



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS

Campus de CAMPO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL
MESTRADO



VITORIA SILVA FABIANO

CARACTERES MORFOLÓGICOS DOS DIÁSPOROS, ANÁLISE DE GRUPOS
ECOLÓGICOS E SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE PLANTAS AQUÁTICAS

Campo Grande – MS

NOVEMBRO – 2021

VITORIA SILVA FABIANO

CARACTERES MORFOLÓGICOS DOS DIÁSPOROS, ANÁLISE DE GRUPOS
ECOLÓGICOS E SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE PLANTAS AQUÁTICAS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Biologia Vegetal
(PPGBV) da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito para a
obtenção do grau de Mestre em Biologia
Vegetal.

Orientadora: Edna Scremin-Dias

Co-orientadora: Gisele Catian

Campo Grande – MS

NOVEMBRO – 2021

Ficha catalográfica

Fabiano, Vitoria Silva
Caracteres morfológicos dos diásporos, análise de grupos ecológicos e síndromes de
dispersão de plantas aquáticas. 189p

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

1. Adaptações, 2. Microscopia Eletrônica de Varredura, 3. Áreas úmidas, 4. Convergência
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Biociências

Comissão Julgadora

Profa. Dra. Denise Maria Trombert de
Oliveira
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dra. Vanessa de C. Harthman
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, Campus do Pantanal

Prof. Dr. Edson Gomes de Moura-
Junior
Universidade Federal do Vale do São
Francisco

Prof. Dr. Arnildo Pott
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul

Prof (a). Dr. (a) Edna Scremin-Dias
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço à excepcional orientação das Dras. Edna Scremin-Dias e Gisele Catian, que têm acompanhado meu desenvolvimento como pesquisadora desde o início de minha jornada acadêmica. Prof^a Edna, mais que minha orientadora, fostes minha defensora, incentivadora, e até minha madrinha de casamento, esteja certa que carregarei sempre o respeito e admiração pela mulher e profissional que és. Gisele, não tenho como expressar minha gratidão por poder contar com você, enfrentastes comigo os maiores desafios desse trabalho, fazendo o que poucos coorientadores aceitariam fazer, e tudo isso sendo gentil, o que faz de você muito especial. A frase no seu pulso não é só um lembrete, mas reflete perfeitamente quem você é.

Agradeço pelo apoio incondicional de minha família, pela força e pelas orações de meus pais e sogros, aos meus irmãos que mesmo à distância me encorajaram e a todos os amigos e minha comunidade de fé, que me incentivaram neste período, assim como em todas as demais fases de minha vida. E ao meu amado marido Paulo, que sempre me faz lembrar minha capacidade quando me sinto pequena demais diante dos desafios. Se venci mais esta etapa é porque tive você ao meu lado.

Agradeço aos professores do PPGBV, em especial ao Prof. Dr. Arnildo Pott, pelas valiosas contribuições na fase do projeto e Prof. Dr. Flávio Macedo, pelas inúmeras vezes em que me ajudou. Também à Profa. Dra. Ângela Sartori que, com muita graça e paciência, me acompanhou em visitas ao Herbário CGMS apesar da pandemia. À Profa. Dra. Vali Joana Pott, pelos esclarecimentos. Ao Dr. Raphael Guariento, pela ajuda com questionamentos com relação à parte estatística, assim como ao Dr. Rodrigo Aranda pela sua essencial participação em muitas das questões de delineamento amostral e nas análises estatísticas.

Aos Laboratório de Anatomia Vegetal-LAVe-UFMS e Laboratório de Sementes, pelo suporte e também ao Laboratório Multiusuário e Análises de Materiais – MULTILAM, em especial ao Servidor Técnico Administrativo Dr. Luiz Praça, que durante muitas horas me auxiliou nas análises em MEV. Por fim, aos membros das bancas, por todas as contribuições que muito acrescentaram ao escopo deste trabalho.

Agradeço ainda ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa (Código de Financiamento 001).

SUMÁRIO

1. Resumo Geral.....	6
2. Abstract.....	7
3. Introdução Geral com Revisão Bibliográfica.....	8
4. Objetivos.....	11
5. Referências.....	11
6. Artigo 1. Morfologia de diásporos de plantas aquáticas do Pantanal.....	20
6.1 Resumo.....	26
6.2 Introdução	27
6.3 Material e métodos.....	30
6.4 Resultados e Discussão.....	32
6.5 Conclusões.....	114
6.6 Referências.....	114
7. Artigo 2. Grupos Ecológicos e Estratégias de Dispersão Refletem Convergência Adaptativa em Plantas Aquáticas?.....	131
7.1 Resumo.....	139
7.2 Introdução	140
7.3 Material e métodos.....	143
7.4 Resultados.....	149
7.5 Discussão.....	172
a. 7.6. Conclusões.....	178
b. 7.4 Referências.....	179

RESUMO GERAL

Plantas aquáticas são altamente adaptadas aos ambientes aquáticos continentais e essenciais para sua manutenção, visto integrarem diversas redes de interações ecológicas. A forte relação com a água é evidenciada pela presença de estruturas morfoanatômicas que refletem o grau de adaptação ao meio, observada também em traços morfofuncionais presentes nos diásporos. A morfologia dos diásporos das plantas aquáticas pode fornecer importantes informações relacionadas as estratégias de dispersão, sobrevivência de bancos de sementes e recrutamento de espécies, além de auxiliar na taxonomia e filogenia, e prover dados essenciais para projetos de restauração e manejo de áreas úmidas. Neste trabalho fornecemos a descrição detalhada da morfologia dos diásporos e avaliamos a convergência de caracteres dentro dos grupos de formas de vida e síndromes de dispersão, além de investigarmos atributos funcionais relacionados aos caracteres morfológicos. Para isso foram avaliados 16 traços da morfologia de 37 frutos e 47 sementes. Para a descrição dos diásporos foram utilizadas eletronicografias feitas com Microscopia Eletrônica de Varredura. O trabalho compreendeu 84 espécies, pertencentes a 32 famílias botânicas, abrangendo as formas de vida anfíbia, emergente, epífita, flutuantes fixas e livres e submersas fixas e livres. As plantas amostradas apresentaram como principais estratégias de dispersão a hidrocoria, autocoria, anemocoria e zoocoria, podendo ocorrer combinações de duas ou mais síndromes nas espécies. Nossas análises demonstraram que não há convergência de características dentro das formas de vida e síndromes de dispersão, porém, há relação da estratégia de dispersão e a morfologia dos diásporos. Além disso, o fator filogenético pode influenciar na seleção de traços morfológicos em frutos, o que não foi observado para as sementes. A influência das estratégias de dispersão parece estar relacionada a sua relevância para a seleção de traços de história de vida, podendo ser observados caracteres altamente adaptados aos vetores de dispersão.

Palavras-chave: Adaptações; Anfíbia; Áreas úmidas; Convergência; Fruto; Macrófita; Microscopia Eletrônica de Varredura; Semente

ABSTRACT

Aquatic plants are highly adapted to aquatic environments and are essential for their maintenance, as they participate in several ecological interaction networks. The strong relationship with water is evidenced by morphoanatomical structures that reflect the degree of adaptation to the aquatic environment, also observed in morphofunctional traits present in diaspores. The morphology of aquatic plant diaspores can provide important information related to the selection of characteristics and composition of communities, dispersal strategies, seed banks and species recruitment, assisting in taxonomy and phylogeny and providing essential data for restoration and wetland management. The present work provides a detailed description of the morphology of the diaspores and evaluates the convergence of characters within the groups of life forms and dispersion syndromes, as well as investigating attributes related to morphological characters. For this, 16 morphological traces of 37 fruits and 47 seeds were taken. For the description of the diaspores, electron micrographs made with Scanning Electron Microscopy were used. The work included 84 species, belonging to 32 botanical families, covering amphibious, emergent, epiphytic, fixed and free floating and fixed and free submerged life forms. The plants sampled derived as the main dispersion related to hydrochory, autochory, anemochory and zoochory, which may occur from two or three types of syndromes. Our analyzes demonstrated that there is no convergence of characteristics within the life forms and dispersal syndromes, despite this, there is a demand for the dispersion strategy on the morphology of the diaspores. Furthermore, there seems to be a phylogenetic factor influencing the selection of morphological traits in fruits, which we did not observe in seeds. The association of dispersal strategies seems to be related to the production of this ecological process in the selection of life-history traits, with characters highly adapted to dispersal vectors being observed.

Keywords: Adaptations; Amphibious; Wetlands; Convergence; Fruit; Macrophyte; Scanning Electron Microscopy; Seed

INTRODUÇÃO GERAL

As plantas aquáticas são organismos visíveis a olho desarmado, com órgãos vegetativos fotossintéticos total ou parcialmente em contato com a água doce ou salobra, permanente ou temporariamente durante o ano (Irgang & Gastal Jr. 1996). Possuem ampla distribuição e alta diversidade (Sculthorpe 1967; Hutchinson 1975; Cook 1996; Irgang & Gastal Jr. 1996), ocupando diferentes habitats (Leck & Brock 2000) e gradientes hidrológicos (Cook 1996; Irgang & Gastal Jr. 1996; Esteves 1998; Pott & Pott 2000; Camargo *et al.* 2003; Esteves 2011).

Essa amplitude de ajustes ambientais é possível devido às características adaptativas morfofisiológicas (Cook 1996), sendo o grau de interação com o nível da água um caráter intrínseco das espécies (Maltchik & Rolon 2006). A distribuição em relação ao nível da água representa um atributo funcional de grande importância para o grupo das plantas aquáticas (Leck & Brock 2000), formando seções discretas de distribuição dentro das comunidades, com anfíbias nas margens, emergentes nas áreas mais rasas e flutuantes e submersas nas áreas profundas (Pott *et al.* 1989; Pedralli 2003). As características de cada tipo de sistema aquático resultam na seleção de traços de história de vida específicos para cada espécie (Leck & Brock 2000).

Áreas úmidas não são apenas os principais ecossistemas a abrigar plantas e demais espécies aquáticas (Bobbink *et al.* 2006; Strayer *et al.* 2010; Russi *et al.* 2013) como também executam diversos serviços ambientais de provisão e regulação. Podemos destacar a regulação do clima e manutenção do ciclo hidrológico global (Mitsch & Gosselink 2000; Ramsar 2001; Hu *et al.* 2017), sendo que 47% dos valores do ecossistema global são representados por valores dos serviços das áreas úmidas (Constanza *et al.* 1997).

Estima-se que desde o século XVIII, a conversão e perda de áreas úmidas global seja próxima a 87% (Davidson 2014). Tendo em vista que essas áreas ocupam apenas 1% da superfície terrestre hospedam mais de 40% das espécies do mundo (Mitra *et al.* 2003). A preservação das condições ambientais em áreas úmidas é de suma importância para a conservação de sua biodiversidade, haja visto que a composição das comunidades é influenciada pela relação entre os ciclos de vida das espécies e as características da água (Junk 1989; Scarano 1998; Ferreira *et al.* 2010, Spence 1967; Jeffrey 1981; Barko 1991; Esteves 1998; Lacoul & Freedman 2006; Tassi *et al.* 2017; Catian *et al.* 2019).

Nessas comunidades, considerando os diferentes habitats ocupados pelas plantas aquáticas (Pott & da Silva 2015), as espécies devem apresentar características e mecanismos adaptados para sobreviver, reproduzir e dispersar (Keddy 1992; Santamaría 2002, Messier *et al.* 2010). Esses mecanismos projetam-se inclusive sobre morfologia dos diásporos (Leishman 1995; Windsor *et al.* 2000) e objetivam assegurar o sucesso reprodutivo e a efetividade da dispersão, considerando os diferentes agentes dispersores (Clausen *et al.* 2002; Figuerola & Green 2002; Vogt *et al.* 2004; Neff & Baldwin 2005; Soons 2006; Pollux *et al.* 2006; Soons *et al.* 2008; Deminics *et al.* 2009; Brochet *et al.* 2010; Sádlo *et al.* 2018).

Aspectos morfológicos dos diásporos têm sido seguramente utilizados para esclarecer questões relacionadas à taxonomia das espécies, tornando-se uma das mais comuns ferramentas para a resolução de questões filogenéticas, inclusive dentro do grupo das plantas aquáticas (Eyde 1978; Birch 1981; Venturelli & Bouman 1986; Orgaard 1991; Chuang & Ornduff 1992; Shaffer-Fehre 1991; Bonilla-Barbosa *et al.* 2000; Zhao *et al.* 2004; Bujang *et al.* 2006; Matias *et al.* 2009; Das *et al.* 2013; Latowski *et al.* 2014; Menezes *et al.* 2014; Graham & Graham 2014; Ahedor & Elisens 2015; Shalabi & Gazer 2015; Ganie *et al.* 2017; Tippery & Sokolik 2020; Kuo 2020; Lobato-de Magalhães & Martínez 2020).

Também representam uma importância ferramenta para estudos de regeneração natural e restauração (Kubitzki & Ziburski 1994; Bakker *et al.* 1996; Neff *et al.* 2009; Hong *et al.* 2012; Viana 2017; Shi *et al.* 2020), seja através da identificação das unidades de dispersão que compõem os bancos de diásporos e permanecem dormentes no solo, incluindo sementes, frutos, peças florais e estruturas acessórias das espermatófitas (Brasil 2009; Meiado *et al.* 2012) ou esporos das criptógamas (During 1997, 2001; Barbé *et al.* 2016) ou na produção de mudas (Batista *et al.* 2011).

Apesar de contribuírem significativamente para a dispersão e estabelecimento das espécies, o estudo dos aspectos funcionais e ecológicos da morfologia dos diásporos tem se limitado a atributos como o tamanho da semente (Venable & Brown 1988; Leishman *et al.* 1995; Westoby *et al.* 1996; Bekker *et al.* 1998; Gordon 1998; Walters & Reich 1999; Coomes & Grubb 2003; Ness *et al.* 2004; Baraloto *et al.* 2005; Moles *et al.* 2005), número de sementes (Jakobsson & Eriksson 2000), seu peso (Sheldon & Burrows 1973; Henery & Westoby 2001; Pluess *et al.* 2005), ou seu formato (Chambers 1995; Pollux *et al.* 2006).

Considerando a diversidade dos componentes fenotípicos que influenciam na história de vida das espécies (Leck & Brock 2000; Cianciaruso *et al.* 2009) e que interferem na sobrevivência das espécies aquáticas frente a mudanças ambientais (Viana 2017), é necessário que se amplie o conhecimento sobre como as demais estruturas presentes na

superfície dos diásporos se relacionam aos grupos ecológicos e síndromes de dispersão (Liu *et al.* 2014). Tais informações podem ser empregadas a fim de preservar os ecossistemas de água doce mais ameaçados e/ou sensíveis (Strayer & Dudgeon 2010; Geist 2011), além da elucidação de questões filogenéticas, taxonômicas e ecológicas como supracitado.

Neste contexto, esta dissertação foi estruturada em dois capítulos, iniciando com a descrição dos caracteres macro e micromorfológicos dos diásporos de plantas aquáticas, apresentadas no Capítulo 1. Com isso, avaliamos possíveis convergências adaptativas desses caracteres dentre e entre as formas de vida e síndromes de dispersão, bem como promovemos a análise dos aspectos morfológicos e estruturais das superfícies dos diásporos a fim de relacioná-los às diferentes estratégias de dispersão vinculadas a cada uma das formas de vida, apresentadas no Capítulo 2.

OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar se existe influência das formas de vida e síndromes de dispersão sobre a seleção de características morfológicas dos diásporos de plantas aquáticas, identificando atributos funcionais relacionados a esses caracteres.

2.2. Objetivos específicos

- 1) Descrever a macro e micromorfologia dos diásporos (sementes e frutos);
- 2) Analisar se os caracteres morfológicos dos diásporos são convergentes dentro dos grupos funcionais (formas de vida);
- 3) Analisar se os caracteres morfológicos dos diásporos são convergentes dentro das síndromes de dispersão.

3. REFERÊNCIAS

- Ahedor, A.R. & Elisens, W. (2015). Seed morphology and its taxonomic significance in the subtribe *Gratiolinae* (Plantaginaceae). *Systematic Botany*, 40(3), 845-852.
- Andersen, M.C. (1993). Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae. *American Journal of Botany*, 80(5), 487-492.

- Bakker, J.P., Poschlod, P., Strykstra, R.J., Bekker, R.M. & Thompson, K. (1996). Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta botanica neerlandica*, 45(4), 461-490.
- Baraloto, C., Goldberg, D.E. & Bonal, D. (2005). Performance trade-offs among tropical tree seedlings in contrasting microhabitats. *Ecology*, 86(9), 2461-2472.
- Barko, J.W., Gunnison, D. & Carpenter, S.R. (1991). Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics. *Aquatic Botany*, 41(1-3), 41-65.
- Barrett, S.C.H., Eckert, C.G. & Husband, B.C. (1993). Evolutionary processes in aquatic plant populations. *Aquatic Botany*, 44(2-3), 105-145.
- Batista, G.S., Costa, R.S., Gimenès, R., Pivetta, K.F.L. & MÔro, F.V. (2011). Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc–Arecaceae. *Comunicata Scientiae*, 2(3), 170-176.
- Bekker, R.M., Bakker, J.P., Grandin, U., Kalamees, R., Milberg, P., Poschlod, P. & Willems, J.H. (1998). Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology*, 12(5), 834-842.
- Birch, W.R. (1981). Morphology of germinating seeds of the seagrass *Halophila spinulosa* (R. Br.) Aschers. (Hydrocharitaceae). *Aquatic Botany*, 11, 79-90.
- Bobbink, R., Whigham, D.F., Beltman, B. & Verhoeven, J.T.A. (2006). *Wetland Functioning in Relation to Biodiversity Conservation and Restoration*; Springer, New York, NY, USA.
- Bonilla-Barbosa, J., Novelo, A., Orozco, Y. H. & Márquez-Guzmán, J. (2000). Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany*, 68(3), 189-204.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Glossário ilustrado de morfologia. Mapa/ACS, Brasília, 406 p.
- Bridgham, S.D., Megonigal, J.P., Keller, J.K., Bliss, N.B. & Trettin, C. (2006). The Carbon Balance of North American Wetlands. *Wetlands*, 26, 889-916.
- Brochet, A.L., Guillemain, M., Gauthier-Clerc, M., Fritz, H. & Green, A.J. (2010). Endozoochory of Mediterranean aquatic plant seeds by teal after a period of desiccation: determinants of seed survival and influence of retention time on germinability and viability. *Aquatic Botany*, 93(2), 99-106.
- Bujang, J.S., Zakaria, M.H., Awing, S.A., Nojima, S. & Ogawa, H. (2006). Seed coat sculpturing in *Halophila*. *Coastal Marine Science*, 30, 240-242.
- Camargo, A., Capobianco, J.P.O. & Oliveira, J.A.P.D. (2003). State of brazilian environment 1992-2002: a view from civil society. CIDS/EBAPE/FGV.

- Carpenter, S.R. & Lodge, D.M. (1986). Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic Botany*, 26, 341-370.
- Catian, G., Scremin-Dias, E. & Pott, A. (2019). Reproductive phenology of macrophyte community in response to wetland flooding cycle. *Oecologia Australis*, 23(4), 856-873.
- Chambers, J.C. (1995). Relationships between seed fates and seedling establishment in an alpine ecosystem. *Ecology*, 76(7), 2124-2133.
- Chuang, T.I. & Ornduff, R. (1992). Seed morphology and systematics of Menyanthaceae. *American Journal of Botany*, 79(12), 1396-1406.
- Cianciaruso, M.V., Silva, I.A. & Batalha, M.A. (2009). Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a ecologia de comunidades. *Biota Neotropica*, 9(3), 93-103.
- Clausen, P., Nolet, B.A., Fox, A.D. & Klaassen, M. (2002). Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe — a critical review of possibilities and limitations. *Acta Oecologica*, 23(3), 191-203.
- Cook, C.D.K. (1985). Range extensions of aquatic vascular plant species. *The Journal of Aquatic Plant Management*, 23, 1-6.
- Cook, C.D.K. (1996). *Aquatic plant book*. Vol. 461096735, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 228 p.
- Coomes, D.A. & Grubb, P.J. (2003). Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 283-291.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.
- Das, K., Bose, A., Sanyal, S. & Paria, N.D. (2013). Seed morphology as an aid in taxonomic study of some aquatic monocotyledons. *Journal of the Botanical Society of Bengal*, 67(1), 11-19.
- Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65, 936-941.
- Delariva, R.L., Agostinho, A.A., Nakatani, K. & Baumgartner, G. (1994). Ichthyofauna associated to aquatic macrophytes in the Upper Paraná River floodplain. *Revista Unimar*, 16(3), 41-60.
- Deminicis, B.B., Vieira, H.D. & Silva, R.F.D. (2009). Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitoria ternatea* L. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 54-62.

- During, H.J. (1997). Bryophyte diaspore banks. In: Cramer, J. (Ed.) *Advances in Bryology*. Universidade de Michigan, pp. 103–134.
- During, H.J. (2001). Diaspore banks. *The bryologist*, 104(1), 92-97.
- Engelhardt, K.A.M. & Ritchie, M.E. (2001). Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature*, 411, 687-689.
- Esteves, F.A. & Camargo, A.F.M. (1986). Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 1, 273-298.
- Esteves, F.D.A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. 2ª Ed., Interciência, Rio de Janeiro, 226 p.
- Esteves, F.D.A. (2011). *Fundamentos de limnologia* (No. 504.45 FUN).
- Eyde, R.H. (1978). Reproductive structures and evolution in *Ludwigia* (Onagraceae). II. Fruit and seed. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 65(2), 656-675.
- Fenner, M.W. (2012). *Seed ecology*. Springer Science & Business Media.
- Ferreira, F.A., Mormul, R.P., Pedralli, G., Pott, V.J. & Pott, A. (2010). Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea*, 37, 43-52.
- Figuerola, J. & Green, A.J. (2002). Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater biology*, 47(3), 483-494.
- Ganie, A.H., Reshi, Z.A., Wafai, B.A. & Khuroo, A.A. (2017). Fruit morphology of the genus *Potamogeton* L. in Kashmir Himalaya and its utility in taxonomic delimitation. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 10(2), 274-278.
- Geist, J. (2011). Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. *Ecological Indicators*, 11(6), 1507-1516.
- Gordon, E. (1998). Seed characteristics of plant species from riverine wetlands in Venezuela. *Aquatic Botany*, 60(4), 417-431.
- Graham, S.A. & Graham, A. (2014). Ovary, fruit, and seed morphology of the Lythraceae. *International Journal of Plant Sciences*, 175(2), 202-240.
- Gren, I.-M. (1995). Costs and benefits of restoring wetlands: two Swedish case studies. *Ecological Engineering*, 4(2), 153-162.
- Henery, M.L. & Westoby, M. (2001). Seed mass and seed nutrient content as predictors of seed output variation between species. *Oikos*, 92(3), 479-490.

- Hong, J., Liu, S., Shi, G. & Zhang, Y. (2012). Soil seed bank techniques for restoring wetland vegetation diversity in Yeyahu Wetland, Beijing. *Ecological Engineering*, 42, 192-202.
- Hu, S., Niu, Z., Chen, Y., Li, L. & Zhang, H. (2017). Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status. *Science of The Total Environment*, 586, 319-327.
- Hutchinson, G.E. (1975). A treatise on limnology. Vol 3. Limnological botany. Wiley, New York., 660 p.
- Irgang, B.E. & Gastal Jr., C.V.S. (1996). Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre. 290 p.
- Jakobsson, A. & Eriksson, O. (2000). A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grassland plants. *Oikos*, 88(3), 494-502.
- Jeffrey, S.W. (1981). Responses to light in aquatic plants. *Physiological Plant Ecology*, pp. 249-276.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, 106(1), 110-127.
- Keddy P.A. (1992). Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 3, 157-164.
- Kubitzki, K. & Ziburski, A. (1994). Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica*, 30-43.
- Kuo, J. (2020). Taxonomy of the Genus *Halophila* Thouars (Hydrocharitaceae): A Review. *Plants*, 9(12), 1732.
- Lacoul, P. & Freedman, B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*, 14(2), 89-136.
- Latowski, K., Toma, C., Dąbrowska, M. & Zviedre, E. (2014). Taxonomic features of fruits and seeds of *Nymphaea* and *Nuphar* taxa of the Southern Baltic region. *Limnological Review*, 14(2), 83-91.
- Leck, M.A. & Brock, M.A. (2000). Ecological and evolutionary trends in wetlands: evidence from seeds and seed banks in New South Wales, Australia and New Jersey, USA. *Plant Species Biology*, 15(2), 97-112.
- Leishman, M.R., Westoby, M. & Jurado, E. (1995). Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. *Journal of Ecology*, 517-529.
- Les, D.H. (1988). The origins and affinities of the Ceratophyllaceae. *Taxon*, 37, 326-345.
- Li, W. (2014). Environmental opportunities and constraints in the reproduction and dispersal of aquatic plants. *Aquatic Botany*, 118, 62-70.

- Liu, H.L., Zhang, D.Y., Duan, S.M., Wang, X.Y. & Song, M.F. (2014). The relationship between diaspore characteristics with phylogeny, life history traits, and their ecological adaptation of 150 species from the cold desert of Northwest China. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Lobato-de Magalhães, T. & Martínez, M. (2020). Insights into distyly and seed morphology of the aquatic plant *Nymphoides fallax* Ornduff (Menyanthaceae). *Flora*, 262, 151526.
- Maltchik, L. & Rolon, A.S. (2006). Áreas palustres: classificar para proteger. *Ciência Hoje*, 38, 228.
- Matias, L.Q. & Soares, G. (2009). Morphology and micromorphology of the seed coats of species of *Echinodorus* (Alismataceae) from Brazilian Northeastern. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 4(2), 165-173.
- Meiado, M.V., Silva, F.F.S., Barbosa, D.C.A. & Siqueira-Filho, J.A. (2012). Diásporos da Caatinga: uma revisão. In: Siqueira Filho, J.A. (Ed.). *Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation*. Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Rio de Janeiro, pp. 306-365.
- Menezes, C.G., Gasparino, E.C., Baleeiro, P.C. & de 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.
- Messier, J., McGill, B.J. & Lechowicz, M.J. (2010). How do traits vary across ecological scales? A case for trait-based ecology. *Ecology letters*, 13(7), 838-848.
- Mitra, S., Wassmann, R. & Vlek, P.L. (2003). Global inventory of wetlands and their role in the carbon cycle (No. 1546-2016-132267), 44 p.
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25-33.
- Moles, A.T., Ackerly, D.D., Webb, C.O., Tweddle, J.C., Dickie, J.B., Pitman, A.J. & Westoby, M. (2005). Factors that shape seed mass evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(30), 10540-10544.
- Neff, K.P. & Baldwin, A.H. (2005). Seed dispersal into wetlands: techniques and results for a restored tidal freshwater marsh. *Wetlands*, 25(2), 392-404.
- Neff, K.P., Rusello, K. & Baldwin, A.H. (2009). Rapid Seed Bank Development in Restored Tidal Freshwater Wetlands. *Restoration Ecology*, 17(4), 539-548.
- Ness, J.H., Bronstein, J.L., Andersen, A.N. & Holland, J.N. (2004). Ant body size predicts dispersal distance of ant-adapted seeds: implications of small-ant invasions. *Ecology*, 85(5), 1244-1250.

Ørgaard, M. (1991). The genus *Cabomba* (Cabombaceae) – a taxonomic study. *Nordic Journal of Botany*, 11(2), 179-203.

Pedralli, G. (2003). Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. EDUEM, Maringá, pp. 171-188.

Penning, W.E., Mjelde, M., Dudley, B., Hellsten, S., Hanganu, J., Kolada, A., Van Den Berg, M., Poikane, S., Phillips, G., Willby, N. & Ecke, F. (2008). Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic Ecology*, 42, 237-251.

Pluess, A.R., Schütz, W. & Stöcklin, J. (2005). Seed weight increases with altitude in the Swiss Alps between related species but not among populations of individual species. *Oecologia*, 144(1), 55-61.

Pollux, B.J.A., De Jong, M., Steegh, A., Ouborg, N.J., Van Groenendael, J.M. & Klaassen, M. (2006). The effect of seed morphology on the potential dispersal of aquatic macrophytes by the common carp (*Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*, 51(11), 2063-2071.

Pott, V.J., Bueno, N.C., Pereira, R.A., Salis, S.M.D. & Vieira, N.L. (1989). Distribuição de macrófitas aquáticas numa lagoa na fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal, MS. *Acta Botanica Brasilica*, 3(2), 153-168.

Pott, A. & da Silva, J.S.V. (2015). Terrestrial and aquatic vegetation diversity of the Pantanal wetland. In: *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Springer, Cham., pp. 111-131.

Pott, V.J. & Pott, A. (2000). *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia, 404 p. il.

Ramsar Convention Bureau. (2001). *Wetlands Values and Functions*; Ramsar Convention Bureau: Gland, Switzerland.

Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. & Davidson, N. (2013). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*; IEEP, London, UK.

Sádlo, J., Chytrý, M., Pergl, J. & Pyšek, P. (2018). Plant dispersal strategies: a new classification based on the multiple dispersal modes of individual species. *Preslia*, 90(1), 1-22.

Sand-Jensen, K. (1998). Influence of submerged macrophytes on sediments composition and near-bed flow in lowland streams, *Freshwater Biology*, 39, 663-679.

Santamaría, L. (2002). Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*, 23(3), 137-154.

- Scarano, F.R. (1998). A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. In: Scarano, F.R., Franco, A.C. (Eds.), *Ecophysiological Strategies of Xerophytic and Amphibious Plants in the Neotropics*, Serie Oecologia Brasiliensis 4, 176-193.
- Sculthorpe, C.D. (1967). *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold, London, England, 610 p.
- Shaffer-Fehre, M. (1991). The endotegmen tuberculae: an account of little-known structures from the seed coat of the Hydrocharitoideae (Hydrocharitaceae) and *Najas* (Najadaceae). *Botanical journal of the Linnean Society*, 107(2), 169-188.
- Shalabi, L.F. & Gazer, M.H. (2015). The taxonomic significance of achene micro-and macro-morphology in *Cyperus* L. (Cyperaceae). *Pakistan Journal of Botany*, 47(6), 2339-2346.
- Sheldon, J.C. & Burrows, F.M. (1973). The dispersal effectiveness of the achene-pappus units of selected Compositae in steady winds with convection. *New Phytologist*, 72(3), 665-675.
- Shi, S., Chang, Y., Wang, G., Li, Z., Hu, Y., Liu, M., ... & Huang, W. (2020). Planning for the wetland restoration potential based on the viability of the seed bank and the land-use change trajectory in the Sanjiang Plain of China. *Science of the Total Environment*, 733, 139-208.
- Soons, M.B. (2006). Wind dispersal in freshwater wetlands: knowledge for conservation and restoration. *Applied Vegetation Science*, 9(2), 271-278.
- Soons, M.B. & Bullock, J.M. (2008). Non-random seed abscission, long-distance wind dispersal and plant migration rates. *Journal of Ecology*, 96(4), 581-590.
- Spence, D.H.N. (1967). Factors controlling the distribution of freshwater macrophytes with particular reference to the lochs of Scotland. *The Journal of Ecology*, pp. 147-170.
- Strayer, D.L. & Dudgeon, D. (2010). Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 344-358.
- Tassi, R., Piccilli, D.G.A., Pereira Filho, W., Favaretto, J.R. & Fontoura, J.R. (2017). Identificação do padrão de distribuição de macrófitas aquáticas emergentes no banhado do Taim-RS-Brasil, frente a diferentes condições hidrológicas. *Geosciences*, 36(4), 771-784.
- Tipperry, N.P. & Sokolik, J.T. (2020). Phylogenetics and seed morphology of African *Nymphoides* (Menyanthaceae). *Nordic Journal of Botany*, 38(2).
- Venable, D.L. & Brown, J.S. (1988). The selective interactions of dispersal, dormancy, and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *The American Naturalist*, 131(3), 360-384.

- Venturelli, M. & Bouman, F. (1986). Embryology and seed development in *Mayaca fluviatilis* (Mayacaceae). *Acta Botanica Neerlandica*, 35(4), 497-516.
- Viana, D.S. (2017). Can Aquatic Plants Keep Pace with Climate Change? *Frontiers in Plant Science*, 8.
- Vogt, K., Rasran, L. & Jensen, K. (2004). Water-borne seed transport and seed deposition during flooding in a small river-valley in Northern Germany. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(5), 377-388.
- Walters, M.B. & Reich, P.B. (1999). Low-light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? *The New Phytologist*, 143(1), 143-154.
- Weaver, M.J., Magnuson, J.J. & Clayton, M.K. (1997). Distribution of littoram fishes in structurally complex macrophytes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 2277-2289.
- Westoby, M., Leishman, M., Lord, J., Poorter, H. & Schoen, D.J. (1996). Comparative ecology of seed size and seed dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 351, 1309-1318.
- Windsor, J.B., Symonds, V.V., Mendenhall, J. & Lloyd, A.M. (2000). *Arabidopsis* seed coat development: morphological differentiation of the outer integument. *The Plant Journal*, 22(6), 483-493.
- Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., ... & Liu, Y. (2019). Wetlands of International Importance: Status, Threats, and Future Protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), 1818.
- Zhao, L.C., Collinson, M.E. & Li, C.S. (2004). Fruits and seeds of *Ruppia* (Potamogetonaceae) from the Pliocene of Yushe Basin, Shanxi, northern China and their ecological implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 145(3), 317-3

CAPÍTULO 1 - Revista Phytotaxa (link: <https://mapress.com/pt/about/submissions>)

Author Guidelines Phytotaxa
Aim and scope

Phytotaxa is a peer-reviewed, international journal for rapid publication of high quality papers on any aspect of systematic and taxonomic botany, with a preference for large taxonomic works such as monographs, floras, revisions and evolutionary studies and descriptions of new taxa. Phytotaxa covers all groups covered by the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (ICNafp) (fungi, lichens, algae, diatoms, mosses, liverworts, hornworts, and vascular plants), both living and fossil. Phytotaxa was founded in 2009 as botanical sister journal to Zootaxa. It has a large editorial board, who are running this journal on a voluntary basis, and it is published by Magnolia Press (Auckland, New Zealand). It is also indexed by SCIE, JCR and Biosis.

All types of taxonomic, floristic and phytogeographic papers are considered, including theoretical papers and methodology, systematics and phylogeny, monographs, revisions and reviews, catalogues, biographies and bibliographies, history of botanical explorations, identification guides, floras, analyses of characters, phylogenetic studies and phytogeography, descriptions of taxa, typification and nomenclatural papers. Monographs and other long manuscripts (of 60 printed pages or more) can be published as books, which will receive an ISBN number as well as being part of the Phytotaxa series.

Checklists and vegetation surveys are only included when the data provided in the checklist or survey are analysed and discussed. Data in checklists should be interpreted to make the study relevant for the international botanical community. Range extensions of single species are generally not considered for publication, although exceptions may be possible. Please contact the chief editor before submitting such articles.

Open Access publishing is strongly encouraged for authors who have funding to do so. For those without grants/funds, accepted manuscripts will be published, but access will be secured for subscribers only. All manuscripts will be subjected to peer review by two or more anonymous reviewers before acceptance. Phytotaxa aims to publish each paper within two months after the acceptance by the editors. To make this possible, authors are advised to follow the following guidelines carefully and to consult the most recent issues of Phytotaxa. Therefore, when preparing your manuscript, please follow this guide carefully. During our first years, its format has varied somewhat, but we are now aiming for more uniformity.

All open access papers are licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

The most recent version of the International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants should be applied (Shenzhen Code 2018). Author(s) of taxon names (from the rank of genus or below) must be provided when the scientific name of any plant species is first mentioned with the year of publication. These are cited as a full reference and should be included in the reference list.

Type of Manuscripts

Based on their length, three categories of papers are considered:

1) Research article

Research articles are significant papers of four or more printed pages reporting original research. Papers between 4 and 59 printed pages are published in multi-paper issues of ca. 60 pages. Monographs (60 or more pages) are individually issued and bound and will receive ISBN numbers as well as being part of the Phytotaxa series.

Phytotaxa encourages large comprehensive taxonomic works. There is no upper limit on the length of manuscripts, although authors are advised to break monographs of over 1000 pages into multi-volume contributions simply because books over 1000 pages are difficult to bind and too heavy to carry.

Short papers on species of economic, environmental or phylogenetic importance may be accepted at the discretion of editors, who will generally encourage and advise authors to add value to the paper by providing more information (e.g. key to species of the genus, biological information, ecology, etc.). Papers of 4 or 5 pages accepted for publication may be shortened for publication in the Correspondence section.

2) Correspondence

Manuscripts of no more than four pages are welcome. We can publish these fairly rapidly because they are useful to fill blank pages in multi-paper issues. Phytotaxa publishes the following six types of correspondence:

1. Opinions and views on current issues of interest to systematic botanists.
2. Commentaries on or additions/corrections to papers previously published in Phytotaxa or elsewhere.
3. Obituaries of botanists.
4. Taxonomic/nomenclatural notes.
5. Book reviews meant to introduce readers to new or noteworthy taxonomic works (interested authors/publishers are advised to contact the editor before submitting books for review; editors then prepare the book review or invite a colleague to write the review; unsolicited reviews are not usually published).
6. Short papers converted from manuscripts submitted as research articles but too short to qualify as such.

These short contributions should generally have no more than 20 references (exceptions may be considered), and the total length should not exceed four printed pages. Neither an abstract nor a list of key words is needed; major headings (Introduction, Material and Methods, etc.) should not be used, except for new taxon headings and References. A typical correspondence should consist of (1) a short and concise title, (2) author name, affiliation, address and e-mail address, (3) a series of paragraphs being the main text, and (4) a list of references (if any). The first or last paragraph may be a short summary.

Commentaries on published papers are intended for scholarly exchange of different views or interpretations of published data and should not contain personal attack; note that authors of the papers concerned may be invited to reply to comments on their papers.

3) Monographs, floras and other articles of more than 60 printed pages

Appear in book-form with their own ISBN number. They may be different from the standard formatting when the author provides reasonable arguments for doing so. Please consult the editor in such cases.

Special issues

Special issues with collected papers on a selected topic in the scope of the journal are also published. Potential guest editors should send a proposal to the chief editor for approval and instructions. Although guest editors for special issues are responsible for organizing the peer review of papers in these issues, they must follow the style of *Phytotaxa* (as laid out in this author guide) and peer review procedures. If any papers by the guest editors are to be included in the special issue, these papers must be handled by editors/colleagues other than the editor(s) involved. Special issues must be 60 or more pages. Funding may be required to offset part of the production costs. Author payment for Open Access is strongly encouraged. Reprints can be ordered for the entire issue or for individual papers.

Preparation of manuscripts

General

Please read the guidelines below and additionally consult a recent article published in *Phytotaxa* and follow the style therein.

Language. The article has to be written in British or American English throughout the manuscript. Authors whose native language is not English are encouraged to ask colleagues familiar with the field of research and fluent in English (preferably a native speaker) to correct the language in the manuscript before submission. An article may be returned to the author without review if the language is not of an acceptable standard.

The author is also responsible for the correct usage of other languages, be it a Latin diagnosis or an abstract in a foreign language. The grammar of texts in foreign languages needs to be checked by the author before submission, and again after review if the English from which it is translated (e.g. an abstract) has changed. Latin scholars who are consulted for the correcting of diagnoses should be acknowledged.

Metric measures should be used. Please use the common font Times New Roman, 12 pt and as little formatting as possible (apply only bold and italics where necessary and indent paragraphs except the first).

Special symbols can be used but need to be carefully checked by the author at proof stage, because they may be altered due to incompatibility of files.

Hyphens '-' are used to link words such as personal names, topographical names, some prefixes and compound adjectives that could otherwise be confused (examples: well-established, 5-sided, Kingston-upon-Thames, Kingdon-Ward, co-operation, etc.).

En-dash or en-rule '–' (a dash the length of the letter 'n') should be used for ranges or spans. In the context of *Phytotaxa* it is mainly used for ranges of numbers, most frequently size ranges, elevational ranges, dates and page numbers (e.g. 500–1000 m, 1–3 May, 1976–1977, figs 5–7). Remember also to apply them in the reference section for ranges of volumes, years and pages. The en-dash is also used in name associations (e.g. a Federal–State agreement) and in phenology (e.g. flowering May–September).

Em-dash or em-rule '—' (the length of the letter 'm') is used infrequently; they are used for breaks in the text or subject. In contrast to parentheses an em-dash can be used alone; e.g. "What could these results mean—that John discovered the meaning of life?" Em-dashes are also used after a subheading, for instance:

"Type:—BRAZIL. Parará: Ponta Grossa, Furnas Gêmeas, remnant Araucaria forest below large sandstone cliff, 25.145°S, 049.958°W, 950–1000 m, 16 February 2008, Christenhusz et al. 4790 (holotype SP!, isotypes K!, MBM, NY!, P!, TI, TUR!, UC!, UPCB)."

Exclamation mark '!' is used to indicate after the herbarium acronym to indicate that this voucher specimen has been seen by the author (see above).

Multiplication or times sign '×'. The multiplication sign × is not to be confused with the letter x. It should always be used in hybrid taxa (e.g. *Equisetum × schaffneri*) and in measurements of length and width (of leaves or petals, for example), for example: "leaves 1.0–4.2 × 0.4–0.8 cm".

Dashes and hyphens should not be spaced. Please feel free to copy these symbols from this author guide and paste them into your manuscript. Using the correct symbols will speed up the editing process.

Editors may return the manuscript to the author if dashes, hyphens and multiplication signs are not correctly used.

Italicisation. Generic names and all ranks below are italicised. Book and journal titles are also in italics, as well as diagnoses in Latin and Latin abbreviations (such as sp. nov., comb. nov., nom. illeg., et al.). "subsp.", "ser.", "var.", "cv." and "f." (for forma or filius) are not italicised, nor are names above the rank of genus. The abbreviation "ssp." should be avoided and replaced by "subsp." (for subspecies) to prevent confusion with the abbreviation spp. (= species in plural). As a general rule abbreviations are discouraged.

Abbreviations of certain words are standardised: ca. = circa, m = meter, cm = centimeter, dbh = diameter at breast height, elev. = elevation (altitude is not used for heights of land surfaces above sea level; altitude is used for heights above the earth surface, e.g. of an airplane), sp. nov. = new species, comb. nov. = new combination, gen. nov. = new genus, subsp. = subspecies, sect. = section, pers. comm. = personal communication, etc. Herbarium acronyms follow Index Herbariorum <http://sweetgum.nybg.org/ih/>

Citation of author names

Author abbreviations are seldom used (generally only for basionym authors and new taxa proposed in the manuscript); they are generally cited fully in the references. This means that the name is not abbreviated but the surname is written in full, followed in brackets by the year of publication, a colon, and the page number of the page where the name was published. This is treated as a normal citation, and thus the full article in which the species was published has to be cited in the references. (Include full title of the article, full

journal title and full page range.) This is obligatory for all taxonomic articles and articles in which fewer than 30 taxa are mentioned. In articles that deal with a large number of species (such as ecological or phylogenetic studies or checklists) this is not encouraged because it is impractical. If uncertain, please contact an editor about this matter.

Author abbreviations (strictly following IPNI) are only used in larger monographs and checklists, but even in these articles names in introductions and running text are properly cited in the references. Taxon author names should be cited only once, when the taxon/species first appears in the text. Phytotaxa aim to have all taxonomic sources cited included in the reference section. Citation of species authors is as follows:

Hymenophyllopsis asplenoides A.C.Sm. in Gleason (1931: 302). Smith is abbreviated here because it is published in Gleason, which is the proper article to cite.

Cyathea asplenoides (A.C.Sm.) Christenhusz (2009: 39). Smith is abbreviated here because the basionym is already given above.

Cyathea gibbosa (Klotzsch 1844: 542) Domin (1929: 262). Both the basionym and new combination are cited because the basionym is not given above.

In the references:

Christenhusz, M.J.M. (2009) New combinations and an overview of *Cyathea* subgenus *Hymenophyllopsis* (Cyatheaceae). *Phytotaxa* 1: 37–42.

Domin, C. (1929) *Pteridophyta*. Česká Akademie, Prague. 276 pp.

Gleason, H.A. (1931) Botanical results of the Tyler-Duida expedition. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 58: 227–344.

Klotzsch, J.F. (1844) Beiträge zu einer Flora der Äquinoctial-Gegenden der neuen Welt, Filices. *Linnaea* 18: 525–556.

Deposition of voucher specimens and GenBank numbers

Authors of new taxa are required to deposit typespecimens in national or international public museums or collections, preferably ones listed in the Index Herbariorum that are provided with a corresponding acronym.

Authors are also advised to request registration numbers of deposited sequences in GenBank in advance of the submission of papers to avoid unnecessary delay of publication.

Descriptions of species can also be linked to other sources such as the Encyclopedia of Life. For fungi MycoBank numbers need to be provided.

Some countries (e.g. Australia, Brazil, Peru) require that primary typespecimens (holotypes) be deposited in collections in the country of origin; authors are advised to take this into consideration.

Geography and elevation

Please apply the word 'elevation' when dealing with geological features. 'Altitude' is here defined as the distance above the surface of the Earth, whereas 'elevation' applies to the height of an earth surface above sea level.

For country names (always capitalised in specimen citations) and provinces (followed by a colon), the standard spellings in English followed by the UN apply (e.g. Kyrgyzstan not Kirghizia, Madagascar not Malagasy Republic etc.). For a standard list of countries and areas see: <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49alpha.htm>. Exceptions may be discussed with the editor.

Title

The title should be concise and informative and should cover the content of the article. No author names of taxa are given in the title. Family names should always be included. The higher taxa containing the taxa dealt with in the paper (when appropriate) should be indicated in parentheses, example: A taxonomic revision of the genus *Aa* (Cranichidae, Orchidoideae, Orchidaceae).

Names and affiliation of article author(s)

Names of all authors must be given below the title and should be typed in upper case (e.g. ADAM J. SMITH, BRIAN SMITH & CAROL SMITH). Inclusion of all major contributors to the work should be considered.

Below the names, the address(es) of professional affiliation for each author should be given in italics each starting on a separate line. E-mail address(es) should be provided if available. Affiliation addresses are linked to the author names by numbers in superscript and are provided in corresponding order.

Abstract

The abstract should cover concisely contents of the paper and should be phrased such that additional key words are not necessary. Any new names or new nomenclatural acts proposed in the article should be mentioned. No taxon author names are to be included in the abstract. Introductory information should not be included in the abstract, neither should be the citation of references.

Abstracts in other languages using the Latin alphabet may also be included in addition to English and should be a direct translation of the English abstract. The spelling and grammar of these abstracts in other languages is the responsibility of the author. An abstract in another language should be corrected if there are any changes in the English abstract during the editorial process.

Key words

Key words may be given when the abstract does not already cover these. The key words may not include words that are already in the title, and they should be given in alphabetical sequence.

Abstracts and key words are not included in short Communications.

Introduction

The introduction should place the study in context, and it should provide recent or historical background relevant to the study. This information should not be included in the abstract. Author names of a taxon should be cited only once, when the taxon/species first appears in the text.

Material & Methods

Materials and methodology used in empirical studies should be concisely provided. Herbaria consulted can be listed here, if not done so in the Acknowledgements. Field work should be highlighted. Floras and other taxonomic works consulted to identify the plant material involved in a study should be cited.

Results

The results sections should only present the results of the study. Do not mix results and discussion. Combined Results/Discussion sections are discouraged. Citation of other literature are not normally permitted in the Results section.

Discussion

Discuss your results and place these in the context of the introduction.

Conclusion

The conclusions should state what the scientific contribution of your study is (ask yourself the question: 'What can we learn from this study and how do the results help us understand the questions asked in the introduction and discussion?'). It is helpful for other researchers to point out further studies that may be needed in the future.

Taxonomy

A taxonomy section should start with each taxon in bold italics. Abbreviations of authors of new species should be given (following IPNI, not bold), and these should be followed by the correct designation (in italics, not bold, e.g. comb. nov., nom. nov., spec. nov., stat. nov., etc.). When species are not newly described, the author name should be followed by the year and page of publication (and the full article should be included in the references).

All new taxa need to be accompanied by short diagnoses in English or Latin that describe the new taxa. If you prefer Latin, please make sure the language is used correctly. The editors will generally not correct your Latin diagnoses. A specimen needs to be designated as its type (following the ICNafp), and the holotype must have been studied by the author of the species. It is encouraged that, when possible, the holotype is deposited in the country of origin, and that two isotypes are deposited in major herbaria where the specimens will be available for public study.

Taxonomic descriptions should be organised describing the plants from below to above and from outside to the inner parts.

Of course, this is different for each taxon and can thus follow a variable. Subsections of descriptions can be highlighted using italics. Additional data (e.g. distribution, ecology, etymology, etc.) may follow. Often these are subheaded by '—' (m-dash).

Specimens are cited as follows:

COUNTRY. Province: Locality, coordinates, date (day month (in full) year), Collector number (herbarium acronym in upper case). All specimens studied should be cited. Lectotypes,

neotypes and epitypes should always be followed by the reference where they are designated, for example:

Lectotype (designated by Smith 2000/designated here):—FINLAND. Uusimaa: Helsinki, Kaisaniemi Park, 27 April 1976, Virtanen 22 (H!).

Keys

Identification keys should be dichotomous, and the leads should (preferably) be opposite to each other in meaning so that the species can be easily distinguished. Please do not format the key; provide it in the following simple layout:

1. Bracts longer than pedicels; filaments with 1 acute lobe at apex on either side of anther ... *Ornithogalum nutans*

- Bracts shorter than pedicels; filaments without apical lobes on anther ... 2.

2. Inflorescence corymbose; tepals longer than 14 mm ... *Ornithogalum angustifolium*

- Inflorescence racemose; tepals shorter than 14 mm ... *Ornithogalum pyrenaicum*

Acknowledgements

The format for the Acknowledgements is variable, and anyone can be thanked for their contribution. Please consider co-authorship for people that contributed to the study in a major way, especially contributors of specimens or laboratory work.

References

All literature cited in the text (including full articles of taxon authors) should be included. Please check this carefully before submission because errors are common. References should be cited in the text as Smith (1999), Smith & Jones (2000) or Smith et al. (2001), the latter when there are three or more authors, or alternatively in a parenthesis (Adams 2000, Smith & Jones 2000, Jones 2001, Smith et al. 2001). The citation of floras, revisions and monographs used to identify the collections on which the study is based is strongly encouraged.

Please include DOI for papers that have these. This facilitates linking to papers that have online versions.

Journal article: Author, A. & Author, B.C. (YEAR) Title of the paper. Title of the journal in full in italics volume: x–y. For example:

Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.-C. & Schneider, H. (2011) Linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7–54.

Book chapter: Author, A. & Author, B.C. (YEAR) Title of the chapter. In: Author, A., Author, B.C. & Author, D. (Eds.) Title of book in italics. Publisher name, City, pp. x–y. For example:

Schneider, H., Kreier, H.-P., Janssen, T., Otto, E., Muth, H. & Heinrichs, J. (2010) Key innovations versus key opportunities: identifying causes of rapid radiations in derived ferns. In: Glaubrecht, M. (Ed.) *Evolution in action*. Springer, Berlin, pp. 61–76.

Book: Author, A. & Author, B.C. (YEAR) Title of book in italics. Publisher name, location, xyz pp. For example:

Copeland, E.B. (1947) *Genera filicum*. *Chronica Botanica*, Waltham, Massachusetts, 247 pp.

Internet source: Author, A. (YEAR) Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access). For example:

IUCN (2010) The IUCN red list of threatened species, version 2010.4. IUCN Red List Unit, Cambridge U.K. Available from: <http://www.iucnredlist.org/> (accessed: 19 May 2011).

Dissertations resulting from graduate studies and non-serial proceedings of conferences/symposia are to be treated as books and cited as such. Articles not cited in the manuscript should not be included in the References section.

Figures and Tables

Legends of figures and tables should be listed after the list of references within the same file of the manuscript. Legends for tables and figures should start with TABLE or FIGURE followed by its number and a full stop. Illustrators and photographers should be mentioned in the figure legend, and if the illustrator is not one of the authors she/he should also be acknowledged. All figures and tables need to be referred to in the text.

Example:

FIGURE 1. Distribution map of *Psilotum nudum* in the Caribbean region.

When preparing illustrations, authors should bear in mind that the journal has a matter size of 25 cm by 17 cm and is printed on A4 paper. For species illustrations, line drawings are preferred, although good quality black and white or colour photographs are

also acceptable. See a guide here for detailed information on preparing plates for publication; this guide was prepared by Dr Daniel Geiger for Zootaxa, but it applies equally to Phytotaxa.

