que pode circundar parcial ou totalmente a semente.
- **Funículo:** estrutura filamentosa (pedúnculo) que liga o óvulo ou semente à placenta. O funículo na semente pode ser carnoso e colorido ou longo-filiforme com formação arilóide carnosa, alvo-amarelada.
- **Hilo:** cicatriz do funículo presente no tegumento da semente, cuja forma, tamanho e coloração são variados.
- **Micrópila:** pequena abertura (cicatriz superficial ou orifício punctiforme) no integumento de um óvulo ou no tegumento da maioria das sementes maduras próxima ao hilo, através da qual se realiza a absorção de água. Indica sempre a posição da radícula do embrião, abaixo da micrópila, que em muitas sementes se evidencia como uma saliência no tegumento ou por dois feixes mais claros.
- **Pleurograma:** sulco ou saliência em forma de ferradura ou em formato de “U” que circunda a superfície da semente, ocorrendo em ambos os lados da semente, comumente encontrado em leguminosas.
- **Projeção carnosa:** estrutura carnosa rica em nitrogênio e lipídio que envolve externamente as sementes. Podem representar transformações carnosas das camadas celulares externas do tegumento externo, crescimento de partes desse tegumento, da calaza ou da parte distal do funículo. A nomenclatura varia de acordo com a origem e posição na semente:
 - **Arilo:** estrutura carnosa produzida no funículo e que envolve a maior parte da semente;

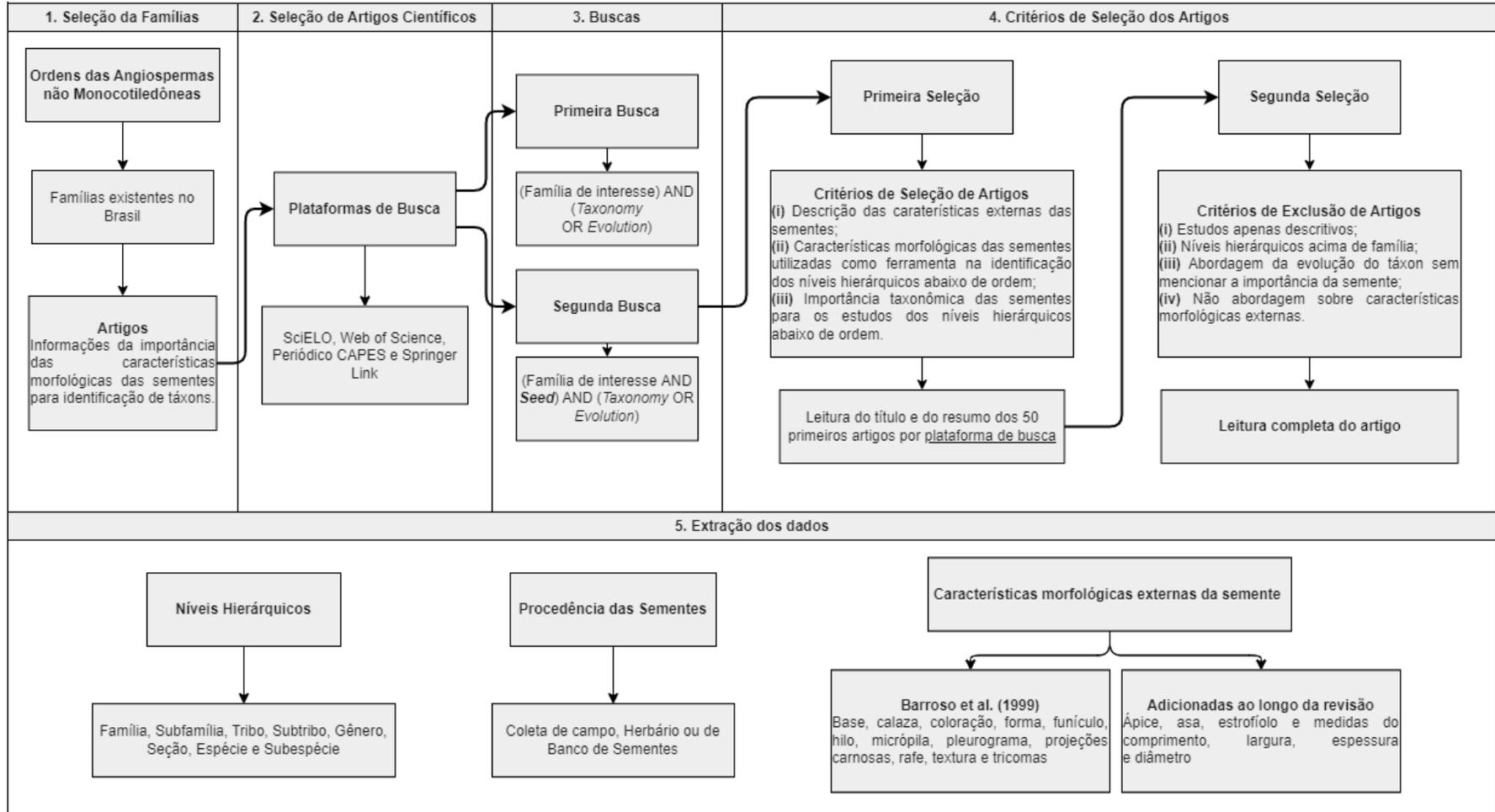
- **Arilóide:** estrutura carnosa, fibrosa ou pilosa que se forma em volta da micrópila, podendo recobrir toda a semente ou ser mais abundante nas margens da semente;
- **Carúncula:** uma ou duas estruturas carnosas ou mais consistentes restrita à base ou ao ápice da semente, próxima à micrópila;
- **Elaiossomo:** estrutura oleosa que envolve externamente as sementes e pode ser considerado um arilo, carúncula ou um arilóide, a depender de onde é formado, muitas vezes servindo como alimento para formigas ou outros insetos e auxilia na dispersão da semente;
- **Estrofiolo:** excrescência do tegumento externo da semente perto do hilo, glandular ou carnoso, associado à dispersão animal. É chamado de carúncula, mas um estrofiolo é uma excrescência da rafe, enquanto a carúncula está próxima à micrópila. Em Fabaceae, representa a área mais fraca do tegumento que circunda a semente, funcionando, quando se rompe, como o ponto de entrada de água em sementes com impermeabilidade de tegumento;
- **Sarcotesta:** estrutura carnosa desenvolvida pelo tegumento externo e que envolve completamente a semente.
- **Rafe:** linha elevada ou sulco que percorre o tegumento da semente, do hilo (ponto de fixação) à calaza.

REFERÊNCIAS

- Bell, A. D., & Bryan, A. (2008). *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*. Timber Press.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Glossário ilustrado de morfologia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS. 406 p.: il. color.; 21 cm.
- Delgado, C. M. L. (2010). Estudo da quebra da dormência em sementes de *Sophora tomentosa* L. e *Erythrina speciosa* Andr. (Fabaceae-Papilionoideae).
- Duarte, E. F. et al. **Glossário eletrônico de morfologia vegetal: sementes e propágulos**. Universidade Federal de Goiás / Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Disponível em <http://projetosbotanica.icb.ufg.br/guia_sd/glossary>. Acesso em: 19/03/2023.
- Quer, P. F. (1953). *Diccionario de botánica*. Ediciones Península, s.a., Peu de la Creu 4, 08001-Barcelona.
- Schmidt, L., Joker, D. (2001). **Glossary of seed biology and technology**.

APÊNDICE 2

ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA



APÊNDICE 3

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continua).

Ordem	Famílias	Nível Hierárquico	Caracteres	Referências
Grado Ana				
Nymphaeales	Cabombaceae	Esp	Fo Ta	Barbosa et al., 2015
Austrobaileyales	Schisandraceae	Gên	Co Fo Hi Ta Te	Denk & Oh, 2005
Magnoliideas				
Magnoliales	Myristicaceae	Fam	PC Raf	Doyle, 2004; Doyle, 2008
	Magnoliaceae	Fam Gên Esp	Ca Co Fo PC Ta	Xu, 2003; Hu et al., 2019
	Annonaceae	Fam Tri Gên Esp	Co Fo PC Ra Ta Te Tr	Kral, 1960; Saunders, 2002; Wang & Saunders, 2006; Saunders & Munzinger, 2007; Chaowasku et al., 2012; Johnson et al., 2013; Erkens et al., 2017; Johnson et al., 2017; Stull et al., 2017; Johnson & Murray, 2018; Lissambou et al., 2018; Meade & Parnell, 2018; Gosline et al., 2019; Hoekstra et al., 2021
Laurales	Siparunaceae	Gên	Fo	Kimoto & Tobe, 2003
Piperales	Aristolochiaceae	Fam Gên Esp	As Co Fo Fu Ta Te	Sivarajan & Pradeep, 1989; Gonzalez & Poncy, 1999; González & Rudall, 2003; Adams et al., 2004; Araújo & Alves, 2013; İlçim et al., 2015;
Canellales	Canellaceae	Fam	For PC	Parameswaran, 1962; Salazar & Nixon, 2008