Linedrawings must be scanned at 600 to 1200 dpi as lineart (bitmap, =1 bit); they must NOT be scanned as 8 bit or full colour images. Pictures and linedrawings should be saved as TIFF files. In some cases PDF or DOC files are acceptable. JPG is not an accepted format. Do not scan linedrawings as JPG files because this creates blurry or pixelated images. Sufficient resolutions should be provided, but it is up to the author to do so. Low resolution figures can only be printed at a small size.

Tables, if any, should be provided at the end of the manuscript. Please use the table function in your word processor to build tables such that the cells, rows and columns remain aligned when font size and width of the table are changed. Please do not use the tab key or space bar to type tables.

Submission

All manuscripts should be sent by online submission facility

* Older versions of IE (Internet Explorer 9.0 or earlier) may not be compatible with the new online submission system. A latest version of IE or similar browser (ie. Chrome, Mozilla Firefox and etc.) is more preferable.

More author information for Biotaxa.org submission system, please click here.

Please follow the above guidelines in detail and check if your manuscript has been prepared according to the style and format of the journal. When you submit your manuscript, it will be more expedient for the review process if you provide the names of three or more potential reviewers with their email addresses.

For legal purposes it should be noted that upon submitting an article the authors agree to the following:

1) All authors agree to its submission and the corresponding author has been authorised by co-authors
2) This article has not been published before and is not concurrently being considered for publication elsewhere (including another editor of Phytotaxa)

3) This article does not violate any copyright or other personal proprietary right of any person or entity, and it contains no abusive, defamatory, obscene or fraudulent or any other statements that are unlawful in anyway.

If the manuscript submitted does not follow this guideline, it will not be processed.

For manuscripts with numerous illustrations, which might be saved as separate TIFF or JPG files, it will be easier and more efficient for the purpose of review and for the subject editors and reviewers to have the figures converted into one larger PDF (Portable Document Format) file, instead of requiring the subject editor to save many files, cutting and copying these into a string of messages/files to the reviewers. You should retain the original figures in a higher resolution format for the final production of the accepted paper. For the text, PDF file along with original DOC files are preferred. The advantage of submitting an RTF file for the text part of the manuscript is that the reviewers can amend the manuscript electronically. If you cannot prepare PDF files, then submit text in RTF and the figures in TIF (linedrawings scanned at 600 dpi and half tone at 300 dpi; please use LZW compression, if you can, to reduce the size of e-files for easy transmission); if half tone TIFF files are too big (exceeding 2 MB), then submit them in jpeg. See here for detailed information on preparing plates for publication.

Authors of accepted papers will be asked to submit an electronic version of the manuscript so that the publisher does not need to re-key or scan the manuscript. At this stage, the text part of the manuscript must be submitted as DOC (MS Word) files and figures as TIF files.

In submitting the final version of revised manuscript to editors, authors are asked to provide the following information to aid typesetting and indexing of the manuscript:

- 1) All the authors' names, emails and ORCIDs. (<https://orcid.org/>)
- 2) Author last name and running title (<60 characters; to be used in footer)
- 3) Higher level taxon (i.e. taxon section in Phytotaxa website in which the article should be filed) and number of new taxa described in the paper

Authors need to complete and return an Assignment of Copyright form when a paper is accepted for publication. Authors from institutions that do not allow transfer of copyrights to publishers (e.g. government institutions such as USDA, CSIRO) should attach a copyright waiver or similar document.

Review process

When a manuscript is received by the Editor, he/she will have it reviewed by at least two peers qualified to evaluate the manuscript. The editor normally asks the reviewer to complete the review within one month. However, the reviewing process may take longer, depending on the length of the manuscript and reviewers' responses.

Journal Production and Publication

Once the manuscript is accepted by your subject editor, final files, produced according to the requirements above, will be forwarded by your subject editor to the managing editor, who will liaise with the copy editor, author and printer to ensure that the article is published without unnecessary delay. Normally the proof will be sent to the author for checking one to three weeks after the final files are accepted. The paper will usually be published within two weeks (for larger papers it may take longer) once the corrections to the proof are received.

Page charge and colour plates. There is no mandatory page charge for publishing in Phytotaxa. Publication of colour figures/photographs in online editions are also free of charge (print version in black and white). If colour plates in the print edition are desired, authors will be asked to contribute the full cost. Current rates: 300 USD for the first colour page and 200 USD for each additional colour page.

Open access. Phytotaxa endorses open access publication of taxonomic information. Authors who have funds to publish are strongly encouraged to pay a fee of 20 US\$ per printed page to give free online access of their paper to all readers at the Phytotaxa site or their own site. Open access papers are read by many more people and can be expected to have higher citation rates.

Reprints. Each author will begin with a free e-reprint (PDF) for personal use (printing a copy for own use or exchange with other researchers, but not for deposition in a library or on a website/ftp-site for public access).

Printed copies of each paper/monograph in the form of the regular reprint can also be produced by the Publisher for purchase by authors, with a discount based on the number of copies ordered; quotes for price will be provided when proofs are returned.

References

Angiosperm Phylogeny Group [APG III] (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x (see also <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p134.pdf>)

Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.-C. & Schneider, H. (2011a) Linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7–54. <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p054.pdf>

Christenhusz, M.J.M., Reveal, J.L., Farjon, A., Gardner, M.F., Mill, R.R. & Chase, M.W. (2011b) A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19: 55–70. <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p070.pdf>

Important links

- Botanicus: <http://www.botanicus.org/>
- Gallica: <http://www.gallica.fr/>
- Biodiversity Heritage Library: <http://biodiversitylibrary.org>
- Genbank: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/
- Index fungorum: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- MycoBank: <http://www.mycobank.org/>
- Index herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen code): <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>
- International plant name index: <http://www.ipni.org/>
- Tropicos: <http://www.tropicos.org/>
- World checklist of selected plant families: <http://apps.kew.org/wcsp>
- Jstor Plant Science: <http://plants.jstor.org>
- The Plant List, <http://www.theplantlist.org>

Copyright Notice

Authors need to complete and return an Assignment of Copyright form when a paper is accepted for publication. Authors from institutions that do not allow transfer of copyrights to publishers (e.g. government institutions such as USDA, CSIRO) should attach a copyright waiver or similar document.

Privacy Statement

The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of this journal and will not be made available for any other purpose or to any other party.

Morfologia de diásporos de plantas aquáticas do Pantanal

VITORIA SILVA FABIANO^{1*}, GISELE CATIAN¹ & EDNA SCREMIN-DIAS¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação Biologia Vegetal, Instituto de Biociências, Cidade Universitária, s/n, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. gcatian@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4011-9930>; ednascremindias@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4218-1404>; *Autor de correspondência: vs.fabiano2013@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9624-1284>

Resumo

Áreas úmidas são complexos ecossistemas reconhecidos mundialmente pela alta biodiversidade e amplitude de serviços ecossistêmicos. O Pantanal é considerado uma das maiores planícies inundáveis do planeta, possui elevada biodiversidade e tem aproximadamente 70% de sua extensão em solo brasileiro. Integrantes dessa biodiversidade, as plantas aquáticas são organismos que retornaram ao ambiente aquático e expressam adaptações morfológicas e reprodutivas, incluindo a manutenção de um banco de diásporos no solo. Entretanto, poucas espécies possuem descrições morfológicas desses diásporos, dificultando a identificação. Com isso, descreveram-se morfolologicamente os diásporos de 78 espécies de plantas aquáticas do Pantanal (30% da riqueza), com o intuito de preencher essa lacuna na ciência. Realizaram-se descrições morfológicas em fotomicrografias com o auxílio de microscópio eletrônico de varredura, utilizando técnicas usuais, contemplando as diferentes formas de vida das espécies. Analisaram-se características morfológicas externas das sementes e estruturas anexas dos frutos, apresentadas por família, seguido por descrições das espécies. As descrições inéditas agregam informações para taxonomia de grupos infragenéricos, e para estudos filogenéticos além de subsidiarem projetos ecológicos, botânicos, de restauração e de conservação do Pantanal, assim como informações para determinação das comunidades estabelecidas em ambientes aquáticos antes de distúrbios sazonais ou extremos, como o fogo, e alterações antrópicas, por subsidiar a identificação do banco de diásporos.

Palavras-chave: macrófita; microescultura; semente; fruto, *wetland*

Introdução

As plantas aquáticas representam um grupo altamente diverso (Sculthorpe 1985), não filogenético e que reúne indivíduos portando uma ampla variedade de características morfofisiológicas (Cook 1996) representadas por meio das diferentes formas de vida – emergente, anfíbia, flutuante fixa, flutuante livre, submersa fixa, submersa livre (Irgang & Gastal Jr. 1996) e epífita (Tur 1972). Esse grupo de plantas contribui para a diversidade da região Neotropical (Pott & Pott 2000, Machado-Filho *et al.* 2014, Murphy *et al.* 2019), desempenham inúmeras funções ecológicas e serviços ambientais, e.g. produção de biomassa; ciclagem de nutrientes; fornecimento de habitat; proteção de ovos e larvas; fonte de alimento; fornecimento de matéria orgânica à cadeia detritívora; aumento da estabilidade de regiões costeiras; bioindicador; e sequestro de carbono (Gopal 1987, Esteves 1998, Pott & Pott 2000, Camargo *et al.* 2003, Bridgham *et al.* 2006, Penning *et al.* 2008).

Comunidades de plantas aquáticas são consideradas componentes estruturais de ambientes aquáticos (Esteves 1998) e sobrevivem a períodos desfavoráveis por meio de tolerância às pressões ambientais (Crawley 1986), além de deterem a habilidade de propagar-se vegetativa e sexualmente. Quando os ambientes aquáticos são submetidos à seca sazonal ou ocasional, essas plantas aquáticas resistem por meio de banco de diásporos (Junk 1980, Almeida-Cortez 2004, Coelho *et al.* 2005), ou seja, estocam estruturas reprodutivas viáveis em diferentes camadas do sedimento (Fenner 1985, Simpson *et al.* 1989, Dalling *et al.* 1998), consideradas a “memória” das comunidades vegetais no solo (Harper 1977, Roberts 1981, Thompson 1992). Esse estoque de diásporos influencia na capacidade das comunidades de plantas aquáticas reagirem às perturbações, fornecendo novos indivíduos em épocas favoráveis (Chek *et al.* 1979, Thompson 1992), assim como na sucessão (van der Valk & Davis 1978, Baker 1989, Grime 1989, Leck *et al.* 1989, Thompson 2000) e regeneração (van der Valk & Davis 1978, van der Valk & Pederson 1989, van der Valk *et al.* 1992, Fenner & Thompson 2005, Nishihiro *et al.* 2006, Bossuyt & Honnay 2008).

Como evidência da importância desses bancos, a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica lançou um programa, “*Estratégia Global para Conservação de Plantas*”, que projetou manter, em coleções *ex situ* até 2020, pelo menos 75% das espécies de plantas ameaçadas (em jardins botânicos e bancos de sementes) e que resultou em, pelo menos, 350 jardins botânicos com bancos de sementes – 57.051 espécies (17% das

espermatófitas) (Antonelli *et al.* 2020), de grande importância para a manutenção da biodiversidade dos biomas no planeta.

No Brasil, ocorrem diversas espécies de plantas aquáticas haja vista o país deter a maior rede hidrográfica do planeta, e ambientes aquáticos representam significativamente esses ecossistemas (Bove *et al.* 2003, Moura-Junior & Cotarelli 2019, Oliveira *et al.* 2019). Nesse contexto, destaca-se o domínio fitogeográfico do Pantanal, por ser reconhecido como uma das maiores planícies inundáveis do planeta (Silva & Abdon 1998, Junk *et al.* 2006), com mais de 70% de sua extensão dentro do território brasileiro (Lourival *et al.* 2011), com a vegetação aquática compondo uma das três formações básicas do domínio (Pott & Pott 2004, Coutinho 2006). Apesar desta planície de inundação estar entre as áreas úmidas de maior biodiversidade do planeta (Zedler & Kercher 2005), protegida pela Convenção Ramsar desde 1975 (Gonçalves *et al.* 2011), e com serviços ambientais estimados em 15,5 bilhões de dólares (Seidl & Moraes 2000), ainda ocorrem muitas lacunas de conhecimento. Há uma escassez de informações relacionadas a diversidade e ecologia da vegetação aquática devido a carência de descrições comparativas (Junk 1993, Junk 2006) e insuficiência dos estudos taxonômicos (Pott 1998, Pott & Cervi 1999, Lima *et al.* 2006) e o direcionamento dos estudos a trabalhos estritamente florísticos e fitossociológicos (Prance & Schaller 1982, Pott *et al.* 1986, 1989, 2011a, 2011b, Prado *et al.* 1994, Schessl 1999, Pinder & Rosso 1998, Pott & Pott 1997, 2000, Nunes da Cunha & Junk 2001, Pivari *et al.* 2008, Pott & da Silva 2015).

Atualmente, as áreas úmidas estão fortemente afetadas por perturbações antrópicas, por exemplo, a pecuária, monocultura e hidrelétricas (Crispim & Branco 2002, Petry *et al.* 2011, Roque *et al.* 2016, Guerra *et al.* 2020), atividades que resultam em alterações na composição e diversidade vegetal. No Pantanal, apesar das comunidades vegetais aquáticas estarem sujeitas aos impactos em menor escala, causados por animais domésticos, como cavalos (Pott & Pott 2004, Alho 2008), búfalos (Pott *et al.* 2011b), atualmente há um aumento da intensidade e alcance do fogo que chega aos leitos secos dos rios e aos campos alagáveis, durante os períodos de estiagem. O fogo é deletério para plantas aquáticas com gemas expostas, além de aumentar a germinação de espécies terrestres competidoras (Pott & Pott 2003). A principal preocupação nos últimos anos no Pantanal tem sido a alteração da dinâmica hidrológica (Pott & da Silva 2015), que causa impactos na sobrevivência e composição dos bancos de sementes (Brock *et al.* 1999, Brock & Jarman 2000, Brock *et al.* 2003), resultando em mudanças irreversíveis na composição das comunidades locais em curto, médio e longo prazos.

Dentro dessa abordagem, os trabalhos sobre descrições morfológicas de diásporos têm contribuído para o esclarecimento de questões relativas tanto à taxonomia e filogenia (Wooten 1973, Canne 1979, 1980, Santiago & Sartori-Paoli 1999, Ferreira *et al.* 2001, Zhao *et al.* 2004, Abid & Qaiser 2007, Garg & Sharma 2007, Lopes & Matheus 2008, Abid *et al.* 2014, Latowski *et al.* 2014, Coşkunçelebi *et al.* 2016, Benedict *et al.* 2016, Zaika *et al.* 2020, Song & Hong 2020), sobretudo na identificação e diferenciação de espécies (Phillips 1997, Phillips 1998, Erol *et al.* 2006, Davies *et al.* 2007, Kaplan *et al.* 2007, Fawzi *et al.* 2010, Morozowska *et al.* 2020, Da Silva Ferreira *et al.* 2021).

Os revestimentos dos diásporos exibem morfoanatomia complexa e diversificada (Barthlott 1981), tais descrições possibilitam informações importantes para estudos voltados à restauração e conservação de espécies (Batista *et al.* 2011, Catian *et al.* 2021) auxiliando na avaliação e triagem das espécies em banco de sementes (Beltrati 1984), no reconhecimento da planta no campo (Amorim *et al.* 1997) e também para os laboratórios de análise de sementes, contribuindo em estudos de germinação, armazenamento e métodos de cultivo (Oliveira *et al.* 2006). Além de todas as aplicações supramencionadas, a relevância do uso dos padrões ultraestruturais do tegumento de sementes e diásporos, elaborados por meio de análises em microscopia eletrônica de varredura, são confiáveis e agregam informações úteis para embasar hipóteses taxonômicas e filogenéticas (Koul *et al.* 2000). A utilidade diagnóstica das ornamentações em tegumentos de sementes para solução de problemas infra e supra específicos já é conhecida, haja vista a pouca plasticidade e variação entre indivíduos e, na maioria das vezes, refletem diferenças genéticas e filogenéticas (Barthlott 1981).

No entanto, a identificação e descrição de diásporos é limitada aos táxons de importância econômica (Cook *et al.* 1974, Cook 1996, Kissmann 1997, Kissmann & Groth 1999, 2000), prejudicando o desenvolvimento de pesquisas em outras áreas como ecologia, restauração e regeneração, como já ressaltado por Catian *et al.* (2021). O guia de identificação de plantas aquáticas para o Pantanal elaborado por Catian *et al.* (2021). foi uma das primeiras iniciativas de organização deste tipo de informação, a fim de contribuir significativamente para estudos e avaliações em comunidades dessas plantas. Com isso, descrevemos os diásporos das principais espécies de plantas aquáticas do Pantanal brasileiro, contemplando diferentes formas de vida e síndromes de dispersão, abrangendo uma ampla parcela das famílias presentes nessas comunidades, a fim de reduzir a lacuna de conhecimento relacionado aos diásporos de plantas aquáticas, destacando os mecanismos que interferem no estabelecimento dessas espécies em planícies inundáveis como o Pantanal. Também analisamos a similaridade morfológica dos diásporos considerando aspectos

taxonômicos, buscando compreender se o caráter taxonômico interfere de forma mais incisiva na composição morfológica dos diásporos.

Material & Métodos

O termo diásporo é utilizado em sinonímia ao termo unidade de dispersão (Hintze *et al.* 2003), e pode ser definido como: “*estruturas que têm a finalidade de disseminar e dispersar as espécies, tais como a semente botânica (semente verdadeira), cariopse, espiguetas, antécio fértil (cariopse envolta pelas glumelas, lema e pálea), antécio fértil ligado a um antécio estéril, aquênio, carpídio, cremocarpo, drupa, esquizocarpo, glomérulo, mericarpo, núcula, nuculânio, sâmara e samarídio. As unidades de dispersão podem vir acompanhadas de estruturas acessórias*” (Brasil 2009). Desse modo, o termo "diásporo" empregado neste trabalho refere-se à unidade dispersora das espermatófitas (Meiado *et al.* 2012), independentemente de qual parte da planta compõe (Hintze *et al.* 2003).

Parte do material botânico foi obtido a partir da coleção elaborada pela Dra. Gisele Catian, coletada e identificada seguindo o descrito por Catian *et al.* (2021), e parte obtida no Herbário CGMS da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Tabela 1). As famílias botânicas foram revisadas conforme o sistema APG IV (2016) e a grafia dos nomes científicos seguiu o banco de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020). Para a revisão das formas de vida emergente, anfíbia, flutuante fixa, flutuante livre, submersa fixa e submersa livre utilizamos a classificação de Irgang & Gastal Jr. (1996) e para epífita, Tur (1972).

Para as descrições dos diásporos foram consideradas quatro a seis unidades por espécie, das quais analisaram-se características externas como o formato, características da superfície (consistência, coloração e textura), a razão comprimento *versus* largura, padrão ultraestrutural (microescultura primária e secundária), presença de tricomas, cristais e secreções. Também analisamos a presença, localização, forma e escultura de estruturas como: funículo, hilo, micrópila, calaza, arilo, opérculo e rafe para sementes e forma e estruturas anexas do ápice e base para os frutos. Os valores de comprimento (longitudinal) e de largura (da região mediana), foram obtidos utilizando também as imagens das sementes analisadas em eletronicmicrofotografias elaboradas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), com o auxílio do software ImageJ®.

Realizamos buscas na literatura e consultas a especialistas quanto ao tipo de fruto e classificação dos óvulos, para compreender e determinar a terminologia utilizada para as estruturas presentes na superfície dos frutos e sementes, visto que as estruturas externas são

denominadas com base na orientação dos óvulos e estruturas internas (Radford *et al.* 1974, Vidal & Vidal 1995, Barroso *et al.* 1999, Brasil 2009, Sabelli & Larkins 2015), assim como para determinação de caracteres inconclusivos nas análises em laboratório, a fim de obtermos a definição do carácter, conforme sugerido por Sfair *et al.* (2005).

A nomenclatura para formas das sementes baseou-se no Glossário Ilustrado de Morfologia (Brasil 2009) e em Radford *et al.* (1974). Para as descrições da superfície da testa adotaram-se as nomenclaturas definidas por Barthlott (1981, 1984), Behnke & Barthlott (1983), Werker (1997), Zeng *et al.* (2003), Moazzeni *et al.* (2007), Arabi *et al.* (2017). A nomenclatura para caracteres morfológicos baseou-se em Radford *et al.* (1974) e Harris & Harris (1994), além de nomenclaturas específicas para cada família ou gênero, quando necessário.

Preparo para microscopia eletrônica de varredura - MEV

As amostras frescas foram mantidas em álcool 70% até o início do preparo do material, enquanto o material obtido em herbário seguiu diretamente para o dessecador de sílica. Realizou-se a completa desidratação gradual das amostras frescas visando ao máximo a preservação das características do envoltório dos diásporos. Estabeleceram-se três metodologias para realizar a desidratação de acordo com o grau de resistência do material, podendo ser: (1) desidratação com ponto crítico: desidratação em série alcoólica (80%, 90%, e 100%) durante 1 hora em cada concentração, seguida por processamento em ponto crítico com álcool e dióxido de carbono (Gordh & Hall 1979); (2) secagem em estufa a 60°C durante 48 horas; e (3) secagem no dessecador de sílica contendo sílica gel durante 62 horas.

Após desidratado e totalmente seco, o material permaneceu em frascos de plástico com sílica gel até a montagem nos suportes de alumínio (*stubs*) que foi seguida pela pulverização com 10 a 15 nm de ouro por pulverização catódica Balzers SCD 005, e permanecerem sob vácuo até a observação (Matias & Soares 2009). Apesar das metodologias desenvolvidas com o objetivo de garantir a integridade das estruturas, houve a deformação de algumas estruturas e plasmólise celular em algumas espécies. Outros estudos utilizando MEV também descrevem considerável deformação da estrutura epidérmica em superfícies, influenciados pela perda de água durante a dessecação (Bednorz & Czarna 2008, Moret *et al.* 2008, Luqman *et al.* 2019). As amostras foram examinadas usando Jeol JSM 6380 LV Microscopia Eletrônica de Varredura a 15 K = kv para a obtenção das eletronmicrofotografias digitais.

Análises estatísticas

A similaridade dos diásporos entre as famílias foi realizada a partir de uma análise visual da distância entre os grupos, comparando também entre as formas de vida e síndromes de dispersão. Para isso, obteve-se matrizes de caracteres com base na presença (1) ou ausência (0), e utilizou-se análise de similaridade (ANOSIM, $p < 0,05$), calculadas com base na distância euclidiana (Zar 2009). Esta foi submetida à análise de ordenação indireta (Escalonamento multidimensional não métrico – NMDS) baseando-se na medida de similaridade de Jaccard (Zar 2009), pelo programa PAST 8.9 (Hammer *et al.* 2001).

Resultados

Foram analisadas e descritas as unidades dispersoras de 78 espécies pertencentes a 31 famílias e 45 gêneros (Tabela 1), representando quase 30% da riqueza de espécies de aquáticas da planície do Pantanal brasileiro, visto que na última contagem foram registradas 280 espécies de plantas aquáticas (Pott 2008, Pott *et al.* 2011a). Destas, 22 espécies são representadas por Criptógamas, não inseridas neste trabalho por apresentarem esporos como unidade de dispersão. Essa representatividade é ainda maior ao considerarmos os níveis de gênero e família, com respectivos 42,4% e 57,4% incorporados nesta descrição.

As famílias mais ricas do Pantanal são Poaceae (26), Cyperaceae (19), Fabaceae (15), Onagraceae (15) e Pontederiaceae (12) (Pott & Pott 2000, Pott 2008), todas presentes neste trabalho, com a representatividade dentro das famílias ultrapassando 71% para Polygonaceae, 66% para Hydrocharitaceae, 60% para Onagraceae, 53% para Alismataceae. Alguns dos principais gêneros em número de espécies também foram proporcionalmente representados, como *Nymphaea* (3 das 7 espécies), *Ludwigia* (9 das 15 espécies), *Polygonum* (5 das 7 espécies), *Aeschynomene* (5 das 7 espécies) (Pott & Pott 1997, 2000, Pott 2008).

Quanto às formas de vida, o estudo compreendeu 24 anfíbias, 22 emergentes, 14 flutuantes fixas, 10 submersas fixas, 4 flutuantes livres, 2 submersas livres e uma epífita. Das espécies avaliadas 31,1% são anfíbias, 28,5% emergentes, 18,1% flutuantes fixas, 5,1% flutuantes livres, 12,9% submersas fixas, 2,5% submersas livres e 1,2% epífitas. Esta distribuição foi similar à encontrada por Pott & Pott (1997), que distinguiram as formas de vida emergente e anfíbia como as mais comuns (39% e 28%, respectivamente) e as formas submersa livre e epífita como as mais raras (3,8 % e 1,7%, respectivamente).

As descrições dos diásporos serão apresentadas por ordem alfabética das famílias contempladas, com informações compartilhadas por distintos gêneros e/ou espécies, seguidas por descrições diferenciadas das espécies.

Descrições dos diásporos

ALISMATACEAE

Os diásporos dos gêneros *Echinodorus*, *Helanthium*, *Hydrocleys*, *Limnocharis* e *Sagittaria* (Figuras 1-6) apresentam morfologia semelhante quanto ao formato (obovadas em vista lateral); configuração e disposição das células da testa; coloração (castanho escuro a preto); região micropilar junto ao funículo, comum em óvulos anátropos (Kaul 1970) (Figura 2B). A literatura discute a presença de embrião curvo, característico da família (Matias & Soares 2009), que permite a observação do relevo em forma de U (Figura 1A). Essa curvatura posiciona a calaza na extremidade basal da semente, à lateral do complexo funículo-micrópila, e origina uma depressão central (Figura 5A); a diferença no tamanho das câmaras calazal e micropilar diferencia a largura das extremidades onde estão essas estruturas (Haynes *et al.* 1998). A superfície da semente apresenta células alinhadas em fileiras, e a delimitação da rafe é ausente.

Echinodorus longiscapus Arechav.

Semente com 1,01 x 0,4 mm (Figura 1A); calaza destacada como protuberância subcuneiforme (Figura 1B) pouco proeminente, localizado à lateral da região micropilar (Figura 1C). Testa com células variando de quadradas a predominantemente retangulares; escultura primária reticulado-foveolado (Figura 1D), com células de paredes anticlinais retas e paredes periclinais côncavas e lisas (Figura 1E). A semente pode ser dispersa ainda dentro do fruto, tipo aquênio; coriáceo; com 0,2 x 0,97 mm; obovoide (Figura 1F); ápice apiculado e base atenuada; escultura primária rugosa e secundária lisa.

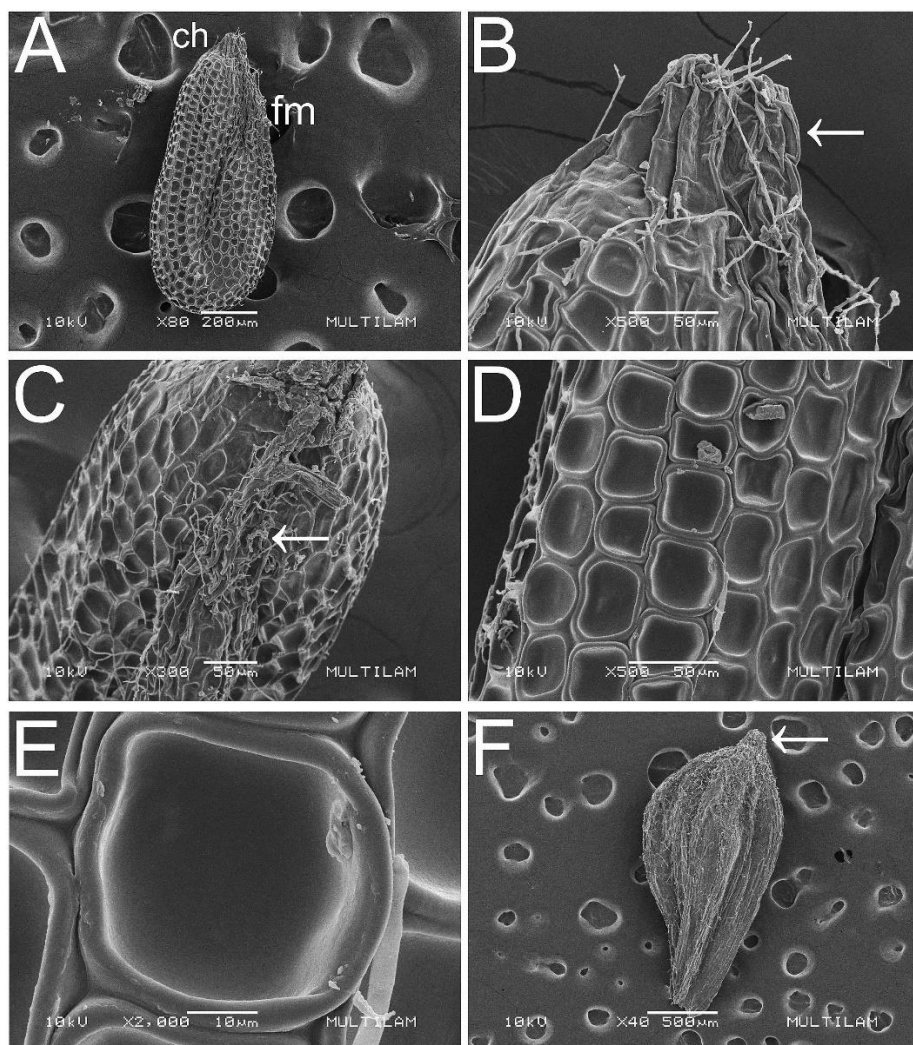


Figura 1. *Echinodorus longiscapus*: estrutura da testa da semente, com detalhe da extremidade calazal e do complexo funículo-micrópila (A); estrutura da calaza como protuberância subcuneiforme (seta, B); região do complexo funículo-micrópila e região terminal do canal funicular (seta, C); escultura primária reticulada-foveolada (D); célula da testa com escultura secundária lisa (E); diásporo coriáceo obovoide formado pelo fruto (aquênio) + semente, seta indica a base do fruto (F). (ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila).

Echinodorus paniculatus Micheli.

Semente com 1,14 x 0,5 mm (Figura 2A); calaza destaca-se por uma sutil protuberância, localizada na extremidade basal mais larga (Figura 2B), lateralmente posicionada ao complexo funículo-micrópila com resquícios do canal funicular (Figura 2C). A disposição das células da testa é semelhante à presente em *E. longiscapus*; escultura primária reticulada (Figura 2D), com parede anticlinal reta, levemente elevada e parede periclinal convexa com escultura secundária lisa a rugosa (Figura 2E). A semente pode ser dispersa ainda dentro do fruto, que se caracteriza por ser aquênio, coriáceo; com 0,2 x 0,738

mm; obovoide (Figura 2F); ápice apiculado com estilete coalescente; base subaguda (Figura 2F); escultura primária estriado rugosa e secundária rugosa.

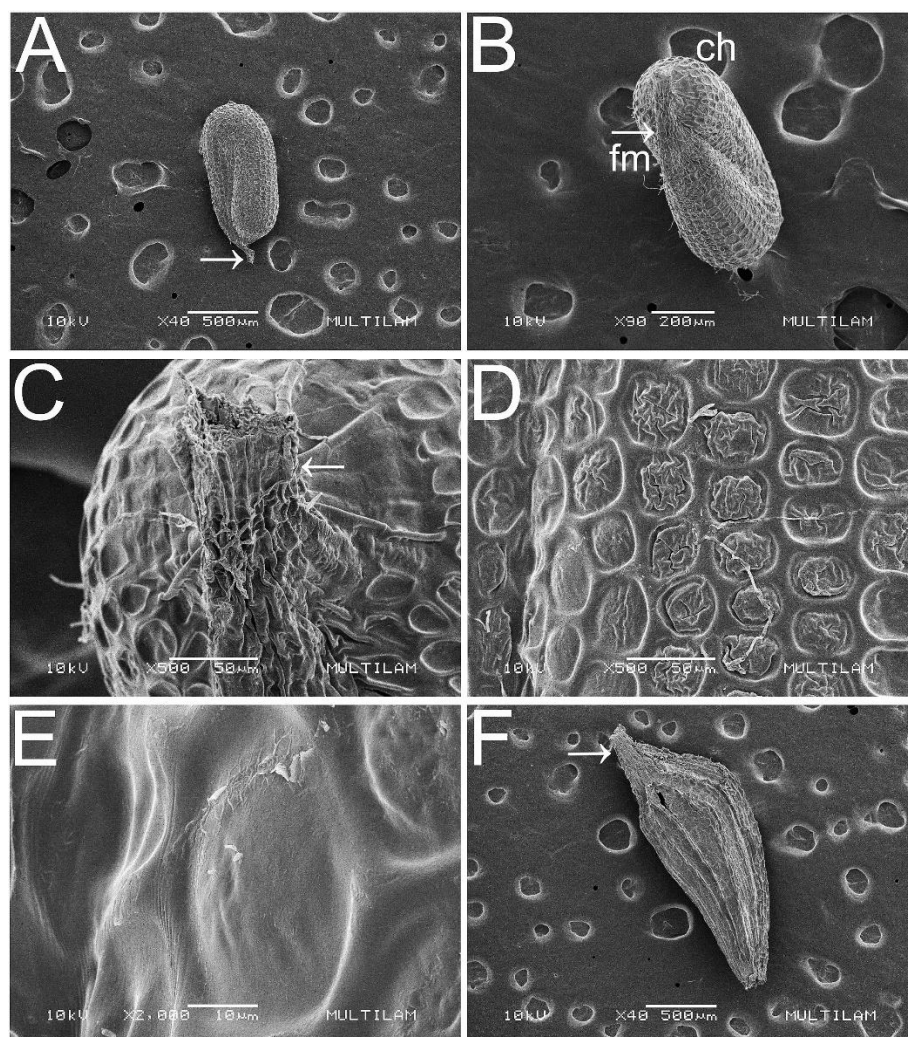


Figura 2. *Echinodorus paniculatus*: semente com extensão do canal funicular (seta) além da semente (A); funículo (seta) e micrópila adnatos em uma das extremidades e lateralmente à calaza (B); detalhe do funículo (seta, C); escultura primária com padrão reticulado (D); detalhe da célula da testa com escultura secundária lisa (E); diásporo coriáceo obovoide composto pelo fruto (aquênio) +semente, seta indica a base do fruto (F). (ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila).

Helanthium tenellum (Mart.) Britt.

Semente com 0,59 x 0,31 mm; configuração da calaza, micrópila e funículo semelhante à de *E. paniculatus*. Testa composta por células oblongas, com escultura primária estriada tênue, com paredes anticlinais longitudinais discretamente destacadas, retas a levemente sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Matias & Soares 2009). O diásporo é o próprio aquênio com 0,92 x 0,63 mm; largo-ovoide (Figura 3A); duro; ápice e base arredondados; cicatriz do ponto de inserção basal com aspecto rugoso (Figura 3C); escultura

primária formada por cristas proeminentes, criando quatro sulcos longitudinais alargados (Figura 3A), e escultura secundária irregular (Figura 3C); paredes do aquênio formado por células com espaços aeríferos (Figura 3D).

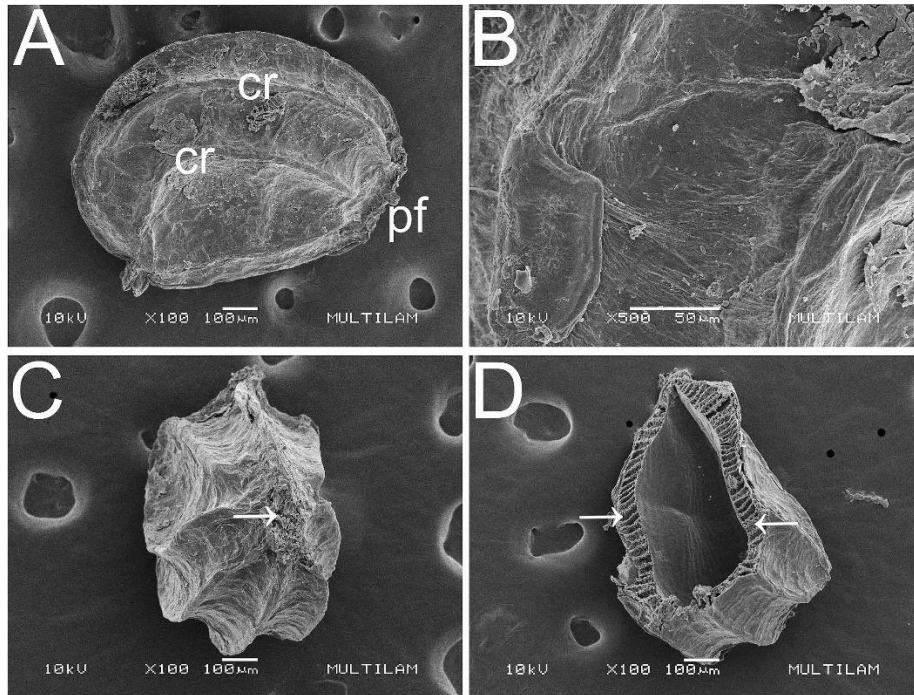


Figura 3. *Helanthium tenellum*: diásporo composto pelo fruto aquênio + semente com cristas evidentes (A); detalhe do padrão escultural irregular do diásporo (B); vista basal do fruto, seta indicando o ponto de fixação do fruto com aspecto rugoso (C); aquênio aberto com destaque ao espaço onde encaixa-se a semente e camada de tecido aerenquimatoso (setas, D). (cr=cristas longitudinais; pf=ponto de fixação/inserção do fruto).

Hydrocleys nymphoides (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Buchenau

Semente com 1,0 x 0,48 mm, com depressão central alargada e pouco profunda (Figura 4A), resultante da curvatura do embrião. Calaza pouco conspícua na extremidade mais estreita (Figura 4B) e funículo subcuneiforme proeminente na extremidade mais larga, com ornamentação canelada, adnato à região micropilar (Figura 4C). Testa com células alongadas longitudinalmente, escultura primária estriado-canelada (Figura 4D), paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas com escultura secundária estriada (Figura 4E). Semente com tricomas glandulares agrupados na região marginal, formato cilíndrico, alongados e levemente alargados na porção distal (Figura 4F), com comprimento médio de 0,171 mm, sendo mais longos na margem basal da semente.

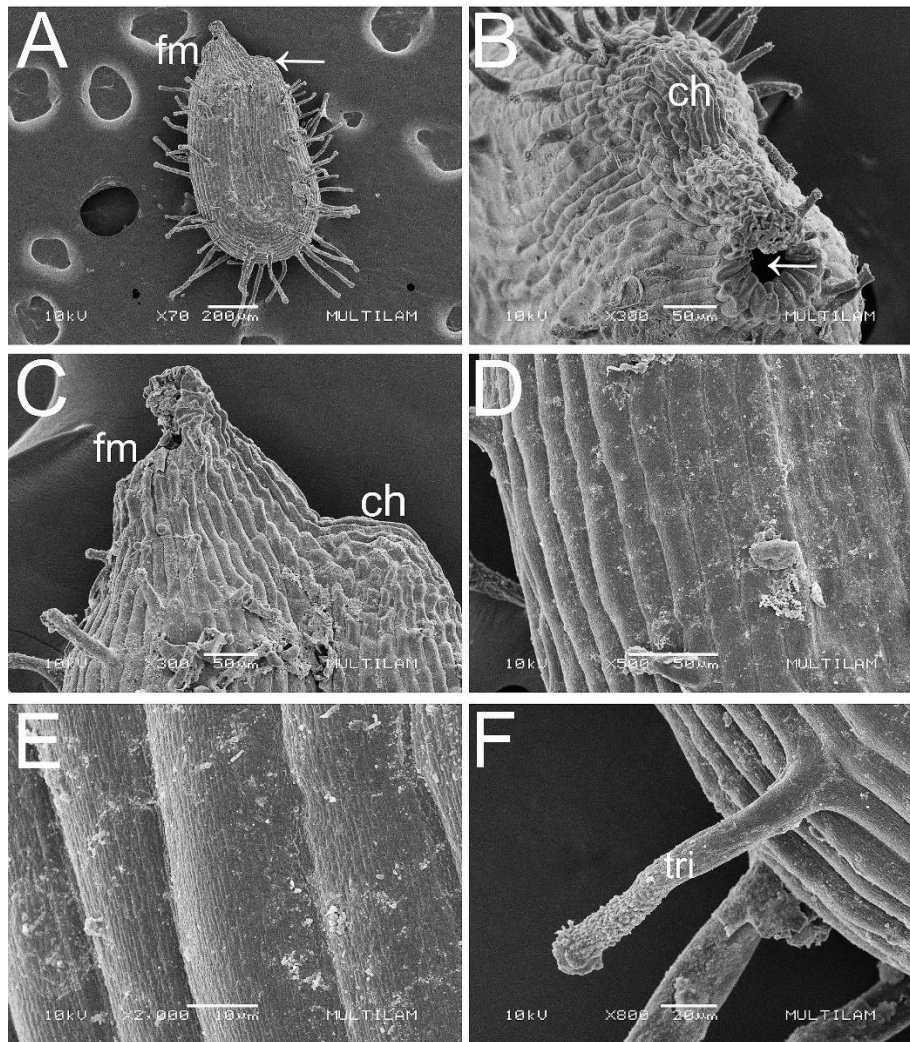


Figura 4. *Hydrocleys nymphoides*: semente com protuberância da calaza (seta, A); região basal com calaza formando protuberância e abertura (seta) do complexo funículo-micrópila (B); detalhe da extremidade basal com funículo alongado e calaza (C); detalhe da testa com escultura primária estriado-canelada (D); escultura secundária sutilmente estriada (E); detalhe dos tricomas glandulares (F). (ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila; tri=tricoma).

Limnocharis flava (L.) Buchenau

Semente com 0,81 x 0,44 mm (Figura 5A); calaza destaca-se por protuberância apical arredondada de aspecto enrugado na extremidade menor; funículo subcuneiforme estriado-tênue na extremidade menor, adnato à região micropilar, com abertura visível (Figura 5B). Testa com células alongadas, dispostas em fileiras longitudinais; escultura primária estriado-canelada; paredes anticlinais transversais proeminentes, formando expansões aladas transversais; paredes anticlinais longitudinais não expandidas, formando linhas longitudinais suaves (Figura 5C); paredes periclinais levemente convexas com escultura secundária verrucosa (Figura 5D).

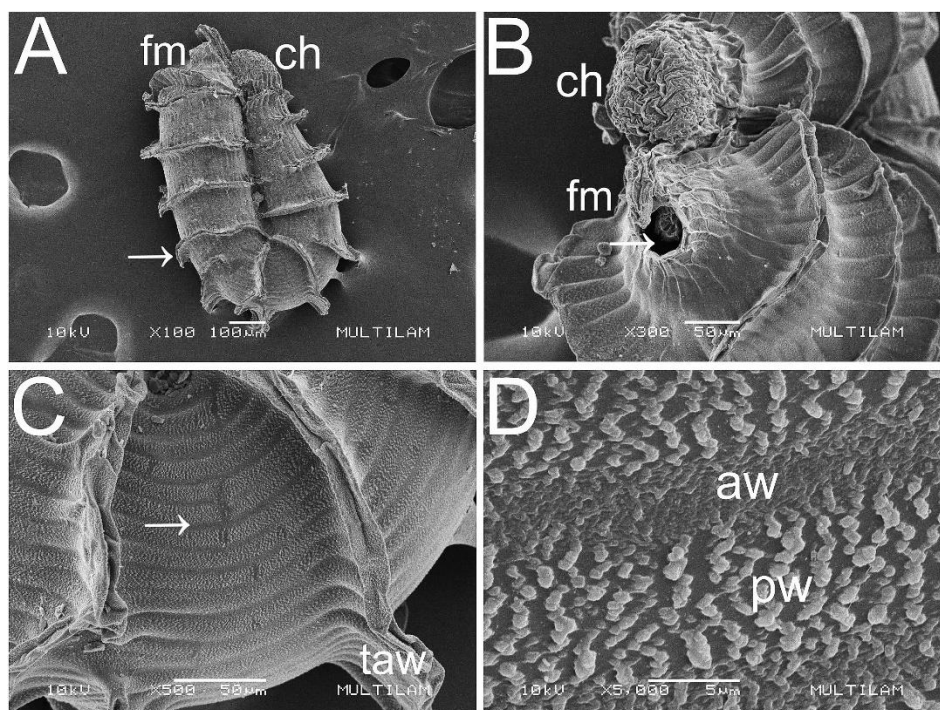


Figura 5. *Limnocharis flava*: semente com ornamentação (seta) conferida pelas paredes anticlinais expandidas (A); destaque da extremidade basal com o complexo funículo-micropilar abaixo e a calaza acima, e abertura micropilar (seta, B); escultura primária estriada-canelado, com parede anticlinal longitudinal (seta) não expandida (C); escultura secundária verrucosa com paredes anticlinais e periclinais ornamentadas (D). (aw=parede anticlinal; ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila; pw=parede periclinal; taw=parede anticlinal transversal).

Sagittaria guayanensis Kunth

Semente com 0,89 x 0,6 mm (Figura 6A); configuração da calaza, micrópila e funículo semelhante à de *E. paniculatus* (Figura 6B). Células da testa com formato irregular; escultura primária reticulada (Figura 6C), com anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 6D). Semente pode ser dispersa ainda dentro do aquênio - coriáceo; com 1,88 x 1,35 mm; largo-ovoide; ápice e base obtusos, com expansões acuminadas (Figura 6E); e expansões membranosas formando cumes dispersos de maneira irregular e orientados perpendicularmente ao eixo longitudinal, com escultura primária reticulada irregular; paredes anticlinais retas, levemente elevadas e paredes periclinais planas com escultura secundária coliculada (Figura 6F).

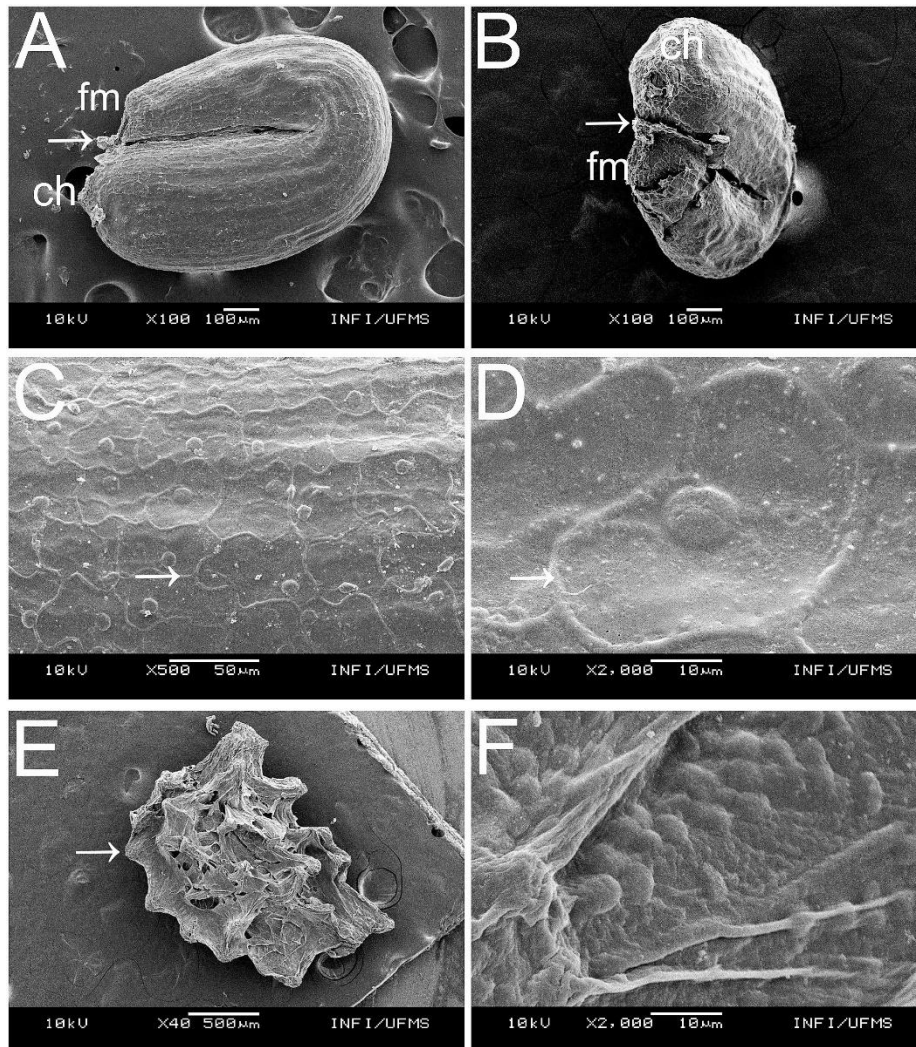


Figura 6. *Sagittaria guayanensis*: semente com resquício do canal funicular (seta, A); extremidade basal da semente evidenciando resquícios do canal funicular (seta) junto ao complexo funículo-micrópila (B); escultura primária reticulada, com parede anticlinal (seta) levemente elevada (C); detalhe da escultura primária (seta, D); diásporo coriáceo largo-ovoide composto pelo fruto (aquênio) + semente, aspecto cuminado (seta, E); detalhe da escultura secundária do diásporo (F). (ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila).

Sagittaria montevidensis Cham. & Schlecht.

Semente com 1,08 x 0,58 mm (Figura 7A); configuração da calaza, micrópila e funículo semelhante à de *E. paniculatus* (Figura 7B). Células da testa com formato irregular; escultura primária estriada-rugosa (Figura 7C), paredes anticlinais não distinguíveis e paredes periclinais planas e lisas (Figura 7D). A semente pode ser dispersa ainda dentro do aquênio, coriáceo; com 1,65 x 0,95 mm (Figura 7E); morfologicamente semelhante ao aquênio de *S. guayanensis*, com escultura primária reticulada-rugosa; paredes anticlinais retas, levemente elevadas e paredes periclinais planas com escultura secundária lisa (Figura 7F).

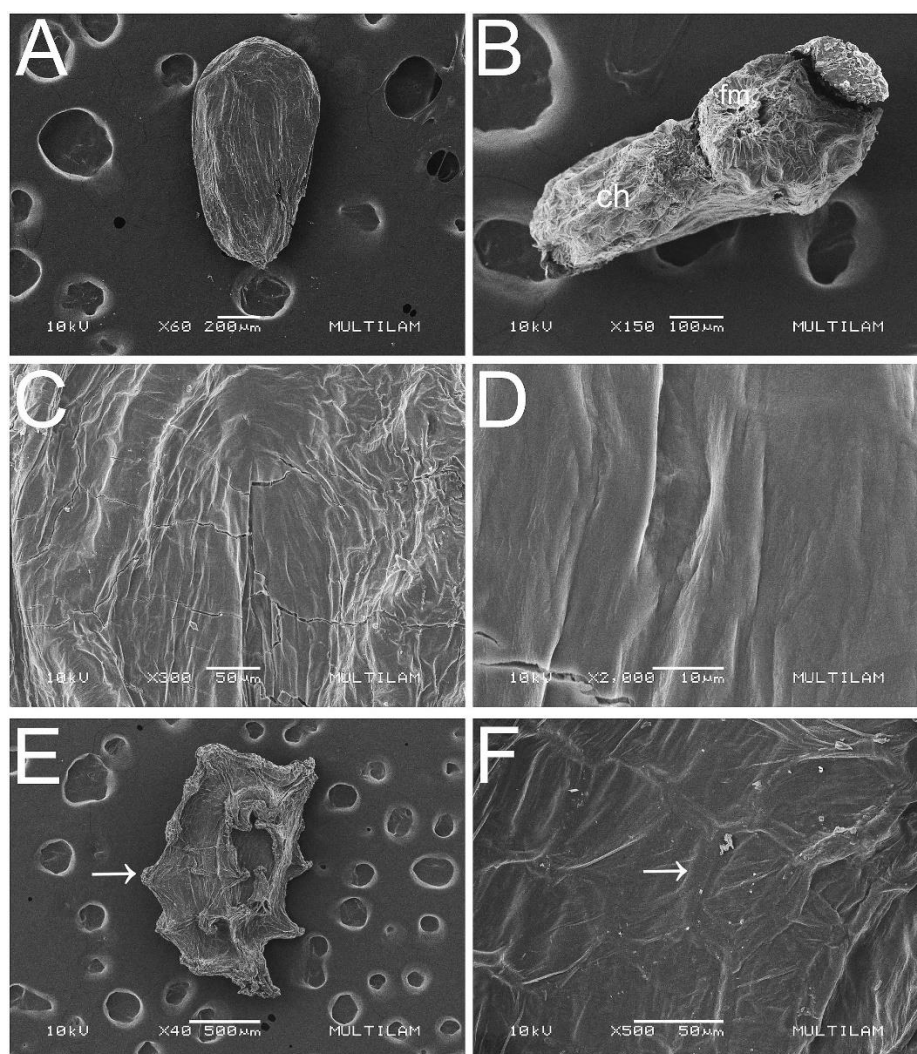


Figura 7. *Sagittaria montevidensis*: semente (A); configuração da calaza e complexo funículo-micrópila (B); escultura primária estriada-rugosa (C); detalhe da escultura primária (D); diásporo coriáceo largo-ovoide composto pelo fruto (aquênio) + semente, com expansão membranosa (seta) formando cume (E); detalhe da escultura secundária do diásporo, paredes anticlinais retas, levemente elevadas (seta, F). (ch=calaza; fm=complexo funículo-micrópila).