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

Eudicotiledôneas				
Grado Basal				
Ranunculales	Ranunculaceae	Tri Gên Esp	As Fo Ta Co	Cappelletti & Poldini, 1984; Dadandi et al., 2009; Aydin & Dönmez, 2019; Hadidchi et al., 2020; Dönmez et al., 2021
	Menispermaceae	Fam Tri Gên	Ca Fo Ra	Mohana Rao, 1981; Ortiz et al., 2007; Ortiz, 2012; Ortiz et al., 2016; Wang et al., 2019
Proteales	Proteaceae	Gên	As Fo Ta	Venkata Rao, 1968
Rosídeas				
Fabídeas				
Zygophyllales	Zygophyllaceae	Esp	Fo Ta Tr	Khalik, 2012; Khalik & Hassan, 2012;
Fabales	Polygalaceae	Gên Seç Esp	Ba Fo PC Ta Te Tr	Chandrabose & Nair, 1981; Marques & Peixoto, 2006; Castro et al., 2008; Pastore & Cavalcanti, 2009; Pastore & Harley, 2009; Siebert et al., 2010; Abbott & Judd, 2011; Pastore & Abbott, 2012; Pastore, 2012; Pastore, 2013; Aydin, 2019; Pastore & Antar, 2021; Pastore et al., 2021; Sarvi et al., 2021

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

	Fabaceae	Fam Subfam Tri Gên Seç Esp	As Co Cr Fo Fu Hi Pl PC Ra Ta Te Tr	Grear & Dengler, 1976; Kirkbride & Wiersema, 1997; López et al., 2000; Meireles & Tozzi, 2008; Vural et al., 2008; Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010; Zoric et al., 2010; Güneş & Ali, 2011; Cano et al., 2012; Moteetee et al., 2012; Güneş, 2013; Queiroz et al., 2013; Córdula et al., 2014; Pinto et al., 2014; Erkul et al., 2015; Matos et al., 2019; Han et al., 2020
Rosales	Rosaceae	Gên Esp	Co Fo Ta Te	Song & Hong, 2020; Song et al., 2020; Ullah et al., 2021
	Rhamnaceae	Esp	PC	Hopkins et al., 2015
	Urticaceae	Gên	Fo	Deng et al., 2013
Fagales	Betulaceae	Esp	Fo	Gholami-Terojeni et al., 2021
Cucurbitales	Apodanthaceae	Fam	Fun PC	González & Pabón-Mora, 2017
	Cucurbitaceae	Fam Gên Esp	Co Fo Hi	Abid et al., 2015; Heneidak & Khalik, 2015
Celastrales	Celastraceae	Gên Esp	Fo PC Ta	Mu et al., 2012; Simmons & Cappa, 2013

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

Malpighiales	Euphorbiaceae	Fam Gên SubGên Seç Esp	Áp Ba Co Fo Fu PC Ta Te	Mangaly et al., 1979; Simmons & Hayden, 1997; Park, 2000; Cervantes & Olvera, 2005; Fan et al., 2010; Fraga-Arguimbau & Rosselló, 2011; Pahlevani & Akhani, 2011; Gagliardi et al., 2014; Pahlevani et al., 2014; Ottens-Treurniet & van Welzen, 2016; Pahlevani et al., 2017; Nasseh et al., 2018; Cardinal-McTeague & Gillespie, 2020; Cordeiro et al., 2020; Silva & Cordeiro, 2020; Frajman & Geltman, 2021
	Phyllanthaceae	Fam	PC	Secco, 2014
	Violaceae	Gên Esp	Ta	Scoppola & Magrini, 2019
	Passifloraceae	Esp	Áp As Ba Fo PC Ta	Pérez-Cortéz et al., 2002; Porter-Utley, 2007; Krosnick et al., 2009; Vanderplank & Zappi, 2011; Bernacci & Souza, 2012; Espinoza et al., 2018; Rocha & Arbo, 2020
	Salicaceae	Subfam Gên	PC	Steyn et al., 2004; Alford, 2021
	Rhizophoraceae	Gên Esp	As PC	Tobe & Raven, 1988
	Elatinaceae	Esp	Fo	Sramkó et al., 2016; Popiela et al., 2017; Takács et al., 2018
Oxalidales	Connaraceae	Fam	PC	Matthews & Endress, 2002
	Oxalidaceae	Gên	Fo Ta	Farooqui et al., 1985

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

	Cunoniaceae	Gên Esp	As Fo	Webb & Simpson, 2011
Malvídeas				
Geraniales	Geraniaceae	Gên SubGên Esp	Co Ta	Moghadam et al., 2015
Myrtales	Onagraceae	Seç Esp	Ra Ta	Lewis & Szwedkowski, 1964; Eyde, 1978
	Melastomataceae	Tri Gên Esp	As Co Fo Hi Ra Ta Te	James, 1956; Almeda, 1974; Goldenberg & Amorim, 2006; Schulman, 2008; Martin & Michelangeli, 2009; Morales-Puentes & Penneys, 2010; Bécquer et al., 2014; Gamba-moreno & Almeda, 2014; Ocampo et al., 2014; Goldenberg et al., 2015; Michelangeli & Goldenberg, 2016; Goldenberg & Hinoshita, 2017; Murugan et al., 2017; Bécquer et al., 2018; Silva et al., 2018; Penneys et al., 2020; Goldenberg et al., 2021
Malvales	Malvaceae	Tri Gên Esp	Co Fo Hi PC Ta Te Tr	Sutar et al., 2013; Carvalho-Sobrinho et al., 2014; Ferreira, 2015; Patil et al., 2015; Andino & Fernández-Alonso, 2018; Coutinho & Alves, 2019; Masullo et al., 2019; Yoshikawa et al., 2019; Areces-Berazain & Ackerman, 2020; Dang et al., 2020; Hoang et al., 2020; Masullo et al., 2020
Brassicales	Brassicaceae	Tri Gên Esp Subesp	As Co Fo Ta	Khalik & Maesen, 2002; Kaya et al., 2011; Bona, 2013; Antkowiak et al., 2018; Karaismailoğlu, 2019; Çitak & Dural, 2020; Şirin & Ertuğruk, 2020

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

Sapindales	Sapindaceae	Gên Esp	Fo PC Ta	Ferrucci & Urdampilleta, 2011; Hopkins, 2013; Ferrucci et al., 2016; Medeiros et al., 2016
	Meliaceae	Gên Esp	As Hi	Kenfack, 2011
	Rutaceae	Esp	As Fo Ta Tr	Bailey, 1962; Kallunki, 1992; Hamilton et al., 2008; Tugay & Ulukuş, 2017
Vitales	Vitaceae	Fam Gên Esp	Áp Ba Ca Fo Ta	Chen & Manchester, 2011; Wen et al., 2018; Rabarijaona et al., 2020; Parmar et al., 2021
Saxifragales	Grossulariaceae	Esp	Co Fo	Kendir, 2015
	Saxifragaceae	Esp	Co	Soltis, 1991
Superasterídeas				
Caryophyllales	Droseraceae	Seç Esp	Fo Ta	Gibson et al., 2012
	Polygonaceae	Esp	Ta	Mahmoudi et al., 2020
	Caryophyllaceae	Gên Esp	As Co Fo Ta	Brullo et al., 2014; Brullo et al., 2015; Firat & Yildiz, 2016; Güner & Duman, 2016; Alonso et al., 2021; Martín-Gómez et al., 2022
	Aizoaceae	Fam Subfam Gên Esp	Co Fo PC Ta	Hassan et al., 2004
	Molluginaceae	Gên Esp	PC	Sukhorukov et al., 2018
	Portulacaceae	Gên Esp Subesp	Co Fo Ta Te	Danin & Anderson, 1986; Nyananyo, 1988; Matthews et al., 1993; Santos et al., 2021

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

	Cactaceae	Fam Subfam Gên Esp	As Fo PC Ta	Metzing & Thiede, 2001; Martín-Gómez et al., 2021
Lamídeas				
Solanales	Convolvulaceae	Gên Subgên Seç Esp	Co Fo Ta Te	Khalik, 2006; Khalik & Osman, 2007; Ketjarun et al., 2016
	Solanaceae	Gên Esp	Fo Hi Ta	Zhang et al., 2005
	Gesneriaceae	Gên Esp	As Fo Ta Te	Clark et al., 2010; Clavijo et al., 2019; Kiew & Lau, 2019; Rahman, 2019
	Plantaginaceae	Gên Subgên Esp	Co Fo Ta	Muñoz-Centeno et al., 2007; Meudt, 2012; Hassan & Khalik, 2014; Ramzi & Saedi-Mehrvarz, 2019; Mazur et al., 2022
	Scrophulariaceae	Fam Tri Gên Seç Esp	As Co Fo Ta	Elisens & Tomb, 1983; Segarra & Mateu, 2000; Martínez-Ortega & Rico, 2001
Lamiales	Acanthaceae	Gên Esp	Áp Co Fo Ta Te Tr	Champluvier & Darbyshire, 2012; Ruengsawang et al., 2012; Côrtes et al., 2016; Kelbessa & Darbyshire, 2017; Partil et al., 2019; Silva et al., 2019; Borude, 2020; Soares et al., 2020; Silva et al., 2022
	Lentibulariaceae	Seç Esp	Fo Ta	Plachno et al., 2009; Menezes et al., 2014
	Lamiaceae	Esp	Co Fo Ta	Khalik, 2016
	Orobanchaceae	Gên Seç Esp	Co Fo Hi Ta	Shavvon & Mehrvarz, 2010; Liu et al., 2013; Dong et al., 2015

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (continuação).