ARACEAE

Pistia stratiotes L.

Semente oblonga; com 2,32 x 1,45 mm (Figura 8A); coloração castanho; calaza basal como uma depressão circular, localizada centralmente ao hilo, e escultura irregular (Figura 8B) e micrópila apical, como uma abertura circular (seta), e de escultura rugosa (Figura 8C)); funículo ausente; hilo término-basal, circular, com escultura reticulada (Figura 8D); rafe ausente. Testa espessa (Crisci 1971) com escultura primária foveolada (Figura 8E); paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais côncavas com escultura secundária do tipo coliculado (Figura 8F), cobertas por secreções epicuticulares abundantes. Semente apresenta

perisperma (Mercado-Noriel & Mercado 1979, Takhtajan 2009) e endosperma abundante, composto por células poligonais, com uma câmara de ar que fornece flutuabilidade à semente (Mercado-Noriel & Mercado 1979, Takhtajan 2009, Velasco & Sierra 1986), e pode ser encontrada envolta por uma matriz mucilaginosa do fruto (Buzgo 1994).

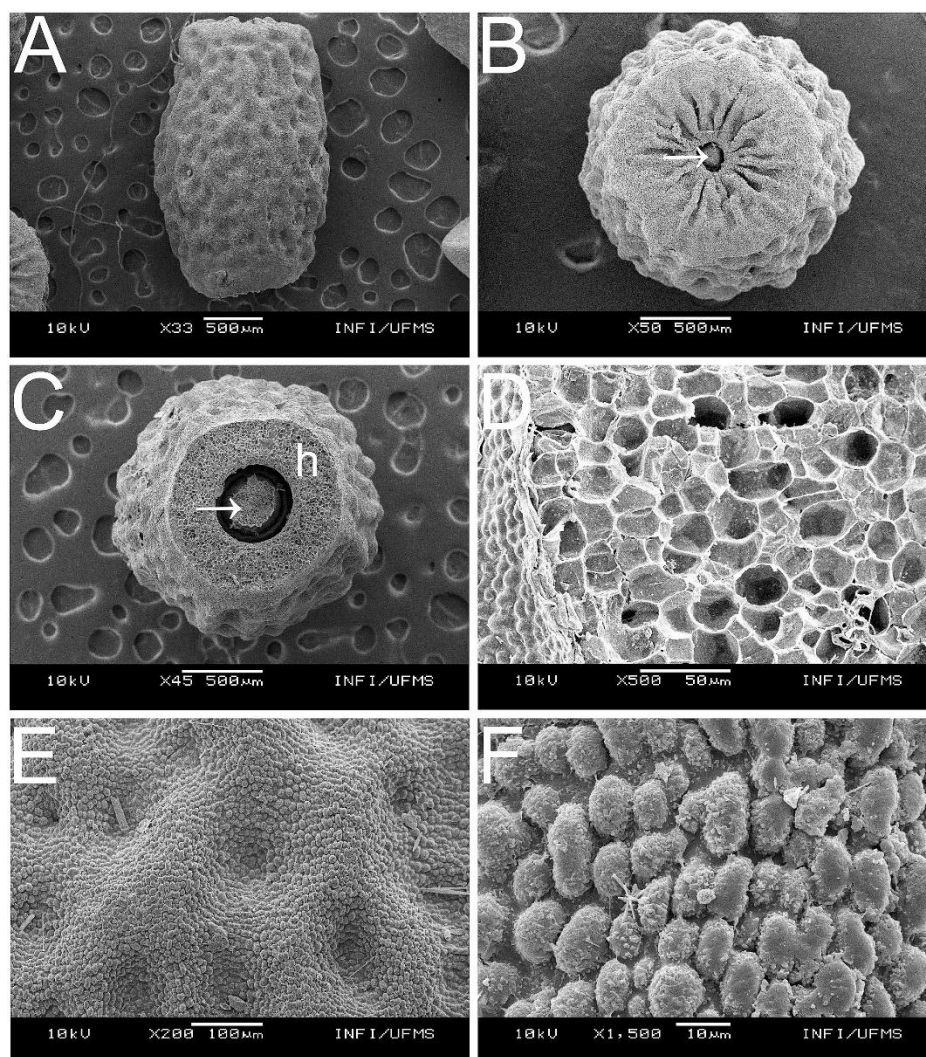


Figura 8. *Pistia stratiotes*: aspecto geral da semente (A); extremidade apical com abertura micropilar (seta, B); região hilar com calaza (seta, C); detalhe da região hilar, com escultura reticulada (D); detalhe da testa com escultura primária foveolada (E); escultura secundária coliculada (F). (h=hilo).

ARALIACEAE

O diásporo é composto pelo esquizocarpo contendo duas sementes – mericarpos (Evans 1992) -, moderadamente hirsuto a glabro, com coloração variando entre castanho amarelada (*Hydrocotyle pusilla*) a amarelo-palha (*H. ranunculoides*).

Hydrocotyle pusilla A. Rich.

Esquizocarpo elipsoide (Figura 9A) achatado em vista longitudinal (Figura 9A); com 0,79 x 1,36 mm; ápice emarginado com estilopódio (Figura 9B) cônico deprimido (Mathias 1936) e estilete curto subcapitado (Díaz-Pita 2011); base cordada, com a cicatriz do ponto de inserção do fruto. Mericarpo subgloboso (Figura 9C), 0,68 mm de largura, com cinco costelas longitudinais, sendo três dorsais e duas marginais à comissura (Plunkett *et al.* 2018), pouco proeminentes (Figura 9D). A superfície do fruto apresenta escultura primária rugosa (Figura 9E), paredes anticlinais retas levemente elevadas e paredes periclinais planas a levemente convexas com escultura secundária estriada (Figura 9F).

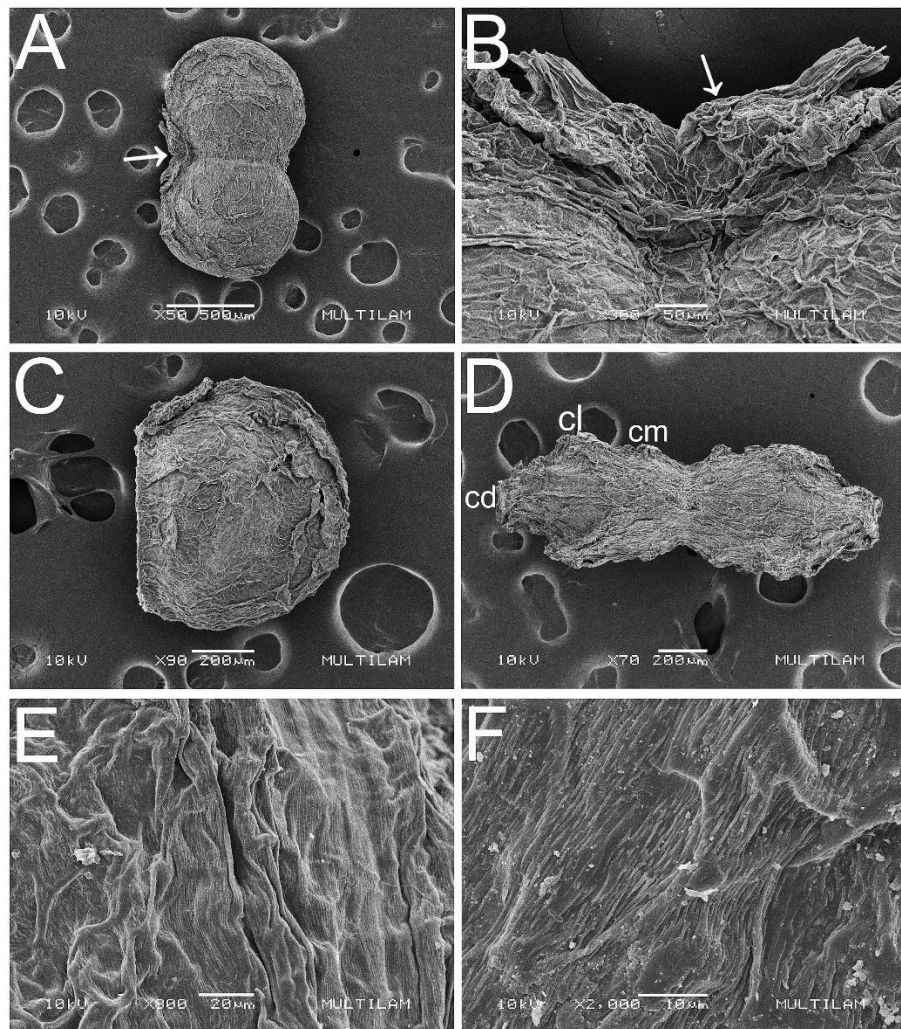


Figura 9. *Hydrocotyle pusilla*: fruto esquizocarpo elipsoide, com estilopódio entre os mericarpos (seta, A); detalhe do ápice do estilopódio (seta) cônico deprimido (B); mericarpo subgloboso (C); costelas do mericarpo (D); fruto com escultura primária rugosa (E); escultura secundária estriada (F). (cd=costela dorsal; cl=costela lateral; cm=costela marginal).

Hydrocotyle ranunculoides L. fil.

Esquizocarpo ovoide (Figura 10A); com 2,88 x 3,18 mm; ápice obtuso com estilopódio deprimido (Mathias 1936) e estilete curto com estigma capitado (Figura 10B), conforme observado por Diaz-Pita (2011); base obtusa, com a cicatriz do ponto de inserção do fruto. Mericarpo elipsoide, (Figura 10C), fortemente comprimido lateralmente, com faces ventral e laterais planas e face dorsal convexa, com 1,66 mm de largura. A superfície do fruto apresenta apenas a costela dorsal bem definida; escultura primária rugosa, paredes anticlinais retas levemente elevadas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 10D).

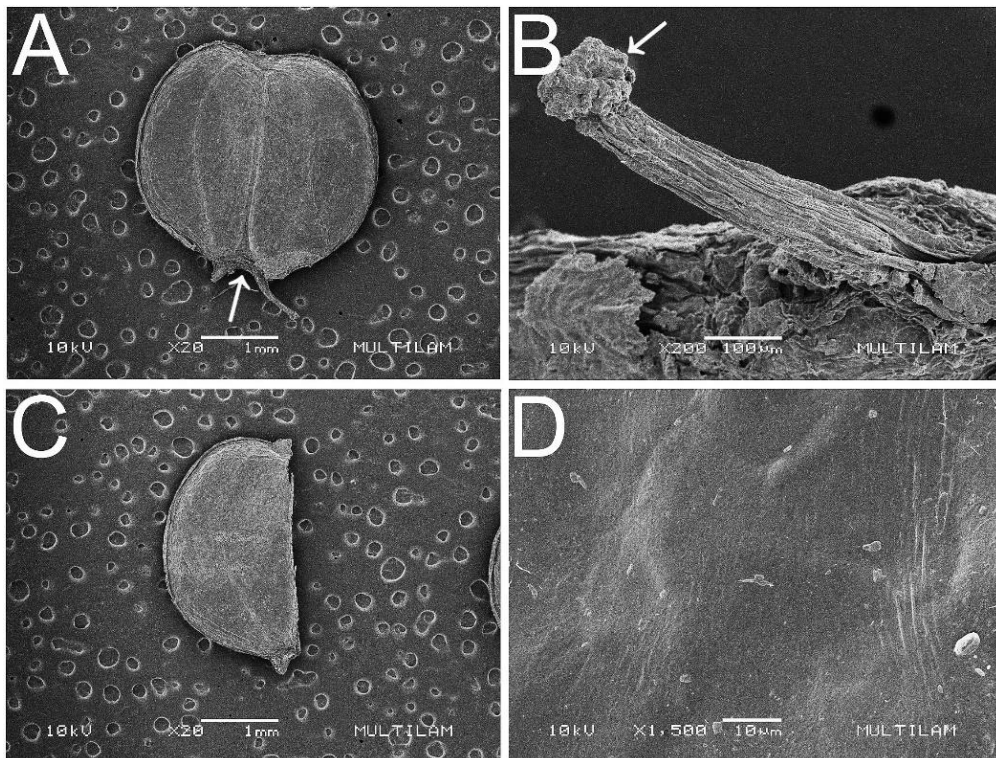


Figura 10. *Hydrocotyle ranunculoides*: fruto esquizocarpo elipsoide com estilete no ápice (seta, A); detalhe do ápice com estilete curto (seta) e estigma capitado persistente (B); mericarpo elipsoide (C); escultura primária rugosa do fruto em detalhe (D).

ASTERACEAE

Os diásporos analisados são frutos do tipo cipsela, cilíndricos em *Baccharis glutinosa* e *Pluchea sagittalis* e piramidal triangular em *Eclipta alba*. Podem ser identificadas estruturas com valor taxonômico para a família como o pappus caduco em *B. glutinosa* (ausente em *E. alba* e *P. sagittalis*) e carpopodium em *P. sagittalis*. A presença de papilas pode ser observada em *E. alba* e *P. sagittalis*, no entanto, estas diferem com relação ao tamanho e forma da papila.

Baccharis glutinosa Pers.

A unidade dispersora é uma cipsela cilíndrica; com 1,84 x 0,413 mm (Figura 11A); amarelada; ápice obtuso com *pappus*, com 5-10 cerdas plumosas brancas flexíveis (Figura 11B), facilmente removível e, por vezes, ausentes (Figura 11C); base arredondada, com fendas longitudinais localizadas junto a resíduos teciduais (Figura 11D). A superfície do fruto possui células alongadas longitudinalmente, resultando em aspecto estriado (= *epapillose folded*, Schneider & Boldrini 2011) da escultura primária (Figura 11E), com paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas e com escultura secundária estriada (Figura 11F).

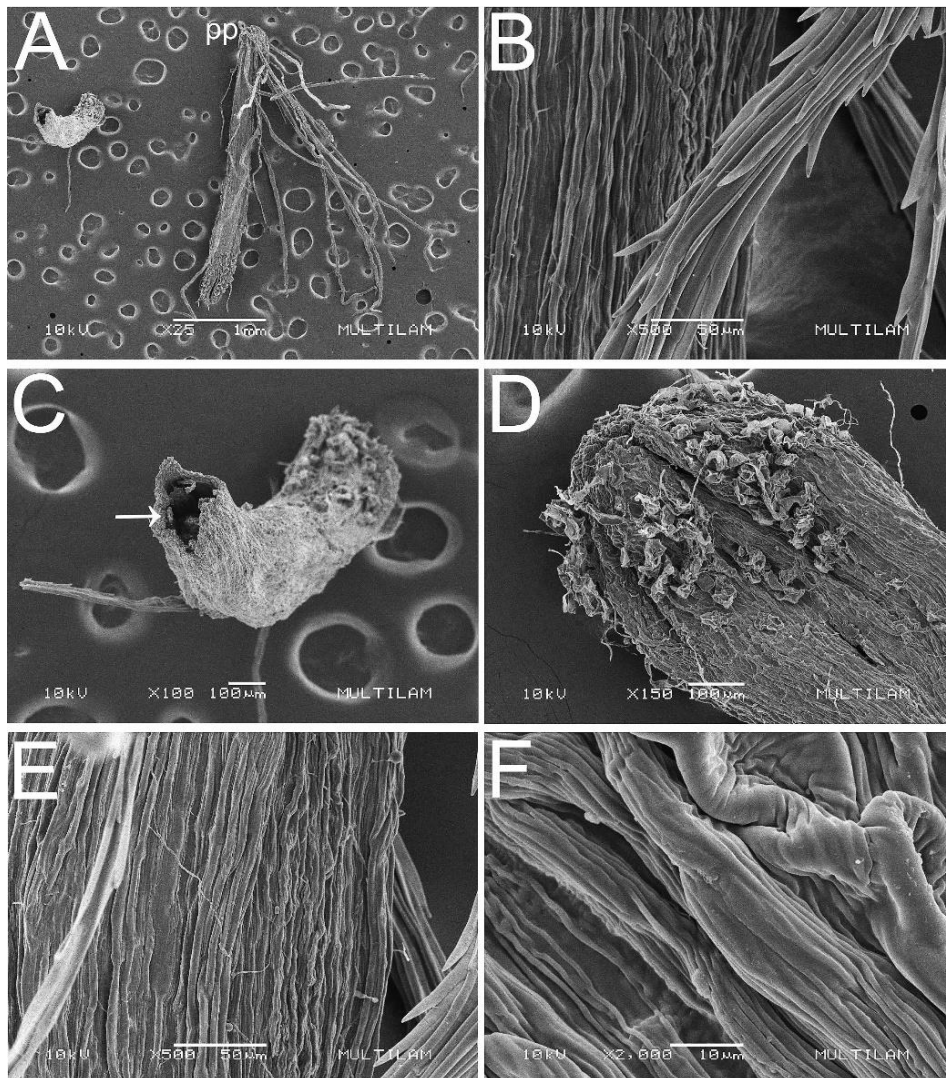


Figura 11. *Baccharis glutinosa*: fruto tipo aquênio (A); detalhe das cerdas do *pappus* (B); extremidade apical do diásporo, seta indicando o ponto de inserção do *pappus* (C); detalhe da região basal do aquênio (D); escultura primária estriada (E); escultura secundária estriada (F). (pp=*pappus*).

Eclipta alba (L.) Hassk.

A unidade dispersora é uma cipsela piramidal triangular (Figura 12A); com 2,473 x 0,967 mm; ápice lanceolado; *pappus* ausente; base obtusa com a cicatriz do ponto de inserção do fruto (Figura 12A) como uma protuberância circular cercada por tricomas (Figura 12B). A superfície do fruto possui escultura primária papilosa, com diversas papilas grandes, descritas por Garg & Sharma (2007) como tubérculos em forma de dedos, com padrão de escultura primária reticulada (Figura 12C) com paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 12D).

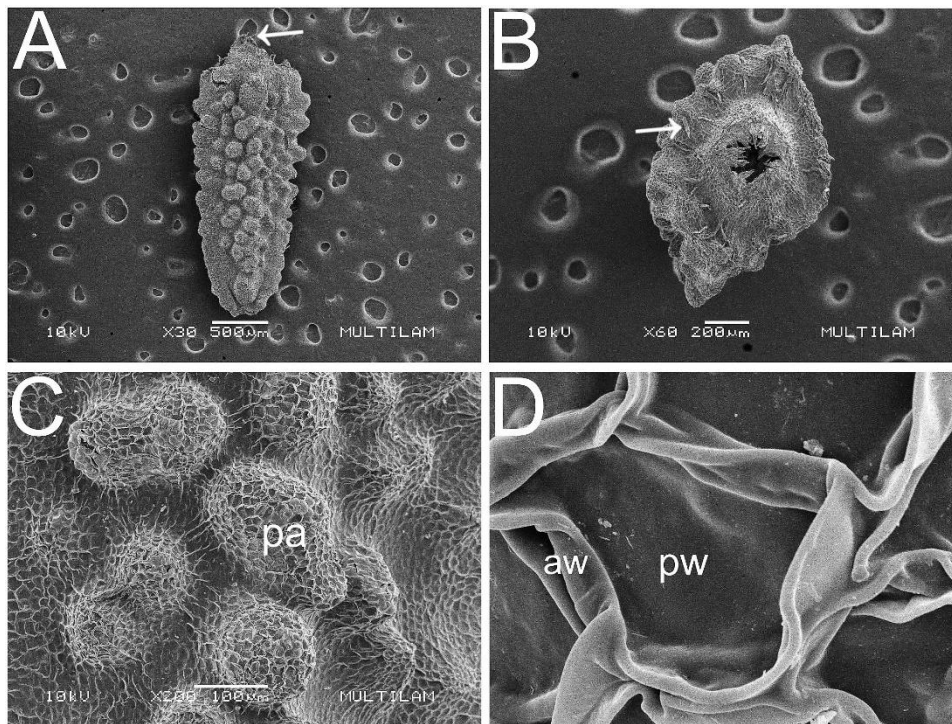


Figura 12. *Eclipta alba*: fruto evidenciando o ponto de fixação do fruto (seta, A); extremidade basal da cipsela com tricomas (seta, B); detalhe das papilas presentes na superfície do fruto, e da escultura primária reticulada (C); escultura secundária lisa (D). (aw=parede anticlinal; pa=papila; pw=parede periclinal).

Pluchea sagittalis (Lam.) Cabrera

A unidade dispersora é uma cipsela cilíndrica (Figura 13A); com 2,20 x 0,472 mm; ápice obtuso; *pappus* ausente (Figura 13B); base obtusa com carpopodium anelar (Figura 13C), semelhante ao descrito por King-Jones (2001), com aproximadamente 0,2 mm de diâmetro. A superfície do fruto possui aspecto canelado devido à presença de feixes vasculares (=ribs, Schneider & Bolchini 2011) e é marcada pelo padrão de escultura primária papilosa (Figura 13D), com papilas digitiformes de comprimento variável (Figura 13E), sendo mais longos entre os feixes vasculares, paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas (Figura 13F) com escultura secundária estriada.

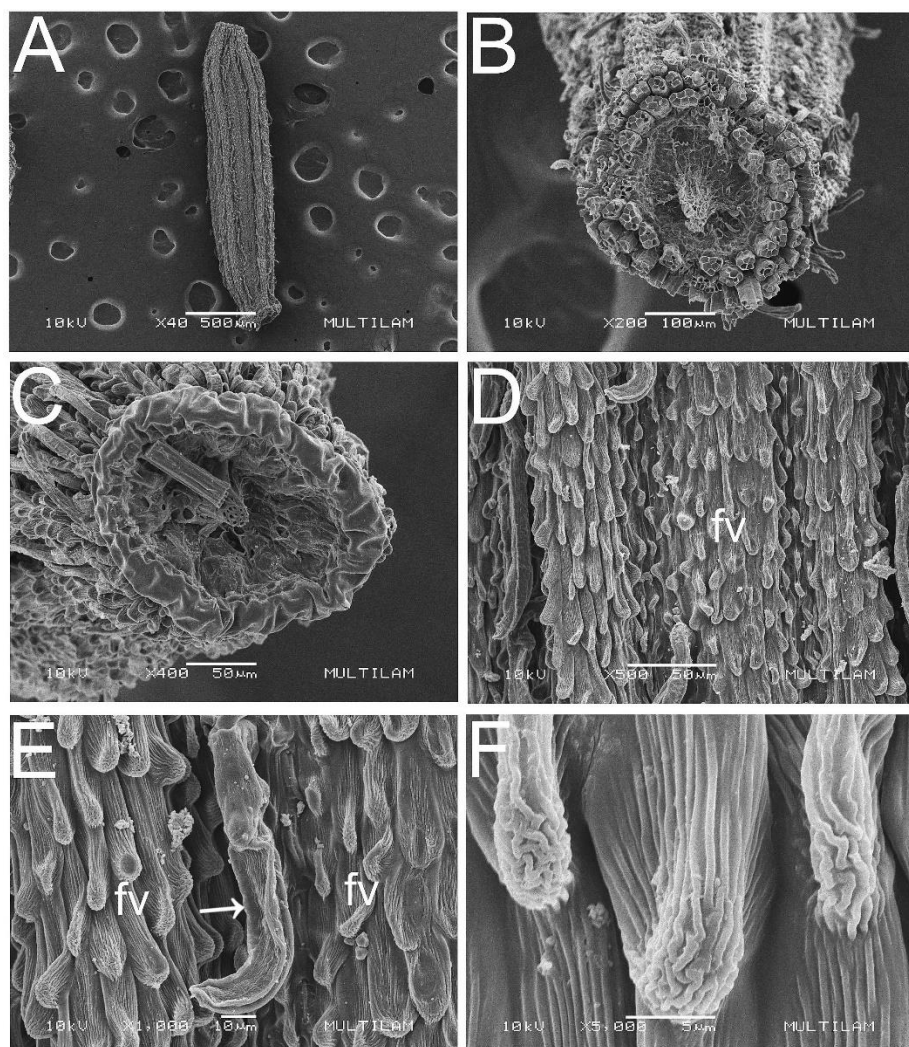


Figura 13. *Pluchea sagittalis*: fruto tipo cipsela (A); extremidade apical com cicatriz do local de inserção do *pappus* (B); extremidade basal com carpodium (C); escultura primária papilada (D); detalhe das papilas entre feixes (seta), maiores que aquelas distribuídas sobre os feixes (E); escultura secundária estriada (F). (fv=feixe vascular).

BORAGINACEAE

Euploca filiformis (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir

A unidade dispersora é um mericarpo drupoide (Barroso *et al.* 1999), também descritos como núculas (Melo & Semir 2010); largo-elipsoide a obovoide-cuneiforme (Figura 14A), subtrígono em secção transversal, com a face dorsal convexa e as duas faces ventrais planas (Figura 14B); com 0,78 mm x 0,65 mm; coloração de cinza ao preto; ápice subagudo; base arredondada; região ventral com duas depressões circulares (=pits, Diane *et al.* 2002; cavities, Olwey 2014) (Figura 14C). Superfície com escultura primária reticulada (Figura 14D), com paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 14E); região

ventral glabra; região dorsal com numerosos tricomas (Figura 14F) com escultura coliculada (Figura 14G), sendo mais longos e numerosos na extremidade apical (Figura 14H).

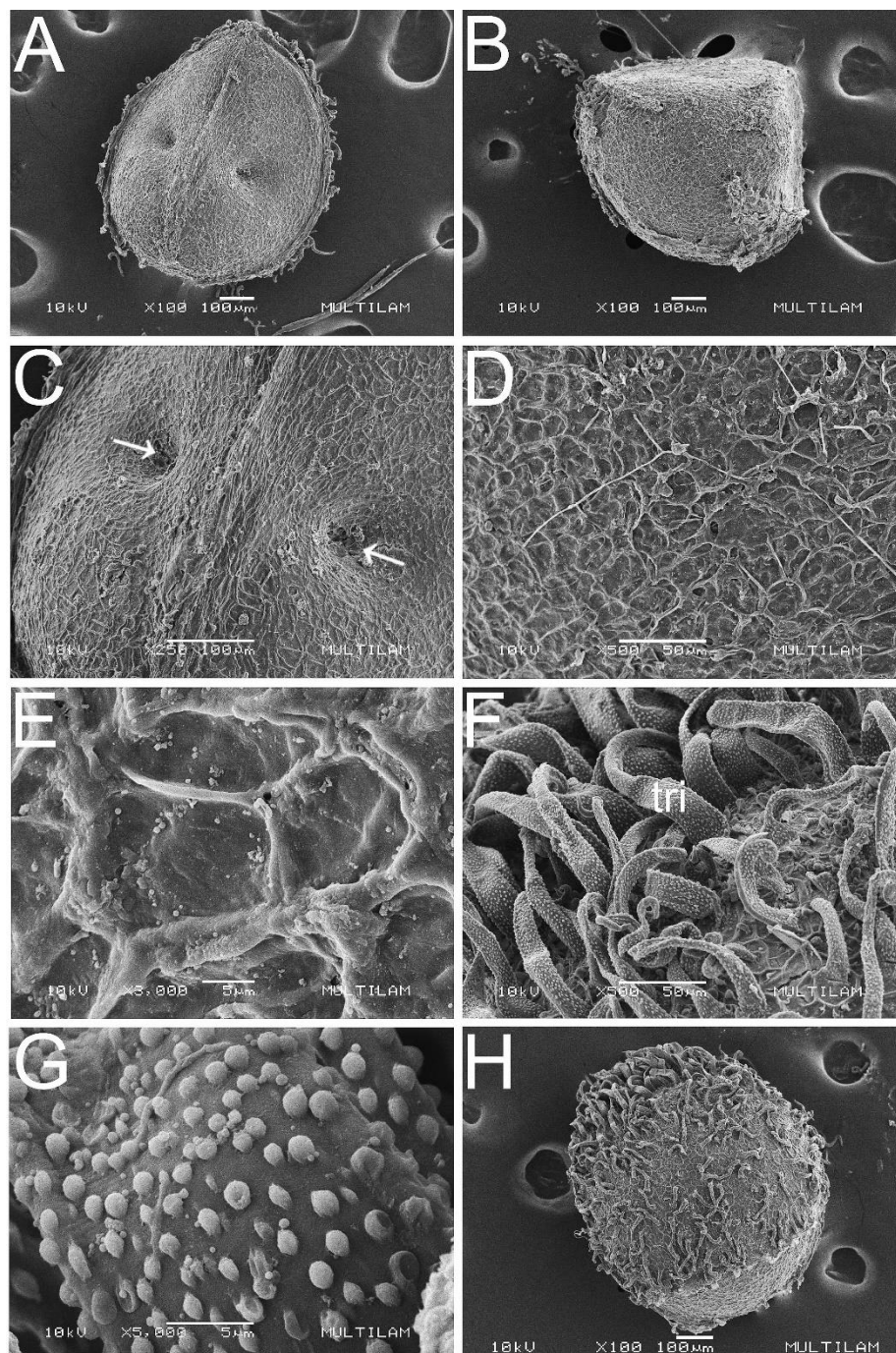


Figura 14. *Euploca filiformis*: parte ventral do mericarpo (A); mericarpo trígono (B); detalhe das faces ventrais dos mericarpos com as depressões (=pits) (setas, C); detalhe da escultura primária reticulada (D); escultura secundária lisa (E); tricomas face dorsal do mericarpo (F); detalhe das ornamentações do tricoma (G); região dorsal do mericarpo evidenciando tricomas abundantes na porção apical (H). (tri=tricoma).

CABOMBACEAE

Cabomba furcata Schult. & Schult.f.

Semente globosa; com 1,74 x 2,03 mm (Figura 15A); castanho ou preta; calaza ausente; extremidade basal com coroa de células poligonais retangulares, com estrutura colunar que compreende na porção curta a micrópila (Orgaard 1991) e na porção alongada, o complexo hilo-funículo (por vezes com resquícios do funículo filiforme) (Figura 15B); rafe ausente. A superfície da testa apresenta células irregularmente digitadas, com escultura primária do tipo tuberculada (Figura 15C), paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais levemente convexas com escultura secundária rugosa. Algumas células da testa contém um tubérculo central, longo tubuliforme (Berdinorz & Czarna 2008) (Figura 15D). A nomenclatura utilizada para estas protuberâncias varia na literatura, o termo tubérculo, adotado nesta descrição, é utilizado por Collinson (1980), Orgaard (1991) e Schneider (1982), no entanto, nomes como processos (Fasset 1953) e papilas (Galati 1987) também são adotados.

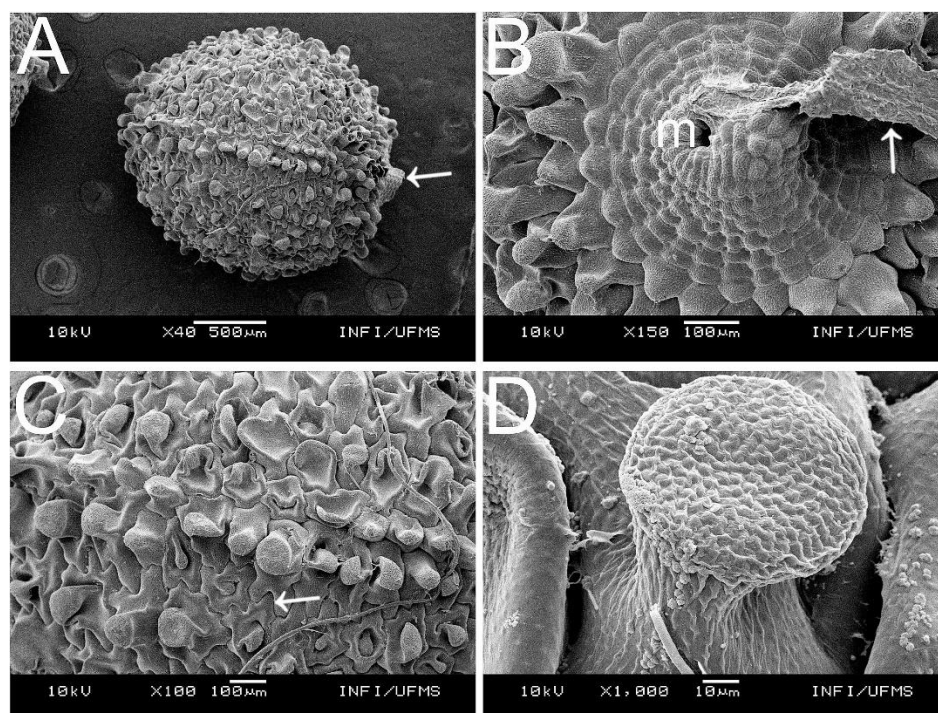


Figura 15. *Cabomba furcata*: semente, seta indicando a região do complexo funículo-micrópila (A); detalhe da coroa de células diferenciadas do complexo funículo-micrópila, com resquícios do funículo filiforme (seta, B); escultura primária verrucosa, com paredes anticlinais sinuosas (seta, C); tubérculo central da testa com escultura secundária rugosa (D). (m=micrópila).

CANNACEAE

Canna glauca L.

Semente globosa (Figura 16A); com 5,71 mm x 5,55 mm; coloração castanho a preto; calaza centro ventral como uma elevação circular; complexo hilo-micrópila (= *hilar-micropylar slit*, Grootjen & Bouman 1988) centro-ventral, como uma cicatriz em forma de fenda (Figura 16B); rafe ausente. As células da testa são isodiamétricas, escultura primária reticulada (Figura 16C) com paredes anticlinais retas e periclinais planas, com padrão de escultura estriado circular nas bordas da célula, com uma suave depressão central (Figura 16D).

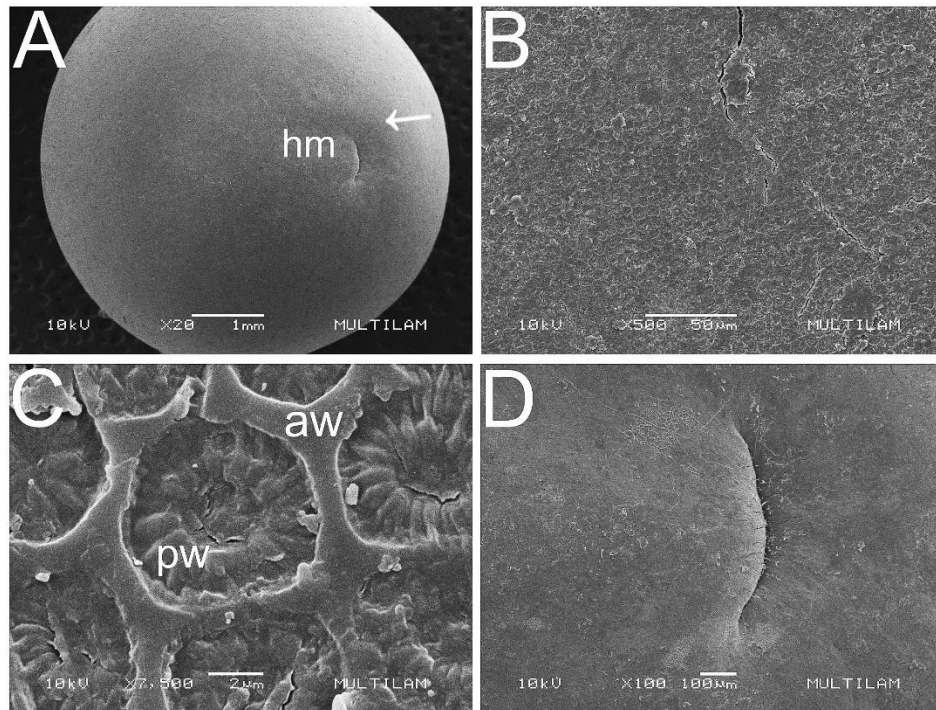


Figura 16. *Canna glauca*: semente com região da rafe levemente elevada (seta, A); escultura primária reticulada (B); escultura secundária estriada (C); detalhe da fenda do complexo hilo-micrópila (D). (aw= parede anticlinal; hm=complexo hilo-micrópila; pw= parede periclinal).

CUCURBITACEAE

Cayaponia podantha Cogn.

Sementes largo-elipsoides; achatadas dorsoventralmente; com 6,91 x 3,50 mm; douradas (Figura 17A); calaza ausente; complexo hilo-micrópila término basal, como uma fenda que ocupa quase toda a largura da semente, descrito por De Hardy (1976) (Figura 17B); rafe ausente. As células da testa são longitudinalmente alongadas; escultura primária estriada (Figura 17C), paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 17D); numerosos cristais de oxalato de cálcio.

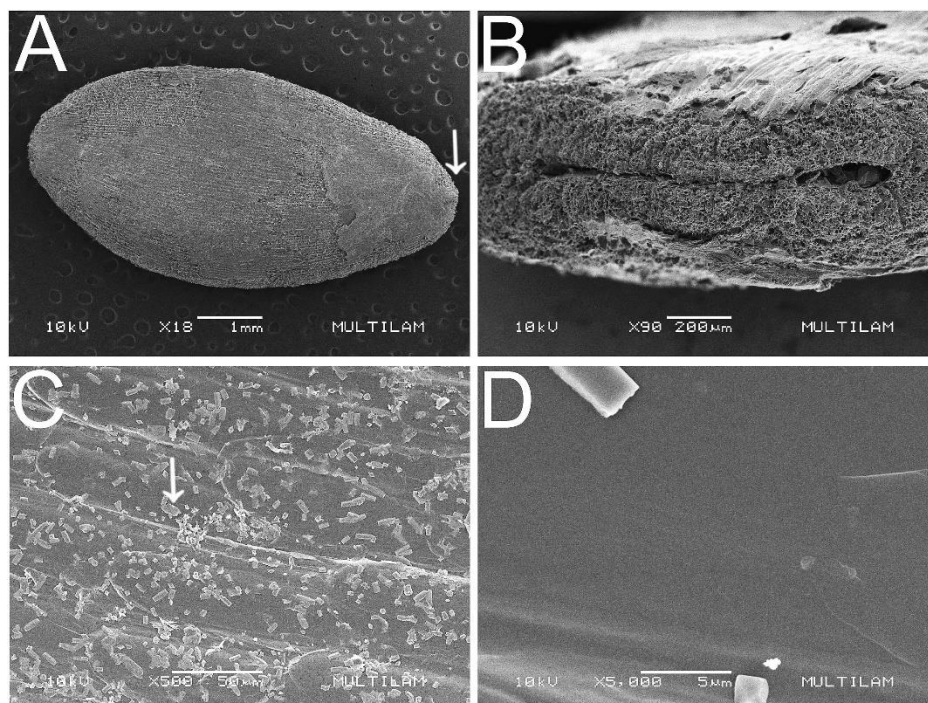


Figura 17. *Cayaponia podantha*: semente evidenciando a região da fenda (seta) do complexo hilo-micrópila (A); fenda do complexo hilo-micrópila (B); escultura primária estriada-tênue com cristais superficiais abundantes (seta), e parede anticlinal reta (C); escultura secundária lisa (D).

CYPERACEAE

Nos gêneros analisados da família *Cyperaceae*, a unidade dispersora é o fruto do tipo aquênio com formato elipsoide a estreito elipsoide; trígono em secção transversal para as espécies de *Cyperus*; ovoide em *Eleocharis*; e obovoide em *Fimbristylis*. Ápice apiculado; frequentemente envolto pela gluma.

Cyperus blepharoleptos Steud. (= *Oxycaryum cubense*)

Aquênio elipsoide a oblanceolado (Figura 18A); subtrígono em secção transversal ou levemente achatado dorsoventralmente; com 1,97 x 0,6 mm; castanho-amarelado; ápice com estilete coalescente ao corpo do aquênio, e por vezes observa-se uma estrutura semelhante a um rostro reduzido (Figura 18B); base estipiforme (Figura 18C), ocasionalmente apresenta estigma bífido permanente. Superfície com células arredondadas, organizadas em fileiras longitudinais; escultura primária fracamente reticulada (Figura 18D), paredes anticlinais curvas e paredes periclinais planas a levemente convexas e lisas (Figura 18E). O diásporo apresenta um revestimento coriáceo que proporciona às sementes flutuabilidade prolongada na água (Figura 18F) (Bryson *et al.* 2008).

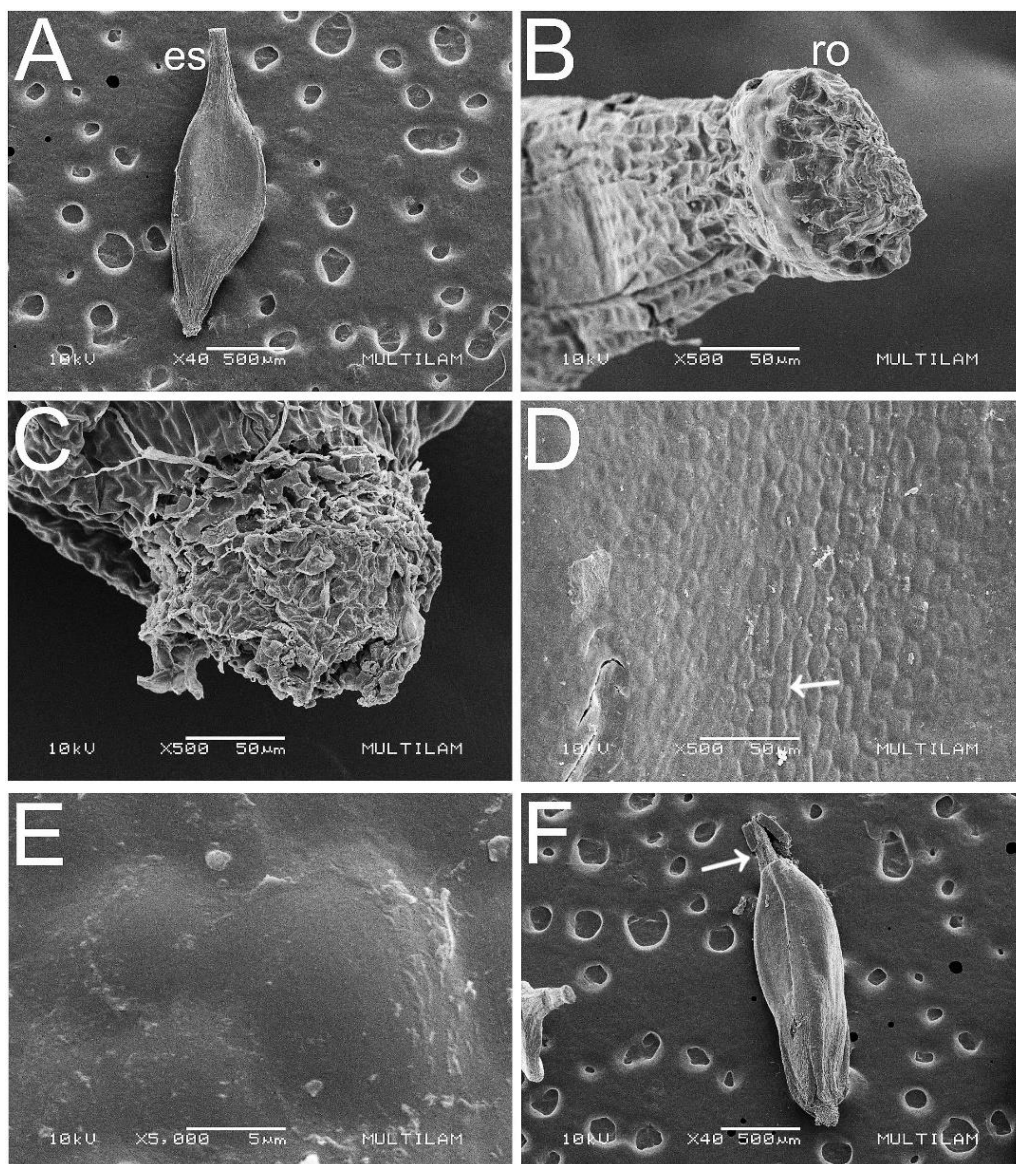


Figura 18. *Cyperus blepharoleptos*: aquênio (A); extremidade apical com rostro inconspícuo (B); extremidade basal estipiforme (C); escultura primária reticulada-tênue (seta, D); escultura secundária lisa (E); aquênio envolto por tecido coriáceo com estilete remanescente (seta, F). (es=estilete; ro=rosto).

Cyperus odoratus L. (= *Cyperus ferax*)

Aquênio estreito-elipsoide (Figura 19A); com 1,74 x 0,43 mm; com três faces planas; coloração castanho a preto; ápice apiculado; base atenuada com a cicatriz de inserção. Superfície com células poligonais; escultura primária reticulado-tuberculada, com paredes anticlinais retas (Figura 19B) e paredes periclinais convexas, lisas, com um corpo silicoso central proeminente e achatado (Figura 19C). O fruto é frequentemente envolvido por um envoltório de aspecto coriáceo; parenquimatoso; desprovido de microescultura (Figura 19D); glumas ausentes.

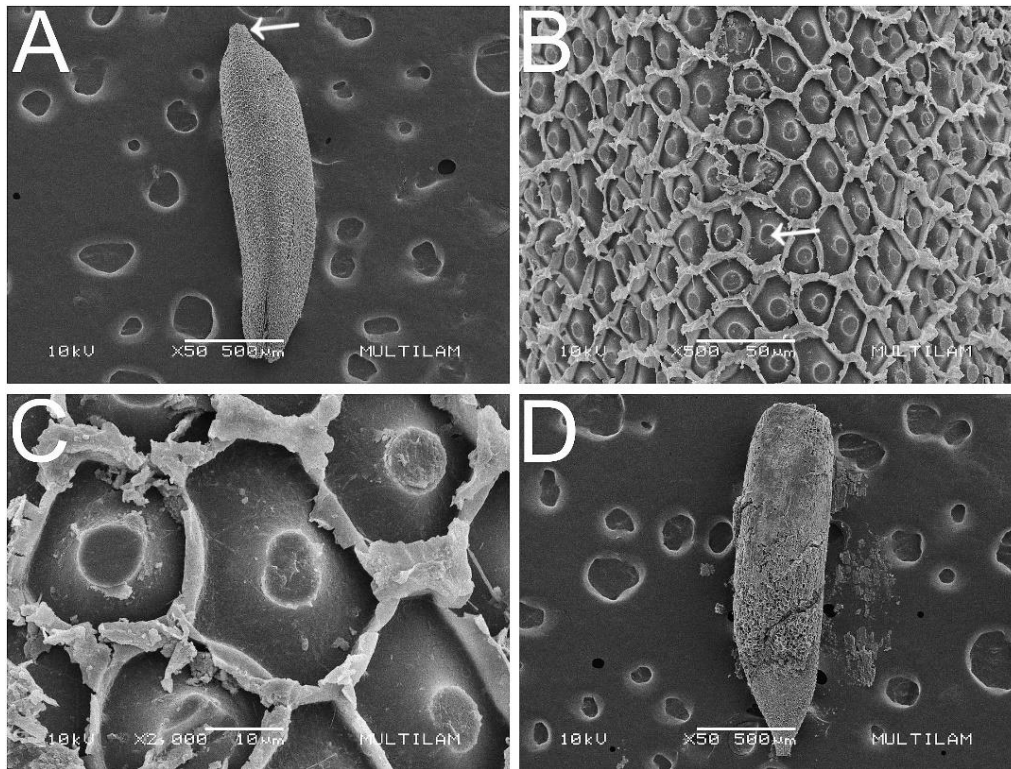


Figura 19. *Cyperus odoratus*: aquênio evidenciando ápice apiculado (seta, A); escultura primária reticulada-tuberculada com tubérculocentral (seta, B); detalhe da célula com tubérculo central proeminente (C); diásporo composto pelo fruto envolto por tecido coriáceo parenquimatoso (D).

Cyperus surinamensis Rottb.

Aquênio estreito-elipsoide (Figura 20A); com 0,821 x 0,231 mm; com três faces planas; coloração castanho a preto; ápice apiculado; base atenuada, com a cicatriz de inserção. Superfície composta por células poligonais; escultura primária reticulada-tuberculada (Figura 20B), com paredes anticlinais retas e paredes periclinais côncavas, lisas com um corpo silicoso central acuminado (Figura 20C), mais afunilado quando comparado aos corpos silicosos presentes em *C. odoratus*; gluma presente (Figura 20D).

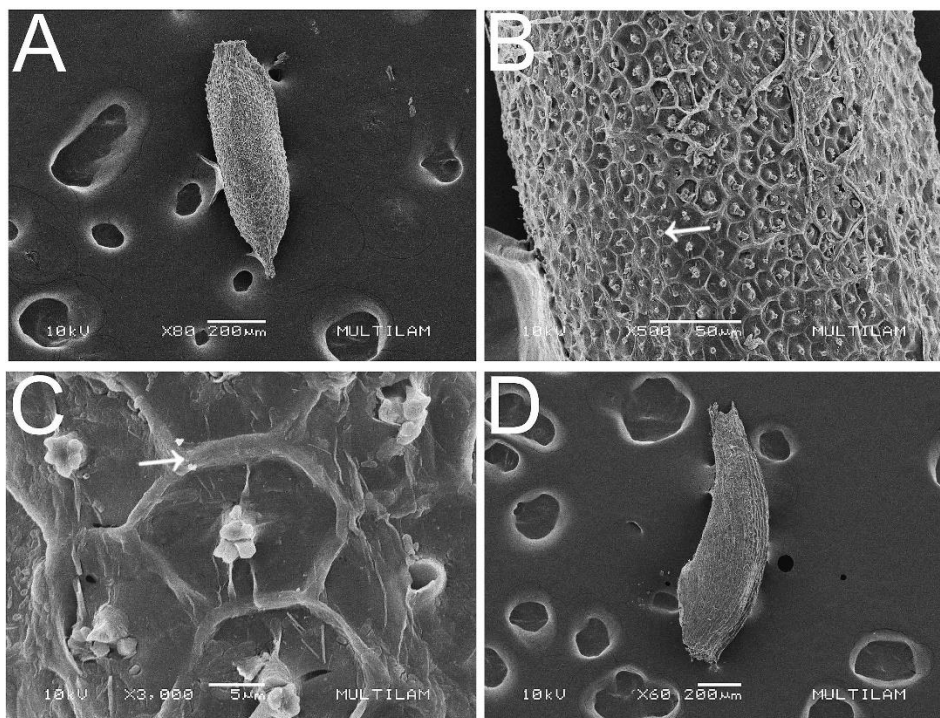


Figura 20. *Cyperus surinamensis* aquênio (A); escultura primária reticulada-punctada, evidenciando o tubérculo central (seta, B); detalhe da célula com tubérculo central acuminado, e parede anticlinal levemente elevada (seta, C); diásporo composto pela gluma e aquênio (D).

Eleocharis geniculata (L.) Roem. & Schult.

Aquênio obovoide; biconvexo (Figura 21A); com 0,96 x 0,565 mm; castanho a preto; ápice subagudo, com rostro caliptriforme de aproximadamente 0,29 x 0,15 mm (Figura 21B); base obtusa, com coroa de 6-7 cerdas perigonais retrorso-denticuladas (Figura 21C), de comprimento variável, porém ligeiramente maiores que o complexo aquênio + rostro. Na ponta de cada cerda encontra-se uma estrutura em formato de ganchos (Figura 21D). Não foi possível observar com clareza os padrões de escultura primária e secundária, mas segundo descrições realizadas por Menapace (1990) e Da Silva *et al.* (2012) a escultura primária é do tipo reticulado, com paredes anticlinais crenadas e paredes periclinais planas e lisas.

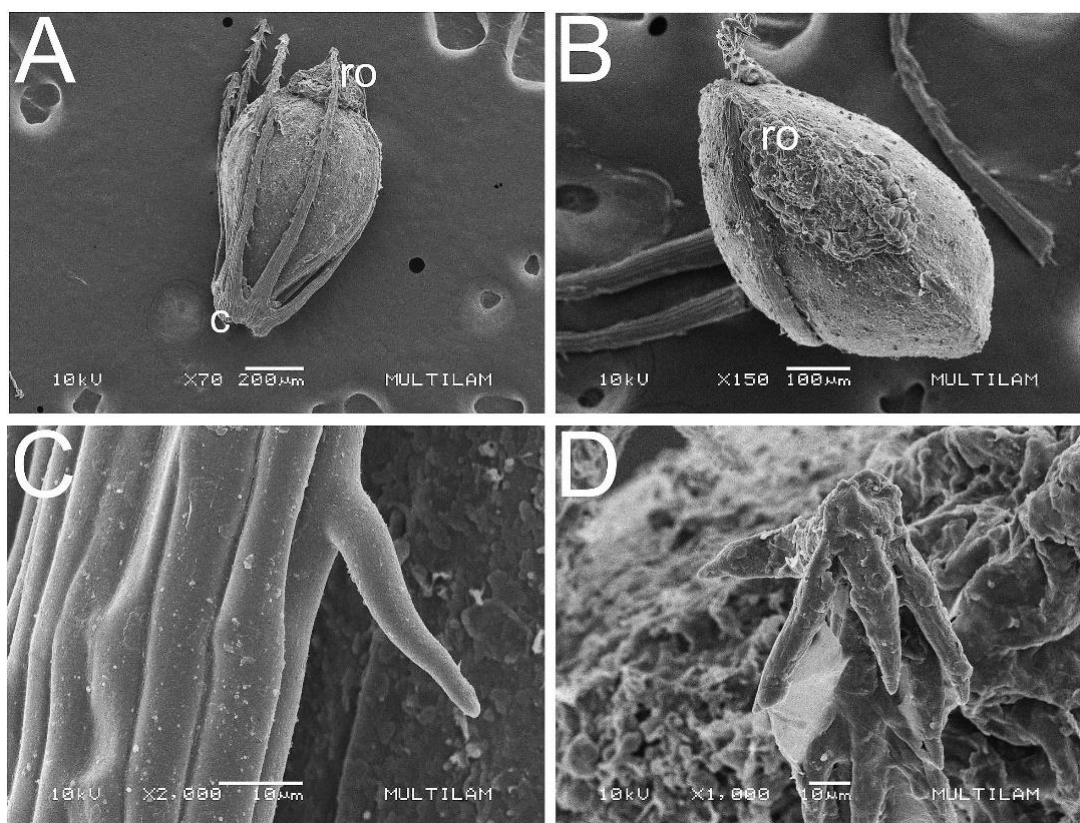


Figura 21. *Eleocharis geniculata*: aquênio, integrado ao rostro e à coroa de cerdas (A); extremidade basal do aquênio com rostro caliptriforme (B); detalhe da cerda com ganchos retrorsos (C); detalhe da estrutura em forma de âncora presente na porção terminal das cerdas (D). (a=aquênio; c=coroa; ro=rostro).

Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl

Aquênio ovalado (Figura 22A); biconvexo; com 0,89 x 0,658 mm; duas faces levemente convexas; coloração amarelo-esbranquiçado; ápice apiculado, com a base do estilete (Figura 22B); base estipiforme com apículo (Figura 22C). Superfície composta por células retangulares distribuídas em aproximadamente 7-8 fileiras longitudinais em cada face; escultura primária reticulado-foveolado (Figura 22D), com paredes anticlinais altas e retas e paredes periclinais côncavas e lisas (Figura 22E). Eventualmente apresenta um tecido de revestimento fino adnato ao fruto (Figura 22F).

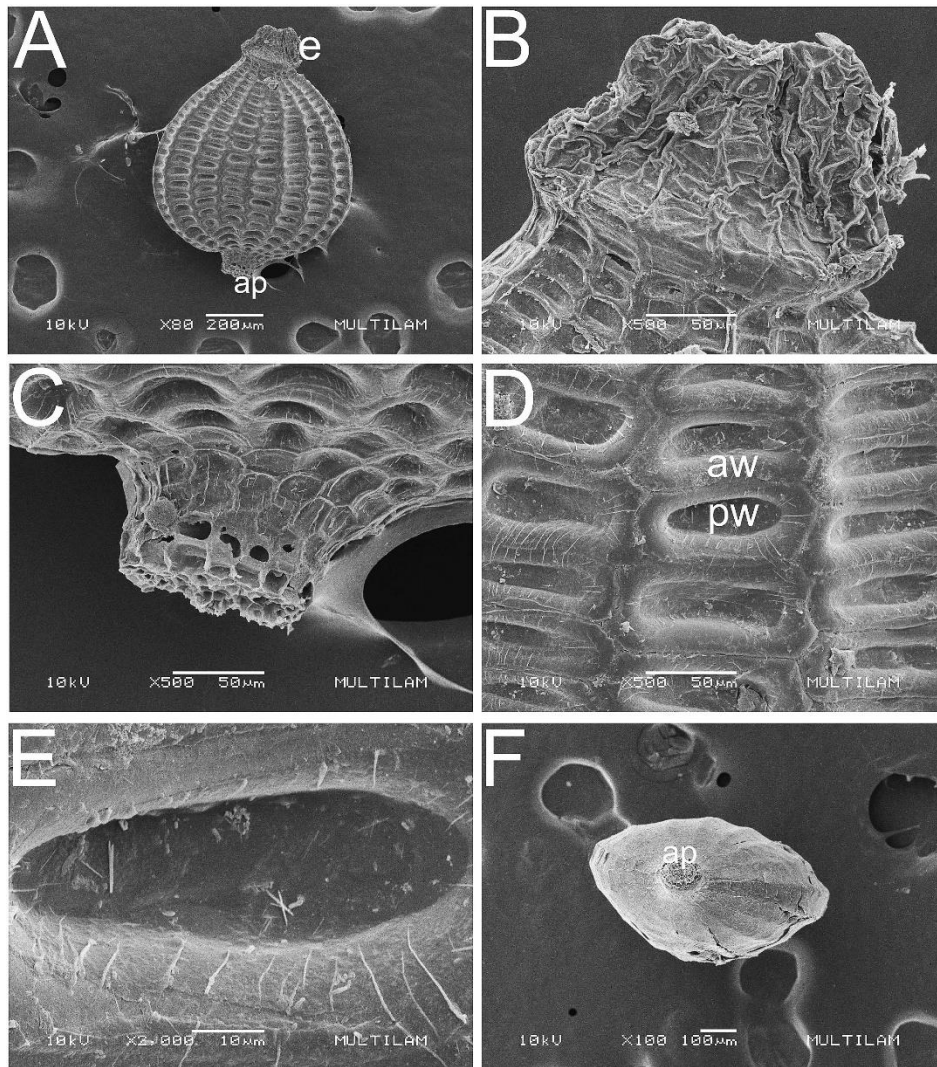


Figura 22. *Fimbristylis dichotoma*: aquênio (A); estípite curto (B); detalhe do apículo (C); escultura primária reticulada-foveolada, com paredes anticlinais elevadas (D); escultura secundária lisa (E); região apical do aquênio envolto pelo tecido de revestimento (F). (e=estípite; ap= apículo; aw=paredes anticlinais; pw=paredes periclinal).

EUPHORBIACEAE

Caperonia castaneifolia (L.) A. St.-Hil.

Semente obovoide-esférica (Figura 23A); com 2,77 x 2,37 mm; calaza apical, circular levemente elevada com escultura irregular (Figura 23B); hilo basal como uma pequena protuberância subcuneiforme, com aspecto reticulado a levemente enrugado (Figura 23C); micrópila ausente; rafe como uma linha longitudinal mais clara, com escultura reticulada irregular (Fig. 23D); superfície com finas escamas, com microescultura estriada (Figura 23E). Testa composta por células poligonais; escultura primária foveolada, com paredes anticlinais curvadas e paredes periclinais côncavas, e escultura secundária reticulada-irregular (Figura 23F).

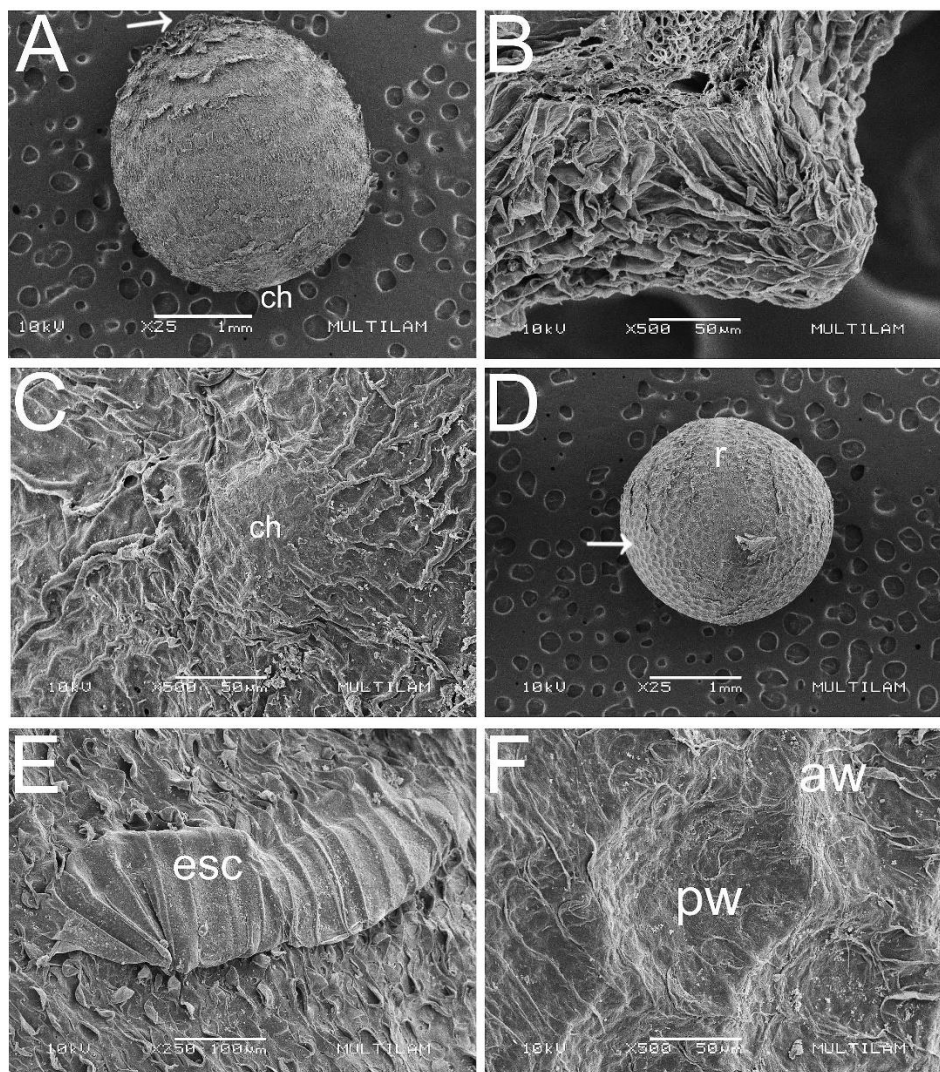


Figura 23. *Caperonia castaneifolia*: semente com região hilar (seta, A); detalhe do hilo (B); detalhe da calaza (C); face ventral da semente com rafe linear, evidenciando a escultura primária foveolada (seta, D); ornamentações em forma de escamas sob a superfície da semente (E); detalhe da escultura secundária reticulada-irregular (F). (ch=calaza; r=rafe; esc=escama; pw=parede periclinal; aw=parede anticlinal).

FABACEAE

As espécies dos gêneros *Aeschynomene* e *Ctenodon* apresentam sementes reniformes (Figuras 24-29); tegumento glabro; superfície variando de fosca a levemente brilhante; coloração de castanho-esverdeado (imatura) a preto (madura); ápice e base arredondados; área hilar ventral, sub-basilar (*A. denticulata*, *A. fluminensis*, *C. histrix*) ou central (*A. rudis*, *A. sensitiva*); hilo oblongo (*A. denticulata*, *A. rudis*, *A. sensitiva* (Figuras 24C, 27C, 28C)) ou suborbicular (*A. fluminensis*, *C. histrix* (Figuras 25C, 26D), com fenda hilar mediana longitudinal; rafe ausente.

Aeschynomene denticulata Rudd.

Semente reniforme (Figura 24A); com 2,95 x 1,41 mm; faces laterais suavemente convexas (Figura 24B); calaza ausente; micrópila como um poro próximo ao hilo. Hilo ventral; com 0,99 x 0,64 mm (Figura 24C); castanho; escultura reticulada bem definida (Figura 24D); resíduos teciduais de coloração amarelada, possivelmente provenientes do funículo. Arilo rugoso-foveolado; castanho-escuro-avermelhado (Figura 24E). Testa com escultura primária reticulada, com numerosas cristas irregulares interligadas (Figura 24F), paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas levemente rugosas.

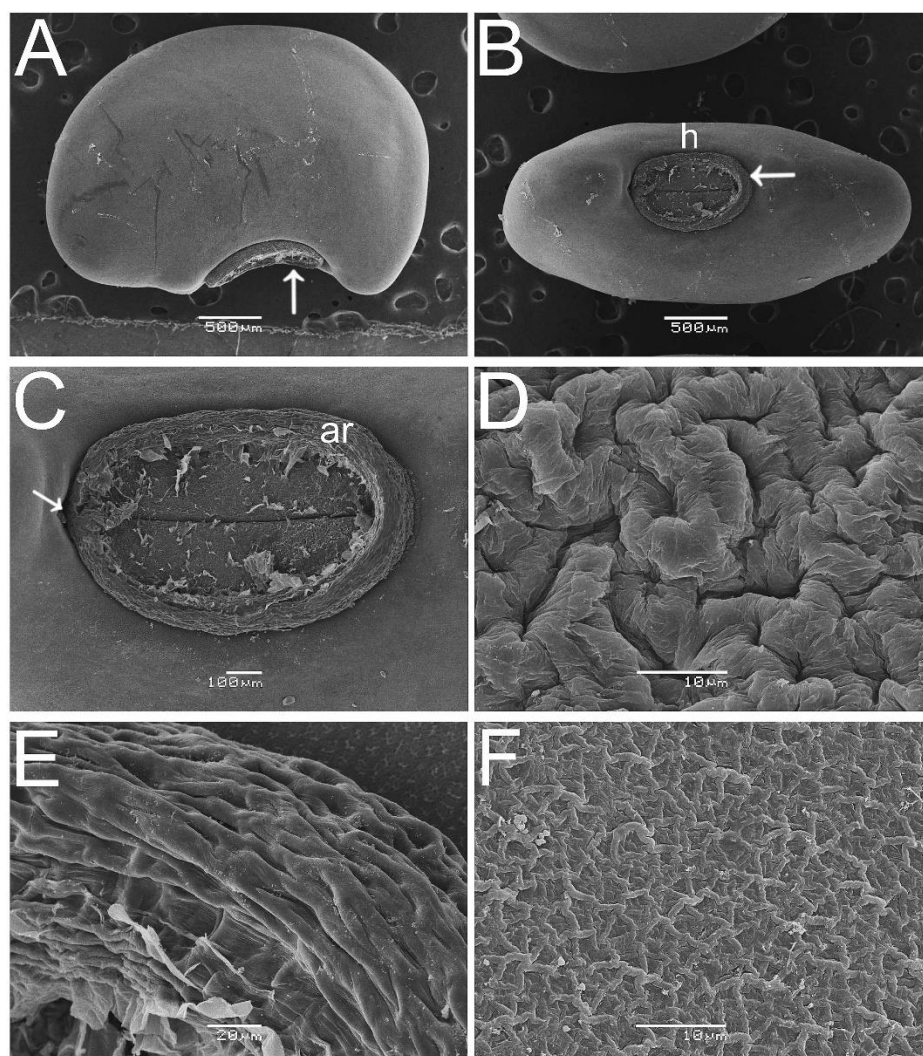


Figura 24. *Aeschynomene denticulata*: semente, evidenciando a região hilar (seta, A); face ventral da semente, com arilo circundante ao hilo (seta, B); detalhe do hilo, à esquerda, indicando micrópila (seta, C); escultura do hilo (D); detalhe da escultura do arilo (E); escultura primária reticulada (F). (ar=arilo; h=hilo).

Aeschynomene fluminensis Vell.

Semente reniforme (Figura 25A); com 3,11 x 1,57 mm; faces laterais convexas (Figura 25B); calaza ausente; micrópila como um poro próximo ao hilo. Hilo ventral; com 0,55 x 0,51 mm (Figura 25C); castanho; escultura rugosa (Figura 25D); poucos resíduos teciduais. Arilo rugoso-foveolado (Figura 25E); castanho-escuro. Testa com escultura primária reticulada, com paredes anticlinais pregueadas; escultura secundária reticulada, com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas e com escultura reticulada-verrucosa (Figura 25F).

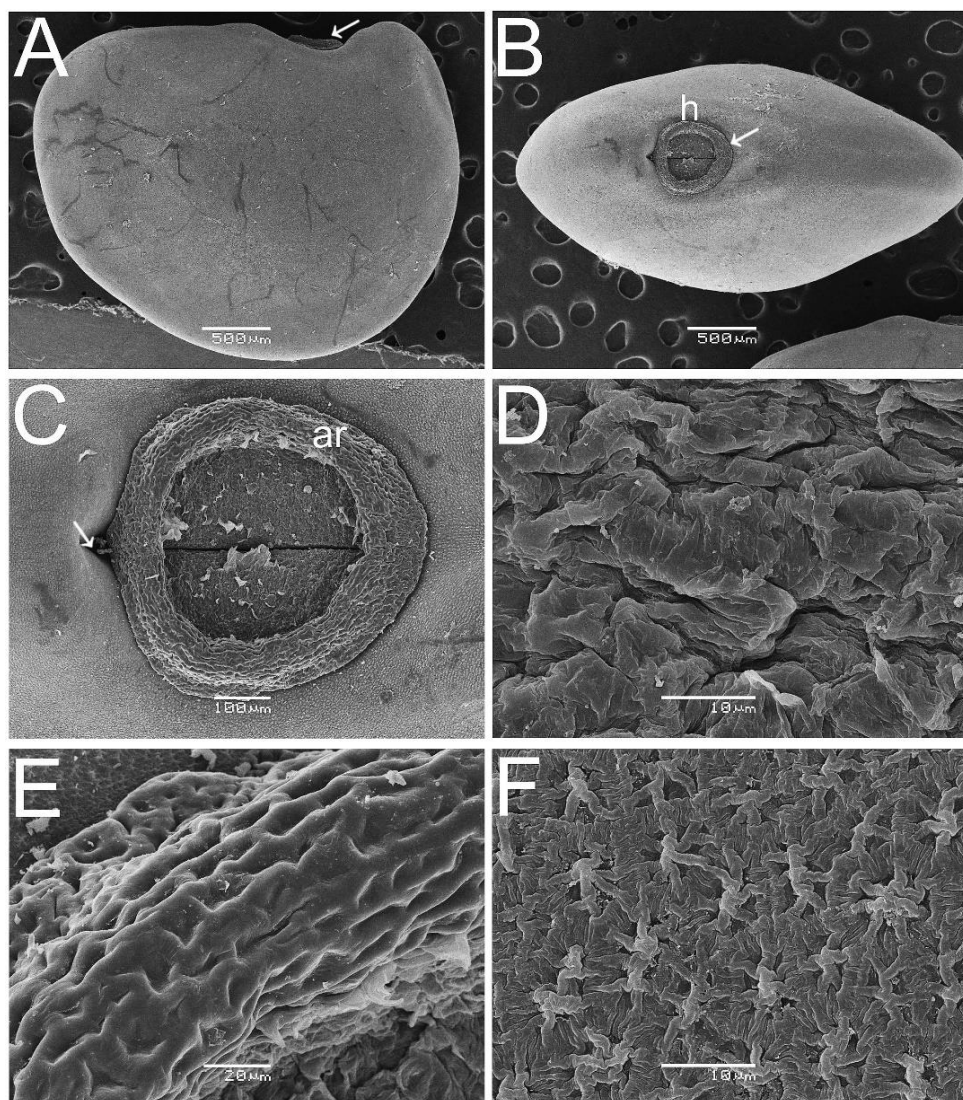


Figura 25. 25. *Aeschynomene fluminensis*: semente, indicando a região hilar (seta, A); face ventral da semente, seta indicando o arilo circundante ao hilo (B); detalhe do hilo, à esquerda, seta indicando a micrópila (C); escultura do hilo (D); detalhe da escultura do arilo (E); escultura primária reticulada (F). (ar=arilo; h=hilo).

Ctenodon histrix (Poir.) D.B.O.S. Cardoso, P.L.R. Moraes & H.C. Lima

Semente reniforme (Figura 26A); com 2,01 x 1,68 mm; faces laterais suavemente convexas (Figura 26B); calaza ausente; micrópila como um poro próximo ao hilo (Figura 26C). Hilo ventral; com 0,26 x 0,28 mm; castanho; escultura rugosa. Fenda hilar encoberta por resquícios do funículo parcialmente permanente (Figura 26D). Arilo rugoso-foveolado; castanho-escuro (Figura 26E). Testa com escultura primária reticulada (Figura 26F) com paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas.

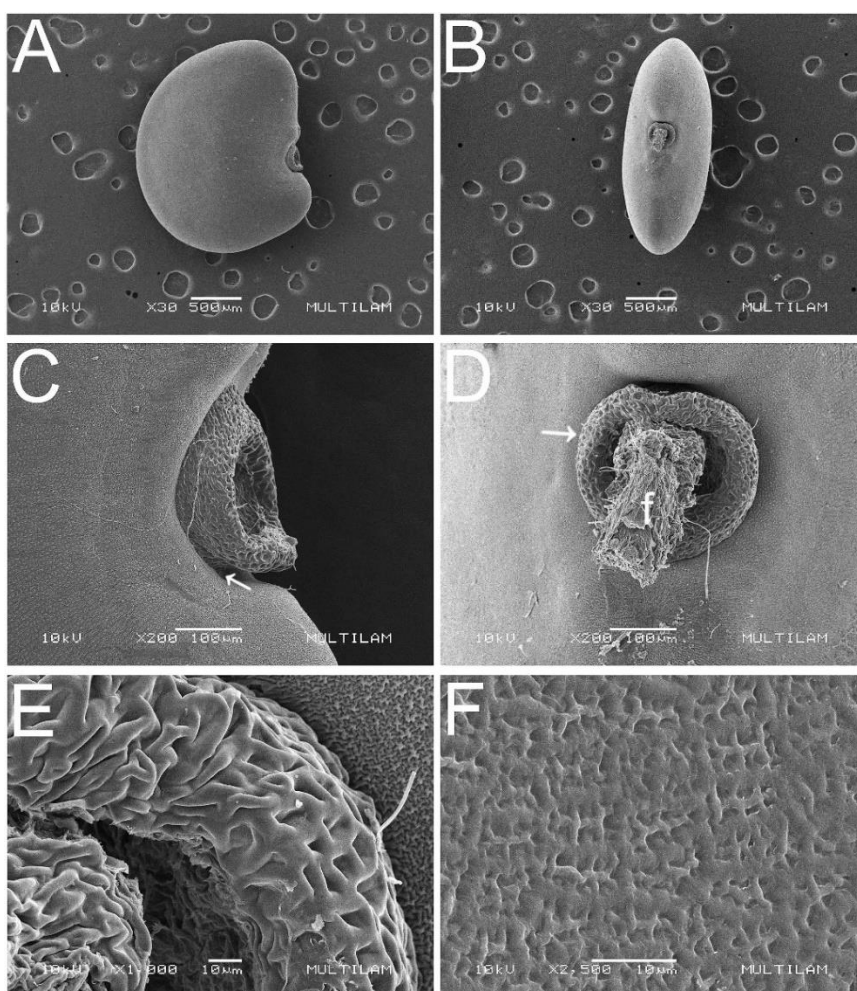


Figura 26. *Ctenodon histrix*: semente (A); face ventral da semente (B); detalhe da micrópila, indicando o poro (seta, C); escultura do hilo com resquícios do funículo, seta indicando o arilo (D); detalhe da escultura do arilo (E); escultura primária reticulada (F). (f=funículo).

Aeschynomene rudis Benth.

Semente reniforme (Figura 27A); com 3,57 x 2,06 mm; faces laterais levemente convexas (Figura 27B); calaza ausente; micrópila como um poro próximo ao hilo. Hilo ventral (Figura 27C), 1,23 x 0,82 mm; castanho; escultura rugosa-achatada (Figura 27D), com estruturas filamentosas soltas e emaranhadas, de coloração amarelada. Arilo rugoso-foveolado; castanho-escuro (Figura 27E). Testa com escultura primária dispersamente

reticulada (Figura 27F), paredes anticlinais retas, rebaixadas, lisas a levemente pregueadas e paredes periclinais planas e reticuladas.

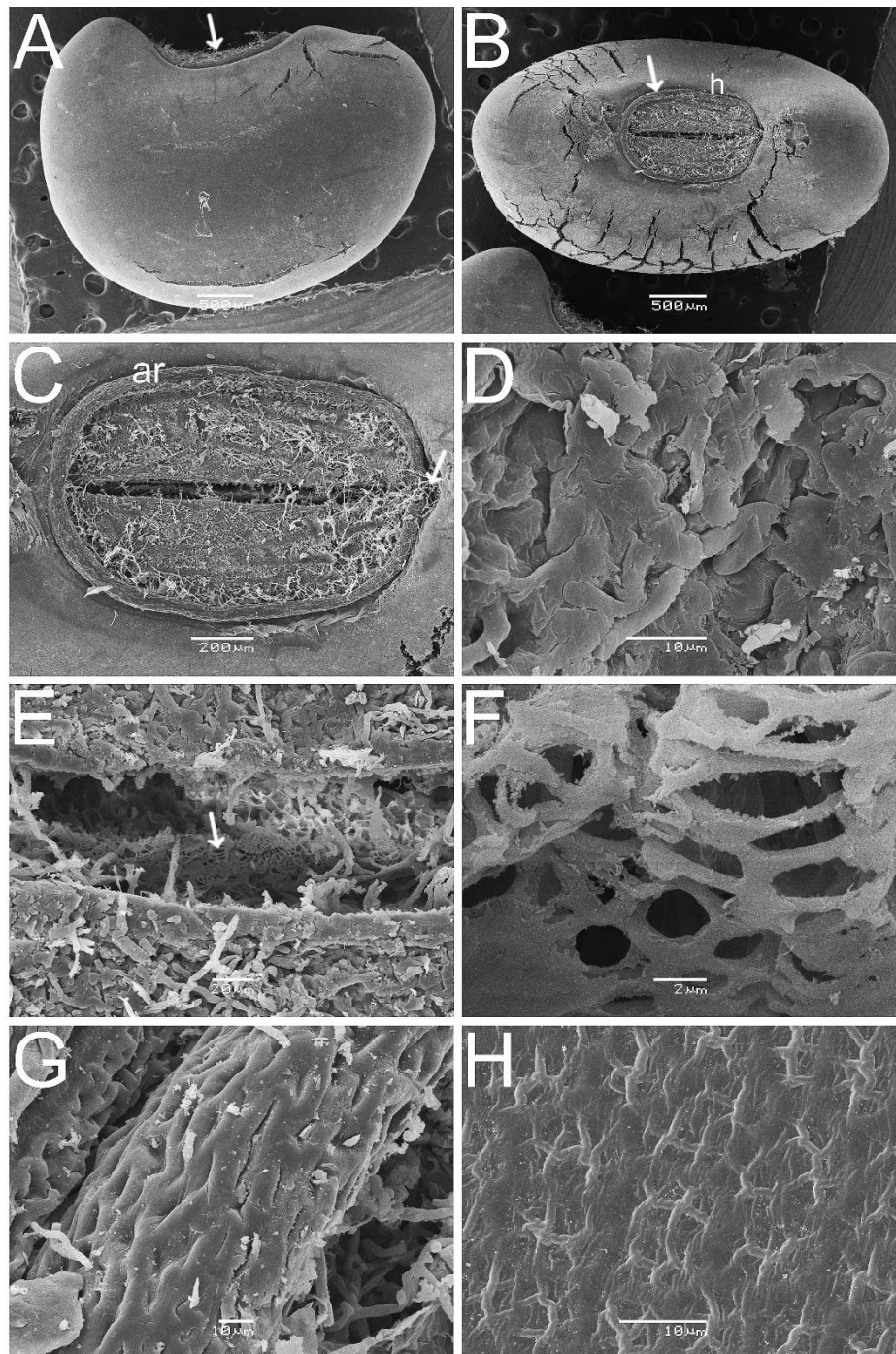


Figura 27. *Aeschynomene rudis*: semente evidenciando a região hilar (seta, A); face ventral da semente, seta indicando o arilo circundante ao hilo (B); detalhe do hilo, à direita, seta indicando a micrópila (C); escultura do hilo (D); interior da fenda hilar com as projeções membranosas (seta, E); detalhe das projeções membranosas (F); detalhe da escultura do arilo (G); escultura primária dispersamente reticulada (H). (ar=arilo; h=hilo).

Aeschynomene sensitiva Sw.

Semente reniforme (Figura 28A); com 4,09 x 1,99 mm; faces laterais convexas (Figura 28B); calaza ausente; micrópila como um poro próximo ao hilo. Hilo ventral (Figura 28C); com 1,52 x 0,68 mm; castanho; escultura rugosa irregular e levemente achatada (Figura 28D); com resíduos teciduais de coloração amarelada. Arilo rugoso-foveolado (Figura 28E); castanho escuro e com detalhe da escultura (Figura 28G). Testa com escultura primária reticulada (Figura 28F e 28H), com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas.

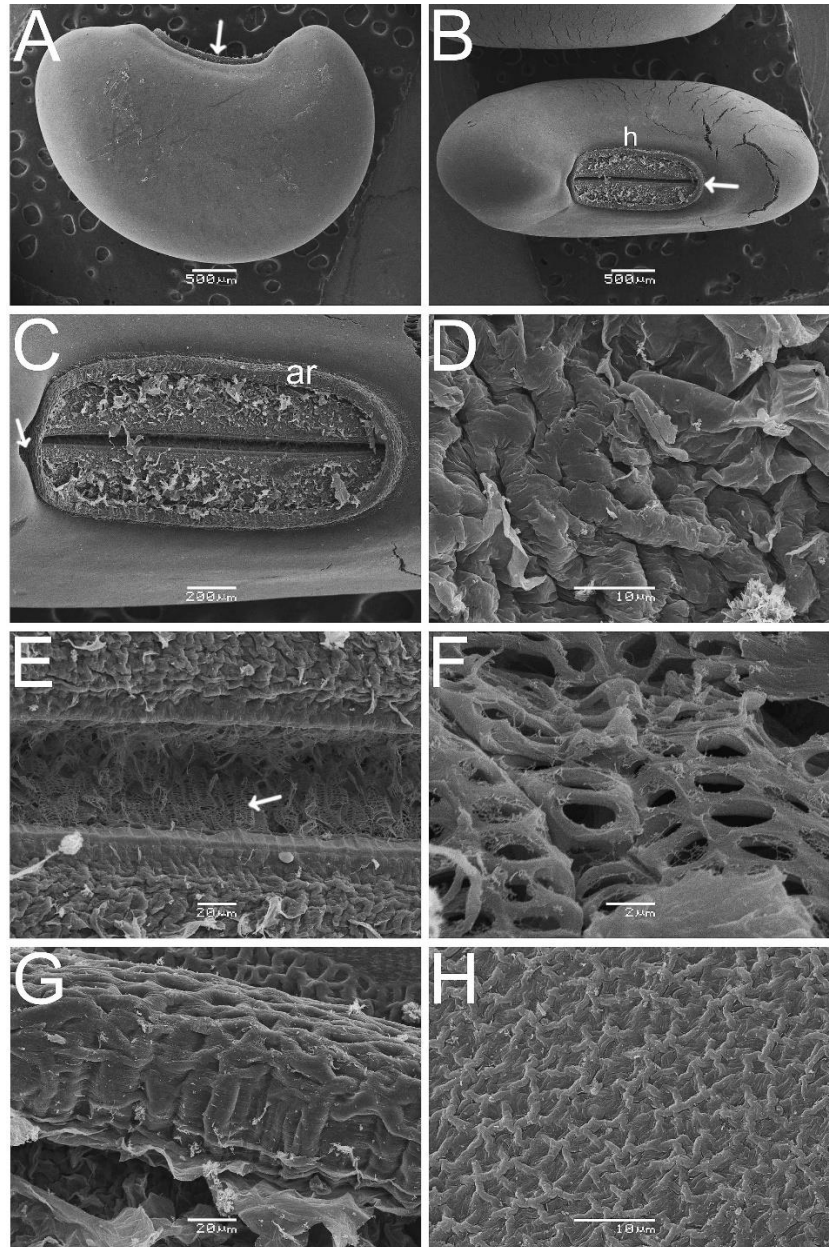


Figura 28. *Aeschynomene sensitiva*: semente, seta indicando a região hilar (A); face ventral da semente, seta indicando o arilo circundante ao hilo (B); detalhe do hilo, à esquerda, seta indicando a micrópila (C); escultura do hilo (D); interior da fenda hilar, seta indicando as projeções membranosas (E); detalhe das projeções membranosas (F); escultura do arilo (G); escultura primária fortemente reticulada (H). (ar=arilo; h=hilo).

Neptunia plena (L.) Benth.

Semente obovoide (Figura 29A); com 4,94 x 2,47; castanho-escuro; tegumento glabro, brilhante; comprimida lateralmente; calaza ausente; micrópila basal, próxima ao funículo, como uma abertura punctiforme; funículo término-basal, filiforme (Elias 1974), com microescultura estriado-rugosa (Figura 29B); rafe ausente; pleurograma aberto (forma de U) (Corner 1976), apical-basal (Barroso *et al.* 1999). Próximo ao funículo, observa-se uma área arredondada com escultura estriada, que pode estar relacionada à estrutura denominada “estrofíolo” (para autores da subfamília Faboideae) ou especificamente “*lens*” para Mimosoideae (Barroso *et al.* 1999, Gunn 1984, Baskinet *al.* 2000), identificada em pelo menos 50% das Mimosoideas (Gunn 1984). A testa apresenta escultura primária lisa (Figura 29C), com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas, densamente reticuladas (Figura 29D).

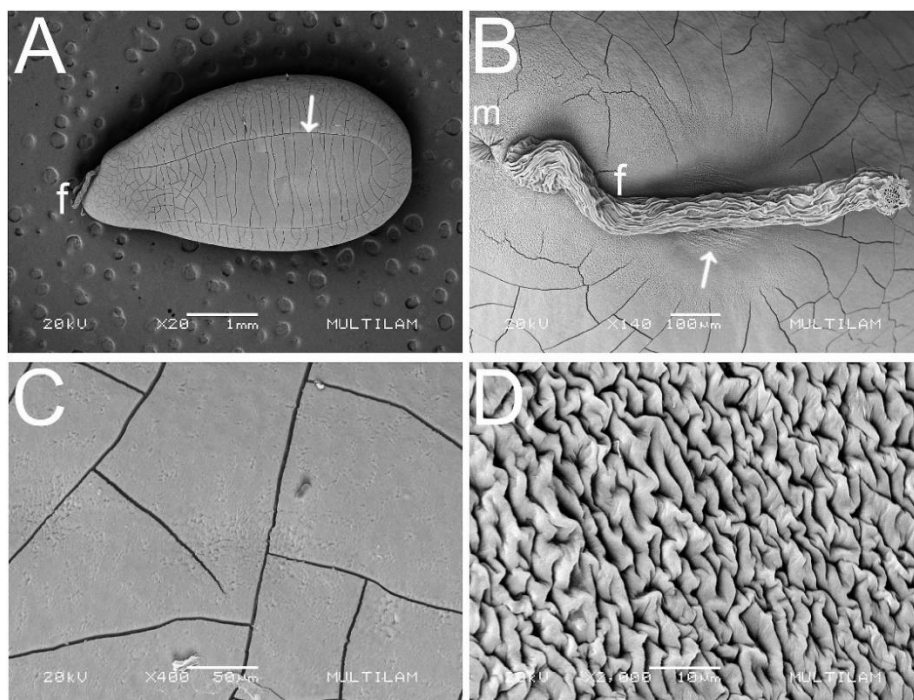


Figura 29. *Neptunia plena*: semente com o pleurograma (seta, A); base com funículo término-basal, seta indicando o estrofíolo (B); escultura primária lisa (C); paredes periclinais reticuladas (D). (f=funículo; m=micrópila).

HYDROCHARITACEAE

As sementes analisadas diferem consideravelmente entre si, inclusive em tamanho, sendo *Limnobium laevigatum* bem menor comparada a *Egeria najas*. Diferem ainda quanto ao aspecto superficial da testa, com diversas expansões membranosa, configurando o aspecto muricado em *E. najas* e com tricomas em *L. laevigatum*, dentre outras distinções.

Compartilham apenas a posição e forma da micrópila, como um bico alongado apical, característico à família (Cook & Urmi-König 1984, 1985, Haynes & Holm-Nielsen 2001).

Egeria najas Planchon

Semente cilíndrica; com 2,59 x 1,01 mm (Figura 30A); amarelada; calaza ausente. Não foi observada a micrópila, no entanto, Cook & Urmi-König (1984) a descreveram como um bico alongado término-apical. Funículo, hilo e rafe ausentes. Testa com escultura primária papilada-acuminada (Figura 30B), coberta por expansões membranosas formando cumes dispersos de maneira irregular, orientados perpendicularmente ao eixo longitudinal da semente, encobrindo as delimitações das paredes periclinais e anticlinais; escultura secundária estriada-tuberculada (Figura 30C), contendo tubérculos esparsos (Figura 30D) ou lisa (Figura 30E) e grande quantidade de cristais (Figura 30F).

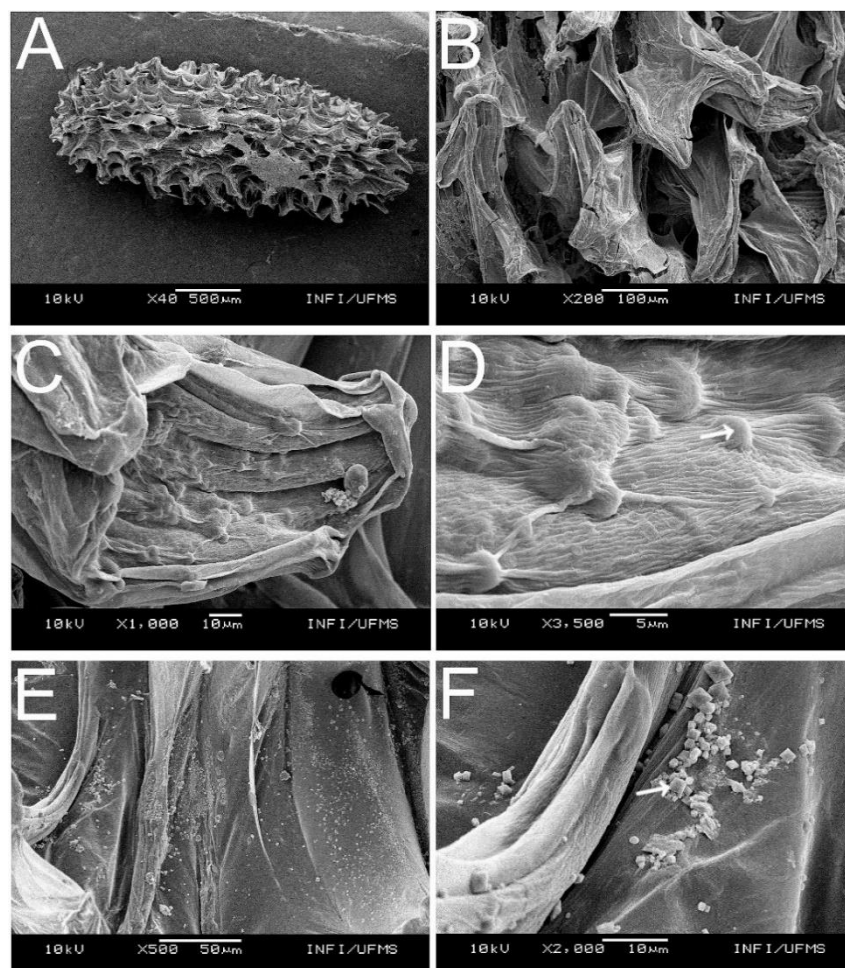


Figura 30. *Egeria najas*: semente coberta por projeções membranosas (A); escultura primária papilada-cuminada (B); superfície das projeções membranosas (C); detalhe da escultura secundária estriada, seta indicando os tubérculos (D); escultura secundária ocasionalmente lisa (E); cristais abundantes sobre a superfície da semente (seta, F).

Limnobium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine

Semente elipsoide (Figura 31A); com 1,38 x 0,57 mm; castanho a preto; calaza ausente; micrópila término-apical, como um bico alongado, delgado, medindo aproximadamente 0,24 mm de comprimento (Figura 31B) (Haynes & Holm-Nielsen 2001); funículo término-basal como uma projeção filiforme com cerca de 0,37 mm (Figura 31C). Testa com escultura primária rugosa, paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas com escultura secundária verrucosa-tênue (Bonilla-Barbosa 2000) (Figura 31D). Superfície com tricomas cilíndricos (Figura 31E), medindo em média aproximadamente 0,19 mm de comprimento, e numerosos cristais (Figura 31F).

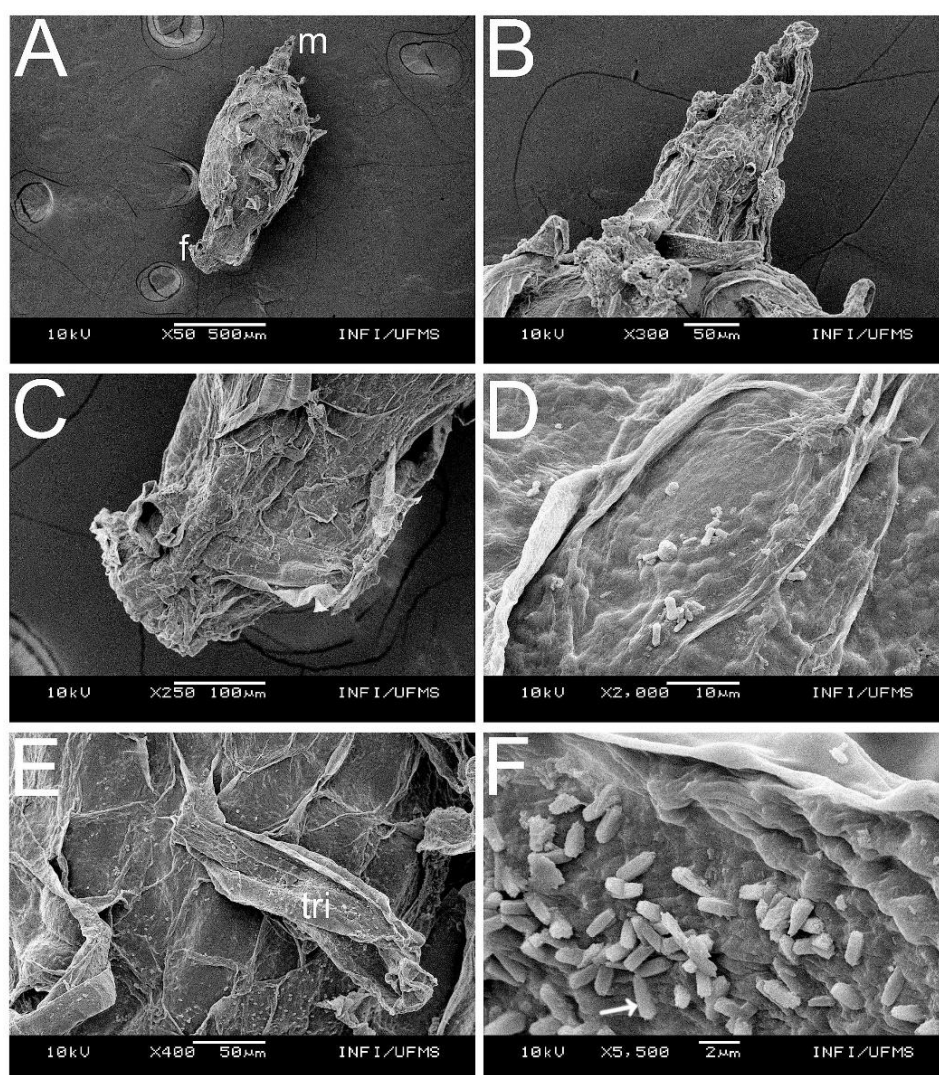


Figura 31. *Limnobium laevigatum*: semente (A); região apical com a micrópila como um bico alongado (B); região basal com funículo filiforme alargado (C); escultura secundária rugosa-coliculada (D); detalhe da superfície da testa, detalhe do tricoma (E); cristais abundantes sobre a superfície da testa (seta, F). (f=funículo; m=micrópila; tri=tricoma).

As sementes são muito semelhantes entre si com relação ao formato (lenticular), coloração (amarelada) e configuração das estruturas externas (complexo hilo-micrópila centro-dorsal) e expansão alada translúcida ao longo da borda das sementes. No entanto, podem ser facilmente distinguidas ao comparar-se o padrão ultraescultural, reticulado-foveolado em *Utricularia foliosa* e fortemente coliculado em *U. gibba*.

Utricularia foliosa L.

Semente lenticular; com 1,58 mm de diâmetro maior (Figura 32A); amarelada; expansão alada translúcida na borda da semente; calaza centro-ventral, como uma depressão circular central bem definida (Figura 32B); complexo hilo-micrópila centro-ventral como uma única cicatriz circular pouco proeminente e com padrão escultural semelhante ao restante da superfície seminal (Figura 32C). Para o gênero e subgênero sinônimo *Utricularia*, segundo Pachno & Świątek (2009), o saco embrionário cresce além do canal micropilar, e micrópila e funículo estão sobrepostos, sendo assim, esta cicatriz refere-se a ambas as estruturas. A semente contém diferenças entre as superfícies das duas faces, com escultura primária reticulada-foveada (Figura 32D), com paredes anticlinais sinuosas em relevo e paredes periclinais côncavas com escultura secundária verrucosa-tênue na face dorsal (Figura 32E), enquanto na face ventral, a escultura primária é reticulada-tênue a lisa, com paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 32F).

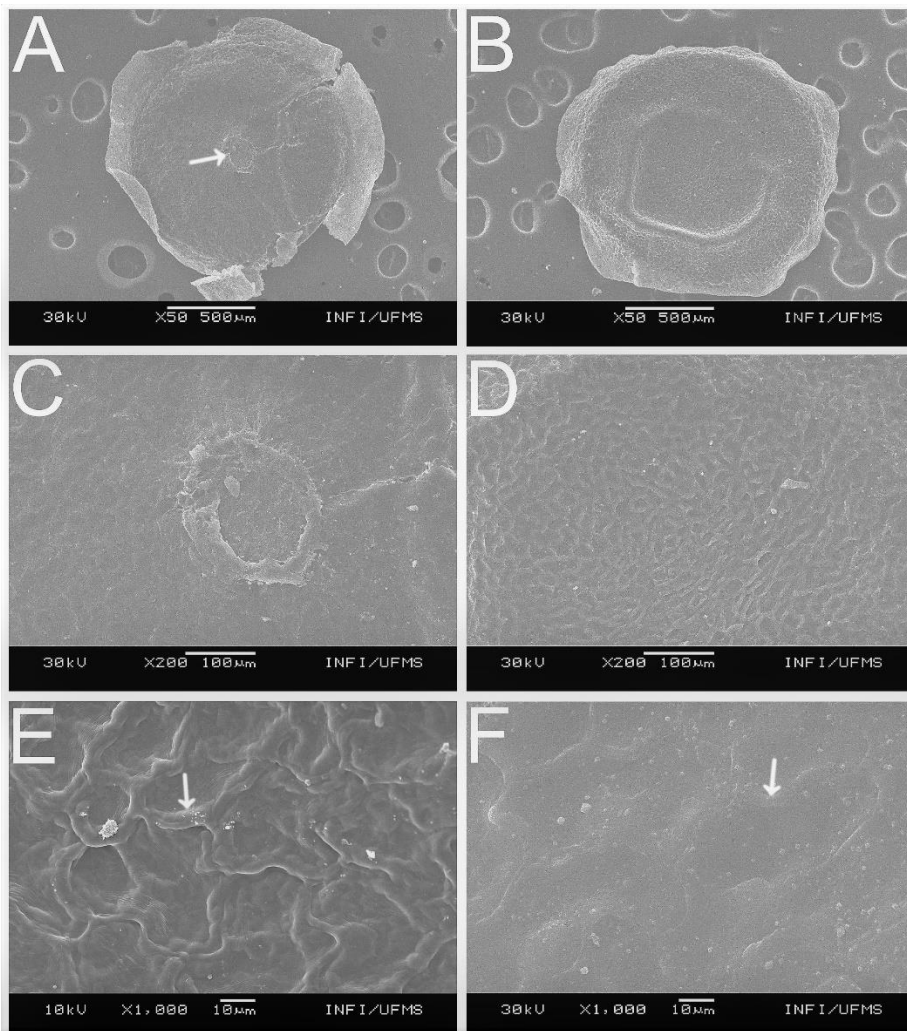


Figura 32. *Utricularia foliosa*: face ventro-basal da semente com a cicatriz do complexo hilo-micrópila (seta, A); face dorsal da semente, com afundamento central (B); detalhe da cicatriz do complexo hilo-micrópila (C); escultura primária reticulada (D); escultura secundária levemente rugosa, seta indicando a parede anticlinal elevada (seta, E); detalhe da escultura primária da face ventral, menos conspícua comparada à face dorsal, seta indicando as paredes anticlinais sinuosas (F).

Utricularia gibba L.

Semente semelhante à de *U. foliosa*; com 0,77 mm de diâmetro (Figura 33A); calaza ausente; complexo hilo-micrópila centro-ventral (Figura 33B), como uma abertura circular envolta por uma excrescência de aspecto rugoso (Figura 33C). A superfície da semente é composta por células de tamanhos e formatos diversos, escultura primária coliculada (Figura 33D), com paredes anticlinais retas (Figura 33E) e paredes periclinais convexas e lisas (Figura 33F).

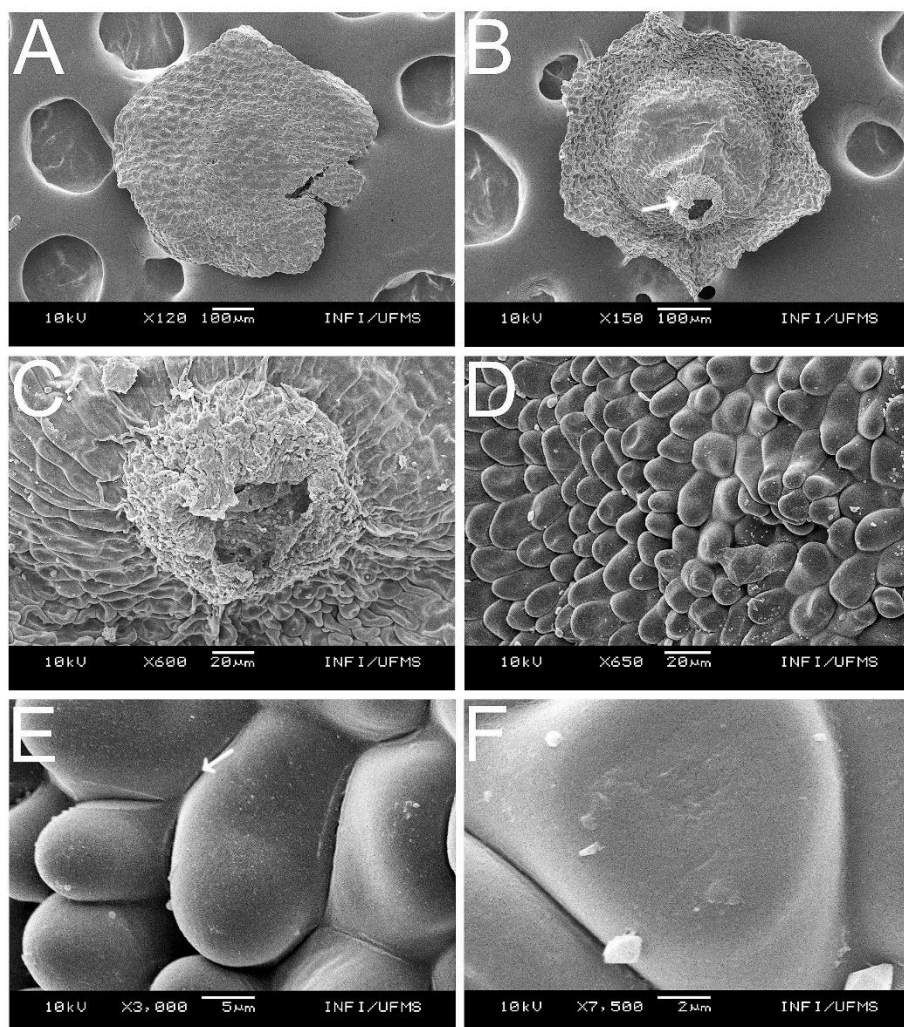


Figura 33. *Utricularia gibba*: face dorso-apical da semente (A); face ventro-basal da semente com região do complexo hilo-micrópila (seta, B); detalhe da excrescência do complexo hilo-micrópila (C); escultura primária coliculada (D); detalhe da ornamentação da testa, seta indicando a parede anticlinal reta (E); escultura secundária lisa.