Gentianales	Rubiaceae	Tri Gên Subgên Seç Esp	As Co Fo Hi PC Ta Te Tr	Terrell, 1979; Andersson & Persson, 1991; Delprete, 1999; Terrell et al., 2005; Groeninckx et al., 2010; Cabral et al., 2012; Salas & Cabral, 2012; Souza et al., 2016; Florentin et al., 2017; Block et al., 2018; Carmo et al., 2018; Souza et al., 2019; Strid et al., 2019; Sobrado et al., 2021; Miguel et al., 2022; Sobrado et al., 2022
	Gentianaceae	Gên Sec Esp	As Fo Ta	Davitashvili & Karrer, 2010
	Apocynaceae	Subfam Tri Gên Esp	As Fo PC Ta	Endress & Bruyns, 2000; Simões et al., 2010; Pereira et al., 2016; Simões et al., 2016; Alvarado-Cárdenas et al., 2017
Asterídeas				
Cornales	Hydrangeaceae	Esp	Ca Mi Ta	Morozowska et al., 2012
Ericales	Balsaminaceae	Gên Esp	Co Fo Ta Te Tr	Bi et al., 2010; Narayanan et al., 2011; Shui et al., 2011; Ramasubbu et al., 2015; Yu et al., 2015; Cho et al., 2017; Joe et al., 2017; Arigela et al., 2019; Kim et al., 2019; Chun-Yu et al., 2020; Ramasubbu & Kamalabai, 2020; Rewicz et al., 2020; Mohan et al., 2021
	Primulaceae	Subfam Esp	Fo Ta	Morozowska et al., 2020
	Theaceae	Gên Esp	As Ta	Gunathilake et al., 2015

Apêndice 3: Representação das 67 famílias estudadas em que as características morfológicas externas da semente são úteis e seus respectivos níveis hierárquicos. Siglas: Família (Fam); Subfamília (Subfam); Tribo (Tri); Gênero (Gên); Seção (Seç); Espécie (Esp); Subespécie (Subesp). Siglas para os caracteres da semente: Ápice (Áp); Asa (As); Base (Ba); Calaza (Ca); Coloração (Co); Cristalino (Cr); Forma (Fo); Funículo (Fu); Hilo (Hi); Medidas (Me); Micrópila (Mi); Pleurograma (Pl); Projeção Carnosa (PC); Rafe (Ra); Textura (Te); (conclusão).

	Ericaceae	Gên Esp	Co Fo Ta	Fagúndez & Izco, 2004; Fagúndez & Izco, 2011; Fagúndez et al., 2010
Campanulídeas				
Asterales	Menyanthaceae	Esp	Fo Ta	Tippery & Sokolik, 2020

Capítulo 2

Título: A conservação das sementes em herbário é eficiente para a manutenção das suas características morfológicas externas?

Autores: Ivan Cezar Patrício Rebouças, Nádia Roque & Sheila Vitória Resende

A ser submetido para o periódico:
Journal of Seed Science (ISSN: 2317-1537)

RESUMO

A conservação das características morfológicas externas das sementes nos Herbários é pouco estudada, apesar da sua importância para informações sobre a biodiversidade, frugivoria, dispersão, conservação e manejo de espécies. Este estudo avaliou na conservação por um período superior a 15 anos das características morfológicas externas das sementes mantidas em exsicatas no Herbário ALCB e se o tipo de embalagem, o período e a secagem interferem na manutenção das características morfológicas externas das sementes. Para a avaliação da coloração, forma, projeções carnosas e medidas de comprimento, largura e espessura das sementes conservadas em exsicatas foram selecionadas as espécies *Abrus precatorius*, *Guarea guidonia*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylopia laevigata* e *Xylopia sericea*, e para a avaliação da interferência do tipo de embalagem (garrafa PET, envelope de papel e vidro), período de conservação de 360 dias e secagem nas características morfológicas externas das semente foram selecionadas as espécies *G. guidonia* e *G. ulmifolia*. Os resultados indicaram que as características morfológicas externas das sementes em exsicatas no acervo do Herbário ALCB foram conservadas por um período superior a 15 anos, com exceção da coloração e projeção carnosa. O tipo de embalagem interferiu na largura em garrafa PET e na espessura da semente em envelope de papel; a conservação por um período de 360 dias interferiu na manutenção da coloração e medidas de comprimento, largura e espessura; e a secagem interferiu na coloração e na manutenção da projeção carnosa em *G. ulmifolia*. Os resultados indicam a necessidade da descrição detalhada das características morfológicas externas das sementes, em especial da coloração e projeções carnosas antes do processo de secagem, haja visto o valor taxonômico dessas características.

Palavras-chave: exsicata, secagem, embalagem, período.

ABSTRACT

The conservation of external morphological characteristics of seeds in Herbaria is poorly studied, despite its importance for information on biodiversity, frugivory, dispersal, conservation, and species management. This study evaluated the conservation for a period of over 15 years of the external morphological characteristics of seeds preserved in herbarium specimens at the ALCB Herbarium, and whether packaging type, storage period, and drying interfere with the maintenance of the external morphological characteristics of seeds. For the assessment of coloration, shape, fleshy projections, and measurements of length, width, and thickness of seeds preserved in herbarium specimens, the species *Abrus precatorius*, *Guarea guidonia*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylopia laevigata*, and *Xylopia sericea* were selected. For the evaluation of the interference of packaging type (PET bottle, paper envelope, and glass), a storage period of 360 days, and drying on the external morphological characteristics of seeds, the species *G. guidonia* and *G. ulmifolia* were chosen. The results indicated that the external morphological characteristics of seeds in herbarium specimens at the ALCB Herbarium were conserved for a period of over 15 years, except for coloration and fleshy projections. Packaging type influenced width in PET bottles and seed thickness in paper envelopes. Conservation for a period of 360 days affected the maintenance of coloration and measurements of length, width, and thickness. Drying affected coloration and the maintenance of fleshy projections in *G. ulmifolia*. These findings emphasize the need for a detailed description of external morphological characteristics of seeds, particularly coloration and fleshy projections, before the drying process, considering their taxonomic value.

Keywords: evaluation, drying, packaging, period.

A conservação das sementes em herbário é eficiente para a manutenção das suas características morfológicas externas?

Ivan Cezar Patrício Rebouças, Nádia Roque e Sheila Vitória Resende

INTRODUÇÃO

A semente é uma estrutura vegetal cuja morfologia externa pode ser utilizada na identificação taxonômica, em especial no auxílio à classificação e inferências filogenéticas dentre as Angiospermas (Gardner, 2003; Akbari & Azizian, 2006; Jacques et al., 2011; Heneidak & Khalik, 2015; Sousa et al., 2019) e na compreensão sobre a ecologia dos grupos (Cervantes & Gómez, 2018). As características morfológicas externas das sementes envolvem as medidas de comprimento, largura, espessura e diâmetro (Brochmann, 1992; Tsutsumi et al., 2007), a forma (Pfosser et al., 2003), a coloração (Al-Ghamdi & Al-Zahrani, 2010), a posição da calaza (Chen & Manchester, 2011), a posição do hilo (Abid et al., 2015), a presença de projeções carnosas (Barroso et al., 1999) e a presença de tricomas (Gosline et al., 2019). Para a avaliação dessas características é importante que a coleta ocorra a partir de frutos completamente maduros e que haja uma seleção das sementes, a fim de permitir o controle na descrição do material e da sua conservação (Gardner, 2003).

As sementes conservadas em exsicatas ou sementecas nos acervos dos herbários desempenham um papel importante ao fornecer dados sobre a biodiversidade, taxonomia, frugivoria, dispersão, conservação e manejo de espécies, além de servir como material didático (Oliveira et al., 2017; Silva & Chalco, 2017; Cervantes & Gómez, 2018; Himangini & Thakur, 2018; Évora et al., 2020; Tippery & Sokolik, 2020). No Brasil, atualmente, existem 214 herbários ativos registrados, no entanto, não há informações precisas sobre o número de herbários brasileiros que possuem uma coleção de sementes (Thiers, 2018). Apesar das sementecas desempenharem as mesmas funções dos herbários, como viabilizar a realização de análises morfológicas e a identificação e reconhecimento de famílias, gêneros e espécies, a presença de uma coleção de sementes facilita o acesso e a organização das mesmas (Vieira & Viegas, 2019; Évora et al., 2020).

No que se refere a conservação das sementes, essa pode ser influenciada por fatores como a secagem, a embalagem, a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de manutenção (Guedes et al., 2012). A embalagem é um fator importante durante a

conservação, já que confere proteção contra a umidade, insetos e danos no manuseio, além de oferecer facilidade na identificação (Azeredo et al., 2005). As embalagens podem ser classificadas como permeáveis (porosas), semipermeáveis (semiporosas) e impermeáveis (herméticas) (Silva et al., 2010; Silva et al., 2023). As embalagens de papel, que são permeáveis, e plástico e vidro, que são impermeáveis, são comumente utilizadas na conservação de sementes (Silva et al., 2010).

Dessa forma, é importante avaliar o melhor tipo de embalagem na qual as sementes devem ser acondicionadas, pois a escolha da embalagem influencia a manutenção da qualidade das sementes (Ferreira & Borghetti, 2004; Guedes et al., 2012). Além disso, é necessário avaliar a disponibilidade da embalagem, dando-se preferência aquelas que são de fácil obtenção para conservação (Souza et al., 2011; Guedes et al., 2012; Júnior et al., 2020).

Assim, este estudo teve como objetivo analisar se a conservação das sementes em exsicatas nos herbários é eficiente para a manutenção e integridade das características morfológicas externas, a partir da avaliação (1) de exsicatas no acervo do Herbário ALCB por um período superior a 15 anos; (2) do efeito do tipo de embalagem; (3) do efeito do período de conservação por 360 dias; e (4) da interferência da secagem na manutenção das características morfológicas externas das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Seleção das espécies

Para a seleção das espécies, foram considerados como critérios (1) a presença de projeções carnosas nas sementes, (2) a presença da espécie com sementes no Herbário Alexandre Leal Costa da Universidade Federal da Bahia (ALCB/UFBA) através da verificação no *SpeciesLink*, (3) a presença da espécie no *campus* de Ondina da UFBA com base no trabalho de Roque et al. (2020), (4) o período de acondicionamento dos espécimes superiores a 15 anos no Herbário ALCB/UFBA, (5) a presença de sementes nos envelopes ou no mínimo em três frutos maduros nas exsicatas para a avaliação para evitar danos ao material, (6) a maturidade do fruto e (7) integridade da semente, sendo selecionadas as sementes bem formadas e sem danos.

2. Avaliação das características morfológicas externas das sementes

A avaliação da coloração do tegumento e da projeção carnosa, forma, presença de projeções carnosas e medidas de comprimento (cm), largura (cm) e espessura (cm) foi realizada para as sementes conservadas em exsicatas no Herbário ALCB e para as sementes coletadas e conservadas em garrafa PET, envelope de papel e vidro, durante os períodos de 0 (pós-secagem), 90, 180, 270 e 360 dias.

Para esta análise, foi utilizado paquímetro com resolução de leitura de 150 µm e a carta de cores de acordo com Küppers (2002). Para a classificação das projeções carnosas e demais estruturas, foram utilizadas as literaturas específicas de Barroso et al. (1999) e Carvalho (2007), e as definições propostas por Bell & Bryan (1991) e Brasil (2009).

3. Avaliação das características morfológicas externas das sementes conservadas em exsicatas no Herbário ALCB

Para verificar a manutenção das características morfológicas externas das sementes conservadas em exsicatas no Herbário ALCB, foram selecionadas exsicatas das espécies de *Abrus precatorius* L. (Fabaceae), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), *Xylopia laevigata* (Mart.) R.E.Fr. e *Xylopia sericea* A.St.-Hil. (Annonaceae). Em seguida, apenas os espécimes com sementes maduras, íntegras, bem formadas e facilmente removíveis sem danos à exsicata foram consideradas para a avaliação. Para *A. precatorius*, *G. guidonia*, *X. laevigata* e *X. sericea*, foram avaliadas as sementes que estavam expostas devido à abertura do fruto quando maduro, enquanto para *G. ulmifolia* foram avaliadas as sementes de frutos maduros caracterizados pela abertura dos cinco segmentos e coloração preta. Para cada espécie, foram avaliadas cinco sementes por exsicata, cujas médias de comprimento, largura e espessura foram utilizadas nos resultados.

As exsicatas de cada espécie foram selecionadas por apresentarem um período de armazenamento no acervo igual ou superior a 15 anos entre a coleta mais recente e a mais antiga. As exsicatas selecionadas apresentaram um período de coleta entre os anos de 1942 e 2019 e foram registradas as informações do estado, município, mês e ano da coleta e *voucher* (Tabela 1). Após a análise das características morfológicas externas, as sementes foram devolvidas às exsicatas e conservadas em envelopes de papel novos ou que já estivessem presentes na exsicata e retornadas ao acervo do Herbário ALCB.

4. Avaliação do efeito das embalagens e período na manutenção das características morfológicas externas das sementes

4.1 Coleta, beneficiamento e secagem das sementes

As sementes de *Guarea guidonia* e *Guazuma ulmifolia* foram coletadas de frutos maduros de cinco indivíduos por espécie presentes no *campus* de Ondina da UFBA no município de Salvador (Bahia) em dezembro de 2021. Os indicativos de maturidade utilizados para os frutos foram a mudança na coloração, deiscência e deciduidade (Davide et al., 1995; Carvalho et al., 2007). Para *G. guidonia* foram coletadas sementes que estavam dispostas de forma pendular devido a abertura do fruto quando maduro e com presença da projeção carnosa do tipo arilo, enquanto para *G. ulmifolia* foram coletadas sementes de frutos de coloração preta, abertos com cinco segmentos e com presença da projeção carnosa mucilagínosa do tipo arilo (Figura 1).



Figura 1. Sementes *in loco*. **A.** *Guarea guidonia*; **B.** *Guazuma ulmifolia*. Fotos: Silva, T. R. M.

As sementes coletadas foram beneficiadas e aquelas com danos na estrutura externa, malformadas e predadas foram descartadas (Davide et al., 1995; Carvalho et al., 2007). Para *G. ulmifolia*, as sementes foram secas dentro e fora do fruto, a fim de compreender se a estrutura do fruto protege a projeção carnosa da semente durante a secagem. As sementes e os frutos foram colocados em uma bandeja de papel de gramatura 200g/m² A4, de forma que não houvesse contato entre as sementes, e secos em estufa com ventilação forçada a 60°C durante três dias. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em embalagens de vidro e submetidos a condições de freezer a -5°C por

dois dias e, em seguida, secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por um dia (Peixoto & Maia, 2013; Silva & Chalco, 2017).

Os espécimes coletados foram incorporados no acervo do Herbário ALCB com *voucher* ALCB076700 e ALCB076701 para *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, respectivamente.

4.2 Conservação das sementes

Para avaliar se o tipo de embalagem interfere na manutenção das medidas das sementes conservadas, foram avaliados três tipos de embalagens: (1) envelope de papel americano 10 x 15 cm, (2) recipiente de vidro e (3) garrafa de polietileno tereftalato (PET), ambos com tampa e capacidade para 250 mL.

As embalagens com as sementes foram mantidas no acervo do Herbário ALCB dentro de uma caixa de polipropileno preta 37 x 28 x 26,5 cm (25-28°C; 42-49% UR) para reduzir a interferência da luz na manutenção das características morfológicas externas das sementes (Guedes et al., 2012). A cada período de conservação, 0 (pós-secagem), 90, 180, 270 e 360 dias, foram avaliadas as características morfológicas externas das sementes considerando o conjunto de sementes nos diferentes tratamentos, com exceção das medidas em que foram avaliadas todas as sementes de forma individual.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com um tratamento adicional (controle) 1+3 X 4 (embalagem X período de conservação), com 4 repetições de 4 sementes para cada condição de conservação. Os resultados das medidas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o programa RStudio (v4.3.0; R Core Team, 2023).

RESULTADOS

Avaliação das características morfológicas externas das sementes conservadas em exsiccatas no Herbário ALCB

Das 62 exsiccatas referentes às cinco espécies avaliadas disponíveis no Herbário ALCB, apenas 57 foram utilizadas para a análise, pois cinco exsiccatas apresentaram frutos e/ou sementes imaturas ou coladas à exsicata ou não tinham cinco sementes disponíveis.