LITHRACEAE

Rotala ramosior (L.) Koehne

Semente obovoide (Figura 34A); com 0,41 x 0,33 mm; castanho; face ventral plana a levemente convexa e a face dorsal convexa; calaza ausente; micrópila próxima ao hilo, não pode ser distinguida na superfície da testa por estar recoberta por tecidos circundantes, conforme já descrito por Graham & Graham (2014); hilo ventral, sub-basal, como uma cicatriz circular de escultura rugosa; rafe ventral, largo-linear levemente elevada, com escultura reticulada irregular (Figura 34B). A testa apresenta a face dorsal com escultura primária do tipo reticulada (Figura 34C) com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas com escultura secundária rugosa (Figura 34D). Na face ventral, o colapso

das camadas de tecido aerênquimatoso presente na região da rafe tornam o padrão reticulado irregular (Graham & Graham 2014).

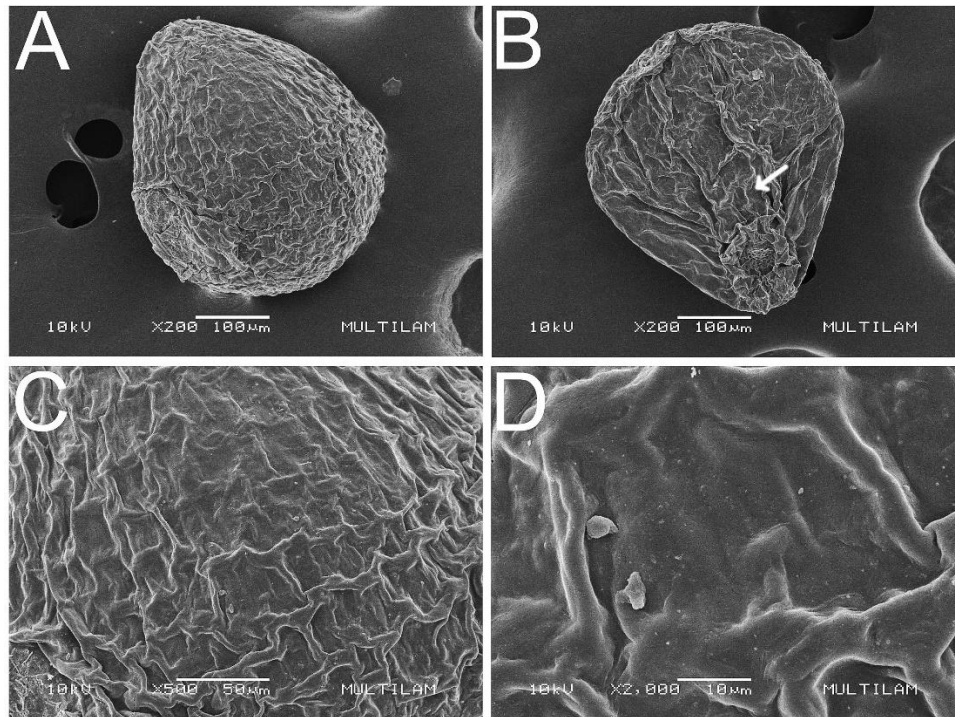


Figura 34. *Rotala ramosior*: face dorsal da semente (A); face ventral com hilo sub-basal, seta indicando a região da rafe (B); escultura primária reticulada (C); escultura secundária rugosa (D).

MALVACEAE

Melochia simplex A.St.-Hil.

Semente obovoide-trígona (Figura 35A); com 1,98 x 1,25 mm; castanho-claro; face dorsal fortemente convexa; face ventral carenada, subdividida em duas faces planas a levemente côncavas (Figura 35B); calaza e micrópila ausentes; hilo ventral, basal, como região circular de aspecto estriado e um orifício central (Figura 35C). Tegumento externo frágil, com células alongadas e escultura primária levemente estriada longitudinalmente (remanescentes na Figura 35C), paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas. O desgaste ou supressão do tegumento externo evidencia as células poligonais do tegumento interno (Figura 35D).

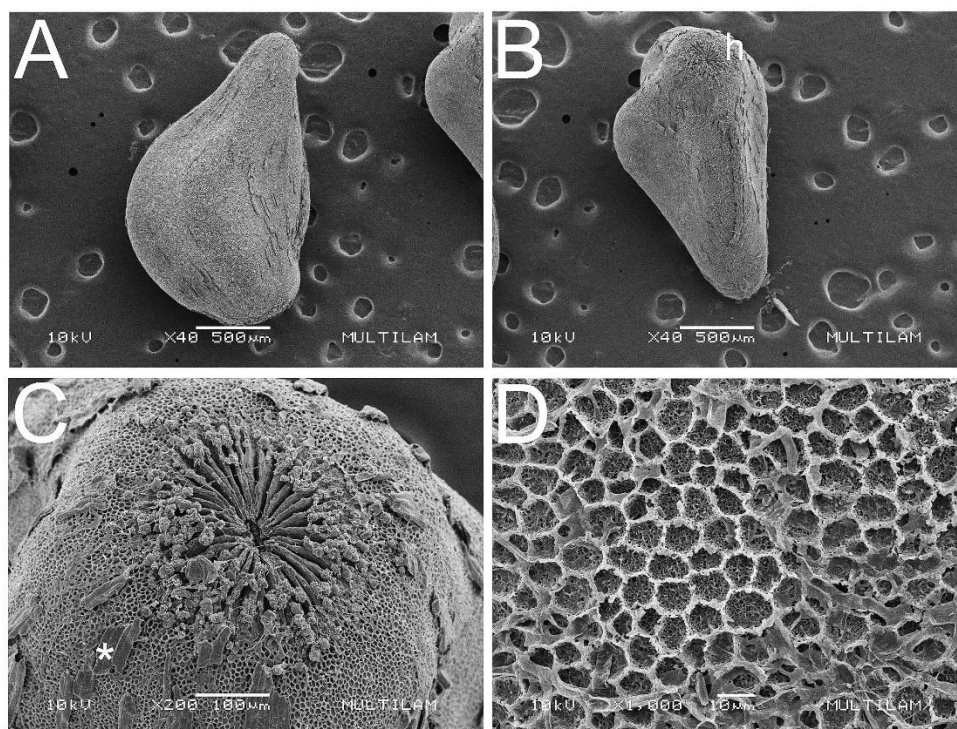


Figura 35. *Melochia simplex*: semente em vista lateral (A); face ventral com hilo sub-basal (B); detalhe do hilo com escultura estriada e poro central e dos remanescentes do tegumento (*) externo (C); detalhe do tegumento interno da semente (D). (h=hilo).

MARANTACEAE

Thalia geniculata L.

Semente largo-elipsoide (Figura 36A); forma de barril; com 6,30 x 4,07 mm; castanho-esverdeada; listras longitudinais de cor castanho escuro; calaza ausente; poro micropilar basal com arilo filiforme, bipartido (Figura 36B), com extremidades curvadas e microescultura de aspecto estriado (Figura 36C); hilo triangular com escultura densamente reticulada (Figura 36D); rafe ausente. Opérculo término-basal (Figura 36B), delimitado na testa da semente por uma fina linha afundada circundando o complexo hilo-micrópila. Testa composta por células isodiamétricas; escultura primária reticulada, com paredes anticlinais retas elevadas e paredes periclinais planas com escultura secundária lisa a levemente rugosa (Figura 36E); pode apresentar-se envolta por uma fina camada tecidual (Figura 36F).

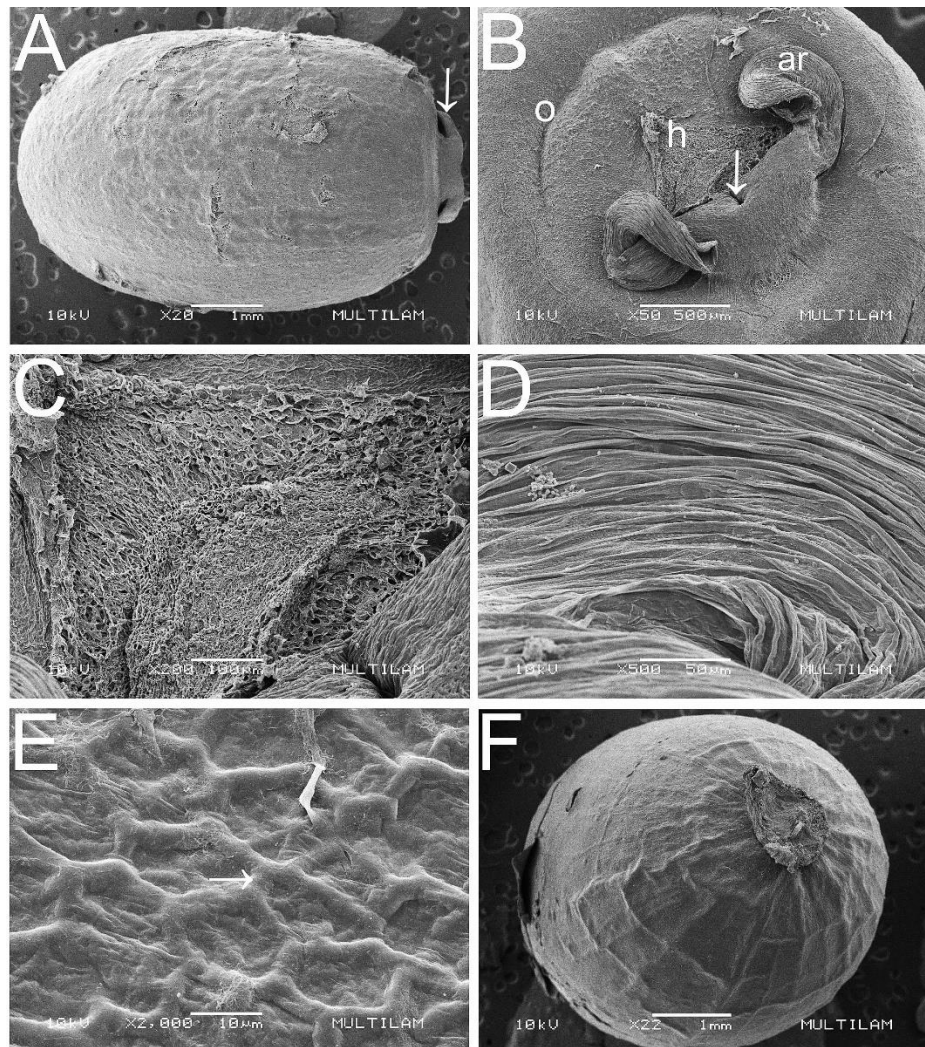


Figura 36. *Thalia geniculata*: semente nua, seta indicando a região hilo-micropilar arilada (A); extremidade basal com opérculo em linha aprofundada, seta indicando o poro micropilar (B); detalhe da escultura do hilo (C); escultura estriada do arilo (D); escultura secundária lisa a levemente rugosa, com parede anticlinal elevada (seta, E); semente envolta pelo tecido de revestimento (F). (ar=arilo; h=hilo; o=opérculo).

MAYACACEAE

Mayaca sellowiana Kunth

Sementes elipsoides (Figura 37A); com 1,31 x 0,87 mm; tegumento preto e glabro; calaza ausente; micrópila término-apical, com o bico micropilar alongado na extremidade de uma protusão cônica (Figura 37B); hilo término-basal, como uma cicatriz circular central afundada e escultura reticulada (Figura 37C); rafe ausente. Testa com células poligonais e fileiras de células radialmente alongadas, que favorece a formação de cristas longitudinais na superfície da semente; escultura primária reticulado-foveolada (=escrobiculado, Venturelli & Bouman (1986) com paredes anticlinais retas e elevadas e paredes periclinais côncavas e lisas

(Figura 37D). Dependendo do estágio de maturidade da semente, as paredes periclinais podem ser planas ou levemente convexas, tornando-se côncava conforme a semente se desidrata (Venturelli & Bouman 1986).

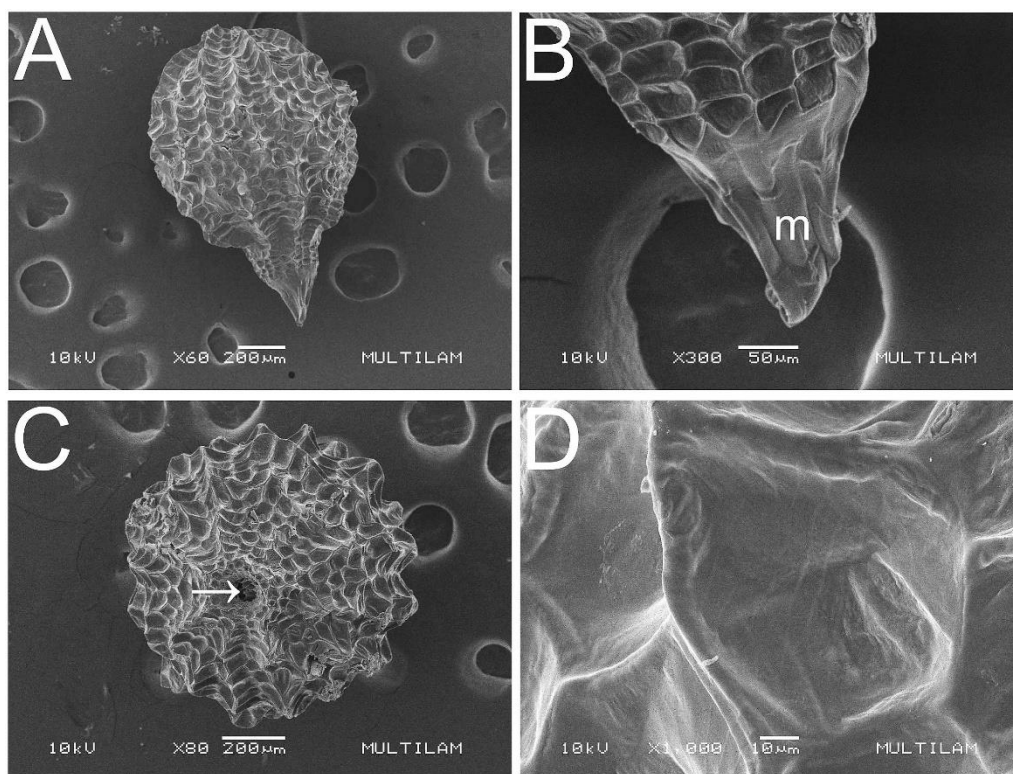


Figura 37. *Mayaca sellowiana*: aspecto geral da semente (A); extremidade apical com bico micropilar alongado (B); extremidade basal com hilo em detalhe (seta, C); escultura primária reticulado-foveolada (D). (m=micrópila).

MENYANTHACEAE

Os diásporos analisados apresentam aspectos macromorfológicos muito semelhantes, com formato e coloração compartilhados, assim como estruturas como calaza e micrópila ausentes. No entanto, podem ser diferenciadas pela presença de tubérculos sobre a superfície de *Nymphoides indica* e ausentes em *N. grayana*, caráter este que possui grande variação dentro do gênero e de grande valor taxonômico.

Nymphoides grayana (Griseb.) Kuntze

Semente suborbicular (Figura 38A); com 1,27 x 1,24 mm; tegumento glabro amarelo-palha; comprimida lateralmente, com duas faces levemente convexas (Figura 38B); calaza e micrópila ausentes; hilo basal, como uma protusão circular, circundada por um aglomerado tecidual (Figura 38C), não ornamentado; rafe semi-circundante (Figura 38D), estende-se pela

borda da semente com escultura reticulada-rugosa (Figura 38E). Testa composta por células poligonais; escultura primária foveolada-tênue com paredes anticlinais curvas e periclinais planas e lisas (Figura 38F).

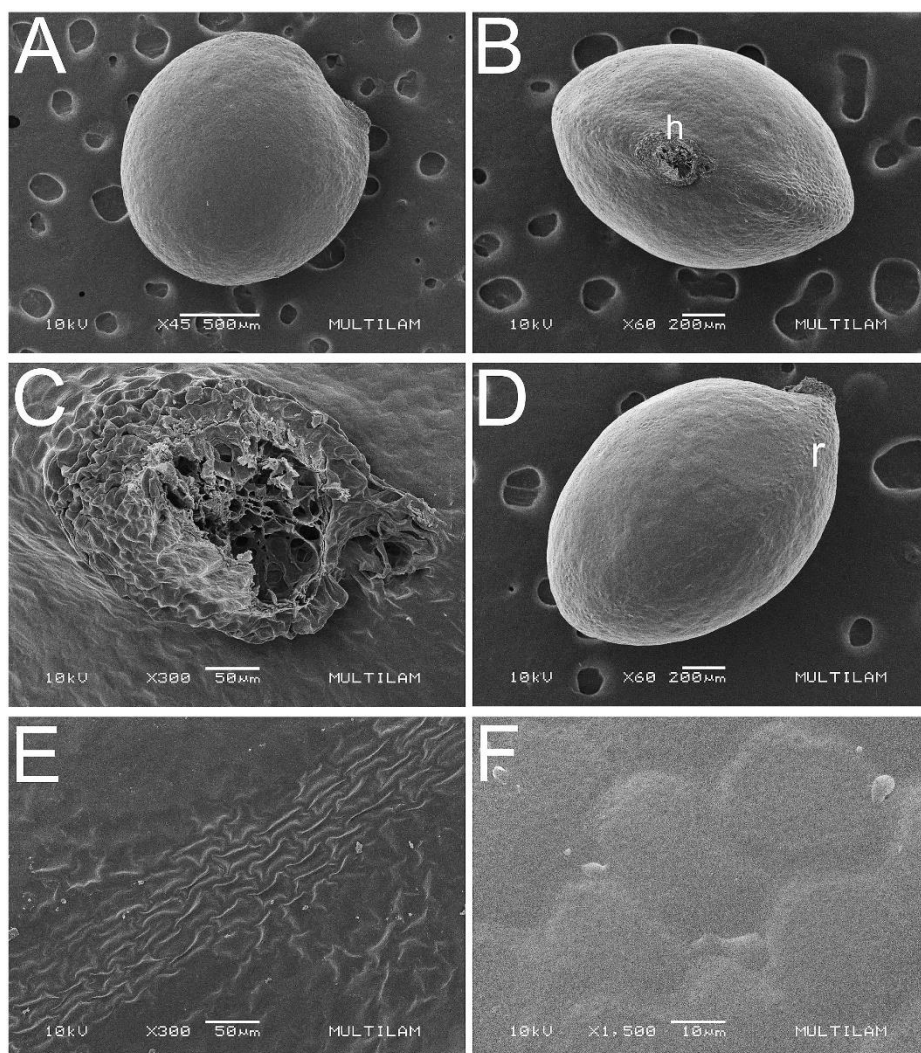


Figura 38. *Nymphoides grayana*: aspecto geral da semente (A); extremidade basal com hilo (B); detalhe do hilo com aglomerado tecidual (C); aspecto da rafe semi-circundante (D); escultura da rafe reticulada-rugosa (E); escultura primária foveolada-tênue (F). (h=hilo; r=rafe).

Nymphoides indica (L.) Kuntze

Semente suborbicular (Figura 39A), semelhante à de *N. grayana*; com 1,58 x 1,53 mm; calaza e micrópila ausentes; hilo basal (Figura 39B), como uma depressão circular terminal não ornamentada (Figura 39C), reportado por Chuang & Ornduff (1992), no entanto, Aston (2003) descreve o hilo dentro de uma carúncula basal uniformemente circular a oblíqua, fina e imperceptível, eventualmente ausente, ou raramente espessa e conspícua. Rafe (Figura 39D) semelhante à *N. grayana* e com escultura rugosa (Figura 39E). A testa é

composta por células com margens digitadas (Figura 39F); escultura primária tuberculada com paredes anticlinais crenadas e paredes periclinais planas ou com um tubérculo central; escultura secundária lisa (Figura 39G). A morfologia dos tubérculos varia no gênero (Aston 2003; Sivarajan *et al.* 1998), incluindo espécies com sementes não-tuberculadas (Chuang & Ornduff 1992), com um tubérculo central (*N. indica* subsp. *occidentalis*- Tippet & Sokolik 2020), ou formando “clusters” de tubérculos (Sivarajan *et al.* 1989), estes podem variar ainda quanto à superfície, comprimento e distribuição. Nas sementes avaliadas neste trabalho os tubérculos são simples, solitários e distribuídos com maior densidade na região da rafe, plasmolisados durante o processo de secagem (Figura 39H).

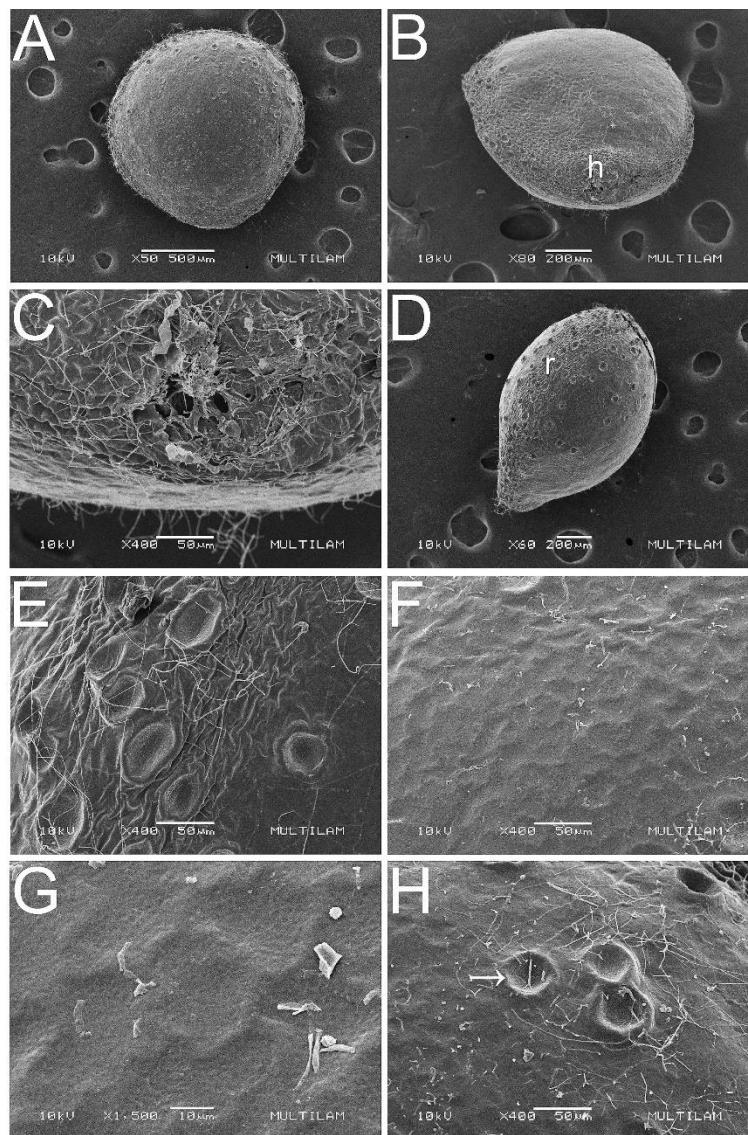


Figura 39. *Nymphoides indica*: aspecto geral da semente (A); extremidade basal com hilo (B); detalhe do hilo dispostonuma depressão (C); visão da rafe semi-circundante (D); escultura rugosa da rafe (E); células da testa com margens digitadas (F); escultura secundária lisa (G); seta indicando tubérculos plasmolisados na rafe. (h=hilo; r=rafe).

NYMPHAEACEAE

Reúne sementes globosas (*Nymphaea amazonum*, *N. jamesoniana*, *Victoria amazonica*) e elipsoides (*N. oxypetala*). Apresentam ampla variação morfológica, que abrange caracteres como: tamanho (*V. amazonica* com sementes >10mm e *N. oxypetala* com sementes com <0,5mm), superfície da testa (pilosa em *N. amazonum* e *N. jamesoniana* e glabra em *N. oxypetala* e *V. amazonica*), presença e formato de estruturas da testa (crista micropilar em *N. jamesoniana* e *N. oxypetala*; opérculo em *V. amazonica*; funículo curto em *N. amazonum*, longo em *N. oxypetala*, ausente em *V. amazonica* e *N. jamesoniana*, rafe bem demarcada em *N. oxypetala* e não visível nas demais espécies avaliadas, dentre outras características.

Nymphaea amazonum Mart. & Zucc.

Semente globosa (Figura 40A); com 0,8 x 0,63 mm; coloração castanho a preto; calaza e micrópila ausentes; funículo término-basal curto, com 0,052 mm de comprimento, de aspecto estriado (Figura 40B); rafe ausente. Testa apresenta escultura primária com estrias transversais e irregulares (Figura 40C); paredes anticlinais crenadas (Figura 40D), com dentes curvos e paredes periclinais planas, com escultura secundária coliculada (Figura 40E). Tricomas de coloração mais clara que o restante da testa, variando de palha a branco (Figura 40F), e comprimento variando de 50-120 µm, dispostos em linhas longitudinais paralelas (Figura 40A). A semente pode estar envolta por um arilo mucilaginoso, fixado na região funicular (Wiersema 1987, Collinson 1980).

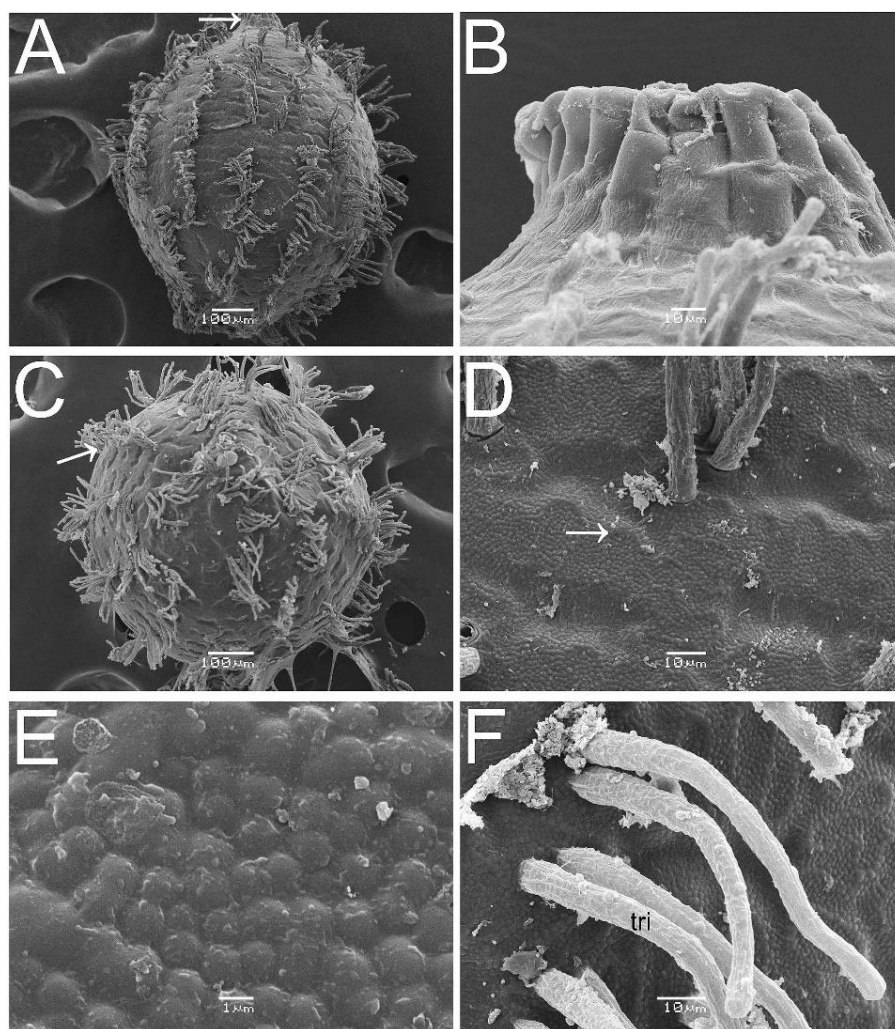


Figura 40. *Nymphaea amazonum*: semente, seta evidenciando o funículo (A); detalhe do funículo (B); extremidade apical, evidenciando os tricomas em fileiras (seta, C); testa com escultura primária estriada e parede anticlinalcrenada elevada (seta, D); escultura secundária coliculada (E); tricomas na superfície da testa (F). (tri=tricoma).

Nymphaea jamesoniana Planchon

Semente globosa (Figura 41A); com 0,487 x 0,405 mm; coloração castanho a preto; calaza ausente; complexo hilo-micrópila basal, no qual a micrópila é circundada por uma projeção filiforme curta e truncada (Figura 41B), referida como crista micropilar (Figura 41C), descrita para todas as sementes do subg. *Hydrocallis* por Wiersema (1987), e para espécies de *Nymphaea* e *Nuphar* (Latowski *et al.* 2014), e que tem sido utilizada para inferir aspectos taxonômicos na família (Collinson 1980); rafe ausente. A testa apresenta escultura primária lisa; as paredes anticlinalais não estão visíveis, no entanto, no entanto, Bonilla-Barbosa (2000) descreve-as como sinuosas; paredes periclinais planas com escultura secundária coliculada (Figura 41D). Tricomas de coloração clara, variando de palha a branco, dispostos de forma regular sobre a semente (não formam fileiras) com comprimento variando

de 15 a 23 μm (Figura 41E), com variação entre 10-50 μm de comprimento segundo Wiersema (1987) e Bonilla-Barbosa (2000). A semente pode estar envolta por arilo semelhante à de *N. amazonum* (Figura 41F).

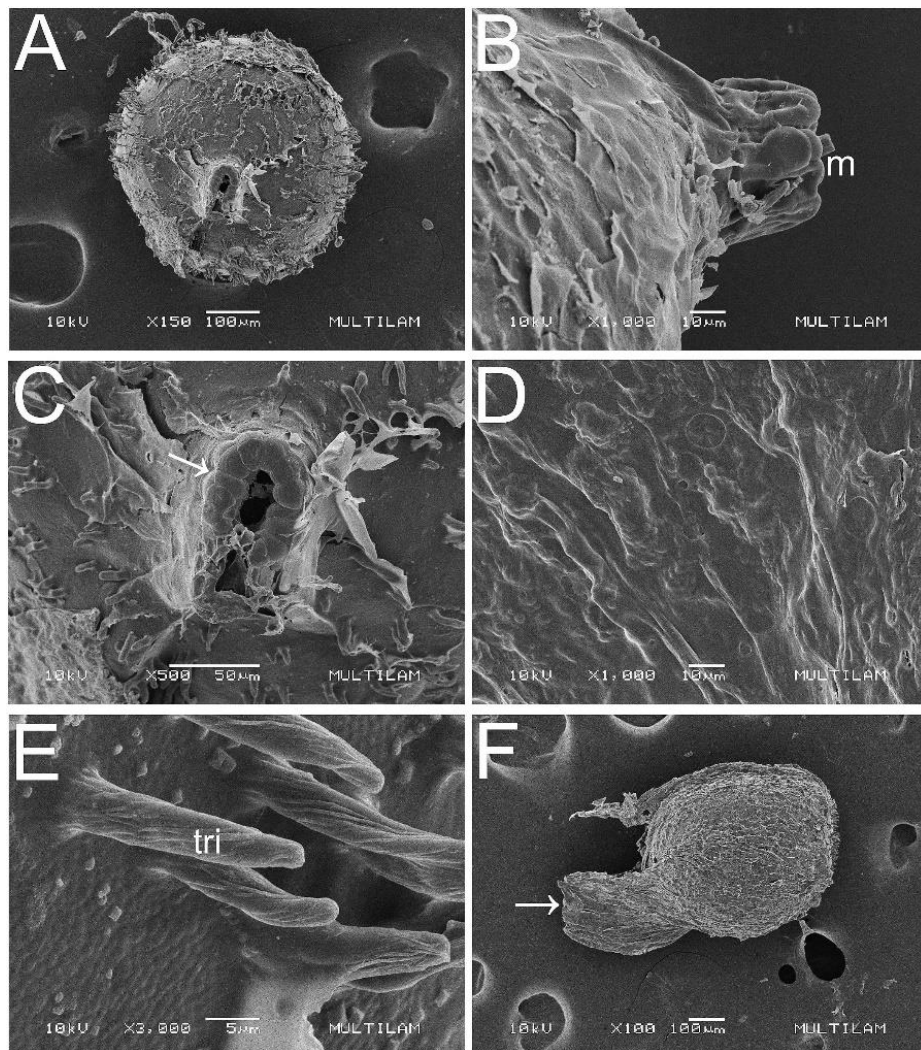


Figura 41. *Nymphaea jamesoniana*: parte basal da semente (A); extremidade basal com complexo hilo-micrópila (B); detalhe da crista micropilar (seta, C); escultura secundária coliculada (D); tricomas (E); semente envolta por arilo, seta evidenciando uma parte dele (F). (m=micrópila; tri=tricoma).

Nymphaea oxypetala Planch.

Semente elipsoide (Figura 42A); com 0,35 x 0,24 mm; superfície glabra; castanho escuro; calaza término-apical, circular pouco proeminente, de aspecto rugoso (Figura 42B); micrópila basal, próxima ao funículo, envolta pela crista micropilar, com escultura reticulada (Figura 42C); funículo basal, longo-filiforme, cristado-rugoso (Figura 42D); rafe estende-se longitudinalmente sob a superfície da semente com escultura cristada (Figura 42C). Testa com células retangulares, distribuídas em fileiras longitudinais; escultura primária rugosa,

(Figura 42A), paredes anticlinais retas a sinuosas e paredes periclinais côncavas, com escultura secundária levemente estriada.

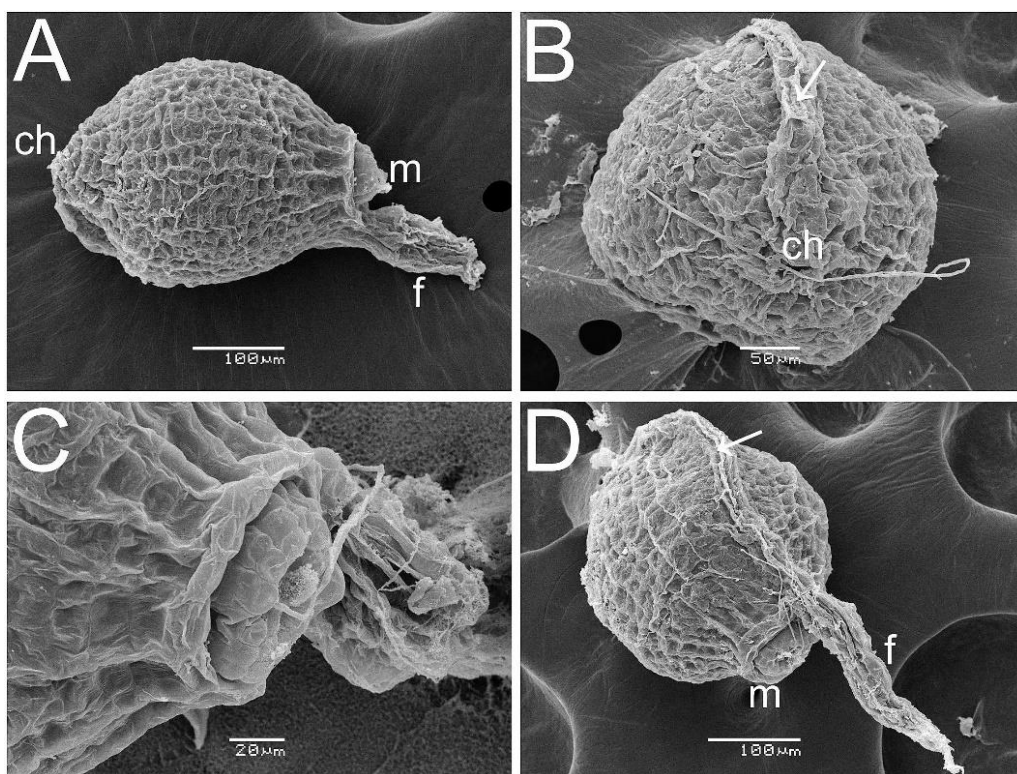


Figura 42. *Nymphaea oxypetala*: semente com escultura primária rugosa (A); extremidade apical com calaza levemente protuberante, seta indicando a rafe (B); detalhe da região micropilar (C); funículo filiforme longo e rafe (seta, D). (ch=calaza; f=funículo; m=micrópila).

Victoria amazonica (Poepp.) J.C. Sowerby

Semente globosa; com 10,4 x 9,3 mm; coloração castanho a preto; calaza ausente; poro micropilar basal (Figura 43A); hilo basal, circular, com 0,85 mm de diâmetro, com escultura levemente achatada, de aspecto reticulado-foveolado (Figura 43B); rafe ausente. Opérculo basal delimitado por depressão elíptica bem definida com microescultura distinta do restante da semente, com uma coroa de células poligonais com paredes anticlinais retas e paredes periclinais lisas, que envolvem o complexo hilo-micrópila (Figura 43C). Testa com escultura primária reticulada (Figura 43D); paredes anticlinais crenadas (Figura 43E) e paredes periclinais planas e lisas (Figura 43F). As sementes possuem arilo mucilaginoso que envolve toda a superfície da testa (Rosa-Osman *et al.* 2011, Dos Santos Tozin *et al.* 2016), não visualizado.

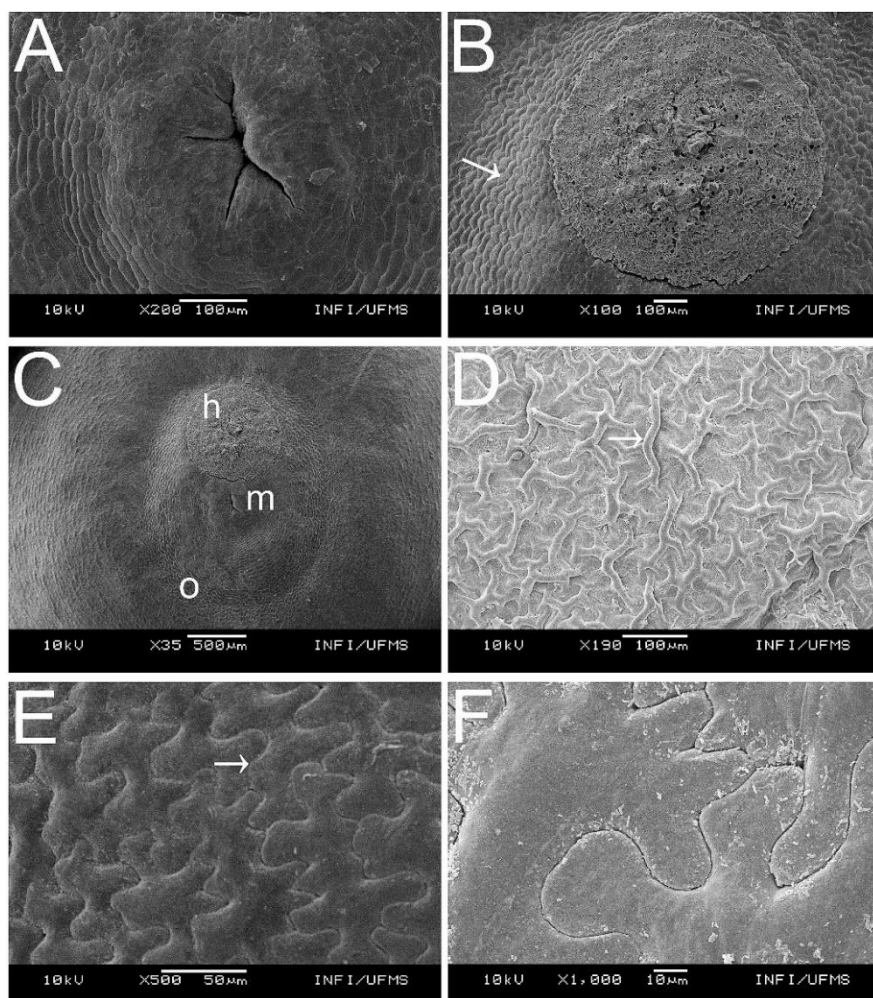


Figura 43. *Victoria amazonica*: região basal da semente com micrópila (A); detalhe do hilo, evidenciando formato diferenciado das células do opérculo (seta, B); região basal da semente com opérculo, hilo e micrópila (C); escultura primária reticulada com cristas proeminentes (D); detalhe das células da testa, com paredes anticlinaiscrenadas (seta, E); detalhe da escultura secundária e da parede anticlinal afundada (F). (h=hilo; m=micrópila; o=opérculo).

ONAGRACEAE

Diásporos cilíndricos (*Ludwigia decurrens* e *L. tomentosa*), elipsoides (*L. inclinata*, *L. leptocarpa*, *L. sedioides* e *L. sericea*), suborbiculares (*L. lagunae* e *L. octovalvis*) e retangulares (*L. helminthorrhiza* e *L. peploides*). Rafe inflada em *L. lagunae* e *L. octovalvis*, linear em *L. decurrens*, *L. tomentosa*, *L. inclinata*, *L. leptocarpa*, *L. sedioides* e *L. sericea*, rafe não visível na superfície do diásporo de *L. helminthorrhiza* e *L. peploides*. Complexo funículo-micrópila como um bico termino-basal em *L. inclinata*, *L. filiformis*, *L. lagunae*. Padrão de escultura primário reticulado compartilhado pela maioria das sementes avaliadas, com exceção de *L. decurrens* e *L. tomentosa*, que apresentam escultura estriada. Escultura secundária coliculada compartilhada por *L. decurrens*, *L. filiformis*, *L. lagunae*, *L. octovalvis* e *L. sericea* e ausente nas demais espécies. Podem apresentar estruturas especializadas à

dispersão como a rafe inflada e modificações do endocarpo, firme em forma de ferradura, destacável em *L. leptocarpa* e lenhoso e fixo em *L. helminthorrhiza* e *L. peploides*.

Ludwigia decurrens Walter

Semente cilíndrica (Figura 44A); com 0,48 x 0,24 mm; superfície glabra, coloração amarelo-palha; calaza apical, em elevação semicircular (Figura 44B); micrópila não distinguível; hilo ventral, sub-basal, com resquícios da abscisão funicular (Figura 44C); rafe ventral (Barua 2010), linear estreita, não inflada, rugosa (Figura 44D). Testa composta por células prismáticas alongadas transversalmente, dispostas em colunas longitudinais paralelas (Eyde 1978); escultura primária estriada-curta (Figura 44E), paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas com escultura secundária coliculada (Figura 44F).

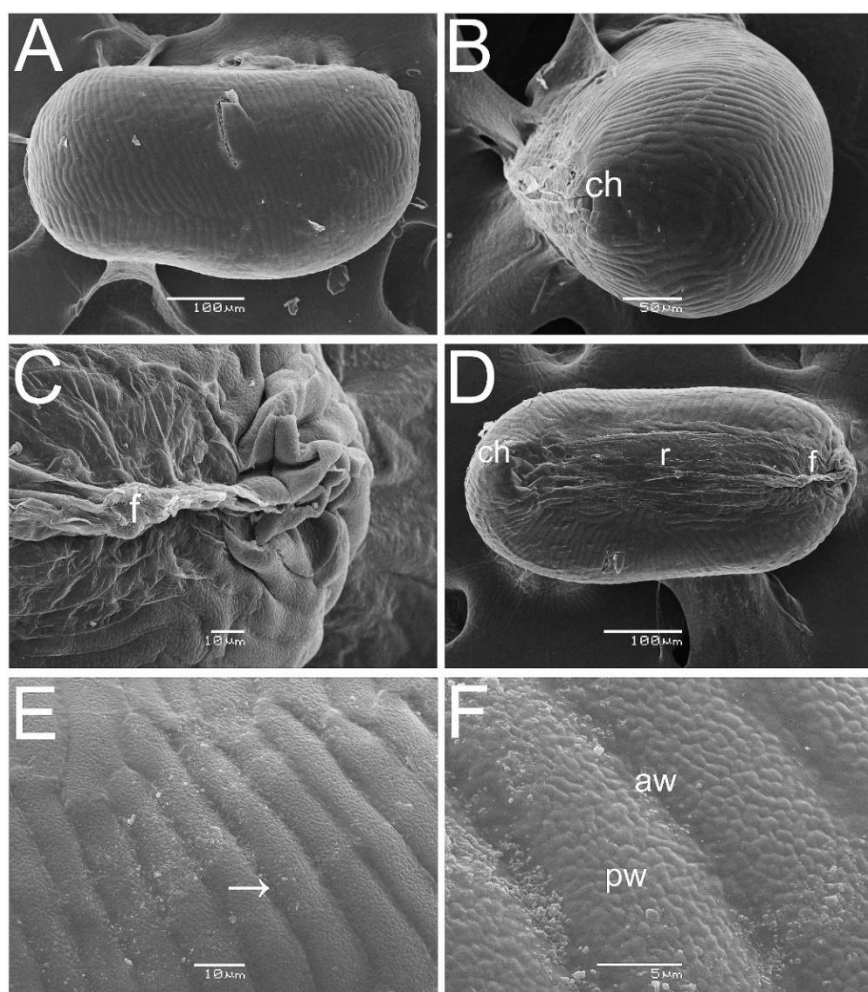


Figura 44. *Ludwigia decurrens*: face dorsal da semente (A); extremidade apical com calaza pouco conspícua (B); extremidade basal com resquícios da região de abscisão do funículo (C); face ventral da semente com rafe não inflada alargada (D); escultura primária estriada-curta, evidenciando a parede anticlinala profundada (seta, E); escultura secundária coliculada (F). (aw= parede anticlinal; ch= calaza; f= funículo; pw= parede periclinal; r= rafe).

Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) H. Hara

A unidade de dispersão é composta pela semente envolta por estrutura esponjosa (Figura 45A), modificação do endocarpo, que possui formato retangular em contorno e triangular em secção transversal (Figura 45B); com 1,82 x 1,34 mm; coloração amarelada a castanho. Superfície composta por células retangulares (Figura 45C); escultura primária reticulada-irregular; paredes anticlinais retas e elevadas e paredes periclinais suavemente convexas e lisas; presença de lacunas aeríferas e cristais de ráfides abundantes (Figura 45C). A semente pode ser isolada utilizando instrumentos em laboratório (Figura 45D), no entanto, não ficam claros os componentes da testa, e na maioria dos casos a integridade das estruturas é perdida.

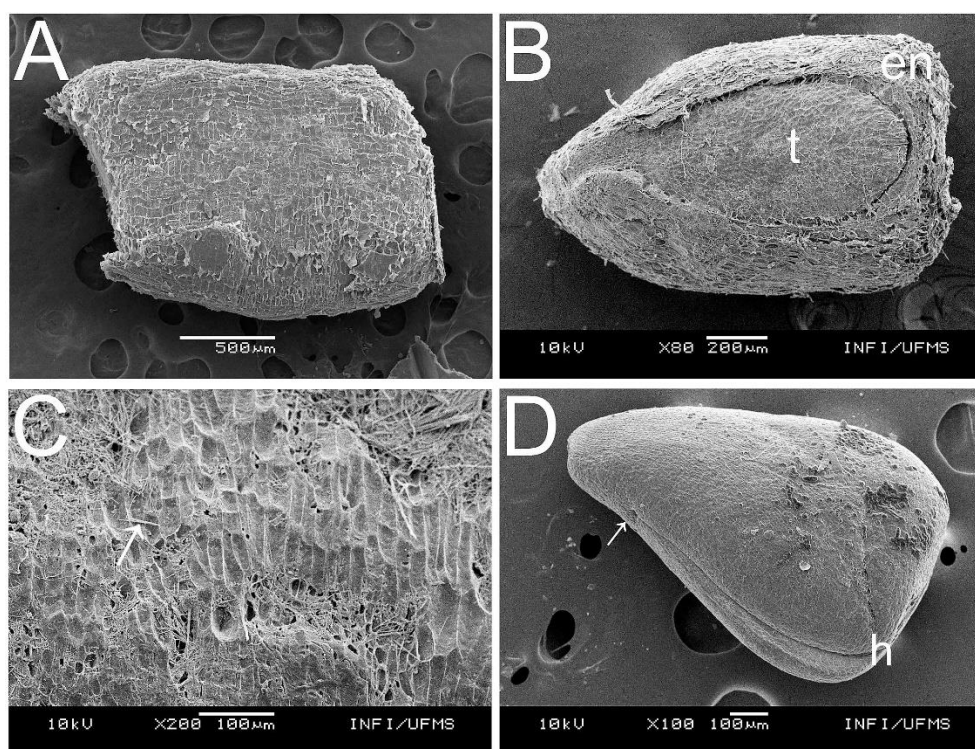


Figura 45. *Ludwigia helminthorrhiza*: diásporo composto pela semente e o endocarpo modificado (A); diásporo com testa na região central envolta pelo endocarpo modificado (B); superfície do diásporo com ráfides (seta, C); semente com hilo linear ventral semi-circundante, seta evidenciando a localização do poro micropilar (D). (en=endocarpo; h=hilo; t=testa).

Ludwigia inclinata (L. f.) Raven

Semente elipsoide (Figura 46A); com 0,52 x 0,32; superfície glabra de coloração amarelo-palha; calaza apical, circular, levemente elevada, rugosa (Figura 46B); complexo funículo-micrópila basal (Figura 46C), no qual a micrópila destaca-se como um bico pouco

conspícuo; rafe ventral, linear estreita, estriado-rugosa (Figura 46D). Testa composta por células alongadas no sentido transversal da semente, em forma de bastonete, e dispostas em colunas longitudinais paralelas; escultura primária reticulada (Figura 46E); paredes anticlinais retas com ornamentação levemente foveolada; paredes periclinais convexas com escultura secundária lisa a suavemente estriada (Figura 46F).

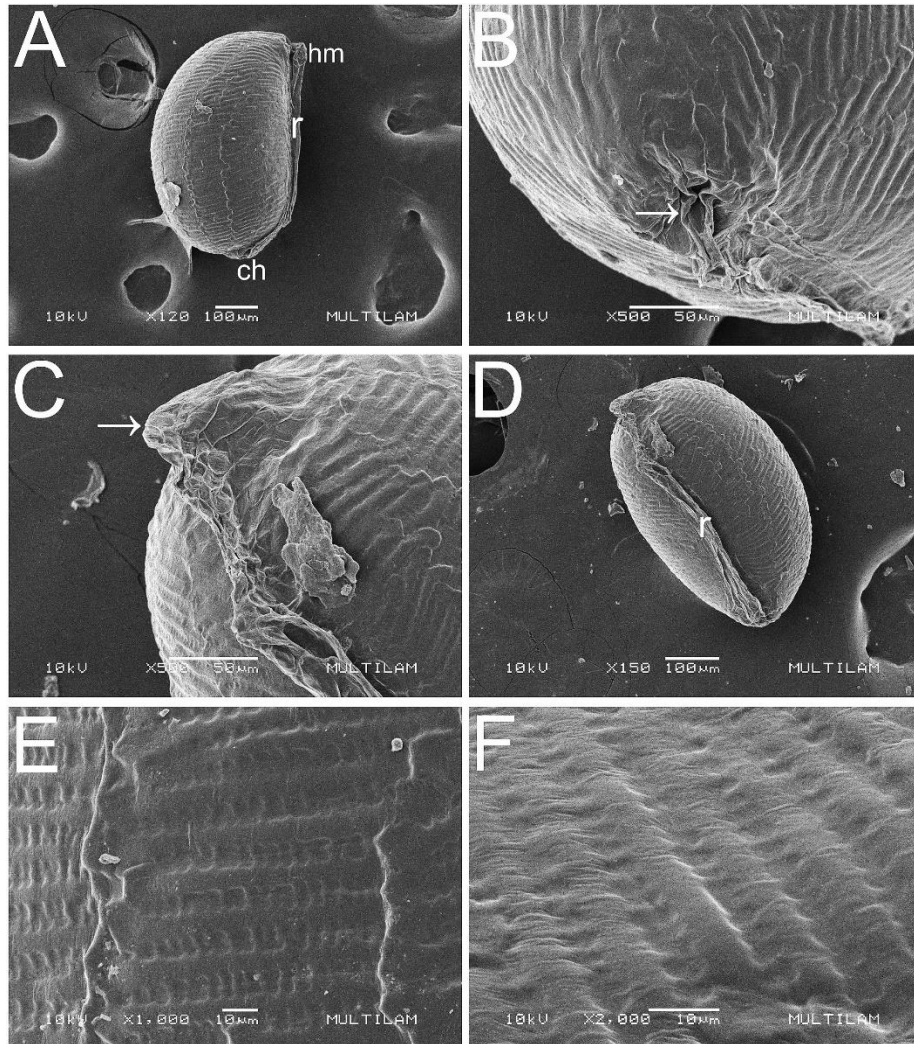


Figura 46. *Ludwigia inclinata*: face dorsal da semente (A); extremidade apical com calaza rugosa (seta, B); complexo funículo-micrópila basal (seta, C); face ventral da semente com rafe estreita (D); escultura primária reticulada (E); escultura secundária lisa a suavemente estriada (F). (ch= calaza; hm=complexo funículo-micrópila; r=rafe).