Em relação à coloração da semente e da projeção carnosa, para *Guazuma ulmifolia*, cujas sementes *in loco* são castanhas a pretas com presença de projeção mucilaginosa (sarcotesta) recobrimdo a semente, foi observada uma variação entre marrom, marrom claro, marrom escuro e acinzentado, e em todas as sementes avaliadas a projeção carnosa

foi perdida ao longo dos anos avaliados. Em *Abrus precatorius*, cujas sementes *in loco* são bicolors devido a coloração vermelho e preto e não apresentam projeção carnosa, as sementes mais antigas (1947) apresentaram a coloração preta e as mais recentes (2016) apresentaram a coloração vermelho e preto (bicolor), o que não difere da coloração das sementes *in loco*.

Em *Guarea guidonia*, cuja coloração das sementes está associada a projeção carnosa (arilo) que *in loco* apresenta a coloração vermelha, as mais antigas (1997) apresentaram a coloração marrom-escuro e as mais recentes (2019) apresentaram a coloração vermelho-cobre. Para *Xylopia laevigata*, as sementes mais antigas (1953) e mais recentes (2013) apresentaram a mesma coloração preta, assim como as sementes *in loco* da espécie. Para *Xylopia sericea*, as sementes mais antigas (1995) apresentaram a coloração preta, assim como as sementes *in loco* da espécie, e as sementes mais recentes (2018) apresentaram a coloração vermelha (Tabela 1). As projeções carnosas de ambas as espécies de *Xylopia* não apresentaram informações descritas referentes a coloração da estrutura, apesar de *in loco* ambas apresentarem a coloração bege a branca e do tipo estrofíolo.

Para as cinco espécies selecionadas, não foi observada alteração na forma das sementes, apesar dos diferentes períodos e locais de coleta de cada espécie (Tabela 1). Em relação à projeção carnosa, *G. guidonia*, *X. laevigata* e *X. sericea* conservaram as características ao longo dos anos, enquanto em *G. ulmifolia* e *A. precatorius* essa estrutura não foi observada em nenhuma das exsicatas de ambas as espécies (Tabela 1).

Os valores das medidas das sementes de *A. precatorius* variaram de 0,56 a 0,60 cm de comprimento, 0,40 a 0,46 cm de largura e 0,40 a 0,50 cm de espessura. Em *G. guidonia*, as medidas variaram de 0,67 a 1,14 cm de comprimento, 0,37 a 0,68 cm de largura e 0,31 a 0,62 cm de espessura. Para *G. ulmifolia*, as medidas variaram de 0,16 a 0,32 cm de comprimento, 0,12 a 0,22 cm de largura e 0,12 a 0,20 cm de espessura. Em relação a *X. laevigata*, os valores das medidas variaram de 0,52 a 0,71 cm de comprimento, 0,34 a 0,52 cm de largura e 0,26 a 0,38 cm de espessura. Para *X. sericea*, os valores das medidas variam de 0,60 a 0,69 cm de comprimento, 0,38 a 0,48 cm de largura e 0,30 a 0,36 cm de espessura (Tabela 1).

Tabela 1. Características morfológicas externas das sementes de espécies conservadas em exsiccatas no Herbário ALCB no período superior de 15 anos. PC = projeção carnosa; A = ausente; P = presente; Pe = perdido; C = comprimento; L = largura; E = espessura. Sinal (-) representa ausência da informação da coloração (continua).

Espécie	Estado	Mês	Ano	Coloração (semente)	Forma	PC	Coloração (PC)	Medidas (cm)		
								C	L	E
<i>Abrus precatorius</i> L.	BA	Out	1942	Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,40
	BA	Jan	1954	Preto	Globosa	A	-	0,60	0,42	0,44
	BA	Abr	1967	Preto	Globosa	A	-	0,54	0,39	0,40
	BA	Set	1987	Vermelho-cornalina e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,44	0,42
	BA	Nov	1994	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,47
	BA	Out	1996	Vermelho e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,46	0,42
	BA	Dez	1999	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,56	0,40	0,40
	BA	Jul	2000	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,40
	BA	Jan	2009	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,50	0,40	0,40
	BA	Ago	2009	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,40
	BA	Jun	2011	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,58	0,40	0,40
	BA	Jan	2011	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,40
	BA	Jun	2012	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,50
	BA	Jun	2012	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,43	0,43
	BA	Abr	2012	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,58	0,40	0,40
	BA	Abr	2014	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,60	0,40	0,45
BA	Ago	2016	Vermelho-escuro e Preto	Globosa	A	-	0,58	0,40	0,40	

Tabela 1. Características morfológicas externas das sementes de espécies conservadas em exsicatas no Herbário ALCB no período superior de 15 anos. PC = projeção carnosa; A = ausente; P = presente; Pe = perdido; C = comprimento; L = largura; E = espessura. Sinal (-) representa ausência da informação da coloração (continuação).

Espécie	Estado	Mês	Ano	Coloração (semente)	Forma	PC	Coloração (PC)	Medidas (cm)		
								C	L	E
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	BA	Fev	1997	--	Ovoide	P	Marrom-escuro	0,67	0,37	0,31
	BA	Abr	1999	--	Ovoide	P	Cobre	1,02	0,68	0,61
	BA	Fev	2004	--	Ovoide	P	Cobre	0,86	0,45	0,41
	BA	Jun	2011	--	Ovoide	P	Cobre	1,14	0,58	0,62
	BA	Fev	2012	--	Ovoide	P	Cobre	0,90	0,66	0,50
	BA	Mai	2019	--	Ovoide	P	Vermelho-cobre	0,98	0,57	0,56
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	BA	Dez	1974	Marrom	Globosa	Pe	-	0,27	0,14	0,18
	BA	Dez	1974	Marrom	Globosa	Pe	-	0,25	0,22	0,19
	MT	Ago	1986	Marrom-escuro	Globosa	Pe	-	0,22	0,14	0,12
	BA	Nov	1991	Marrom-acinzentado	Globosa	Pe	-	0,23	0,13	0,18
	BA	Nov	1994	Marrom	Globosa	Pe	-	0,16	0,12	0,16
	BA	Out	2002	Marrom-claro	Globosa	Pe	-	0,32	0,13	0,20
	MS	Out	2003	Marrom-claro	Globosa	Pe	-	0,24	0,17	0,15
	BA	Out	2005	Marrom-escuro	Globosa	Pe	-	0,21	0,20	0,18
	BA	Dez	2006	Marrom-escuro	Globosa	Pe	-	0,17	0,17	0,18
	BA	Jul	2007	Marrom-claro	Globosa	Pe	-	0,20	0,17	0,15
	BA	Jul	2007	Marrom	Globosa	Pe	-	0,19	0,17	0,17
	BA	Mai	2008	Marrom-acinzentado	Globosa	Pe	-	0,26	0,17	0,12
	BA	Jul	2008	Marrom	Globosa	Pe	-	0,20	0,13	0,12
<i>Xylopia laevigata</i> (Mart.) R.E. Fr.	BA	Jan	1953	Preto	Cilíndrica	P	-	0,64	0,45	0,33
	BA	Dez	1976	Preto	Cilíndrica	P	-	0,58	0,42	0,37
	BA	Out	1982	Marrom-escuro	Cilíndrica	P	-	0,56	0,43	0,30
	BA	Mai	1990	Marrom-escuro	Cilíndrica	P	-	0,62	0,45	0,38
	BA	Jan	1997	Preto	Cilíndrica	P	-	0,52	0,34	0,26
	BA	Fev	2002	Preto	Cilíndrica	P	-	0,60	0,38	0,35
	BA	Ago	2005	Marrom-escuro	Cilíndrica	P	-	0,68	0,38	0,30
BA	Mar	2006	Marrom-escuro	Cilíndrica	P	-	0,65	0,39	0,35	

Tabela 1. Características morfológicas externas das sementes de espécies conservadas em exsicatas no Herbário ALCB no período superior de 15 anos. PC = projeção carnosa; A = ausente; P = presente; Pe = perdido; C = comprimento; L = largura; E = espessura. Sinal (-) representa ausência da informação da coloração (conclusão).

Espécie	Estado	Mês	Ano	Coloração (semente)	Forma	PC	Coloração (PC)	Medidas (cm)		
								C	L	E
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	BA	Out	2009	Marrom-claro	Cilíndrica	P	-	0,55	0,34	0,28
	BA	Out	2009	Marrom-escuro	Cilíndrica	P	-	0,71	0,50	0,35
	BA	Fev	2012	Preto	Cilíndrica	P	-	0,71	0,52	0,33
	BA	Jan	2013	Preto	Cilíndrica	P	-	0,68	0,40	0,34
	RJ	Out	1995	Preto	Cilíndrica	P	-	0,62	0,38	0,33
	BA	Set	2006	Preto	Cilíndrica	P	-	0,69	0,42	0,34
	CE	Jul	2015	Preto	Cilíndrica	P	-	0,66	0,48	0,34
	BA	Mar	2016	Vinho-escuro	Cilíndrica	P	-	0,60	0,39	0,32
	BA	Out	2016	Preto	Cilíndrica	P	-	0,62	0,39	0,30
	BA	Mar	2018	Preto	Cilíndrica	P	-	0,67	0,44	0,36
GO	Set	2018	Vermelho e Preto	Cilíndrica	P	-	0,61	0,48	0,34	

Avaliação do efeito das embalagens e período na manutenção das características morfológicas externas das sementes

As sementes de *G. guidonia* não apresentaram diferenças na forma ovoide nos períodos avaliados e a projeção carnosa manteve-se presente, cuja coloração da projeção variou entre vermelho, vermelho alaranjado e vermelho escuro (Tabela 2; Figura 1).

Tabela 2. Coloração e forma das sementes de *Guarea guidonia* nos diferentes períodos de conservação.

Espécie	Períodos	Coloração (projeção carnosa)	Coloração - Código	Forma	Projeção carnosa
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Pré-secagem	Vermelho	N20 - Y99 / M99	Ovoide	Presente
	Pós-secagem	Vermelho-alaranjado	N40 - Y99 / M80	Ovoide	Presente
	90° Dia	Vermelho-escuro	N40 - Y99 / M99	Ovoide	Presente
	180° Dia	Vermelho-escuro	N40 - Y99 / M90	Ovoide	Presente
	270° Dia	Vermelho-alaranjado	N40 - Y99 / M80	Ovoide	Presente
	360° Dia	Vermelho-alaranjado	N40 - Y99 / M80	Ovoide	Presente

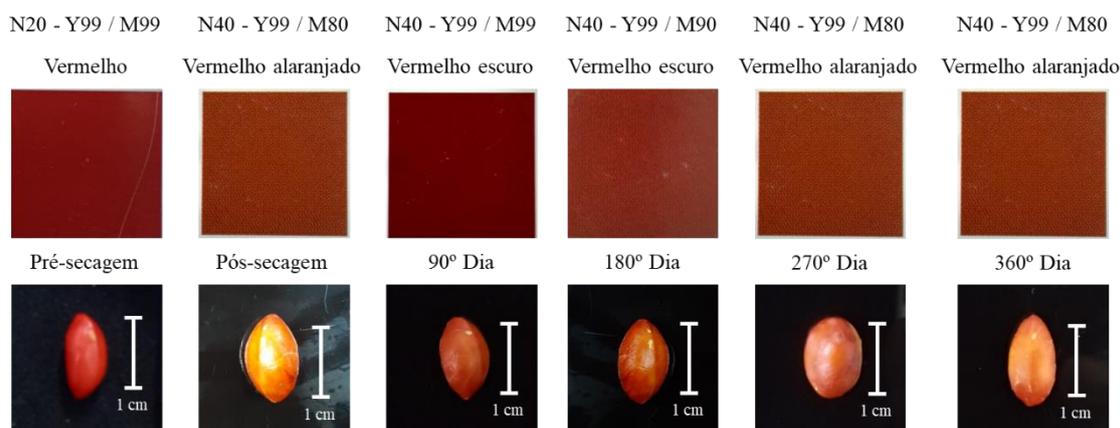


Figura 2. Variação da coloração da projeção carnosa (arilo) das sementes de *Guarea guidonia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação.

Na avaliação do efeito da secagem nas medidas das sementes de *G. guidonia*, foi observada uma mudança significativa apenas para a variável espessura, com uma redução de 13,89% após a secagem (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guarea guidonia* na pré e pós-secagem.

Secagem	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Pré-secagem	1,22a	0,74a	0,72a
Pós-secagem	1,12a	0,66a	0,62b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a análise do efeito das embalagens e dos períodos de conservação das sementes de *G. guidonia*, não houve interação significativa entre os fatores e entre o fatorial e o controle nas variáveis analisadas. O comprimento das sementes variou de 1,12 a 1,15 cm, a largura variou de 0,66 a 0,70 cm e a espessura variou de 0,62 a 0,67 cm. Houve diferença significativa apenas para a variável espessura com maior valor para envelope de papel (0,67 cm) (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guarea guidonia* nas diferentes embalagens.

Embalagens	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	1,12	0,66	0,62
Frasco de vidro	1,12a	0,66a	0,62b
Garrafa PET	1,14a	0,69a	0,62ab
Envelope de papel	1,15a	0,70a	0,67a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa nos valores das variáveis analisadas nos diferentes períodos de conservação em *G. guidonia*. O comprimento das sementes variou de 1,12 a 1,15 cm, a largura variou de 0,66 a 0,70 cm e a espessura variou de 0,62 a 0,65 cm (Tabela 5).

Tabela 5. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guarea guidonia* nos diferentes períodos de conservação.

Períodos de conservação (dias)	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	1,12	0,66	0,62
90	1,15a	0,66a	0,62a
180	1,15a	0,70a	0,65a
270	1,15a	0,69a	0,64a
360	1,14a	0,69a	0,65a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em *G. ulmifolia*, a coloração das sementes secas fora do fruto foi alterada de cinza para marrom claro nos períodos avaliados (Tabela 6; Figura 2) e não houve modificação dessa característica nas sementes secas dentro do fruto (Tabela 6; Figura 3). A forma globosa das sementes permaneceu a mesma ao longo do período de conservação, no entanto, a projeção carnosa foi perdida em todas as sementes após o processo de secagem (Tabela 6).

Tabela 6. Coloração da projeção carnosa e forma das sementes de *Guazuma ulmifolia* nos diferentes períodos de conservação.

Espécie	Períodos	Coloração	Coloração - Código	Forma	Projeção carnosa
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (fora do fruto)	Pré-secagem	Cinza	N50 - Y30 / M20	Globosa	Presente
	Pós-secagem	Cinza-claro	N30 - Y30 / M20	Globosa	Ausente
	90° Dia	Marrom-claro	N50 - Y50 / M20	Globosa	Ausente
	180° Dia	Marrom-claro	N50 - Y50 / M20	Globosa	Ausente
	270° Dia	Marrom-claro	N50 - Y40 / M20	Globosa	Ausente
	360° Dia	Marrom-claro	N50 - Y40 / M20	Globosa	Ausente
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (dentro do fruto)	Pós-secagem	Marrom	N90 - Y50 / M40	Globosa	Ausente
	90° Dia	Marrom	N90 - Y50 / M40	Globosa	Ausente
	180° Dia	Marrom	N90 - Y50 / M40	Globosa	Ausente
	270° Dia	Marrom	N90 - Y50 / M40	Globosa	Ausente
	360° Dia	Marrom	N90 - Y50 / M40	Globosa	Ausente

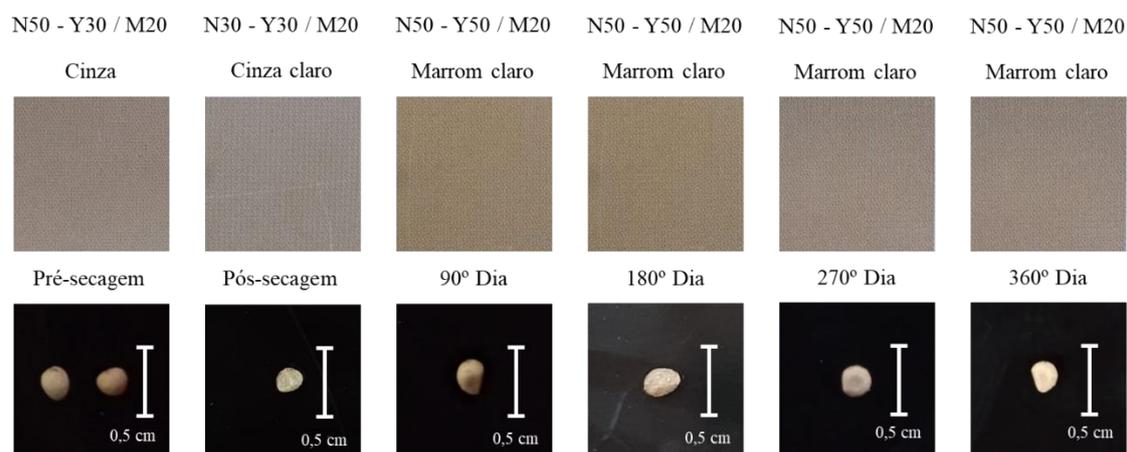


Figura 3. Variação da coloração das sementes secas fora do fruto de *Guazuma ulmifolia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação.