Ludwigia lagunae (Morong) H. Hara

Semente suborbicular (Figura 47A); com 0,49 x 0,41 mm; superfície glabra; coloração amarelo-palha; calaza ausente; complexo funículo-micrópila basal, no qual a micrópila destaca-se como uma bico pouco conspícuo (Figura 47B), ocasionalmente ausente (Figura 47C); rafe bem desenvolvida (Figura 47D), semelhante ao corpo da semente em

tamanho e forma, já descrito para o gênero por Eyde (1978), que indicou o tamanho das sementes com cerca de 0,47 x 0,25, com células prismáticas dispostas longitudinalmente (Figura 47A). Testa composta por células semelhantes à *L. decurrens*; escultura primária reticulada (Figura 47E); paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas com escultura secundária coliculada (Figura 47F).

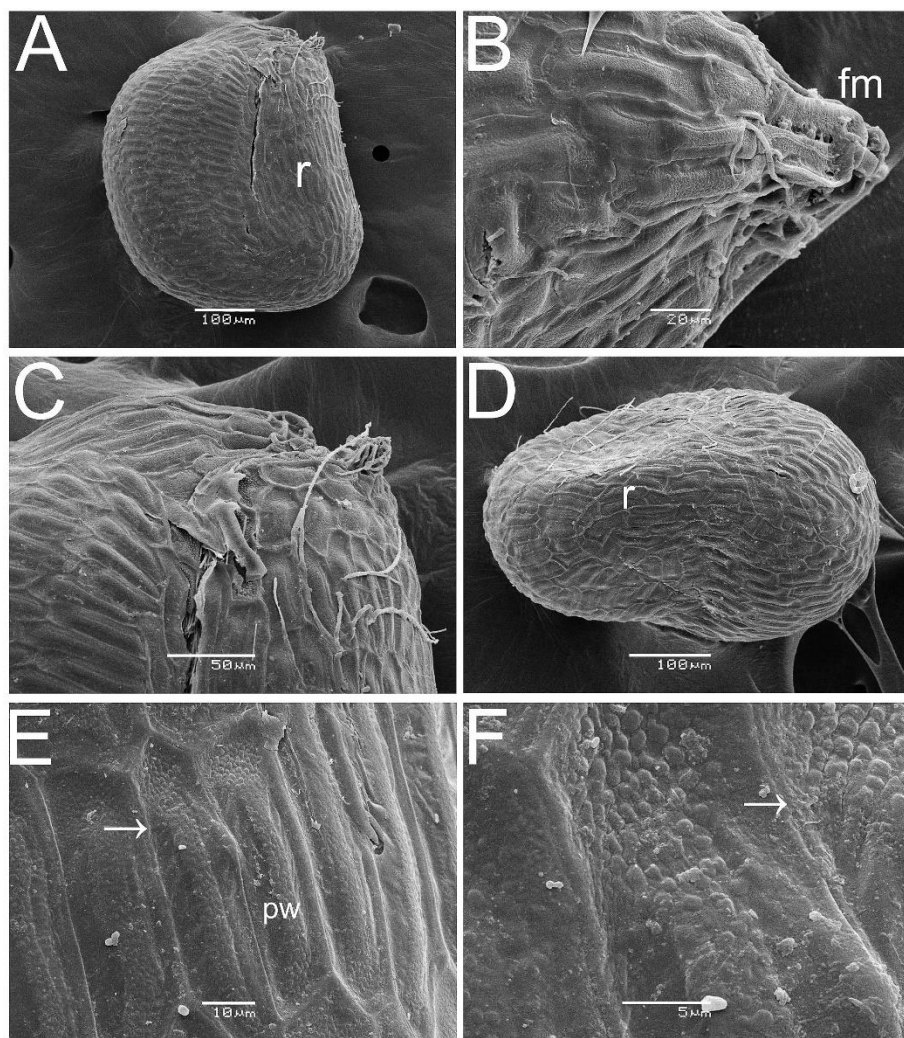


Figura 47. *Ludwigia lagunae*: semente, com rafe ventral inflada (A); extremidade basal com funículo protuberante subcuneiforme (B); escultura primária da testa reticulada, seta indicando a parede anticlinal levemente elevada (C); escultura secundária coliculada, seta indicando a parede anticlinal (D). (fm=complexo funículo-micrópila; pw=parede periclinal; r=rafe).

Ludwigia leptocarpa (Nutt.) H. Hara.

Semente elipsoide (Figura 48A); com 0,96 x 0,46 mm; superfície glabra; coloração amarelo-palha; calaza apical; semicircular elevada (Figura 48B); complexo funículo-micrópila basal como uma pequena protuberância subcuneiforme com aspecto reticulado

(Figura 48C); rafe ventral, linear estreita conforme citado por Barua (2010), não inflada, rugosa. Células da testa semelhantes às de *L. inclinata*; escultura primária reticulada, paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 48D). A unidade de dispersão é composta pela semente aderida a uma estrutura esponjosa em forma de ferradura (Figura 48E), modificação do endocarpo, composta por células isodiamétricas e espaços aeríferos que proporcionam um aspecto reticulado-foveolado (Figura 48F), com aproximadamente 1,06 x 0,76 mm.

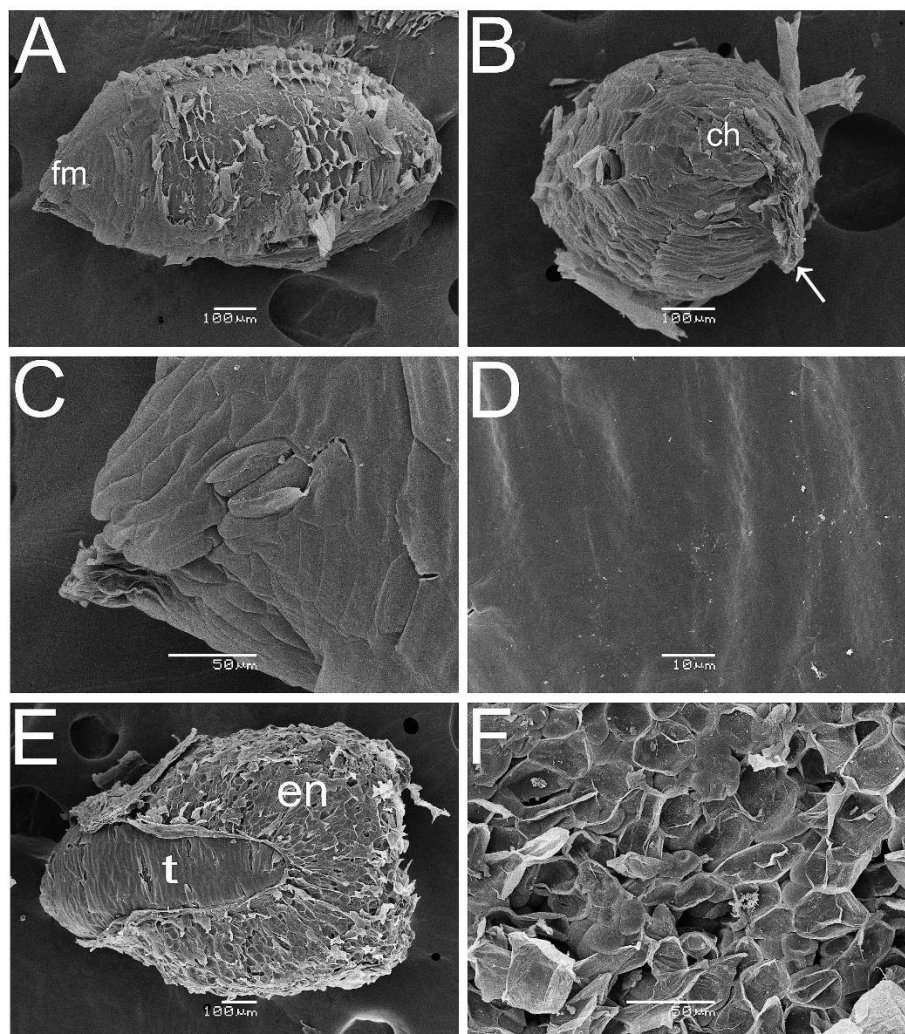


Figura 48. *Ludwigia leptocarpa*: semente evidenciando escultura primária estriada (A); extremidade apical indicando a calaza, seta na rafe (B); região do complexo funículo-micrópila (C); testa com escultura secundária lisa (D); diásporo composto pela semente e endocarpo com escultura reticulada-foveolada (E); detalhe do endocarpo com células isodiamétricas e espaços aeríferos que proporcionam um aspecto reticulado-foveolado (F). (ch=calaza; en=endocarpo; fm=complexo funículo-micrópila; t=testa).

Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H. Raven

Semente suborbicular (Figura 49A), semelhante à de *L. lagunae*; com 0,56 x 0,59 mm; calaza, micrópila, funículo e rafe semelhantes à *L. lagunae*; rafe com 0,56 x 0,33 mm (Figura 49B). Testa composta por células semelhantes às de *L. decurrens*; escultura primária reticulada, paredes anticlinais retas, levemente elevadas (Figura 49C); paredes periclinais convexas com escultura secundária coliculada (Figura 49D).

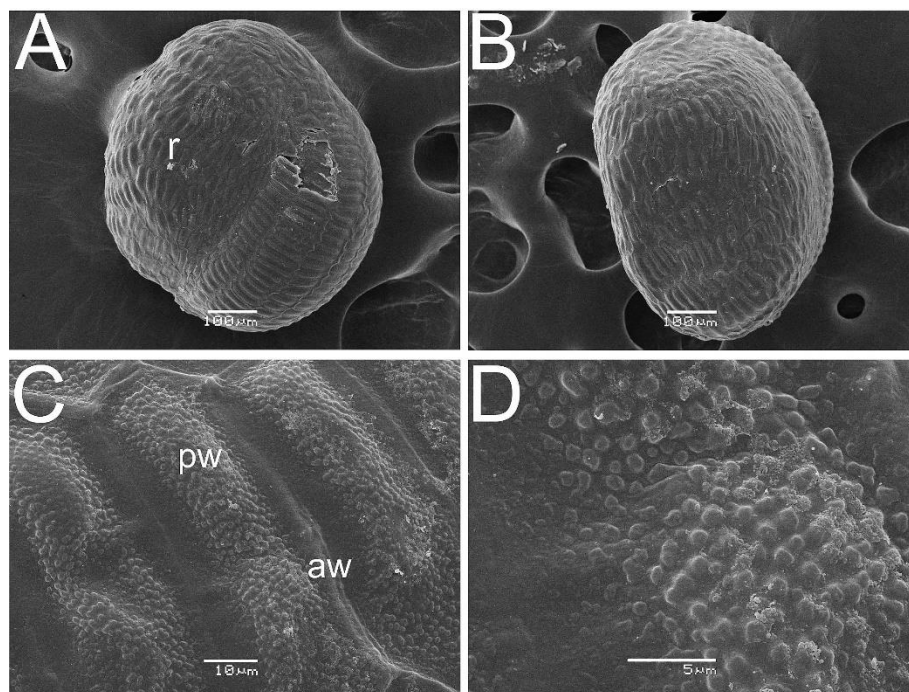


Figura 49. *Ludwigia octovalvis*: semente com rafe ventral inflada (A); vista lateral da rafe (B); escultura primária da testa reticulada, com parede periclinal com elevação central (C); escultura secundária coliculada (D). (aw=parede anticlinal; pw=parede periclinal; r=rafe).

Ludwigia peploides (HBK) Raven

A unidade de dispersão é composta pela semente aderida a uma estrutura esponjosa, resultado de modificação do endocarpo, morfologicamente semelhante ao diásporo de *L. helminthorrhiza*; com 1,31 x 0,96 mm; coloração amarelo-palha (Figuras 50A, B). Não foi possível separar a semente do tecido do endocarpo mantendo sua integridade, no entanto, observa-se a região da micrópila como um bico alongado terminal apical (Figura 50C), morfologicamente semelhante à micrópila de *L. sedioides*. Para Eyde (1978) a rafe em Onagraceae desce pela cavidade apical e o grande feixe vascular longitudinal ocupa o sulco dorsal. Superfície composta por células poligonais, com paredes anticlinais retas a paredes periclinais planas, dispostas de forma irregular (Figura 50D), envoltas por excreção

epicuticular densa que encobre as células das camadas externas em quase toda a superfície; contém lacunas aeríferas.

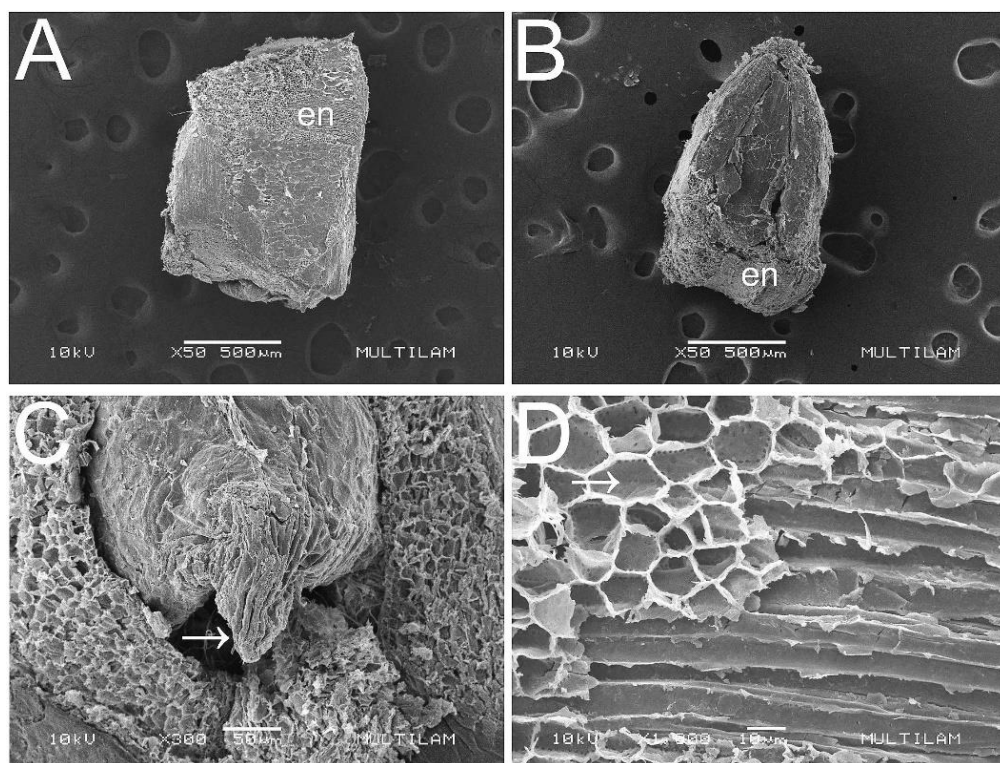


Figura 50. *Ludwigia peploides*: diásporo composto pela semente e o endocarpo modificado (A); diásporocomtesta na região central, envolta pelo endocarpo modificado (B); micrópila em bico alongadoterminal apical (seta, C); células do endocarpo com paredes retas e formatos diversos(D). (en=endocarpo).

Ludwigia sedioides (Humb. &Bonpl.) H. Hara

Semente estreitamente elipsoide, levemente curvada (Figura 51A); com 1,01 x 0,35 mm; superfície glabra; coloração amarelo-palha; calaza apical, circular, levemente protuberante (Figura 51B); micrópila basal, como uma protuberância aguda curta (Figura 51C); hilo ventral com resquícios do funículo (Figura 51D); rafe ventral, reduzida e inconspícua (Figura 51E), de aspecto estriado-rugoso (Figura 51F), estende-se da calaza até a região mediana da semente. Células da testa semelhantes às de *L. decurrens*; escultura primária reticulada (Figura 51G), paredes anticlinais evidentes e retas e paredes periclinais levemente convexas e lisas (Figura 51H).

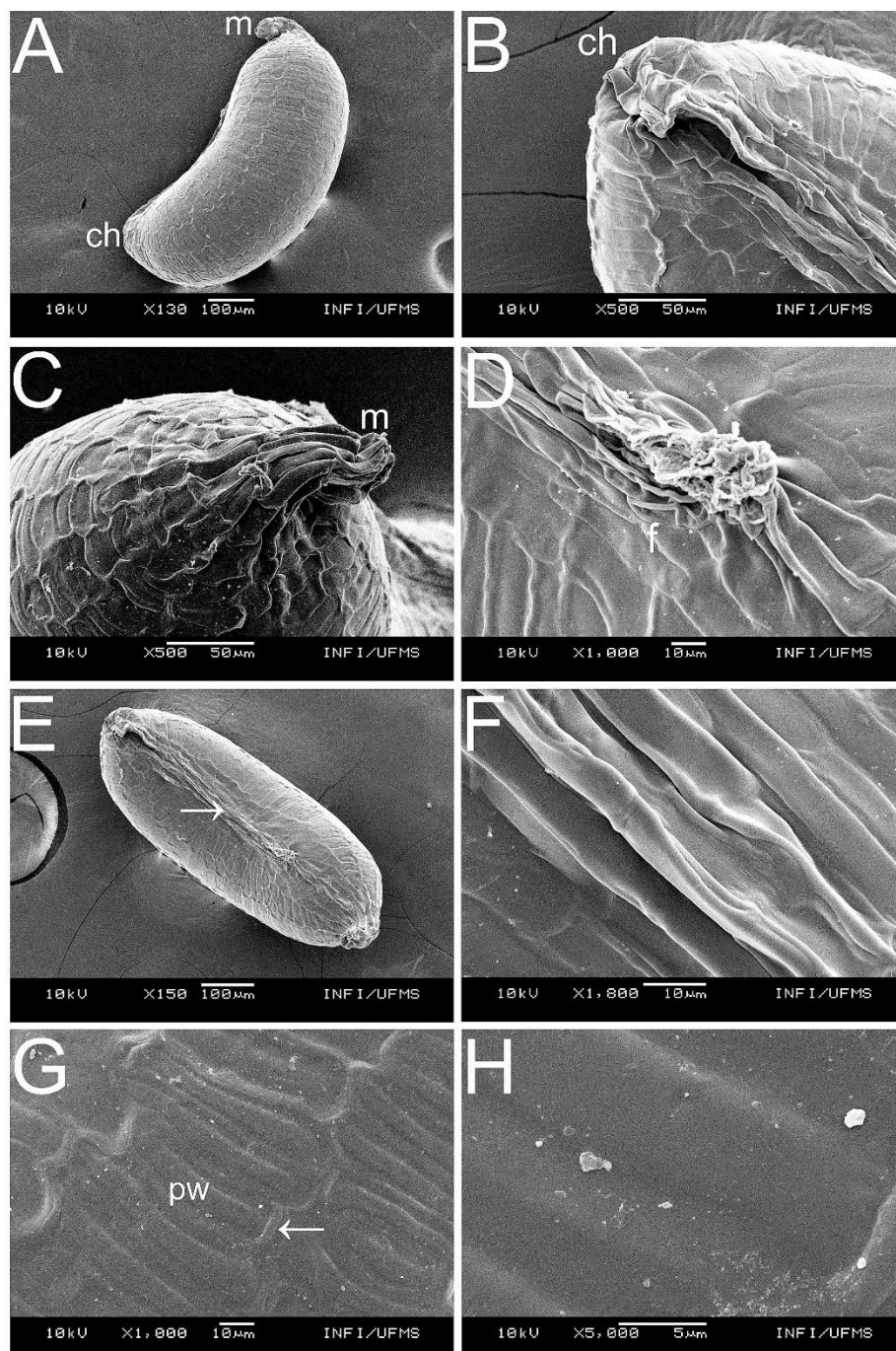


Figura 51. *Ludwigia sedioides*: aspecto geral da semente (A); extremidade apical com calaza bem delimitada (B); extremidade basal com micrópila filiforme curta (C); detalhe do ponto de abscisão do funículo (D); face ventral da semente com rafe não inflada estreita, seta indicando o ponto de abscisão do funículo (E); detalhe da escultura da rafe (F); escultura primária finamente reticulada, com parede anticlinal levemente elevada (seta, G); escultura secundária lisa (H). (ch=calaza; f=funículo; m=micrópila; pw=parede periclinal; r=rafe).

Ludwigia tomentosa (Cambess.) H. Hara

Semente cilíndrica (Figura 52A); com 0,53 x 0,29 mm; superfície glabra; coloração amarelo-palha; calaza ausente, micrópila basal como um bico pouco conspícuo (Figura 52B);

hilo ventral, sub-basal com resquícios da abscisão do funículo; rafe semelhante à *L. decurrens*. Testa composta por células prismáticas, dispostas em colunas longitudinais paralelas (Figura 52C); escultura primária estriada-curta, paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas com escultura secundária coliculada. Ambas as paredes apresentam ornamentação do tipo coliculado, no entanto, as ornamentações são maiores nas paredes anticlinais (Figura 52D).

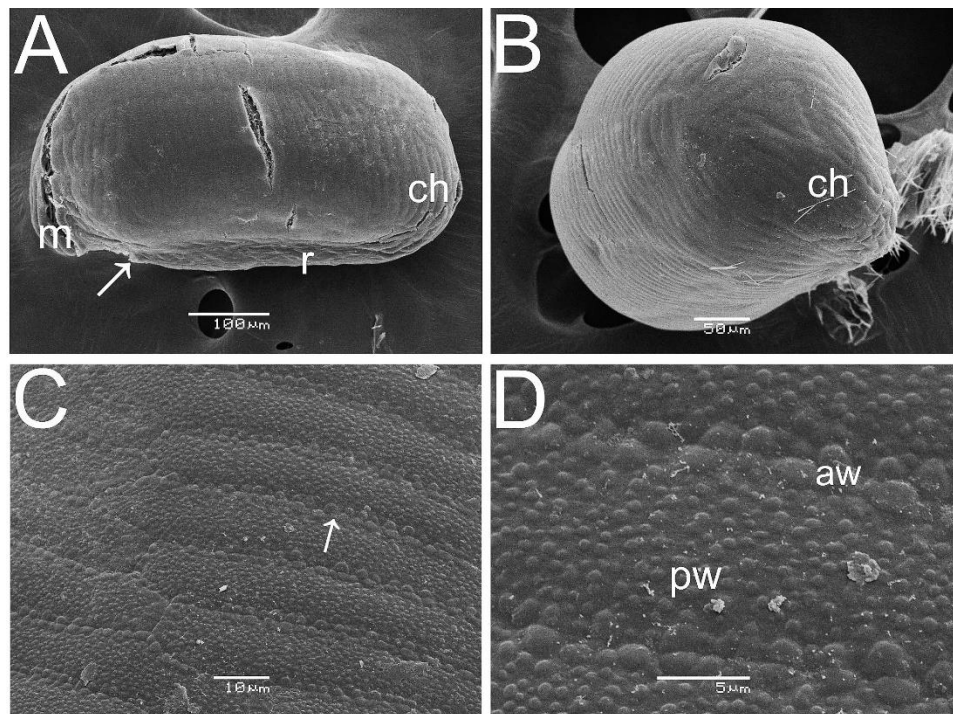


Figura 52. *Ludwigia tomentosa*: face lateral da semente, seta no ponto de abscisão do funículo (A); extremidade apical com calaza pouco conspícua (B); escultura primária estriada-curta, com ornamentação nos limites das paredes anticlinais (seta, C); escultura secundária coliculada (D). (aw=parede anticlinal; ch=calaza; m=micrópila; pw=parede periclinal; r=rafe).

PHYLLANTHACEAE

Phyllanthus fluitans Benth. ex Müll.Arg.

Semente obovoide (Figura 53A); trígona em secção transversal; com 1,40 x 1,02 mm; superfície glabra; coloração castanho; face dorsal fortemente convexa; superfície ventral carenada, subdividida em duas faces planas; calaza ausente; micrópila apical como uma protuberância circular devido à extensão do nucelo através da micrópila (Webster 2014) (Figura 53B); hilo basal como uma depressão semicircular de escultura rugosa (Figura 53C); rafe ausente. Testa com escultura primária reticulada; parede anticlinal curvada, de espessura

irregular e paredes periclinais côncavas com escultura secundária sutilmente rugosa (Figura 53D).

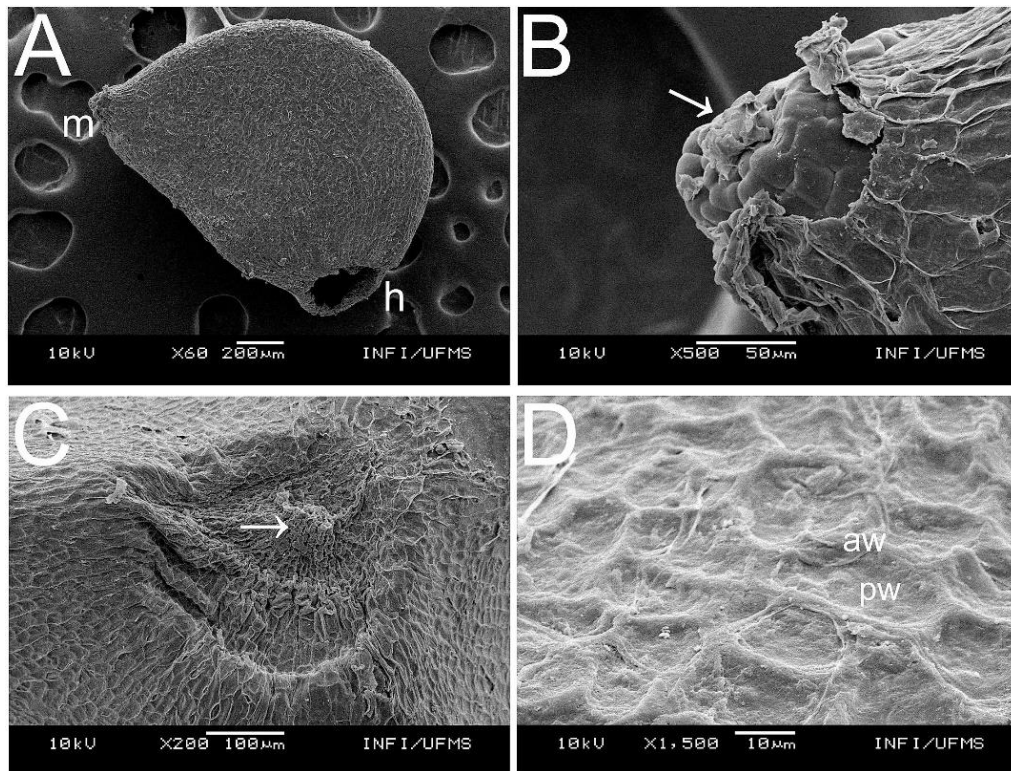


Figura 53. *Phyllanthus fluitans*: face ventral da semente (A); extremidade apical com micrópila (seta, B); detalhe do hilo (seta, C); detalhe da escultura secundária lisa (D). (aw=parede anticlinal; h=hilo; m=micrópila; pw=parede periclinal).

PLANTAGINACEAE

Sementes com formato, coloração, tamanho e configuração das estruturas da testa semelhantes, diferindo quanto à quantidade e distribuição das fileiras de células da testa. Ambas as espécies avaliadas apresentam escultura primária cristado-reticulada e escultura secundária coliculada, diferenciando-se pela presença de projeções cuticulares filiformes em *Bacopa arenaria*, ausentes em *B. australis*.

Bacopa arenaria (J.A. Schmidt) Loefgr. & Edwall

Semente cilíndrica a obovoide (Figura 54A); com 0,306 x 0,151 mm; superfície glabra; coloração castanho; calaza apical, como uma elevação circular; micrópila ausente; funículo basal, resquicial, com aspecto enrugado (Figura 54B); rafe ausente. Testa com células retangulares, distribuídas em aproximadamente seis fileiras longitudinais; escultura primária cristado-reticulada, paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas com

escultura secundária coliculada (Figura 54C). Sobre a superfície da semente encontram-se projeções cuticulares filiformes distribuídas de forma dispersa (Figura 54D).

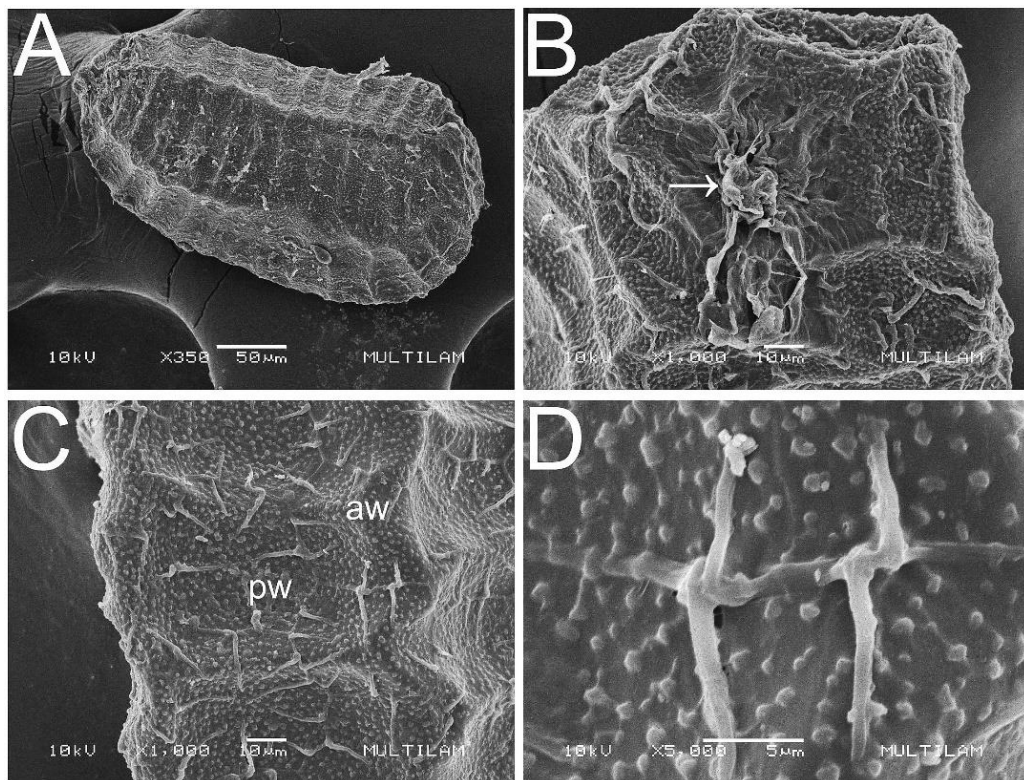


Figura 54. *Bacopa arenaria*: semente com escultura primária cristada-reticulada (A); extremidade basal com região hilo-micropilar, seta evidenciando os resquícios da abscisão do funículo (B); escultura secundária coliculada (C); detalhe das ornamentações filiformes sobre a testa (D). (aw=parede anticlinal; pw=parede periclinal).

Bacopa australis V.C. Souza

Semente cilíndrica (Figura 55A); com 0,36 x 0,21 mm; superfície glabra; coloração castanho; calaza apical, em depressão circular com escultura reticulada (Figura 55B); micrópila ausente; funículo basal, filiforme curto, com aspecto rugoso (Figura 55C); rafe ausente. Testa com células retangulares, distribuídas em aproximadamente 11 fileiras longitudinais; escultura primária cristado-reticulada, paredes anticlinais retas e paredes periclinais convexas, com escultura secundária coliculada (Figura 55D). A unidade dispersora pode ser constituída pelos frutos junto com os remanescentes do perianto, exibindo assim formato triangular (Figura 55E) e escultura irregular (Figura 55F).

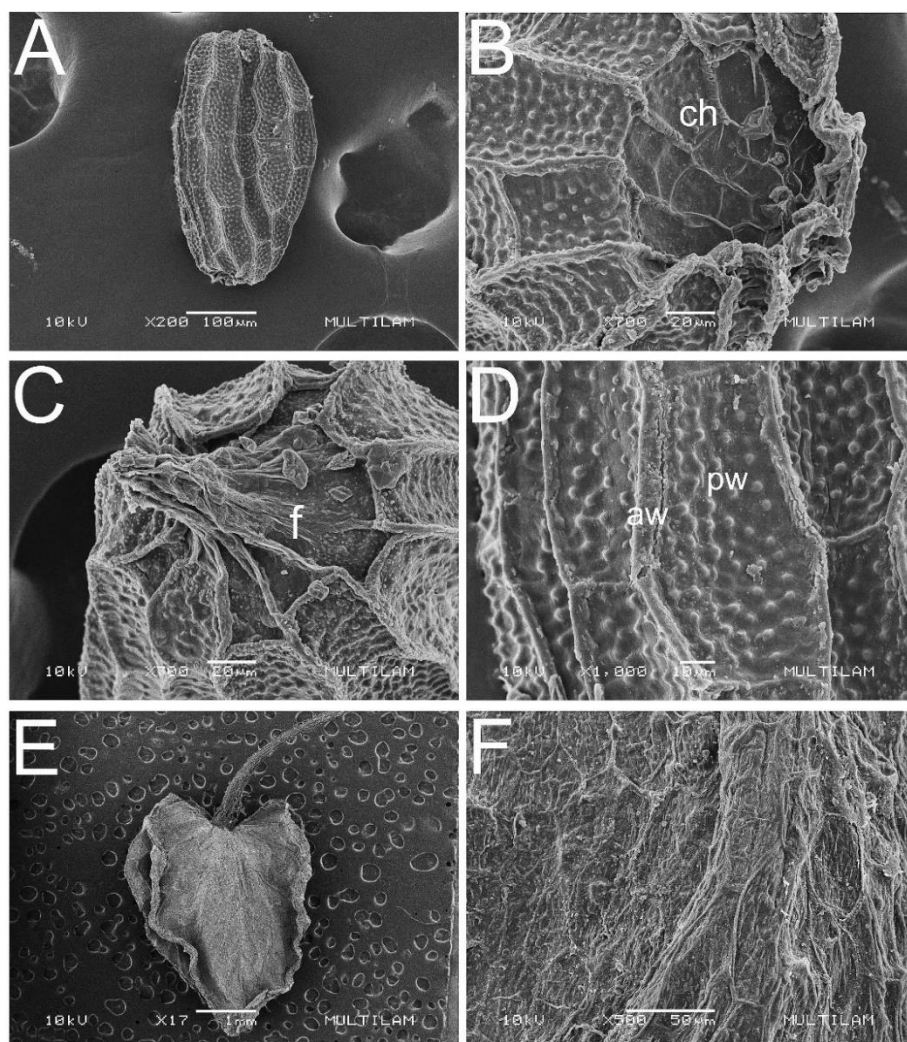


Figura 55. *Bacopa australis*: semente com escultura primária cristada-reticulada (A); extremidade apical com calaza (B); extremidade basal com funículo filiforme curto (C); escultura secundária coliculada (D); diásporo composto pelo cálice (ou por remanescentes do perianto), fruto e sementes (E); escultura primária do diásporo (F). (aw=parede anticlinal; ch=calaza; f=funículo; pw=parede periclinal).

POACEAE

Em Poaceae a unidade dispersora é a espiguetas, descrita como um fruto cariopse. Alguns autores definem o fruto como aquênio, principalmente para *Luziola*, onde o revestimento da semente é livre do pericarpo (Terrell & Robinson 1974, Martinez-y-Perez 2006, Kellogg 2015), no entanto, por estar relacionada à dissolução das camadas internas, esta característica não condiz com a definição de aquênio, e sim com uma cariopse nucóide (Filgueiras 1986, Chapman 1990).

O diásporo consiste na flor envolta em duas brácteas (sendo a interna a pálea e a externa o lema). Abaixo destas, mas ainda sob a articulação basal da espiguetas (=calo), pode haver mais um par de brácteas, denominadas de forma geral como glumas. No entanto, em

gêneros que possuem apenas a pálea e lema como brácteas bem desenvolvidas podem reunir diversas interpretações dos nomes dessas estruturas que compõem a unidade dispersora (Weatherwax 1929), neste caso, no presente trabalho adotaremos a nomenclatura utilizada por Hackel (1887).

Luziola bahiensis (Steud.) Hitchc.

Cariopse ovoide (Figura 56A); com 2,23 x 1,01 mm; coloração amarelo-palha; ápice agudo. Anderson & Hall (1993) descrevem o fruto portando um estilopódio curto e robusto, não observado neste trabalho; base arredondada, contém a cicatriz do ponto de inserção do fruto (Martínez-y-Pérez *et al.* 2008) (Figura 56B). A superfície do fruto apresenta escultura primária estriada, contendo numerosos corpos silicosos do tipo papilas, além de microespinhos distribuídos esparsamente; paredes anticlinais e periclinais não visíveis; escultura secundária coliculada (Figura 56C). O fruto é formado pelo lema e pálea, semelhantes em tamanho e textura, glumas são ausentes (Swallen 1965, Martínez-y-Pérez 2006, Kellogg 2015). Semente, quando isolada, apresenta escultura primária lisa a levemente estriada conforme observado por (Martínez-y-Pérez *et al.* 2008), com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas e lisas (Figura 56D).

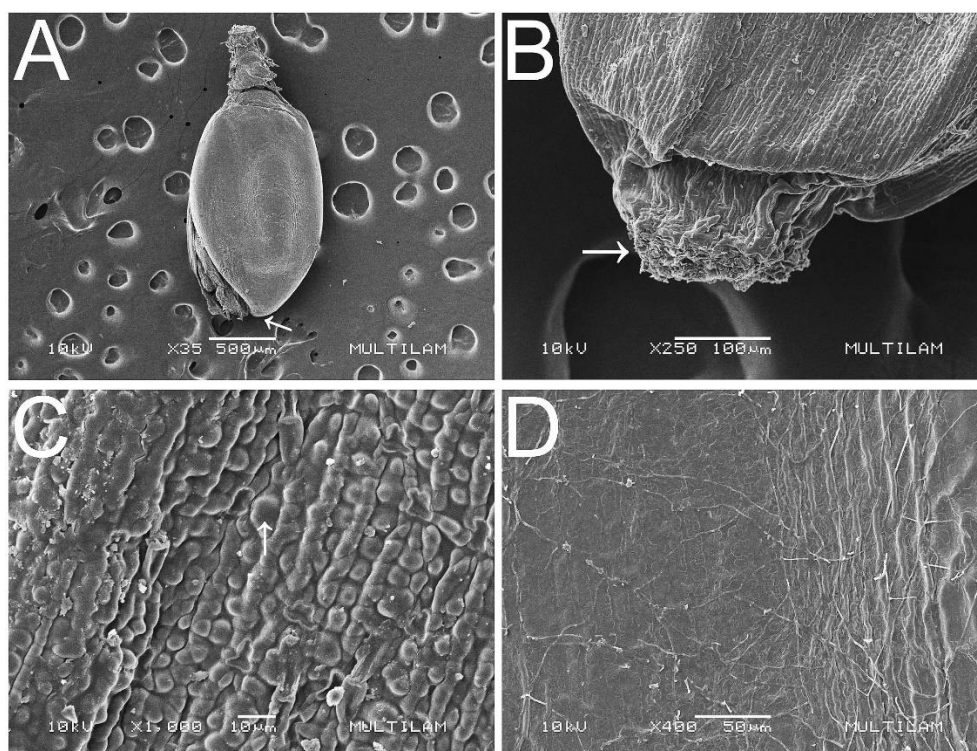


Figura 56. *Luziola bahiensis*: diásporo tipo cariopse com ápice agudo (seta, A); base com cicatriz do ponto de inserção do fruto (seta, B); escultura secundária coliculada, com corpos silicosos do tipo papilas (seta, C); escultura primária lisa a levemente estriada (D).

Luziola fragilis Swallen

Cariopse elipsoide (Figura 57A); com 1,78 x 0,69 mm; coloração amarelo-palha. Extremidades (Figuras 57A, B) similares às de *L. bahiensis*, diferindo-se por apresentar tricomas reduzidos no ápice (Figura 57A). Superfície com escultura primária estriada, paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais côncavas (Figura 57C); escultura secundária estriado-punctado com diversos corpos silicosos (Figura 57D), sendo: papilas cônicas organizadas em fileiras longitudinais na região central da parede periclinal (Figura 57C); corpos silicosos do tipo halteres, distribuídos de forma esparsa e longitudinalmente orientados (Figura 57D), observados por Leandro *et al.* (2016) na lâmina foliar. Configuração dos componentes do fruto semelhante à de *L. bahiensis*. A semente, quando isolada (Figura 57E), apresenta escultura primária estriada, paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas com escultura secundária estriado-foveolada (Figura 57F).

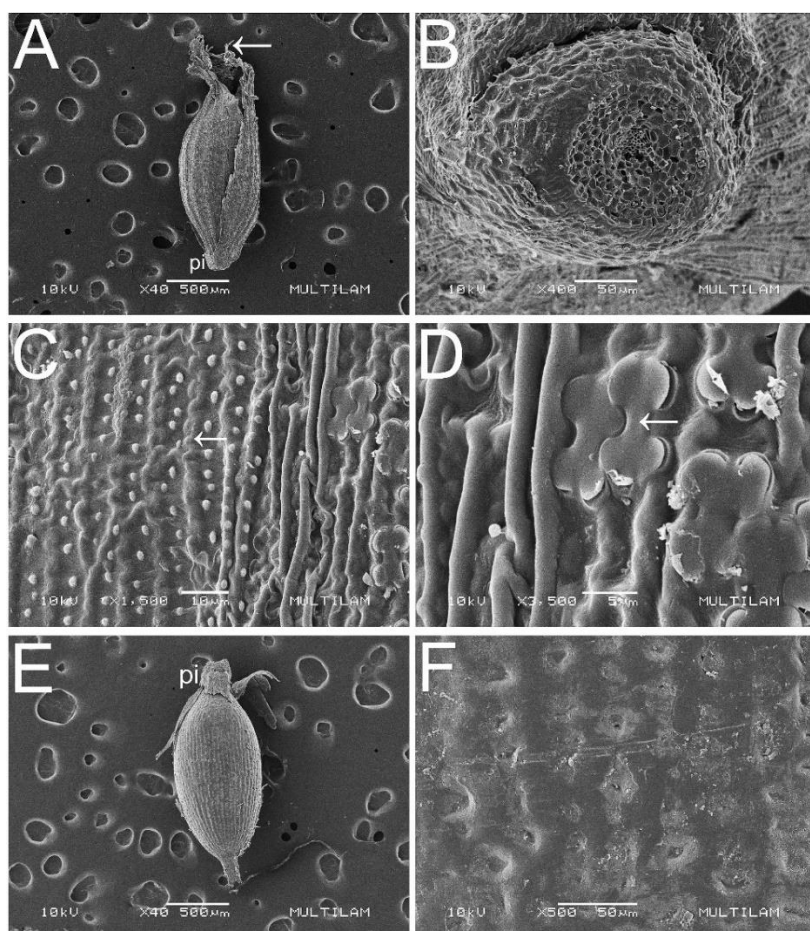


Figura 57. *Luziola fragilis*: diásporo tipo cariópse com tricomas reduzidos no ápice (seta, A); base com cicatriz do ponto de inserção do fruto (B); escultura primária estriada, com paredes anticlinais sinuosas (seta, C); escultura secundária com diversos corpos silicosos do tipo halteres (seta, D); semente com escultura primária estriada (E); escultura secundária estriado-foveolada (F). (pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo).

Luziola peruviana Juss. ex Gmel

Cariopse elipsoide a lanceolada (Figura 58A); com 1,92 x 0,65 mm; coloração amarelo-palha; ápice agudo; base subaguda, com estípite resquicial, curto, estriado (Figura 58B); superfície com escultura primária estriada, paredes anticlinais curvadas e inconspícuas, paredes periclinais planas e lisas com uma papila central; escultura secundária punctada (Figura 58C). Corpos silicosos do tipo papila, morfologicamente semelhantes aos de *L. fragilis*, no entanto é observada apenas uma papila central por célula; corpos silicosos em forma de cruz, distribuídos de forma esparsa, principalmente da porção término-basal, semelhante aos observados por Leandro *et al.* (2016) na lâmina foliar. A configuração dos componentes do fruto assemelha-se à de *L. bahiensis*. A semente, quando isolada, apresenta escultura primária lisa a levemente estriada; paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e levemente elevadas com escultura secundária lisa a levemente rugosa (Figura 58D), também observada por Martinez-y-Perez (2006).

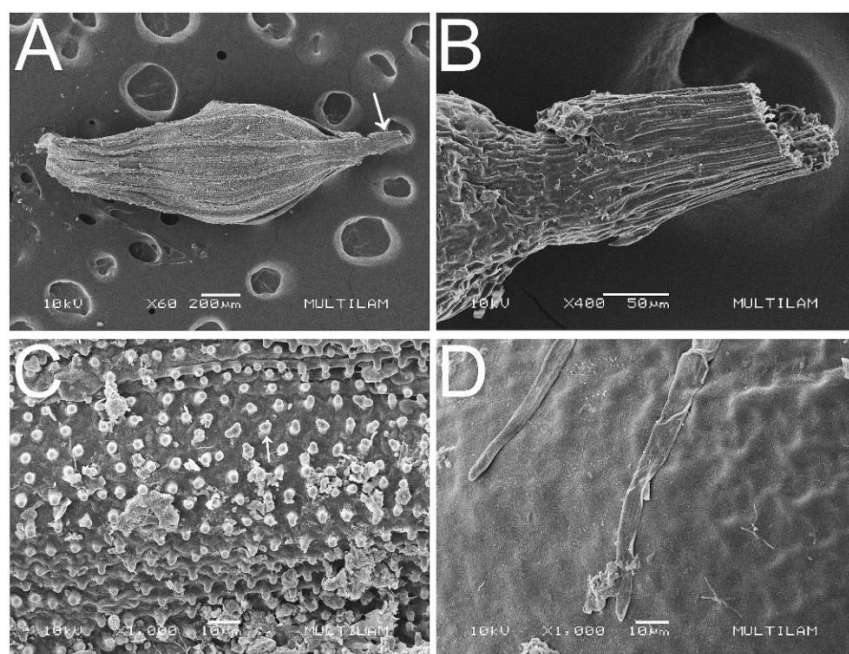


Figura 58. *Luziola peruviana*: diásporo tipo cariopse com estípite resquicial (seta, A); base com detalhe do estípite resquicial (B); escultura secundária punctada, evidenciando corpos silicosos do tipo papilas (seta, C); escultura secundária lisa a levemente rugosa(D).

Oryza glumaepatula Steud.

Cariopse estreito-elipsoide; com 12,09 x 2,57 mm; coloração amarelo-palha; ápice apiculado (Figura 59A); base arredondada, apresenta um afunilamento seguido por uma região globosa, denominada ráquila (Figura 59B) (Sánchez & Espinoza 2005; =*oryzal*

rachille, Terrel *et al.* 2001), local de inserção dos lemas inférteis (Naredo *et al.* 1993) (=glumas, Terrel *et al.* 2001), levemente estriadas. Superfície do fruto com escultura primária estriada (Figura 59C), paredes anticlinais retas, paredes periclinais convexas com escultura secundária do tipo tuberculada-equinada (Figura 59D). Corpos silicosos (=papilas lignificadas, Sanchez & Espinoza 2005) (Figuras 59D e 59E), dos tipos: papilas, espinhos (=prickle hairs, Naredo *et al.* 1993; =prickle, Sumanon & Traiperm 2013), microtricomas e complexos de tubérculos. A semente, quando isolada, apresenta formato linear-elipsoide; com 5,20 x 1,23 mm (Figura 59F); calaza e micrópila ausentes; funículo término-basal curto, reticulado e extremidade apical com estilete remanescente (Figura 59G); rafe ausente. Testa com células retangulares; escultura primária reticulada; paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais côncavas; escultura secundária rugosa (Figura 59H).

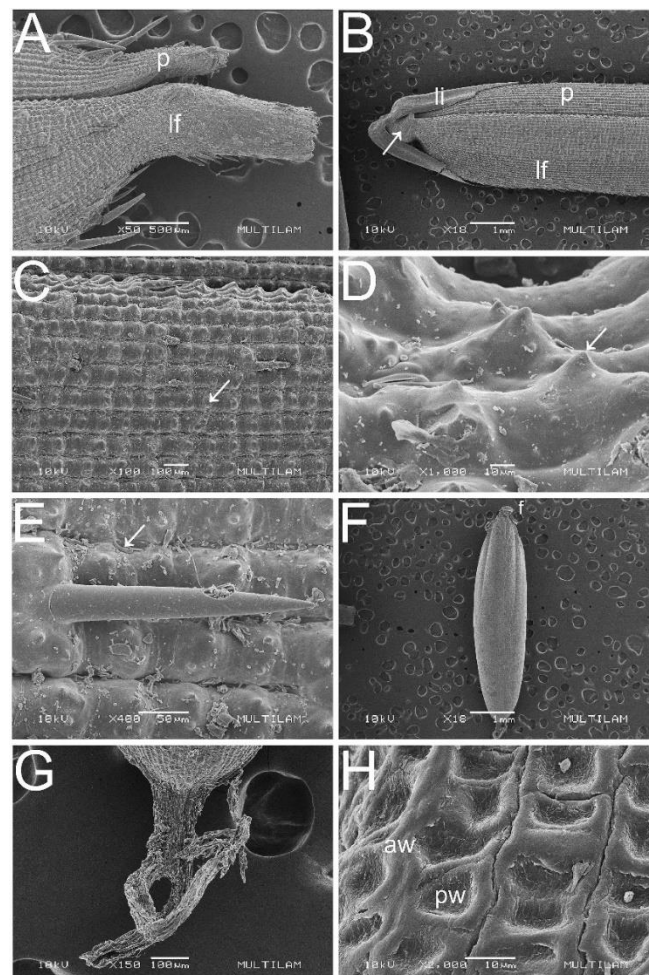


Figura 59. *Oryza glumaepatula*: extremidade apical do diásporo tipo cariópse (A); região basal do diásporo, com seta evidenciando a ráquila (seta, B); ornamentação da superfície do fruto com corpos silicosos (seta, C); detalhe do corpo silicoso (seta, D); projeções em forma de espinho e demais corpos silicosos, seta evidenciando os microtricomas (seta, E); semente com extremidade basal com funículo (F); extremidade apical com resquícios do estilete (G); escultura secundária reticulada (H). (aw=parede anticlinal; f=funículo; lf=lema fértil; li=lema infértil; p=pálea; pw=parede periclinal).

Oryza latifolia Desv.

Cariopse estreito-elipsoide; com 8,69 x 2,14 mm; coloração amarelo-palha; ápice apiculado e com muitos espinhos (Figura 60A); base arredondada com ráquila diminuta, cilíndrica, com lemas inférteis estriadas (Figura 60B). Superfície do fruto com escultura primária estriada (Figura 60C), paredes anticlinais retas, paredes periclinais convexas com escultura secundária tuberculada-equinada e corpos silicosos (Figura 60D). Corpos silicosos semelhantes aos descritos para *O. glumaepatula* (Figura 60E). A semente, quando isolada, apresenta formato linear-elipsoide; com 6,35 x 1,51 mm; calaza e micrópila ausentes; funículo basal, resquicial, reticulado; rafe ausente. Testa com células arredondadas; escultura primária rugosa-tênue, paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 60F).