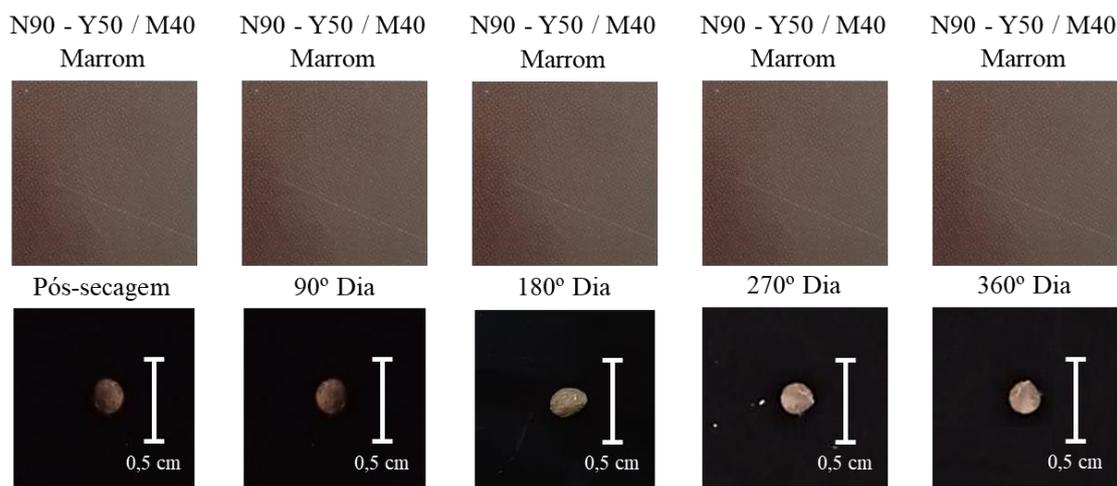


Figura 4. Variação da coloração das sementes secas dentro do fruto de *Guazuma ulmifolia* nos períodos pré e pós-secagem e após 90, 180, 270 e 360 dias de conservação.

Em relação ao efeito da secagem nas sementes de *G. ulmifolia* avaliadas fora do fruto, foi observada uma mudança significativa apenas para a variável comprimento, com uma redução de 10% após a secagem (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* na pré e pós-secagem fora do fruto.

Secagem	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Pré-secagem	0,20a	0,18a	0,16a
Pós-secagem	0,18b	0,17a	0,12a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para os valores das medidas das sementes de *G. ulmifolia* secas fora e dentro do fruto com valores para o comprimento de 0,18 cm, para a largura 0,17 cm e 0,15 cm e para a espessura 0,12 cm e 0,13 cm, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* secas fora e dentro do fruto na pós-secagem.

Secagem	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Pós-secagem (Fora do fruto)	0,18a	0,17a	0,12a
Pós-secagem (Dentro do fruto)	0,18a	0,15a	0,13a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do efeito das embalagens e período na conservação das sementes de *G. ulmifolia* secas dentro do fruto, não houve interação significativa entre as diferentes embalagens e período nas variáveis analisadas e houve interação significativa entre o fatorial (0,14 cm) e o controle (0,15 cm) para a variável largura. Não houve diferença significativa nos valores das variáveis analisadas nas diferentes embalagens (Tabela 9).

Tabela 9. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* secas dentro do fruto nas diferentes embalagens.

Embalagens	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	0,18	0,15	0,13
Frasco de vidro	0,17a	0,14a	0,13a
Garrafa PET	0,18a	0,14a	0,13a
Envelope de papel	0,17a	0,14a	0,13a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos períodos avaliados, foi observado um aumento significativo de 14,29% para a variável espessura a partir dos 270 dias de conservação (Tabela 10).

Tabela 10. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* secas dentro do fruto nos diferentes períodos de conservação.

Períodos de conservação (dias)	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	0,18	0,15	0,13
90	0,17a	0,15a	0,12b
180	0,17a	0,14a	0,12b
270	0,18a	0,13a	0,14a
360	0,19a	0,13a	0,14a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação significativa entre as diferentes embalagens e período nas variáveis analisadas para as sementes de *G. ulmifolia* secas fora do fruto e houve interação significativa entre o fatorial (0,14 cm) e o controle (0,12 cm) para a variável espessura.

Na avaliação do efeito da embalagem, foi observada diferença significativa para a variável largura, com maiores valores para vidro (0,16 cm) e papel (0,17 cm), e para a variável espessura, com maiores valores para vidro e PET (0,14 cm) (Tabela 11).

Tabela 11. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* secas fora do fruto nas diferentes embalagens.

Embalagens	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	0,18	0,17	0,12
Frasco de vidro	0,18a	0,16a	0,14a
Garrafa PET	0,19a	0,15b	0,14a
Envelope de papel	0,19a	0,17a	0,13b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos períodos avaliados, foi observado um aumento de 10% para o comprimento aos 360 dias e de 14,29% e 20% para a espessura aos 270 e 360 dias de conservação, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12. Comprimento, largura e espessura das sementes de *Guazuma ulmifolia* secas fora do fruto nos diferentes períodos de conservação.

Períodos de conservação (dias)	Medidas (cm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
0	0,18	0,17	0,12
90	0,18b	0,16a	0,13b
180	0,18b	0,16a	0,13b
270	0,18b	0,16a	0,14a
360	0,20a	0,17a	0,15a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que as condições de conservação das sementes em exsicatas no Herbário ALCB das espécies *Abrus precatorius*, *Guarea guidonia*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylopia laevigata* e *Xylopia sericea* não tem influência na manutenção da projeção carnosa e na forma, sendo essa última uma característica importante na identificação e classificação de grupos (Barroso et al., 1999; Évora et al., 2020).

Em relação a espécie *G. guidonia*, avaliada nas exsicatas do Herbário ALCB e no período de 360 dias de conservação nas diferentes embalagens, a variação na coloração das sementes demonstra que essa característica é modificada (marrom escuro ou cobre vs vermelho), o que pode estar relacionado a diferentes fatores, como o período e local de

coleta. Diferentemente, em *G. ulmifolia*, a coloração das sementes conservadas nas diferentes embalagens se assemelha às sementes das exsiccatas, cujos frutos foram coletados no mesmo período. Esses resultados reforçam a necessidade de uma coleta de forma criteriosa, considerando principalmente a maturidade e posterior seleção das sementes para análise (Gardner, 2003).

A coloração e a integridade das projeções carnosas das sementes, quando em material seco de herbário, podem variar devido ao processo de secagem aplicado, bem como ao seu estágio de maturidade (Barroso et al., 1999; Bonilla-Barbosa et al., 2000). Além disso, a mudança na coloração das sementes ao longo do tempo pode indicar uma possível degradação ou envelhecimento das sementes (Gallinat et al., 2018). Já as sementes de *A. precatorius* perderam a coloração vermelha ao longo dos anos e nas espécies *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, avaliadas antes e após o processo de secagem e após a conservação por 360 dias, foi observada diferença na coloração. Em *X. sericea*, a coloração vermelha identificada em uma exsicata pode estar associada a coleta da semente prematura, já que as sementes da espécie apresentam a coloração preta quando maduras.

As sementes recém coletadas de *G. ulmifolia* apresentaram a coloração cinza e a presença de mucilagem, o que confirma o descrito por Carvalho (2007). Entretanto, a projeção carnosa foi perdida no processo de secagem, como também não foi observada em nenhuma das exsiccatas avaliadas, o que reforça o efeito negativo da secagem na manutenção dessa característica em algumas espécies (Bonilla-Barbosa et al., 2000).

A secagem também interferiu significativamente nas medidas das sementes de *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, sendo essa última com sementes secas fora e dentro do fruto. De acordo com Peixoto & Maia (2013), a interferência do processo de secagem em características como coloração e medidas das sementes é comum, o que evidencia a importância de avaliar os efeitos da secagem para compreender as modificações ocorridas durante esse processo e para definir métodos mais eficazes.

Em relação aos valores observados para as medidas de comprimento, largura e espessura nas sementes das espécies *A. precatorius*, *G. guidonia*, *G. ulmifolia*, *X. laevigata* e *X. sericea* conservadas em exsiccatas e as sementes conservadas em papel por 360 dias em *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, a variação pode ser atribuída ao local e período de coleta das sementes, visto que as medidas podem ser influenciadas pelas condições da planta-mãe e do ambiente (Souza, 2009). Além disso, o aumento nas medidas de comprimento, largura e espessura das sementes de *G. guidonia* e *G. ulmifolia* no período

de conservação avaliado indica que o tempo de armazenamento pode interferir nessas características.

O envelope de papel interferiu na espessura das sementes de *G. guidonia* quando comparado ao frasco de vidro e garrafa PET, o que pode estar associado a permeabilidade dessa embalagem, que permite a passagem de umidade (Medeiros, 2001). Esse resultado contradiz o observado para as sementes de *G. ulmifolia* secas fora do fruto, no qual a espessura foi maior em frasco de vidro e garrafa PET. O tipo de embalagem influencia nas trocas de umidade entre as sementes e o meio, facilitando ou inibindo as trocas de gases e vapor d'água entre as sementes e o ambiente de armazenamento, o que pode interferir na manutenção das características morfológicas da semente (Souza et al., 2011; Guedes et al., 2012; Silva et al., 2023).