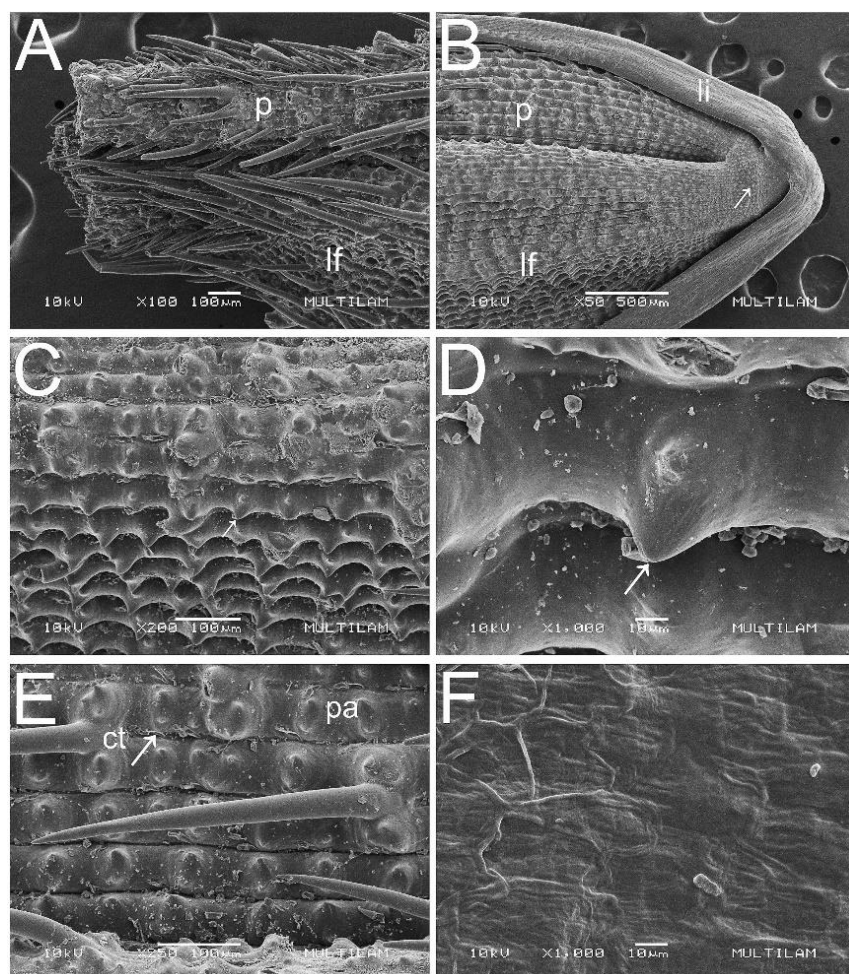


Figura 60. *Oryza latifolia*: extremidade apical do diásporo com espinhos (A); região basal do diásporo, com seta evidenciando a ráquila (B); ornamentação da superfície do fruto com corpo silicoso (seta, C); detalhado corpo silicoso (seta, D); projeções em forma de espinho e demais corpos silicosos, e microtricomias (seta, E); escultura secundária da semente (F). (ct=complexo de tubérculos; lf=lema fértil; li=lema infértil; p=pálea; pa=papila).

Steinchisma laxum (Sw.) Zuloaga

Cariopse elipsoide; com 1,1 x 0,41 mm; face dorsal convexa composta pelo lema e face ventral plana composta pela pálea (Figura 61A); coloração amarelo-palha; ápice apiculado com tricomas terminais alongados (Figura 61B), pequenas estruturas silicosas semelhantes a espinhos e estômatos abundantes (Figura 61C); base obtusa, com cicatriz do ponto de inserção (Figura 61D). A superfície do fruto é composta por células alongadas longitudinalmente; escultura primária papilada, paredes anticlinais retas, pouco demarcadas e paredes periclinais levemente convexas e com escultura secundária lisa. Corpos silicosos (Figuras 61C) do tipo papila (Figura 61E) distribuídos regularmente na face dorsal do diásporo (Figura 61F), semelhante ao encontrado por Zuloaga & Morrone (1996) e Aliscioni *et al.* (2003) em espécies congêneres, enquanto na face ventral as papilas estão concentradas nas extremidades basal e apical.

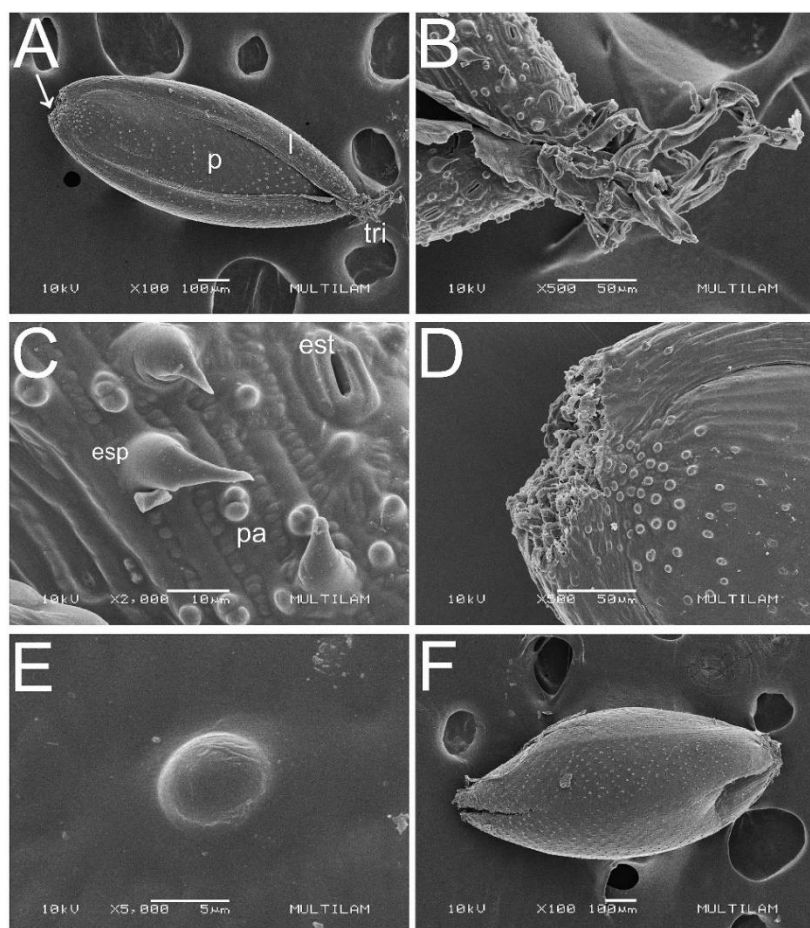


Figura 61. *Steinchisma laxum*: face ventral do diásporo, com ponto de inserção do fruto (seta, A); extremidade apical com tricomas (B); detalhe das ornamentações da extremidade apical com corpos silicosos abundantes (C); detalhe da extremidade basal do diásporo (D); detalhe da papila e escultura secundária lisa (E); face dorsal do diásporo com papilas regularmente distribuídas (F). (esp=espinho; est=estômato; l=lema; p=pálea; pa=papila; tr=tricoma).

POLYGONACEAE

A unidade dispersora é o próprio aquênio, que pode ou não estar envolto parcial ou totalmente pelo perigônio. Todas espécies estudadas apresentam superfície glabra, brilhante, coloração castanho a preto; ápice apiculado com estilete curto, também descrito como bico (=beak, Kong & Hong 2018) e base arredondada.

Polygonum acuminatum Kunth

Aquênio largo-elipsoide (Figura 62A); lenticular; com 2,83 x 2,61 mm; estilete estriado no sentido longitudinal (Figura 62B); base com cicatriz de inserção, perigônio ausente (Figura 62C). Escultura primária foveo-rugulada, paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 62D).

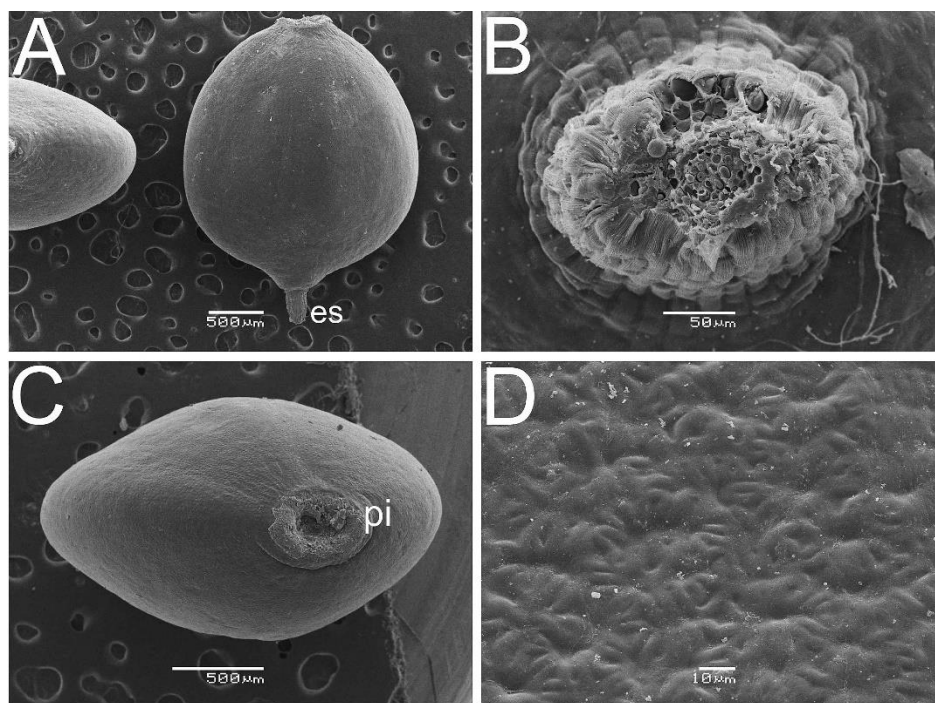


Figura 62. *Polygonum acuminatum*: diásporo tipo aquênio (A); detalhe do estilete remanescente estriado (B); extremidade basal com a cicatriz do ponto de inserção do fruto (C); escultura primária foveo-rugulada (D). (es=estilete; pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo).

Polygonum ferrugineum Wedd.

Aquênio largo-elipsoide (Figura 63A); lenticular; com 2,644 x 1,948 mm; estilete com estrias longitudinais (Figura 63B); perigônio resquicial reticulado (Figura 63C), ocasionalmente ausente (Figura 63D) ou envolvendo todo o aquênio (Figura 63E). Escultura primária lisa a levemente foveo-rugulada (Figura 63F), paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas e lisas.

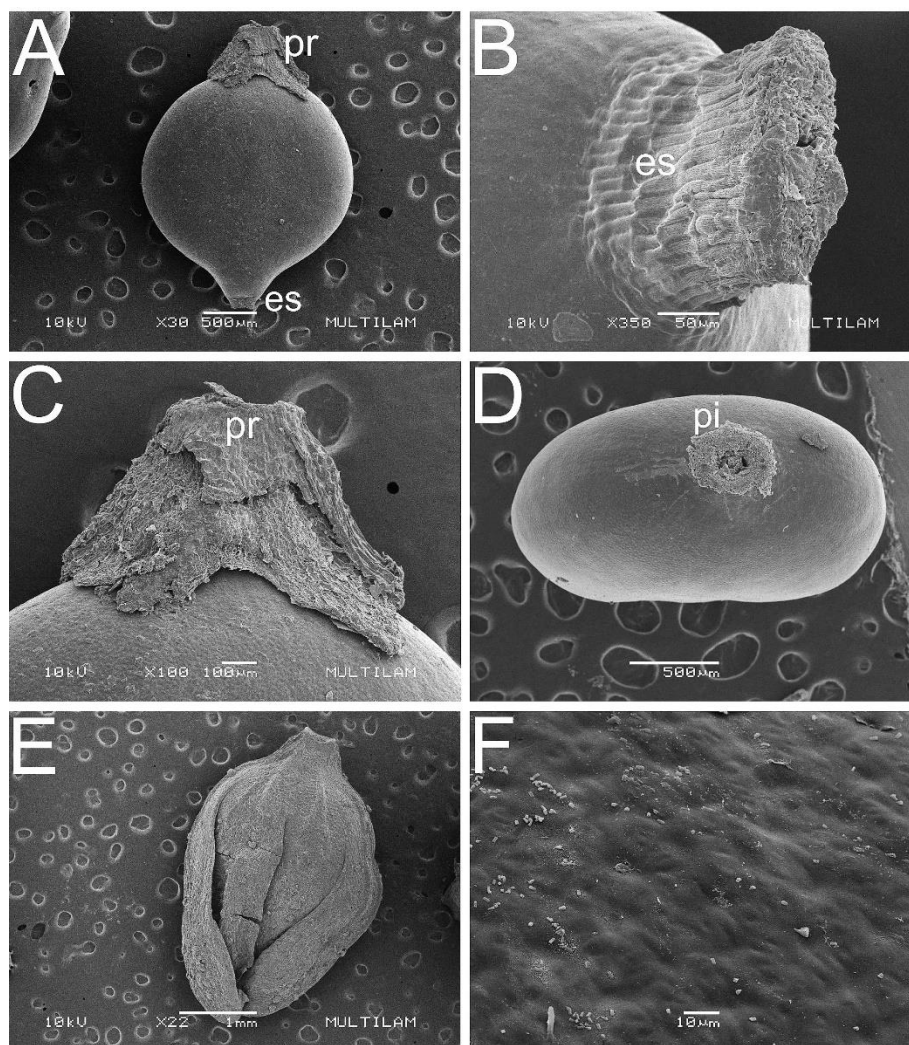


Figura 63. *Polygonum ferrugineum*: aspecto geral do aquênio (A); detalhe do estilete remanescente estriado (B); extremidade basal com parte do perigônio (C); extremidade basal com a cicatriz do ponto de inserção do fruto, perigônio ausente (D); diásporo com perigônio envolvendo todo o aquênio (E); escultura primária foveo-rugulada tênue (F). (es=estilete; pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo; pr=perigônio).

Polygonum hydropiperoides Michx.

Aquênio elipsoide (Figura 64A); com 2,32 x 1,36 mm; trígono em secção transversal; com ângulos subagudos e três faces levemente côncavas; estilete com estrias longitudinais (Figura 64B); perigônio com escultura irregular (Figura 64C), ocasionalmente ausente (Figura 64D) ou envolvendo todo o aquênio (Figura 64E). Escultura primária foveo-rugulada (Figura 64F) a foveolado fortemente demarcado (Figura 64G), com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas e lisas, com cristais em abundância na superfície (Figura 64H).

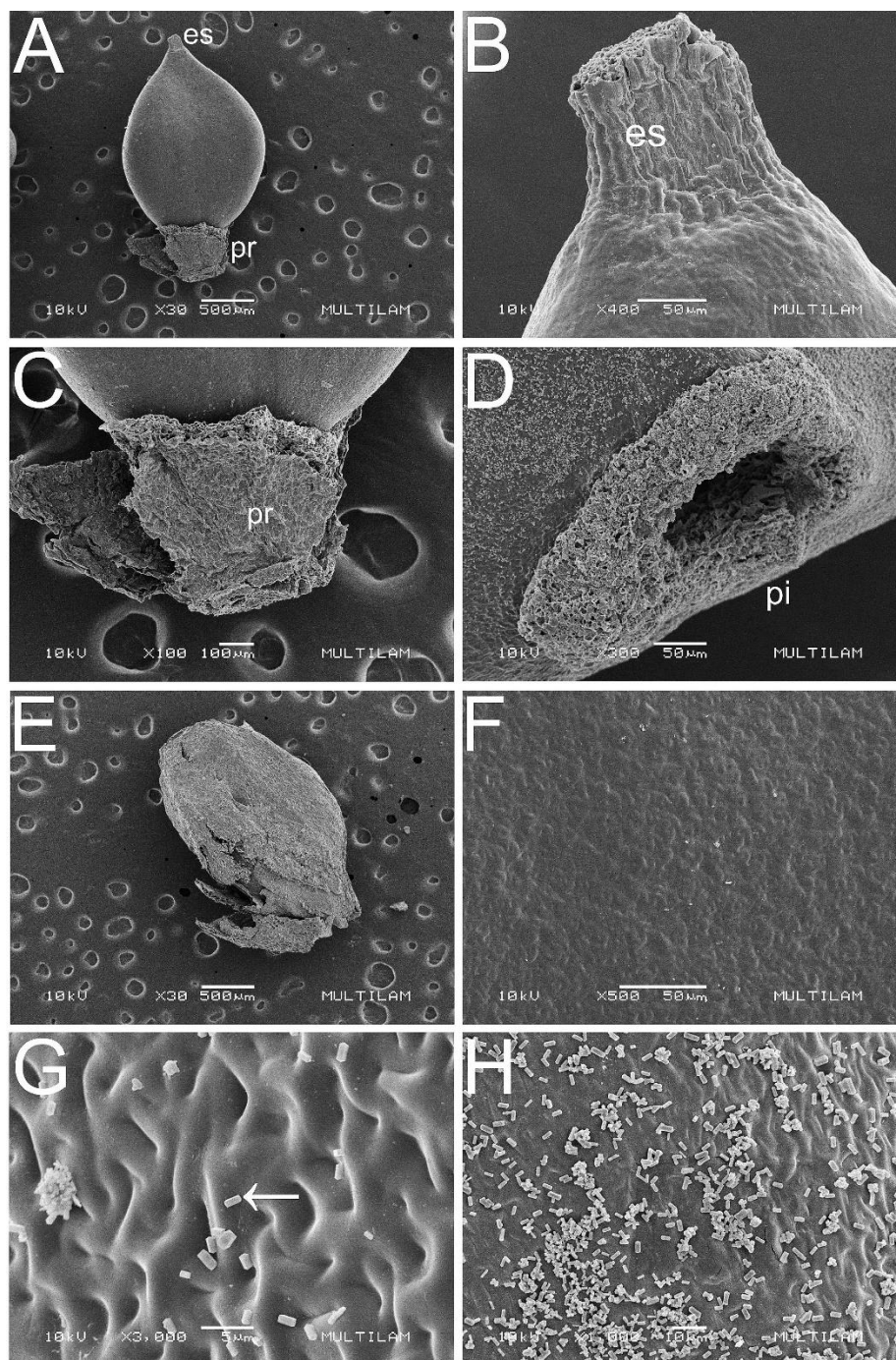


Figura 64. *Polygonum hydropiperoides*: diásporo tipo aquênio (A); detalhe do estilete estriado-rugoso (B); extremidade basal com perigônio remanescente (C); extremidade basal com a cicatriz do ponto de inserção do fruto, perigônio ausente (D); diásporo com perigônio envolvendo todo o aquênio (E); escultura primária foveolada (F); detalhe da escultura primária fortemente foveolada, com cristais no fruto (seta, G); superfície do fruto com cristais em abundância (H). (es=estilete; pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo; pr=perigônio).

Polygonum hispidum Kunth

Aquênio ovoide (Figura 65A); com 3,5 x 2,52 mm; trígono, com ângulos arredondados e levemente côncavas nas três faces (Figura 65B); estilete estriado-tênue

(Figura 65C); base com cicatriz de inserção, perigônio ausente (Figura 65D). Escultura primária foveolada (Figura 65E), paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais côncavas e lisas (Figura 65F).

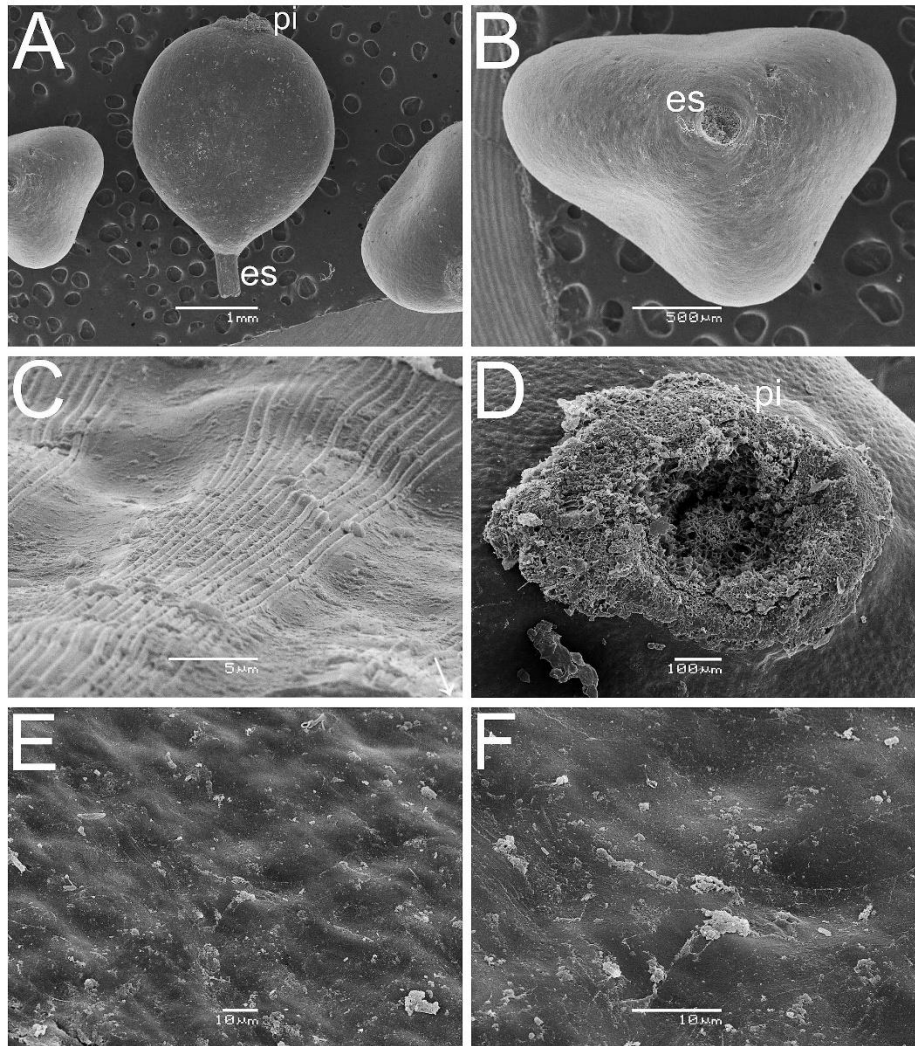


Figura 65. *Polygonum hispidum*: diásporo do tipo aquênio (A); aspecto do aquênio trígono evidenciando a cicatriz deixada pelo estilete (B); detalhe do estilete finamente estriado (C); extremidade basal com a cicatriz do ponto de inserção do fruto, perigônio ausente (D); escultura primária foveolado tênue (E); escultura secundária lisa (F). (es=estilete; pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo).

Polygonum punctatum Elliott

Aquênio largo-elipsoide (Figura 66A); com 2,43 x 1,64 mm; trígono, com ângulos arredondados e três faces planas, semelhantes em largura (Figura 66B); estilete densamente estriado (Figura 66C); base com cicatriz de inserção, perigônio ausente (Figura 66B). Escultura primária lisa com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas e lisas (Figura 66D).

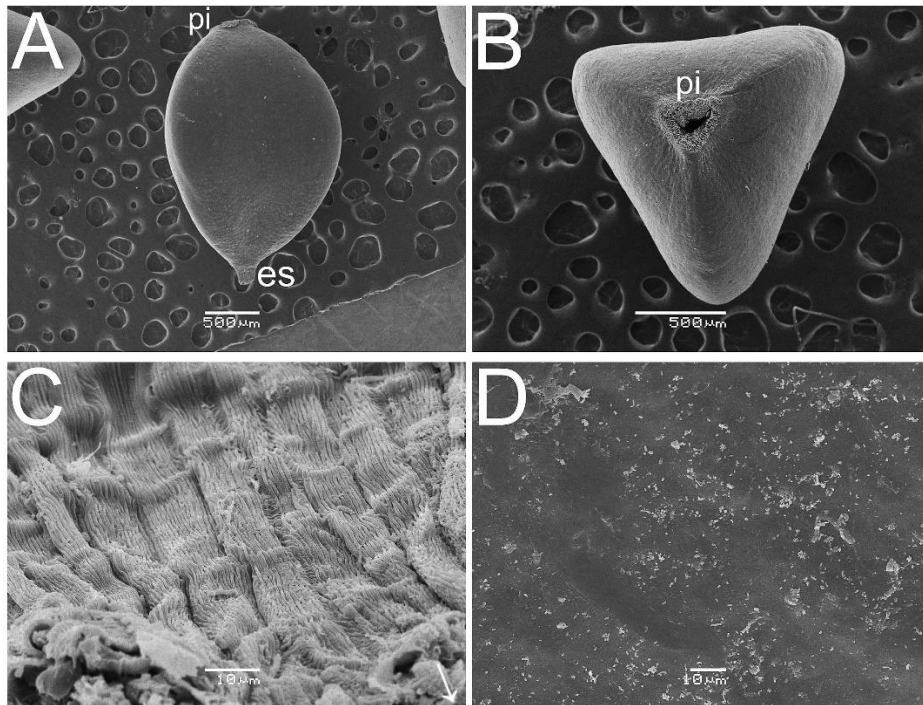


Figura 66. *Polygonum punctatum*: aspecto geral do aquênio (A); aquênio trígono em secção transversal, extremidade basal com cicatriz do ponto de inserção do fruto, perigônio ausente (B); escultura secundária do estilete estriado (C); escultura primária lisa (D). (es=estilete; pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo).

PONTEDERIACEAE

Os diásporos de Pontederiaceae aqui avaliados variam entre os formatos cilíndricos em *Eichhornia* e ovoide em *Pontederia*. Apresentam ainda tecidos de revestimento finos em *Eichhornia*, que encobrem o padrão escultural da testa das sementes, ou podem ser revestidas por peças do perianto, como ocorre em *Pontederia*.

Eichhornia azurea (Sw.) Kunth

Semente cilíndrica (Figura 67A); com 1,80 x 0,94 mm; superfície glabra; castanho-claro a preto; calaza término-apical, circular, escamosa (Figura 67B); micrópila ausente; funículo término-basal, filiforme curto, com 0,35 mm de comprimento, estriado, caduco (Figura 67C); hilo término-basal, circular, com escultura irregular (Figura 67D); rafe ausente. Testa composta por células retangulares organizadas uniformemente em colunas longitudinais (Figura 67E), na qual a composição de paredes anticlinais longitudinais mais proeminentes com paredes anticlinais transversais menos elevadas confere às sementes a aparência de costelas. Escultura primária cristado-reticulado, paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas com escultura secundária perfurada (Figura 67F). A semente pode

estar envolta por tecido externo fino (Figura 67G), de aspecto liso (Figura 67H), que mantém o funículo e encobre a calaza e a aparência de costelas.

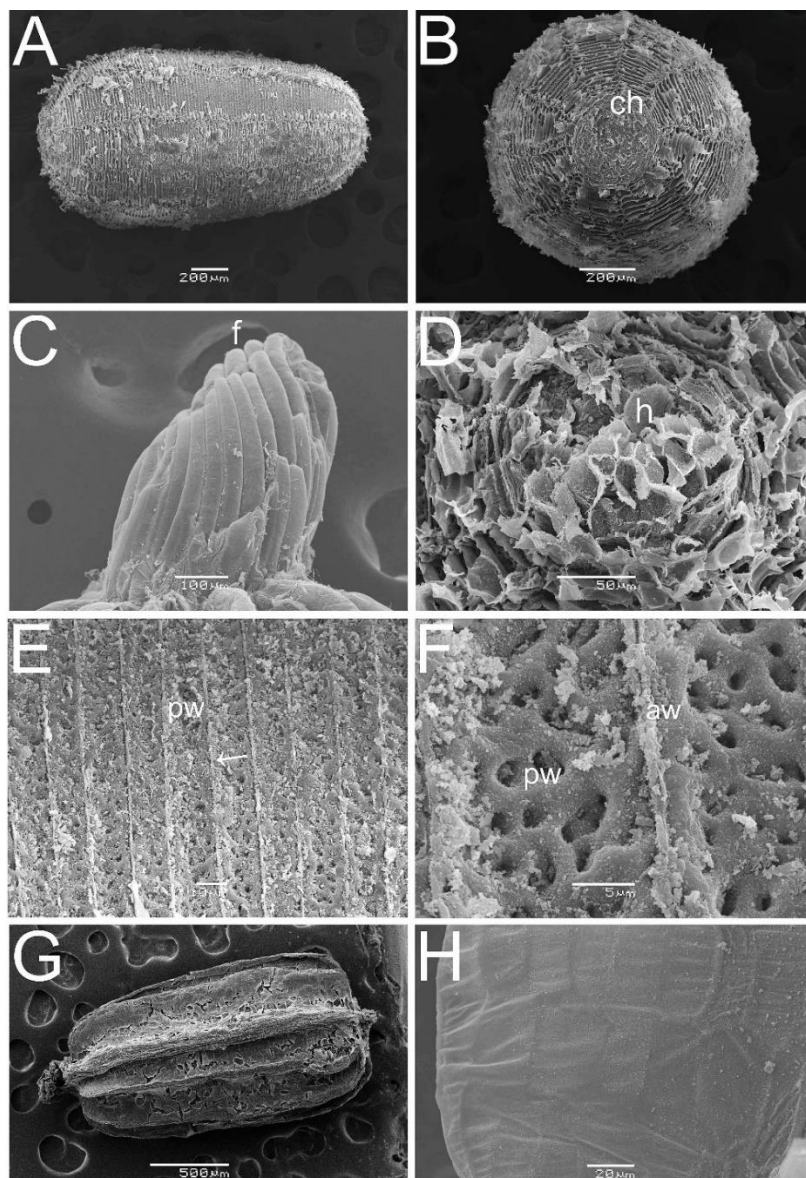


Figura 67. *Eichhornia azurea*: aspecto geral da semente nua (A); extremidade apical com calaza circular terminal (B); extremidade basal com funículo curto estriado (C); escultura irregular do hilo (D); escultura primária cristado-reticulada da testa, com parede anticlinal levemente elevada (seta, E); testa com escultura secundária perfurada (F); semente envolta pelo tecido de revestimento (G); escultura do tecido de revestimento (H). (ch=calaza; f=funículo; h=hilo; aw=parede anticlinal; pw=parede periclinal).

Eichhornia crassipes (Mart.) Solms

Semente cilíndrica (Figura 68A); com 1,44 x 0,68 mm; superfície glabra; castanho-claro a preto; calaza término-apical, circular, rugosa (Figura 68B); micrópila ausente; funículo término-basal, filiforme curto, com 0,15 mm de comprimento, foveolado (Figura

68C); rafe linear estreita, com escultura irregular (Figura 68D). A testa possui células e organização semelhantes às de *E. azurea* (Figura 68E); escultura primária do tipo cristado-reticulado, paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas com escultura secundária coliculada (Figura 68F). As sementes apresentam abundantes idioblastos com ráfides (Figura 68G) distribuídos principalmente na região da rafe (Figura 68D) e podem ser encontradas envoltas por um tecido externo fino de aspecto rugoso (Figura 68H).

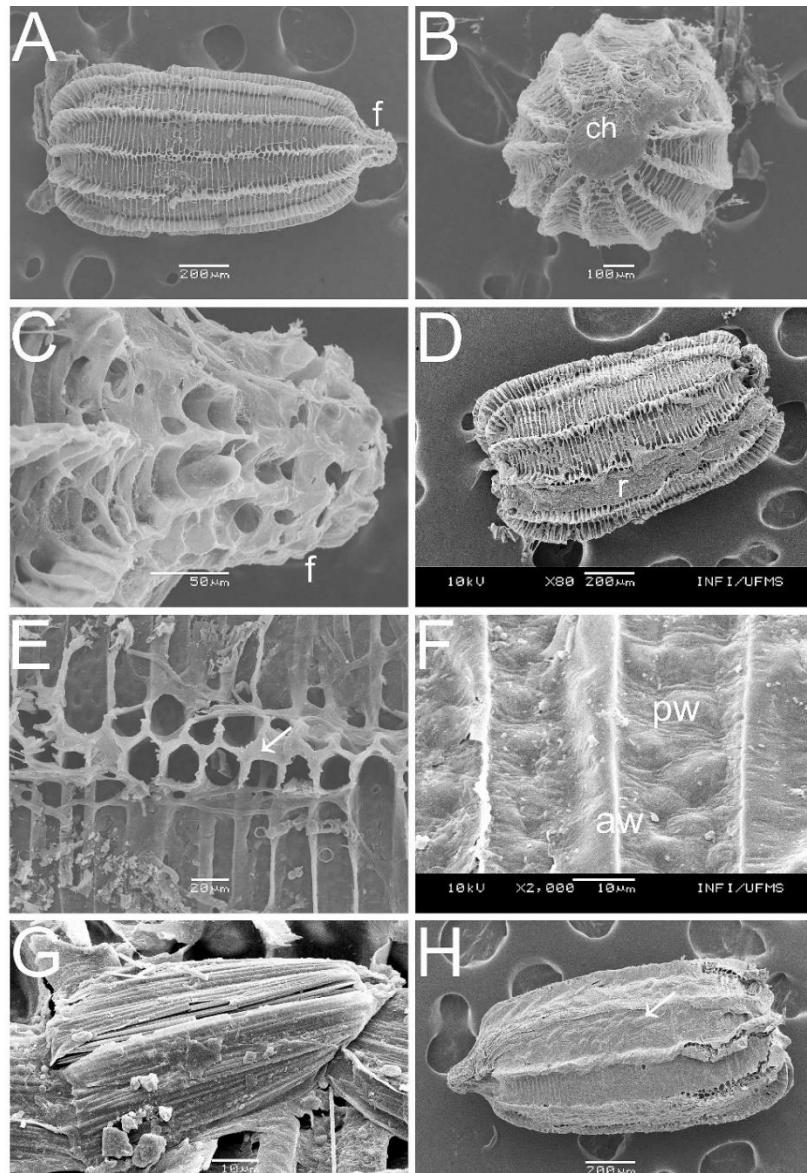


Figura 68. *Eichhorniacrassipes*: semente nua (A); extremidade apical da semente com calaza circular terminal (B); extremidade basal da semente com funículo curto foveolado (C); rafe linear estreita (D); expansões das paredes anticlinais da testa, evidenciando a parede anticlinallongitudinal (seta, E); testa com escultura secundária rugosa-coliculada (F); detalhe do idioblasto com ráfides de oxalato de cálcio (G); semente envolta por tecido de revestimento, evidenciando os idioblastoscom ráfides (seta, H). (aw=parede anticlinal; ch=calaza; f=funículo; pw=parede periclinal; r=rafe).

Pontederia cordata L.

Semente ovoide (Figura 69A); com 2,02 x 1,15 mm; superfície glabra; coloração castanho a preto; calaza apical, circular espiralada com escultura irregular (Figura 69B); micrópila ausente; hilo encoberto por resquícios do perianto (Figura 69C), fragmentado durante a montagem/secagem, e descrito por Cook (1998) como estrutura originada pela base pós-floral do perianto modificado, que se torna rígida na superfície do diásporo. Testa composta por células arredondadas; escultura primária reticulada-irregular (Figura 69D), paredes anticlinais curvadas e paredes periclinais planas com escultura secundária levemente rugosa (Figura 69E) e numerosas ráfides (Figura 69F).

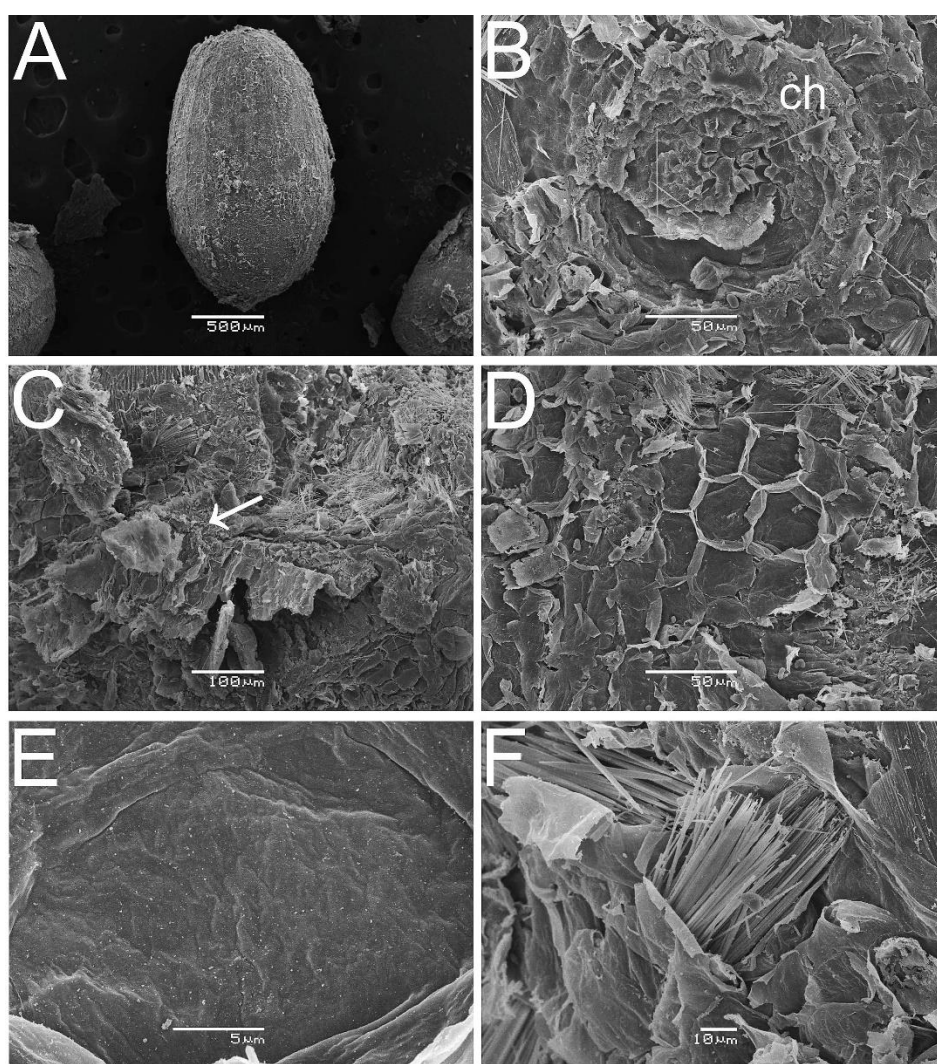


Figura 69. *Pontederia cordata*: aspecto geral da semente (A); extremidade apical com calaza circular espiralada (B); extremidade basal, com resquícios da quebra do funículo (seta, C); escultura primária da testa (D); escultura secundária da testa (E); ráfides abundantes na testa (F). (ch=calaza).

Pontederia parviflora Alexander

Semente ovoide (Figura 70A); com 3,99 x 1,93 mm; superfície glabra; coloração castanho a preta (Fig. 70A); calaza apical, circular, com escultura reticulada achatada (Figura 70B); micrópila ausente; funículo basal, subcuneiforme, resquicial, com escultura reticulada (Figura 70C); rafe ausente. Testa composta por células poligonais; escultura primária reticulada (Figura 70D); paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas; escultura secundária lisa (Figura 70E) e com cristais. O diásporo pode apresentar revestimento envolvendo toda a semente, com 5,02 x 2,43 mm (Figura 70F) caracterizado por Lowden (1973) como um revestimento tecidual aerífero leve que encobre toda a semente, denominado por antocarpo (Sousa *et al.* 2018). Este revestimento contém escultura primária fracamente reticulada, com paredes anticlinais retas a sutilmente curvadas e paredes periclinais planas e lisas.

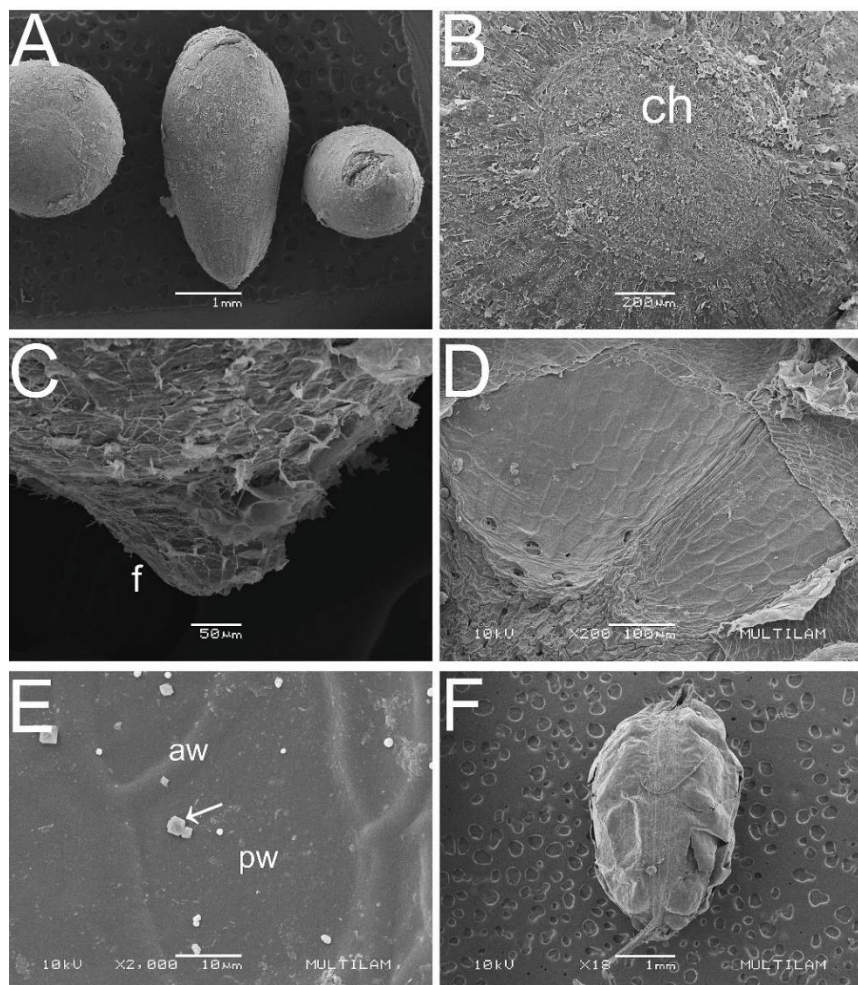


Figura 70. *Pontederia parviflora*: aspecto geral das sementes (A); extremidade apical com calaza circular (B); extremidade basal da semente com funículo levemente elevado (C); escultura primária da testa (D); escultura secundária da testa, evidenciando cristal na superfície (seta, E); aspecto geral do diásporo (F). (aw=parede anticlinal; ch=calaza; f=funículo; pw=parede periclinal).

Pontederia subovata (Seubert) Lowden

Semente ovoide (Figura 71A); com 2,67 x 1,48 mm; superfície glabra; coloração castanho a preta; calaza apical, circular, com escultura irregular; micrópila ausente; hilo ausente; rafe ausente. Testa composta por células retangulares, alongadas no sentido longitudinal da semente; escultura primária reticulado-estriado (Figura 71B), paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas, com escultura secundária estriada (Figura 71C). A unidade dispersora é semelhante à que ocorre em *P. parviflora* (Figura 71D), com 3,94 x 1,72 mm; com pedicelo longo (Figura 71E) e linha de sutura longitudinal (Figura 71D); escultura primária reticulada (Figura 71F); paredes anticlinais curvas e paredes periclinais planas e lisas.

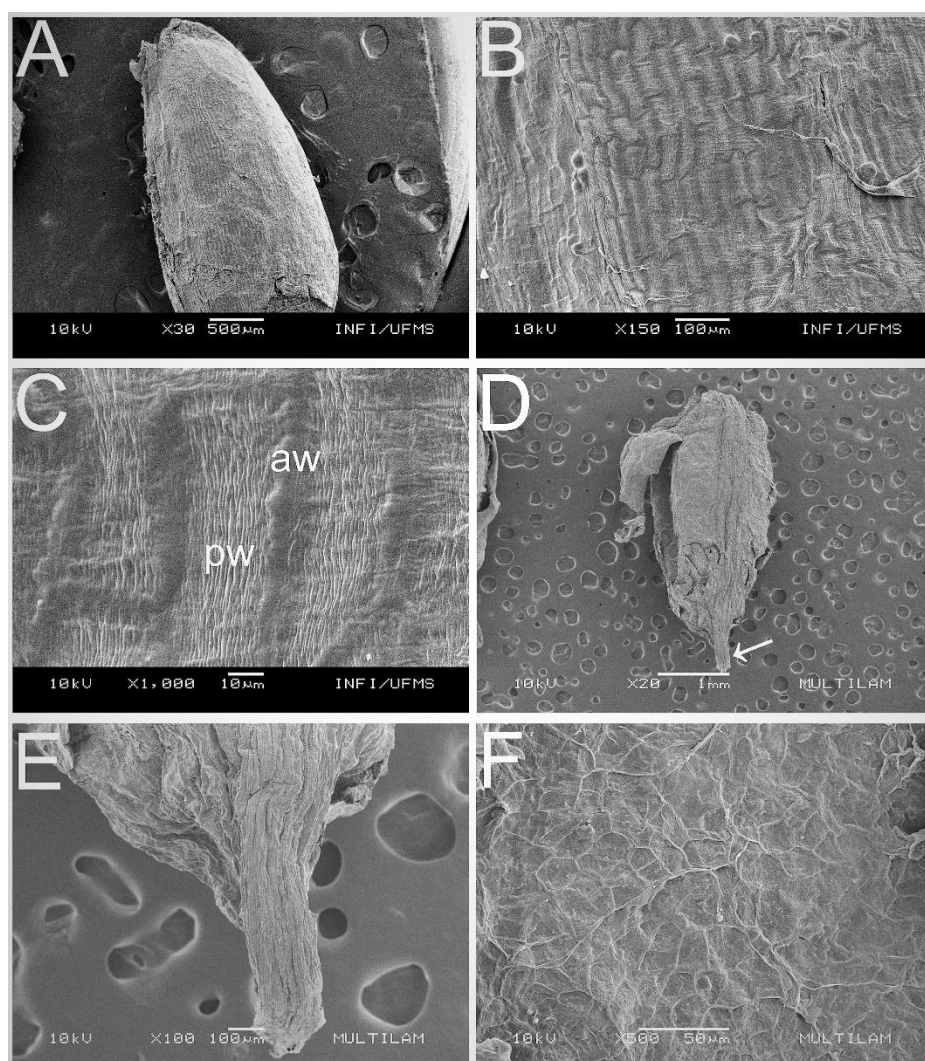


Figura 71. *Pontederia subovata*: aspecto geral da semente (A); escultura primária da testa (B); escultura secundária da testa (C); diásporo com pedicelo longo (seta, D); detalhe do pedicelo longo (E); escultura primária reticulada (F). (aw=parede anticlinal; pw=parede periclinal).

PORTULACACEAE

Portulaca pilosa L.

Semente sub-reniforme (Figura 72A); com 0,88 x 0,77 mm; superfície glabra; coloração castanho a preto; calaza ausente; micrópila ventral, próxima ao funículo, punctiforme, levemente elevada (Figura 72B); funículo ventral, sub-basal, subcuneiforme largo, com escultura reticulada (Figura 72B); rafe ausente. Testa composta por células alongadas; escultura primária tuberculada (=stellate-tuberculate, Matthews & Levins 1985, 1986) (Figura 72C), paredes anticlinais variando entre os tipos: crenado (=undulated, U-type, Ocampo 2013) nas células da região lateral (Figura 72D), e sinuosa ou reta nas células da região dorsal (Figura 72E); paredes periclinais convexas e com escultura secundária coliculada; na maioria das vezes apresentam um tubérculo central (=par-convex, par-domed, Ocampo *et al.* 2013) (Figura 72F).

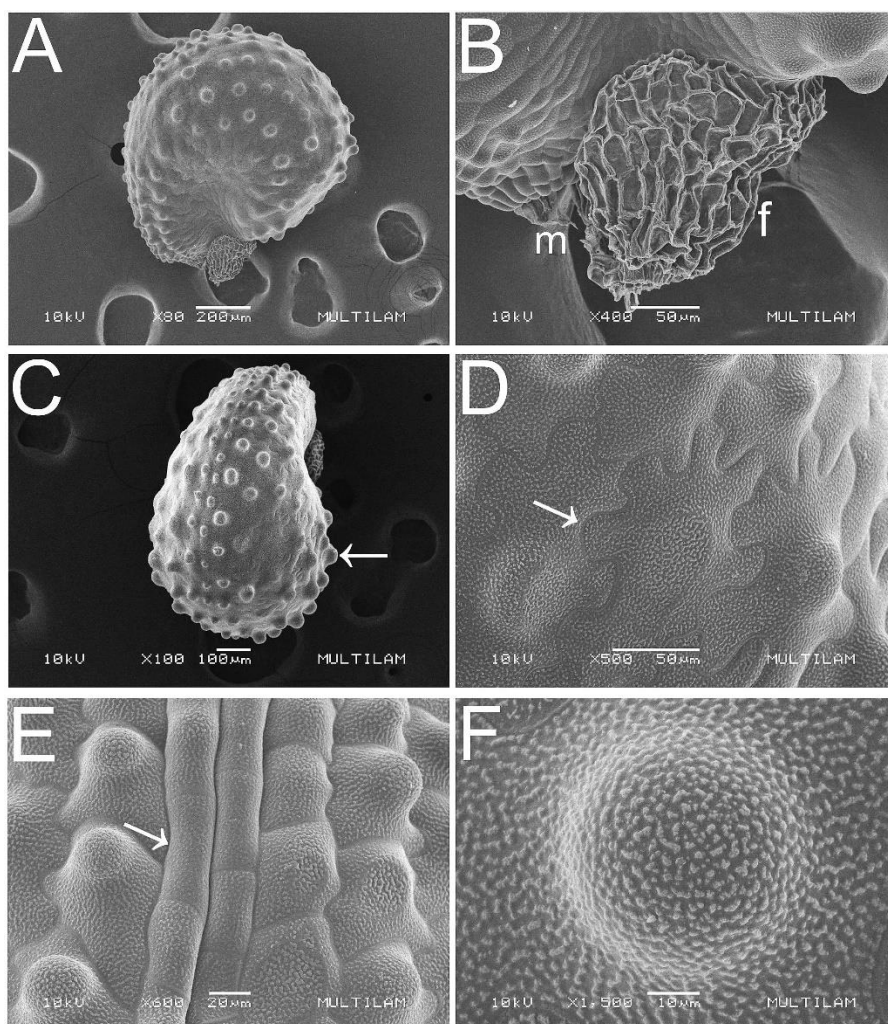


Figura 72. *Portulaca pilosa*: aspecto geral da semente (A); parte ventral com micrópila próxima ao funículo (B); escultura primária da testa tuberculada (seta, C); células crenadas na

região lateral (seta, D); células variando de sinuosas ou retas na região dorsal (seta, E); tubérculo central da escultura secundária coliculada (F). (f=funículo; m=micrópila).

POTAMOGETONACEAE

O diásporo é o próprio fruto do tipo aquênio, com características superficiais semelhantes entre as espécies avaliadas, dentre elas, a quilha dorsal, que se estende por um dos lados do diásporo e termina na região da fusão do estilete, que forma um bico proeminente, curvado em *P. illinoensis* e ereto em *P. pusillus*. Escultura primária semelhante entre as espécies, sendo do tipo rugosa, e escultura secundária lisa.

Potamogeton illinoensis Morong

Aquênio obliquamente obovoide (Figura 73A); com 3,04 x 2,15 mm; glabro; coloração castanho-esverdeado a preto; achatado lateralmente, possui uma quilha dorsal proeminente (=keel, Ganie *et al.* 2017), que resulta de uma porção do endocarpo que cobre o embrião. Ápice subagudo com a região de fusão do estilete formando bico proeminente e curvado (Figura 73B); base obtusa, com cicatriz do ponto de fixação (Figura 73C) e pode apresentar resquícios do perigônio (Figura 73D). Superfície com escultura primária rugosa (Figura 73E), paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas a levemente convexas e lisas (Figura 73F).

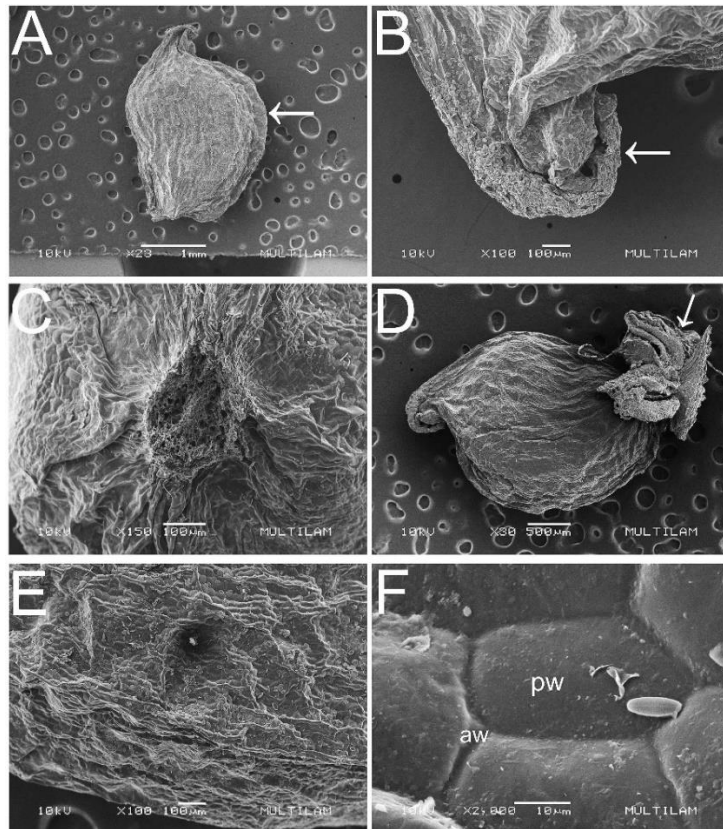


Figura 73. *Potamogeton illinoensis*: fruto do tipo aquênio, evidenciando quilhadorsal proeminente (seta, A); região apical com estiletecurvado (seta, B); região basal com cicatriz do ponto de fixação (C); região basal com resquícios do perigônio (seta, D); superfície com escultura primária rugosa (E); fruto com escultura secundária lisa (F). (aw=parede anticlinal; pw=parede periclinal).