Os resultados deste estudo indicam a necessidade da descrição detalhada das características morfológicas externas das sementes, em especial da coloração da semente e da projeção carnosa antes do processo de secagem, preferencialmente durante a coleta das espécies, haja visto o valor taxonômico dessas características (Barroso et al., 1999; Vieira & Viegas, 2019; Évora et al., 2020). Além disso, os resultados demonstram a importância da utilização de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de sementes de *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, como recipientes de vidro e garrafas PET, recomendados para a conservação de sementes a longo prazo, e envelopes de papel, recomendado para a conservação de sementes a curto prazo (Medeiros, 2001).

CONCLUSÕES

As características morfológicas externas das sementes de *Abrus precatorius*, *Guarea guidonia*, *Guazuma ulmifolia*, *Xylopia laevigata* e *Xylopia sericea* mantidas em exsiccatas no acervo do Herbário ALCB foram conservadas por um período superior a 15 anos, com exceção da coloração e manutenção da projeção carnosa. Em relação as sementes coletadas de *G. guidonia* e *G. ulmifolia*, os tipos de embalagem não interferem nas medidas de comprimento, na espessura quando conservadas em envelope de papel, e na largura somente para *G. ulmifolia* quando conservadas em garrafa PET. Já a conservação por um período de 360 dias interfere na manutenção da coloração e medidas de comprimento, largura e espessura das sementes de ambas as espécies, enquanto a secagem interfere na coloração das sementes de *G. guidonia* e *G. ulmifolia* e na manutenção da projeção carnosa em *G. ulmifolia*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa e ao Professor Dr. Pavel Dodonov por colaborar com as análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abid, R., Kanwal, D., & Qaiser, M. (2015). The seed atlas of pakistan-x. Cucurbitaceae. **Pakistan journal of Botany**, 47(2), 429-436.
- Akbari, R. S., & Azizian, D. (2006). Seed morphology and seed coat sculpturing of *Epilobium* L. species (Onagraceae Juss.) from Iran. **Turkish Journal of Botany**, 30(6), 435-440.
- Al-Ghamdi, F. A., & Al-Zahrani, R. M. (2010). Seed morphology of some species of *Tephrosia* Pers. (Fabaceae) from Saudi Arabia Identification of species and systematic significance. **Feddes Repertorium**, 121(1-2), 59-65.
- Azeredo, G. A., Bruno, R. D. L. A., Lopes, K. P., Silva, A., Diniz, E., & Lima, A. A. (2005). Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35(1), 37-44.
- Barroso, G. M., Morim, M. P., Peixoto, A. L., & Ichaso, C. L. F. (1999). **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ufv, Universidade Federal de Viçosa.
- Bell, A. D., & Bryan, A. (1991). Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology. **Timber Press**.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Glossário ilustrado de morfologia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS. 406 p.: il. color.; 21 cm.
- Brochmann, C. (1992). Pollen and seed morphology of Nordic *Draba* (Brassicaceae): phylogenetic and ecological implications. **Nordic Journal of Botany**, 12(6), 657-673.
- Bonilla-Barbosa, J., Novelo, A., Hornelas Orozco, Y., & Márquez-Guzmán, J. (2000). Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. **Aquatic Botany**, 68(3), 189–204. doi:10.1016/s0304-3770(00)00125-x
- Carvalho, P. E. R. (2007). Mutamba: *Guazuma ulmifolia*. Espécies Arbóreas Brasileiras, **Embrapa**, 2, 1-13.
- Cervantes, E., & Gómez, J. J. M. (2018). Seed shape quantification in the order Cucurbitales. **Modern Phytomorphology**, 12, 1–13.

- Chen, I. & Manchester, S. R. (2011). Seed morphology of Vitaceae. **International Journal of Plant Sciences**, 172(1), 1-35.
- Davide, A. C., Faria, J. M. R. & Botelho, S. A. (1995). **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE; Lavras: UFLA. 41p.
- Évora, L. B., Souza, A. C. O., Nardina, C. F., de Olinda, M. L., Guerreiro, C., & Bernacci, L. C. (2020). III–Artigo Científico. **Revista de Recursos Genéticos-RG News**, 6, 1.
- Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (2004). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323p.
- Ferreira, E.B., Nogueira, D.A. & Cavalcanti, P.P. (2021). **ExpDes.pt version 1.2.2: Pacote Experimental Designs**. doi:10.4236/am.2014.519280.
- Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 28 abr. 2023
- Gallinat, A. S., Russo, L., Melaas, E. K., Willis, C. G., & Primack, R. B. (2018). Herbarium specimens show patterns of fruiting phenology in native and invasive plant species across New England. **American Journal of Botany**, 105(1), 31-41.
- Gardner, R. O. (2003). *Piper* (Piperaceae) in New Guinea: the non-climbing species. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, 48(1), 47-68.
- Gosline, G., Marshall, A. R., & Larridon, I. (2019). Revision and new species of the African genus *Mischogyne* (Annonaceae). **Kew Bulletin**, 74(2), 1-23.
- Guedes, R. S., Alves, E. U., Bruno, R. L. A., Gonçalves, E. P., Costa, E. G., & Medeiros, M. S. (2012). Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 14, 68-75.
- Heneidak, S., & Khalik, K. A. (2015). Seed coat diversity in some tribes of Cucurbitaceae: implications for taxonomy and species identification. **Acta Botanica Brasilica**, 29, 129-142.

- Himangini, & Thakur, A. (2018). Effect of seed storage conditions on seed germination and vigor of *Withania somnifera*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 6, p.1409-1413.
- Jacques, F. M., Liu, C. Y. S., Martinetto, E., & Zhou, Z. K. (2011). Revised taxonomy of selected fossil endocarp species in the Menispermaceae using a morphometric approach. **Geodiversitas**, 33(1), 177-197.
- Küppers, H. (2002). Atlas de los colores. **Blume**. 1.ed.
- Medeiros, A. D. S. (2001). Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas. **Embrapa Florestas**, 66, 24.
- Oliveira, Y. R., da Silva, P. H., de Deus, M. D. S. M., Gonçalves, N. M. N., & de Abreu, M. C. (2017). Carpoteca: ferramenta de ensino em botânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 10(2), 1-14.
- Peixoto, A. L., & Maia, L. C. (2013). Manual de procedimentos para herbários. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. **Editores Universitários UFPE**, Recife.
- Pfossner, M., Wetschnig, W., Ungar, S. & Prenner, G. (2003). Phylogenetic relationships among genera of Massonieae (Hyacinthaceae) inferred from plastid DNA and seed morphology. **Journal of Plant Research**, 116(2), 115-132.
- R Core Team** (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.
- Roque, N., Guedes, M. L. S., Campos, L., Conti, L. M., Jesus, J. C. D., Jesus, A. R. R. D., Carvalho, G. M., & Rebouças, I. C. P. (2020). Flora das áreas verdes de Ondina, Salvador, Bahia. **EDUFBA**, 124 p.
- Sociedade Botânica do Brasil (SBB), 2023. **Catálogo da Rede Brasileira de Herbários**. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- Silva, F. D., Porto, A. G., Pascuali, L. C., & Silva, F. D. (2010). Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de ciências agro-ambientais**, 8(1), 45-56.

- Silva, J. M. D. & Chalco, F. P. (2017). **Coleções didáticas de sementes de hortaliças**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Estado do Amazonas.
- Silva, J. H. C. S., Azerêdo, G. A., & Souza, V. C. (2023). Conservação de sementes das cactáceas endêmicas da caatinga *Pilosocereus pachycladus* e *Tacinga inamoena*. **Revista Caatinga**, 36(1), 115-123.
- Sousa, J. D. S. D., Gurgel, E. S. C., & Bastos, M. D. N. D. C. (2019). *Orthomene* (Menispermaceae) in the Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, 49, 139-144.
- Souza, J. M. D. (2009). **Sementes do permiano inferior da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul, Brasil: análise taxonômica e paleoecologia**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências. Porto Alegre. 10-120 p.
- Souza, V. C. D., Andrade, L. A. D., Cruz, F. R. D. S., Fabricante, J. R., & Oliveira, L. S. B. D. (2011). Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência florestal**, 21, 93-102.
- Tipperry, N. P., & Sokolik, J. T. (2020). Phylogenetics and seed morphology of African *Nymphoides* (Menyanthaceae). **Nordic Journal of Botany**, 38(2).
- Tsutsumi, C., Yukawa, T., Lee, N. S., Lee, C. S. & Kato, M. (2007). Phylogeny and comparative seed morphology of epiphytic and terrestrial species of *Liparis* (Orchidaceae) in Japan. **Journal of Plant Research**, 120(3), 405–412. doi: 10.1007/s10265-007-0077-0
- Turki, Z., El-Shayeb, F., & Abozeid, A. (2013). Seed morphology of some *Trigonella* L. species (Fabaceae) and its taxonomic significance. **International Journal of Science and Research**, 3(12), 940-948.
- Vieira, C. V., & Viegas, S. (2019). Os Herbários como recursos educativos dinâmicos e interdisciplinares. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, 20, 638-656.