Potamogeton pusillus L.

Aquênio subgloboso (Figura 74A); com 1,93 x 1,3 9mm; semelhante ao de *P. illinoensis* com quilha bem demarcada (Figura 74A, B); ápice agudo com a região de fusão do estilete formando bico proeminente e ereto (=beak, Ganie *et al.* 2017) (Figura 74B, C); base arredondada, ponto de fixação do pedúnculo com área levemente alongada (Figura 74D). Superfície com escultura primária rugosa e levemente estriada na região da quilha e do bico (Figura 74E), paredes anticlinalis não visíveis, paredes periclinalis planas e lisas; secreções epicuticulares abundantes (Figura 74F).

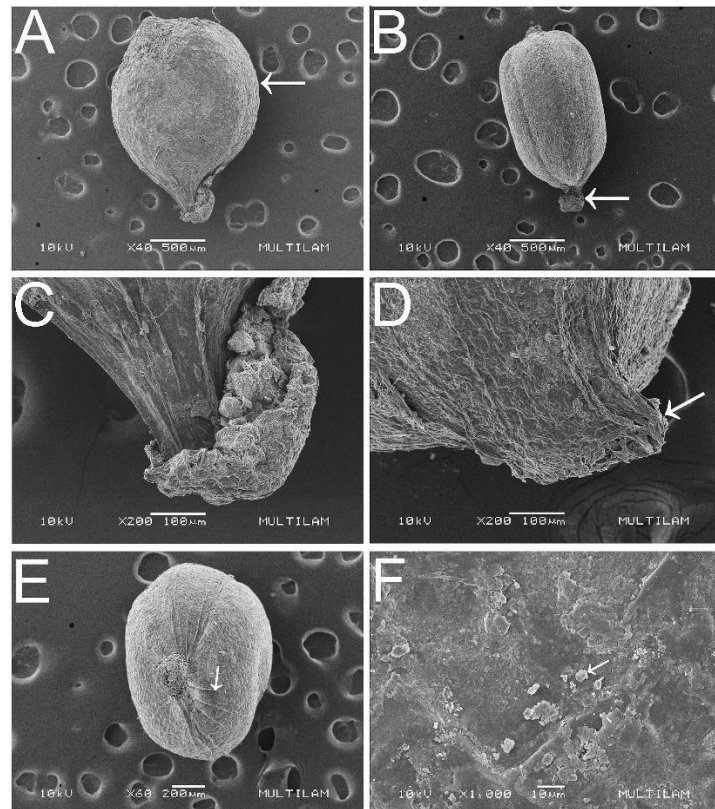


Figura 74. *Potamogeton pusillus*: aspecto geral do fruto tipo aquênio, evidenciando quilha dorsal proeminente (seta, A); região apical com estilete (seta, B); detalhe do estilete formando bico (C); região basal com pedúnculo (seta, D); superfície com escultura primária rugosa e estriada (seta, E); escultura secundária lisa, com secreções epicuticulares (seta, F).

RUBIACEAE

Diodia kuntzei K. Schum.

Fruto tipo esquizocarpo obovoide (Figura 75A); com 5,58 x 2,26 mm; contém duas sementes fortemente aderidas ao mericarpo, que são liberadas apenas por dissecação, concordando com Terrel & Wunderlin (2002); ápice agudo com resquícios do estilete; base aguda com pedicelo longo espinhoso (Figura 75B). Superfície do fruto (Figura 75C) com escultura primária reticulada-rugosa, e paredes anticlinais retas e periclinais planas e lisas. Semente obovoide (Figura 75D); com 4,19 x 2,615 mm; castanho a preta; calaza e micrópila ausentes; funículo término-basal, como protuberância aguda e escultura estriada (Figura 75E); rafe centro-ventral, linear (Figura 75D), similar ao sugerido por Terrel & Wunderlin (2002) para *Diodia virginiana* L. e *D. teres* Walter. Em estudos com outras Rubiaceae essa estrutura é chamada estrofiolo em *Psyllocarpus* (Kirkbride 1979) e *Borreria* (Miguel *et al.* 2018), enquanto Dessein *et al.* (2003) a descreve como arilo. A semente pode ainda ser encontrada com dois sulcos longitudinais e entre eles resquícios de placenta (Figura 75F),

estrutura referenciada em Rubiaceae por Salas & Cabral (2010) para *Staelia* e por Dessein *et al.* (2002) em *Spermacoce*. A face ventral da semente não apresenta ornamentações, exceto pela rafe, com escultura estriada (Figura 75G); face dorsal com escultura primária reticulada, com paredes anticlinais retas e paredes periclinais planas e lisas (Figura 75H).

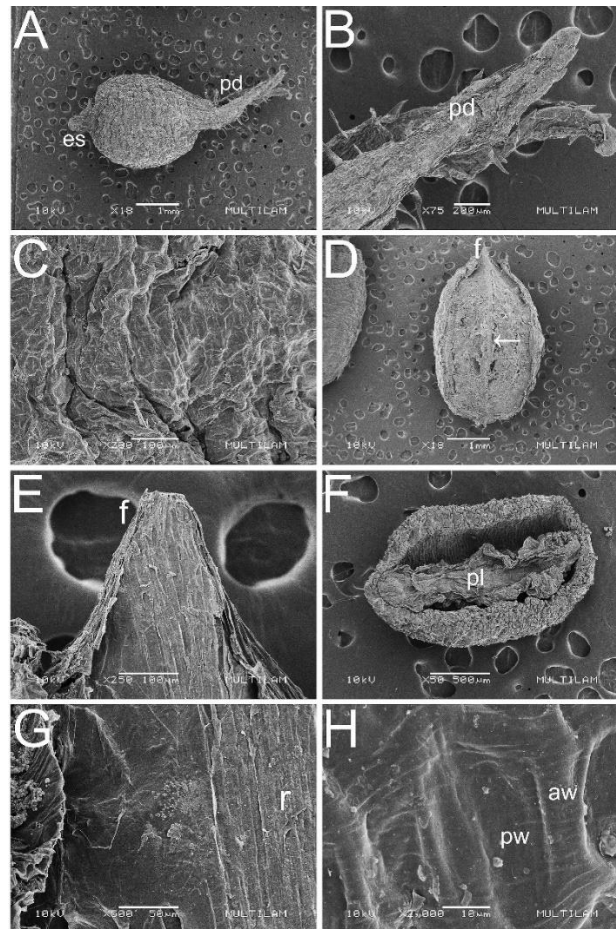


Figura 75. *Diodia kuntzei*: diásporo composto pela cápsula contendo duas sementes (A); extremidade basal do diásporo com pedicelo longo persistente (B); fruto com escultura primária reticulada-rugosa (C); semente obovoide com rafe linear (seta, D); extremidade basal da semente com destaque ao funículo (E); face ventral da semente com resquícios da placenta (F); detalhe da rafe com escultura estriada (G); escultura primária reticulada (H). (aw=parede anticlinal; es=estilete; f=funículo; pd=pedicelo; pl=placenta; pw=parede periclinal; r=rafe).

URTICACEAE

Cecropia pachystachya Trécul

Aquênio variando de elipsoide a largo-elipsoide (Figura 76A); com 2,02 x 1,022 mm; coloração castanho-avermelhado; ápice e base arredondados; extremidade basal com cicatriz de inserção com aspecto rugoso (Linares & Moreno-Mosquera 2010) (Figura 76B); face

ventral com uma sutil linha central longitudinal de aspecto estriado, caracterizada por Linares & Moreno-Mosquera (2010) como linha de sutura, que é a região onde o pericarpo se abre para liberação da semente (Figura 76C). A superfície do aquênio é coberta por um espesso perianto carnososo, descrito como característica do gênero (Lobova *et al.* 2003, Berg *et al.* 2005), que possui células mucilaginosas (Kravtsova 1995 *apud* Lobova *et al.* 2003) que encobrem o padrão microescultural (Figura 76D).

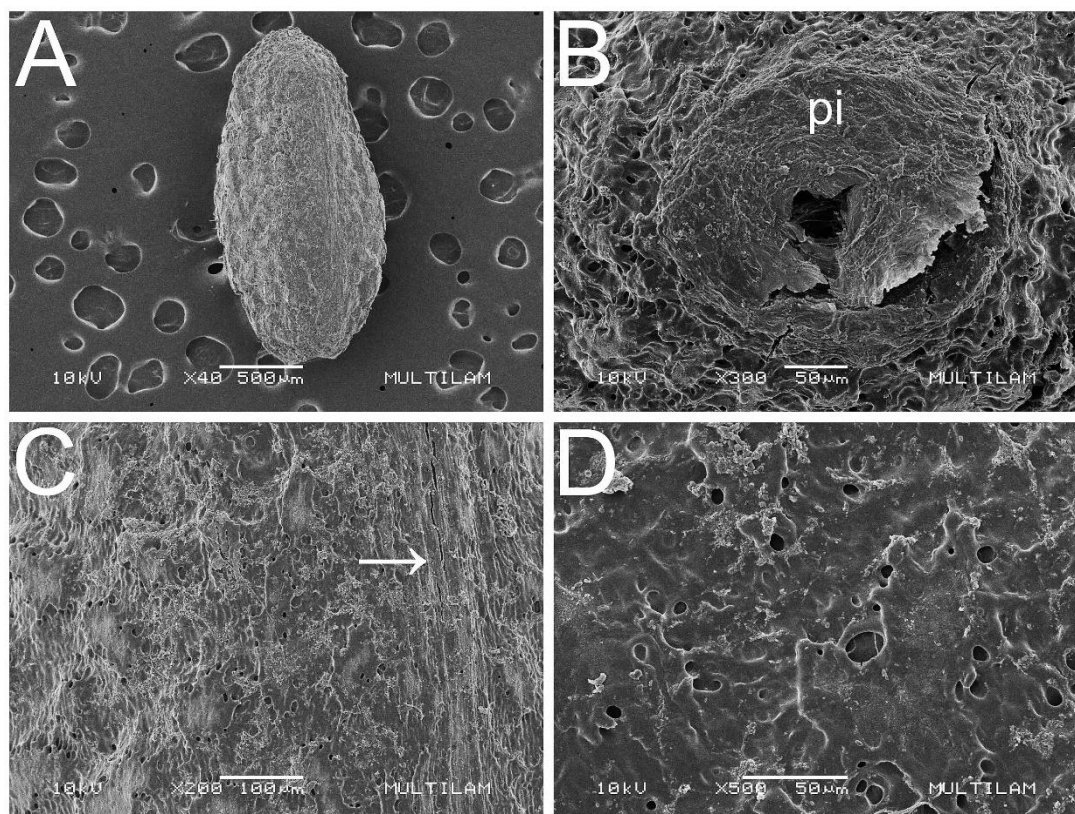


Figura 76. *Cecropia pachystachya*: diásporo tipo aquênio (A); extremidade basal com destaque à cicatriz de inserção do fruto (B); superfície do diásporo com linha de sutura sutilmente demarcada (seta, C); detalhe do perianto que encobre o padrão de ornamentação (D) do diásporo. (pi=ponto de inserção do fruto no pedicelo).

VERBENACEAE

Lippia alba (Mill.) N.E. Brown

O diásporo é o fruto tipo diaquênio (Muñoz *et al.* 2007), também descrito como um fruto esquizocarpo, que se separa em dois mericarpos (Figura 77A, seta) na maturidade (Troncoso 1974); obovoide-cuneado (Figura 77A); com 1,75 x 1,27 mm. Aquênios com face dorsal convexa e a face ventral plana; ápice arredondado (Figuras 77B e 77C) com resquícios do estilete (Figuras 77B e 77C); base arredondada com a cicatriz de inserção do fruto (Figura

77D) no receptáculo. A superfície do diásporo apresenta escultura primária reticulada (Figura 77E) com paredes anticlinais sinuosas e paredes periclinais côncavas e lisas (Fig. 77F).

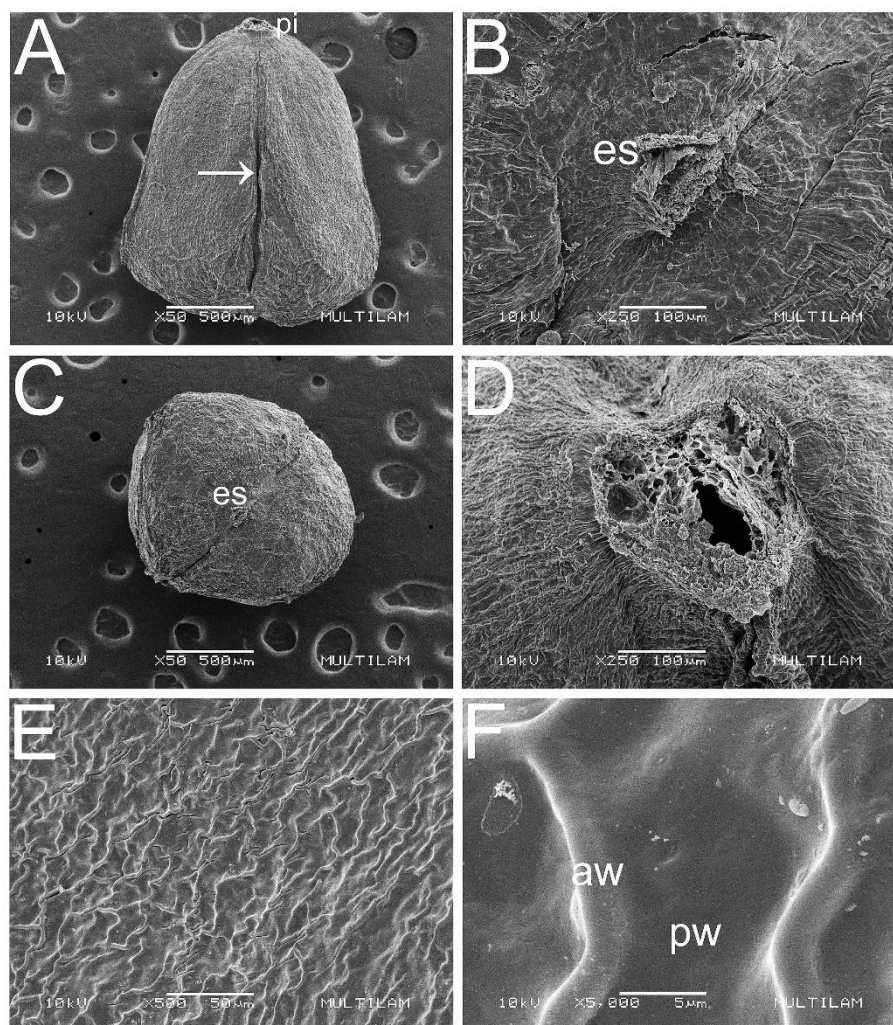


Figura 77. *Lippia alba*: diaquênio composto por dois mericarpos fundidos (seta, A); extremidade apical com resquícios do estilete (B); aquênios com face dorsal convexa e face ventral plana e fundida (C); extremidade basal com cicatriz de inserção (D) do aquênio no receptáculo; padrão escultural da superfície do diásporo (E); detalhe da escultura secundária do diásporo (F). (aw=parede anticlinal; es=estilete; pw=parede periclinal).

VITACEAE

Cissus spinosa Cambess.

Semente obovoide (Figura 78A); com 6,65 x 4,25 mm; face dorsal fortemente convexa; face ventral plana; calaza ausente, como observado por Adams *et al.* (2016); micrópila ausente; funículo ventral, sub-basal, resquicial (Figura 78B), com escultura irregular, centralizado entre um par de reentrâncias, de onde por dissecção, foram retirados dois anexos piriformes (Figura 78C), com escultura reticulada (Figura 78D); rafe linear,

semi-circundante, rugosa, destacada como uma crista mediana proeminente (Figura 78A), caráter descrito para *Vitaceae* por Chen & Manchester (2007). A superfície da semente apresenta escultura rugosa (Figura 78E), com paredes anticlinais não visíveis e paredes periclinais planas com escultura secundária irregular, com secreção epicuticular abundante (Figura 78F).

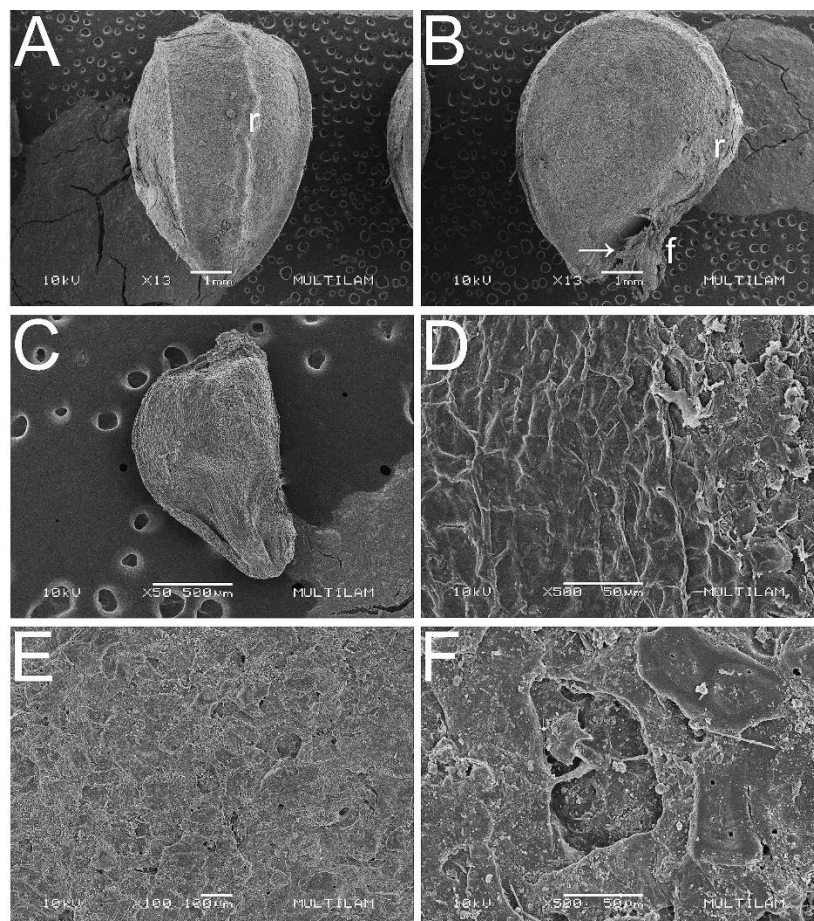


Figura 78. *Cissus spinosa*: semente evidenciando rafe como crista mediana proeminente (A); semente com funículo resquicial na face ventral, e reentrância de onde foram retirados os anexos (seta, B); anexos piriformes retirados da região próxima ao funículo (C); padrão escultura reticulada da superfície dos anexos (D); escultura primária rugosa da semente (E); detalhe da superfície da semente, com paredes anticlinais recobertas (F). (f=funículo; r=rafe).

Similaridade morfológica dos diásporos considerando o fator taxonômico

Ao analisar os caracteres morfológicos com relação ao fator taxonômico, ou seja, considerando as famílias, observou-se que a morfologia dos frutos apresentou menor variação dentro destas (NMDS, Stress=0,26; Fig. 1a, b), e menor sobreposição morfológica, onde ocorrem famílias com frutos com alta similaridade, a exemplo de Polygonaceae, Araliaceae e Alismataceae; enquanto para as sementes (NMDS, Stress=0,35; Fig. 2a, b), houve uma ampla

distribuição dos caracteres morfológicos, com sementes morfologicamente distintas em uma mesma família, por exemplo, Nymphaeaceae.

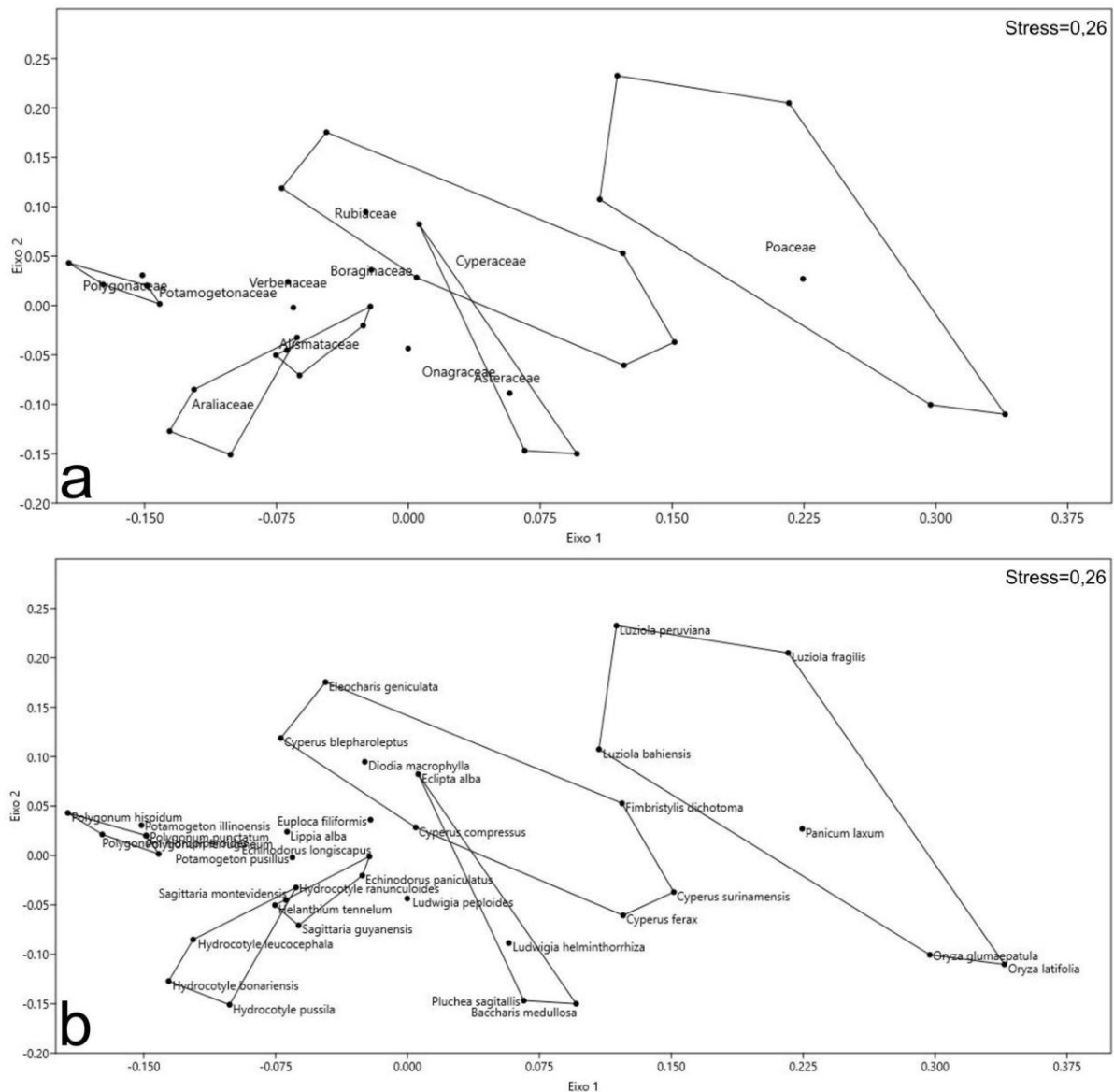


Fig. 1 Gráfico de ordenação para os dois primeiros eixos da análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) dos caracteres morfológicos dos frutos *versus* dispersão evidenciando família (a) e espécies (b)

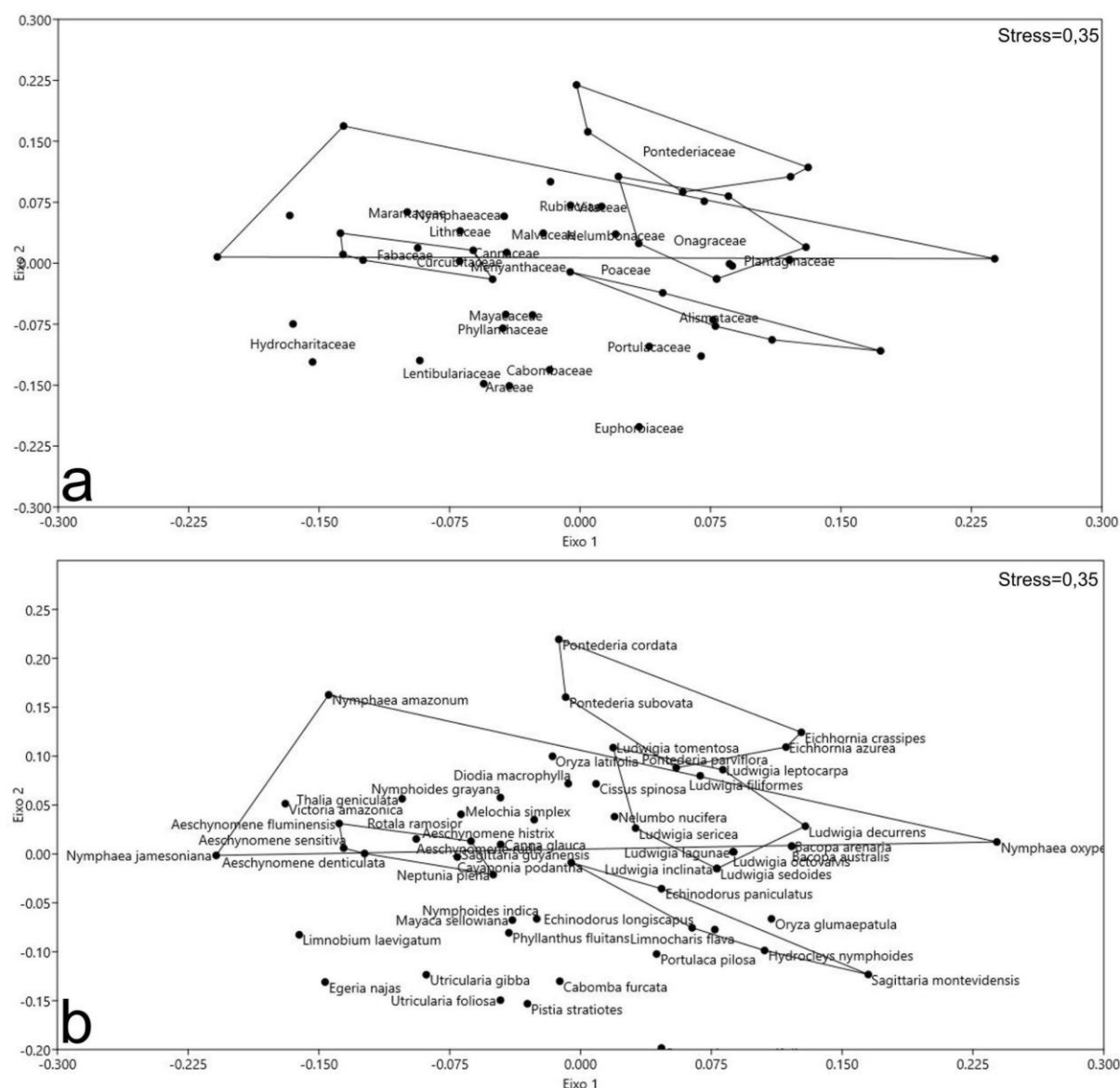


Fig. 2 Ordenação para os dois primeiros eixos da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos caracteres morfológicos das sementes *versus* dispersão evidenciando família (a) e espécies (b)

Discussão

Características morfológicas dos diásporos e caráter taxonômico

Quando os diásporos são analisados considerando as famílias, observou-se maior similaridade entre os frutos dentro das famílias Polygonaceae, Alismataceae e Araliaceae, enquanto que Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae apresentaram maior amplitude morfológica dos caracteres dos diásporos dentro das famílias. O gênero *Polygonum* é reconhecido por apresentar certa constância na morfologia dos frutos, reunindo aquênios com formato, tamanho, embrião e configuração externa semelhantes (Costea and Tardif 2005; Mosaferi and Keshavarzi 2011; Kong *et al.* 2018). O mesmo é observado entre espécies congêneres de

Alismataceae, nas características do formato, tamanho e bico presentes nos aquênios de *Sagittaria* (Wooten 1973; Beal *et al.* 1982), e nos frutos esquizocárpicos de *Hydrocotyle* (Araliaceae), que apresentam a maioria de suas características compartilhadas entre várias espécies do gênero, podendo ser diferenciadas a nível específico apenas por características do estilopódio (Pita 2011) ou características anatômicas internas (Konstantinova and Yembaturova 2010).

Em contrapartida, taxonomistas encontraram alta variação morfológica entre as cariopses de Poaceae (Aliscioni *et al.* 2003; Ahmad *et al.* 2020) e entre as cipselas de Asteraceae (Spjut 1994; Gabr 2019). Essa variação também é reconhecida em Cyperaceae, onde a morfologia do fruto, incluindo caracteres como tamanho, forma, cor, e principalmente padrões de superfície podem ser usados com segurança para diferenciar os gêneros e espécies (Schuyler 1971; da Silva *et al.* 2012; Nunes *et al.* 2016; Akhtar 2018), como pode ser observado pelo distanciamento entre as espécies em nossos resultados (Fig. 4).

Já entre as sementes, observou-se que os caracteres morfológicos dos diásporos independem do caráter filogenético, havendo grandes variações entre os padrões morfológicos e micromorfológicos dentro das famílias, *e.g.* Nymphaeaceae; e similaridades entre espécies não aparentadas, no entanto, não ocorre a formação de grupos.

Conclusões

As descrições apresentadas para os diásporos das 78 espécies de plantas aquáticas do Pantanal representam 30% da riqueza deste domínio, e contemplam todas formas de vida, proporcionalmente à riqueza de cada uma delas. As descrições inéditas consistem em ferramenta importante, e agregam informações para taxonomia de grupos infragenéricos, e para estudos filogenéticos. Além disso, os dados aqui disponibilizados podem ser aplicáveis em estudos ecológicos e projetos que envolvam a conservação e restauração de comunidades vegetais do Pantanal. Para frutos parece haver uma tendência à similaridade dos caracteres morfológicos entre espécies aparentadas, o que não pôde ser observado entre as sementes analisadas.

Os dados gerados disponibilizam informações sobre as comunidades estabelecidas nas áreas sazonalmente alagáveis, que possuem alto valor ambiental, e que têm enfrentado distúrbios provocados pelas atuais mudanças climáticas, consistindo em referência para a identificação do banco de sementes, por exemplo. Nossos resultados contribuirão efetivamente para trabalhos futuros nas áreas de ecologia, botânica, zoologia e limnologia,

assim como, em taxonomia e filogenia, pois podem somar com informações visando esclarecer relações taxonômicas de grupos indefinidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa (Código de Financiamento 001). Ao Laboratório de Anatomia Vegetal-LAVe e ao Laboratório de Sementes do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pelo suporte e também ao Laboratório Multiusuário e Análises de Materiais – MULTILAM do Instituto de Física da UFMS, pelas análises e eletromicrofotografias em Microscópio Eletrônico de Varredura. Ao Herbário CGMS/UFMS e as professoras doutoras Ângela Lúcia Bagnatori Sartori e Vali Joana Pott pelo auxílio nas atividades conduzidas no Herbário.

Referências

- Abid, R. & Qaiser, M. (2007) Micromorphology of cypsela in the tribe Plucheeae from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 39(3): 671–677.
- 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.
- Adams, N.F., Collinson, M.E., Smith, S.Y., Bamford, M.K., Forest, F., Malakasi, P. ... & Sykes, D. (2016) X-rays and virtual taphonomy resolve the first *Cissus* (Vitaceae) macrofossils from Africa as early-diverging members of the genus. *American Journal of Botany* 103(9): 1657–1677. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.1600177>.
- Alho, C.J.R. (2008) Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology* 68: 957–966.
- Aliscioni, S.S., Giussani, L.M., Zuloaga, F.O. & Kellogg, E.A. (2003) A molecular phylogeny of *Panicum* (Poaceae: Paniceae): tests of monophyly and phylogenetic placement within the Panicoideae. *American Journal of Botany* 90(5): 796–821. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.90.5.796>.
- Almeida-Cortez, J.S. (2004) Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (Eds.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre, pp. 225–235.
- Amorim, I.L., Davide, A.C. & Chaves, M.M.F. (1997) Morfologia do fruto e da semente, e germinação da semente de *Trema micrantha* (L.) Blum. *Revista Cerne, Lavras* 3(1): 29–142.
- Anderson, L.C. & Hall, D.W. (1993) *Luziola bahiensis* (Poaceae): new to Florida. *SIDA, Contributions to Botany* 15(4): 619–622.

- Antonelli, A., Smith, R.J., Fry, C., Simmonds, M.S., Kersey, P.J., Pritchard, H.W., ... & Qi, Y.D. (2020) *State of the World's Plants and Fungi*. Thesis, Royal Botanic Gardens (Kew), Sfumato Foundation, 96 pp.
- APG IV (Angiosperm Phylogeny Group). (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical journal of the Linnean Society* 181(1): 1–20. Doi: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Arabi, Z., Ghahremaninejad, F., Rabeler, R.K., Heubl, G. & Zarre, S. (2017) Seed micromorphology and its systematic significance in tribe Alsineae (Caryophyllaceae). *Flora* 234: 41–59. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2017.07.004>.
- Aston, H.I. (2003) Seed morphology of Australian species of *Nymphoides* (Menyanthaceae). *Muelleria* 18(3).
- Baker, H.G. (1989) The natural history of seed banks. In: Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, Inc., San Diego, CA, pp. 9–21.
- Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. (1999) *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. UFV, Viçosa, 443 pp.
- Barthlott, W. (1981) Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany* 1(3): 345–355. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1981.tb00704.x>.
- Barthlott, W. (1984) Microstructural Features of seed surfaces. In: Heywood, V.H. & Moore, D.M. (Eds.) *Current Concepts in Plant Taxonomy*. Academic Press., London, pp. 95–105.
- Barua, I.C. (2010) The genus *Ludwigia* (Onagraceae) in India. *Rheedea* 20(1): 59–70.
- Baskin J.M., Baskin C.C. & Li X. (2000) Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15: 139–152. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.2000.00034.x>.
- Batista, G.S., Costa, R.S., Gimenes, R., Pivetta, K.F.L. & Môro, F.V. (2011) Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. –Arecaceae. *Comunicata Scientiae* 2(3): 170–176.
- Bednorz, L. & Czarna, A. (2008) SEM and stereoscope microscope observations on the seeds of some *Ornithogalum* (Hyacinthaceae) species. *Biologia* 63(5): 642–646. Doi: <https://doi.org/10.2478/s11756-008-0120-1>.
- Behnke, H.D. & Barthlott, W. (1983) New evidence from the ultrastructural and micromorphological fields in angiosperm classification. *Nordic Journal of Botany* 3: 43–66. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1983.tb01444.x>.
- Beltrati, C.M. (1984) Morfologia e anatomia das sementes de *Trichilia elegans* A. Juss (Meliaceae). *Naturalia, São Paulo* 9: 35–42.
- Benedict, J.C., Smith, S.Y., Specht, C.D., Collinson, M.E., Leong-Škorníčková, J., Parkinson, D.Y. & Marone, F. (2016) Species diversity driven by morphological and ecological disparity: a case study of comparative seed morphology and anatomy across a large monocot order. *AoB Plants* 8(1): plw063. Doi: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw063>.
- Berg, C.C., Rosselli, P. F. & Davidson, D.W. (2005) Cecropia. *Flora Neotropica* 94: 1–230.

- Bonilla-Barbosa, J.R. (2000) Sistemática del género *Nymphaea* (Nymphaeaceae) en México. *Thesis*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bonilla-Barbosa, J., Novelo, A., Orozco, Y.H. & Márquez-Guzmán, J. (2000) Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany* 68(3): 189–204. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(00\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(00)00125-X).
- Bossuyt, B. & Honnay, O. (2008) Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetable Science* 19: 875–884. Doi: <https://doi.org/10.3170/2008-8-18462>.
- Bove, C.P., Gil, A.D.S.B., Moreira, C.B. & Anjos, R.F.B.D. (2003) Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 119–135. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000100009>.
- Brasil. (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Glossário ilustrado de morfologia*. Mapa/ACS, Brasília, 406 pp.
- Bridgham, S.D., Magonigal, J.P., Keller, J.K., Bliss, N.B. & Trettin, C. (2006) The Carbon Balance of North American Wetlands. *Wetlands* 26: 889–916. Doi: [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26\[889:TCBONA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26[889:TCBONA]2.0.CO;2).
- Brock, M.A., Smith, R.G.B. & Jarman, P.J. (1999) Drain it, dam it: alteration of water regime in shallow wetlands on the New England Tableland of New South Wales, Australia. *Wetlands Ecology and Management* 7: 37–46. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1008416925403>.
- Brock, M.A. & Jarman, P.J. (2000) Wetland use and conservation in the agricultural environment: managing processes for the components. In: Craig, J.L., Saunders, D.A. & Mitchell, N. (Eds.) *Nature Conservation 5, Conservation in Production Environments: Managing the Matrix*, Surrey Beatty & Sons. Chipping Norton, Australia, pp. 258–268.
- Brock, M.A., Nielsen, D.L., Shiel, R.J., Green, J.D. & Langley, J.D. (2003) Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. *Freshwater Biology* 48: 1207–1218. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01083.x>.
- Bryson, C.T., Maddox, V.L. & Carter, R. (2008) Spread of Cuban club-rush (*Oxycaryum cubense*) in the southeastern United States. *Invasive Plant Science and Management* 1(3): 326–329. Doi: <https://doi.org/10.1614/IPSM-08-083.1>.
- Buzgo, M. (1994) Inflorescence development of *Pistia stratiotes* (Araceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik* 115(4): 557–570.
- Camargo, A.F.M., Pezzato, M.M. & Henrysilva, G.G. (2003) Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (Eds.) *Ecologia e manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: UEM, pp. 59–83.
- Canne, J.M. (1979) A light and scanning electron microscope study of seed morphology in *Agalinis* (Scrophulariaceae) and its taxonomic significance. *Systematic Botany* 4(4): 281–296. Doi: <https://doi.org/10.2307/2418806>.
- Canne, J.M. (1980) Seed surface features in *Aureolaria*, *Brachystigma*, *Tomanthera*, and certain South American *Agalinis* (Scrophulariaceae). *Systematic Botany* 5(3): 241–252. Doi: <https://doi.org/10.2307/2418371>.
- Catian, G., De Lima, G.T., Fabiano, V.S., Goncalves, V.M. & Scremin-Dias, E. (2021) A guide to the identification of diaspores of the main macrophytes in the Pantanal. *Phytotaxa* 487(3): 205–232. Doi: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.487.3.3>.

- Chapman, G.P. (1990) *Reproductive versatility in the grasses*. Cambridge University Press., 310 pp.
- Cheke, A.S., Nanakorn, W. & Ynakoses, C. (1979) Dormancy and dispersal of seeds of secondary forest species under the canopy of a primary tropical rainforest in northern Thailand. *Biotropica* 11: 88–95. Doi: <https://doi.org/10.2307/2387783>.
- Chen, I. & Manchester, S.R. (2007) Seed morphology of modern and fossil *Ampelocissus* (Vitaceae) and implications for phytogeography. *American Journal of Botany* 94(9): 1534–1553. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.94.9.1534>.
- Chuang, T.I. & Ornduff, R. (1992) Seed morphology and systematics of Menyanthaceae. *American Journal of Botany* 79(12): 1396–1406. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1992.tb13750.x>.
- Coelho, F.F., Lopes, F.S. & Sperber, C.F. (2005) Persistence strategy of *Salvinia auriculata* Aublet in temporary ponds of Southern Pantanal, Brazil. *Aquatic Botany* 81: 343–352. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.02.001>.
- Collinson, M.E. (1980) Recent and Tertiary seeds of the Nymphaeaceae *sensu lato* with a revision of *Brasenia ovula* (Brong.) Reid and Chandler. *Annals of Botany* 46(5): 603–632. Doi: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085958>.
- Cook, C.D., Gut, B.J., Rix, E.M. & Schneller, J. (1974) *Water Plants of the World: A Manual for the Identification of the Genera of Freshwater Macrophytes*. Springer Science & Business Media B.V., Springer Netherlands, 561 pp.
- Cook, C.D. & Urmi-König, K. (1984) A revision of the genus *Egeria* (Hydrocharitaceae). *Aquatic Botany* 19(1-2): 73–96. Doi: [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(84\)90009-3](https://doi.org/10.1016/0304-3770(84)90009-3).
- Cook, C. D. K., & Urmi-König, K. (1985). A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). *Aquatic Botany* 21(2): 111–156. Doi: [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(85\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0304-3770(85)90084-1).
- Cook, C.D.K. (1996) *Aquatic Plant Book*. SPC Academic Publishing, The Hague, 228 pp.
- Cook, C.D.K. (1998) Pontederiaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants: Flowering Plants, Monocotyledons*. Springer, Berlin, Heidelberg, 4: 395–403.
- Corner, E.J.H. (1976) *The seeds of dicotyledons*. vol. 1, Cambridge University Press., pp. 161–163.
- Coşkunçelebi, K., Makbul, S. & Okur, S. (2016) Studies on the achene morphology of Turkish species of *Scorzonera* L. (Asteraceae) using light and scanning electron microscopy. *Phytotaxa* 247(1): 1–26. Doi: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.247.1.1>.
- Coutinho, L.M. (2006) O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20: 13–23. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>.
- Crawley, M.J. (1986) Life history and environment. In: Crawley, M.J. (Ed.) *Plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 253–290.
- Crisci, J.V. (1971) Flora Argentina: (Araceae). *Revista del Museo de la Plata* 11(64): 193–284.
- Crispim, S.M.A. & Branco, O.D. (2002) Aspectos Gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Embrapa Pantanal, 26 pp. Available from:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/810752> (accessed: 19 junho 2021).

Da Silva, C.R.M., da Silva, L.B., de Jesus Andrade, C.G.T., Trevisan, R., González-Elizondo, M.S. & Vanzela, A.L.L. (2012) Ornamentation of achene silica walls and its contribution to the systematics of *Eleocharis* (Cyperaceae). *Plant Systematics and Evolution* 298(2): 391–398. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0552-x>.

Da Silva Ferreira, J.J., Fortuna Perez, A.P., Lewis, G.P. & Silva, J.S. (2021) Characteristics of the fruits of Brazilian species of *Stylosanthes* Sw. (Leguminosae) and their taxonomic value. *International Journal of Plant Sciences* 182(2): 133–150. Doi: <https://doi.org/10.1086/711508>.

Dalling, J.W., Swaine, M.D. & Garwood, N. (1998) Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology* 79: 564–578. Doi: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[0564:DPASBD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[0564:DPASBD]2.0.CO;2).

Davies, R.J.P., Craigie, A.I., Mackay, D.A., Whalen, M.A., Cheong, J.P.E. & Leach, G.J. (2007) Resolution of the taxonomy of *Eriocaulon* (Eriocaulaceae) taxa endemic to Australian mound springs, using morphometrics and AFLP markers. *Australian Systematic Botany* 20: 428–447. Doi: <https://doi.org/10.1071/SB07019>.

DeBerry, D.A. & Perry, J.E. (2000) *An introduction to wetland seed banks*. Wetlands Program Technical Report No. 00–2. College of William and Mary, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, VA, USA, 6 pp.

De Hardy, B.I. (1976) Consideraciones generales sobre frutos y semillas de las Cucurbitaceae de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 11(1/4): 205–281.

Dessein, S., Jansen, S., Robbrecht, E. & Smets, E. (2002) A new species of *Spermacoce* (Rubiaceae) from the Manika high plateau (Katanga; RD Congo). *Nordic Journal of Botany* 22(5): 513–523. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2002.tb01909.x>.

Dessein, S., Ntore, S., Robbrecht, E. & Smets, E. (2003) Pollen and seeds reveal that *Spermacoce thymoides* sl (African Rubiaceae, Spermacoceae) represents three endemic or disjunct species from the Zambezian high plateaus. *Systematic Botany* 28(1): 130–144. Doi: <https://doi.org/10.1043/0363-6445-28.1.130>.

Diane, N., Förther, H. & Hilger, H.H. (2002) A systematic analysis of *Heliotropium*, *Tournefortia*, and allied taxa of the Heliotropiaceae (Boraginales) based on ITS1 sequences and morphological data. *American Journal of Botany* 89(2): 287–295. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.89.2.287>.

Díaz-Pita, M.P.D. (2011) Revisión taxonómica del género *Hydrocotyle* L. (Apiaceae) para Colombia. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.

Dos Santos Tozin, L.R., Corrêa-Da, L.B.D.L. & Scremin-Dias, E. (2016) Fruit and seed biometry and germination of *Victoria amazonica* (Poepp.) JC Sowerby (Nymphaeaceae) from the Pantanal floodplain. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 38(2): 221–227. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v38i2.28621>.

Elias, T.S. (1974) The genera of Mimosoideae (Leguminosae) in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 55(1): 67–118.

Erol, O., Uzen, E. & Kucuker, O. (2006) Preliminary SEM observations on the seed testa structure of *Gladiolus* L. species from Turkey. *International Journal of Botany* 2(2): 125–127.

- Esteves, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. Interciência/Finep, Rio de Janeiro, 602 pp.
- Evans, J.P. (1992) The effect of local resource availability and clonal integration on ramet functional morphology in *Hydrocotyle bonariensis*. *Oecologia* 89(2): 265–276. Doi: doi:10.1007/bf00317227.
- Eyde, R.H. (1978) Reproductive structures and evolution in *Ludwigia* (Onagraceae). II. Fruit and seed. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65(2): 656–675. Doi: https://doi.org/10.2307/2398865.
- Fassett, N.C. (1953) A monograph of *Cabomba*. *Castanea* 18(4): 116–128.
- Fawzi, N.M., Fawzy, A.M. & Mohamed, A.A.A. (2010) Seed morphological studies on some species of *Silene* L. (Caryophyllaceae). *International Journal of Botany* 6(3): 287–292.
- Fenner, M. (1985) *Seed Ecology*. London, Chapman & Hall, 151 pp.
- Fenner, M. & Thompson, K. (2005) *The Ecology of Seeds*. Cambridge University Press, Cambridge, 260 pp.
- Ferreira, R.A., Botelho, S.A., Davide, A.C. & Malavasi, M.D.M. (2001) Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 303–309. Doi: https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000300009.
- Filgueiras, T.S. (1986) O conceito de fruto em gramíneas e seu uso na taxonomia da família. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21: 93–100.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available from: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. (accessed: 26 Jan. 2019).
- Galati, B.G. (1987) Estudios embriologicos en *Cabomba australis* (Nymphaeaceae) II. Ontogenia de la semilla. *Boletin de la Sociedad Argentina de Botanica* 25: 187–196.
- Ganie, A.H., Reshi, Z.A., Wafai, B.A. & Khuroo, A.A. (2017) Fruit morphology of the genus *Potamogeton* L. in Kashmir Himalaya and its utility in taxonomic delimitation. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 10(2): 274–278. Doi: https://doi.org/10.1016/j.japb.2017.04.006.
- Garg, S.K. & Sharma, K.C. (2007) Taxonomical significance of the morphological and scanning electron microscopic surface patterns of cypselas in some members of the tribe *Heliantheae* (Asteraceae). *Feddes Repertorium* 118(5–6): 165–191. Doi: https://doi.org/10.1002/fedr.200711134.
- Gonçalves, H.C., Mercante, M.A. & Santos, E.T. (2011) Hydrological cycle. *Brazilian Journal of Biology* 71(1 suppl.): 241–253.
- Gopal, B. (1987) *Water Hyacinth*. Elsevier Aquatic Plant Studies, Amsterdam, 471 pp.
- Gordh, G. & Hall, J.C. (1979) A critical point drier used as a method of mounting insects from alcohol. *Entomological news* 90: 57–59.
- Graham, S.A. & Graham, A. (2014) Ovary, fruit, and seed morphology of the Lythraceae. *International Journal of Plant Sciences* 175(2): 202–240.
- Grime, J.P. (1989) Seed Banks in Ecological Perspective. In: Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.) *Ecology of Soil Seeds Banks*. London Academic Press, London, pp. XV–XXII.

- Grootjen, C.J. & Bouman, F. (1988) Seed structure in Cannaceae: taxonomic and ecological implications. *Annals of Botany* 61(3): 363–371. Doi: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087565>.
- Guerra, A., Roque, F. de O., Garcia, L.C., Ochao-Quintero, J.M.O., Oliveira, P.T.S. de, Guariento, R.D. & Rosa, I.M.D. (2020) Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surrounding ecosystems. *Land Use Policy* 91: 104–388. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104388>.
- Gunn, C.R. (1984) *Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosaceae (Fabaceae)*. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin, N° 1681, 194 pp.
- Hackel, E. (1887) Gramineae. *Die Naturlichen Pflanzenfamilien* 2: 70–89.
- Harris, J.G. & Harris, M.W. (1994) *Plant identification terminology: an illustrated glossary* (No. QK9 H37 2001). Spring Lake Publishing, Spring Lake, Utah, 197 pp.
- Harper, J.L. (1977) *Population biology of plants*. Academic Press, New York, 892 pp.
- Haynes, R.R., Les, D.H. & Holm-Nielsen, L.B. (1998) Limnocharitaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants: Flowering Plants, Monocotyledons*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 271–275.
- Haynes, R.R. & Holm-Nielsen, L.B. (2001). The genera of Hydrocharitaceae in the southeastern United States. *Harvard Papers in Botany* 5(2): 201–275.
- Hintze, C., Heydel, F., Hoppe, C., Cunze, S., König, A. & Tackenberg, O. (2013) D3: the dispersal and diaspore database—baseline data and statistics on seed dispersal. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15(3): 180–192. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.02.001>.
- Hopfensperger, K.N. (2007) A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438–1448. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15818.x>.
- Irgang, B.E. & Gastal, Jr. C.V.S. (1996) *Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS*. CPG - Botânica/UFRGS, Porto Alegre, 290 pp.
- Junk, W.F. (1980) Áreas inundáveis - Um desafio para a limnologia. *Acta Amazonica* 10: 775–795. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921980104775>.
- Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. (1993) Species diversity and distribution of herbaceous plants in the floodplain of the middle Amazon. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 25: 1862–1865.
- Junk, W.J., Brown, M., Campbell, I.C., Finlayson, M., Gopal, B., Ramberg, L. & Warner, B.G. (2006) The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: a synthesis. *Aquatic Sciences* 68: 400–414. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00027-006-0013-8>.
- Kaplan, A., Hasanoglu, A. & Ince, I.A. (2007) Morphological, anatomical and palynological properties of some Turkish *Veronica* L. species (Scrophulariaceae). *International Journal of Botany* 3: 23–32.
- Kaul, R.B. (1970) Evolution and adaptation of inflorescences in the Hydrocharitaceae. *American Journal of Botany* 57: 708–715. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1970.tb09868.x>.
- Kellogg, E.A. (2015) Flower structure. In: Kubitzki, K. (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants: Flowering Plants, Monocots*. Springer, Cham., pp. 39–43.

- Kellogg, E.A. (2015) Flowering plants, Monocots: Poaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.) *The Families and Genera of Vascular Plants: Flowering Plants, Monocots*. Springer, Cham., Vol. 13.
- Kettenring, K.M., Tarsa, E.E. (2020) Need to Seed? Ecological, Genetic, and Evolutionary Keys to Seed-Based Wetland Restoration. *Frontiers in Environmental Science* 8: 109.
- King-Jones, S. (2001) Revision of *Pluchea* Cass. (Compositae, Plucheeae) in the old World. *Englera* 23: 3–136. Doi: <https://doi.org/10.2307/3776750>.
- Kirkbride Jr, J.H. (1979) *Revision of the genus Psyllocarpus (Rubiaceae)*. Smithsonian Institution Press, Washington, Vol. 41, 32 pp.
- Kissmann, K.G. (1997) *Plantas Infestantes e Nocivas*. Tomo 1, 2ed., BASF, São Paulo, 603 pp.
- Kissmann, K.G. & Groth, D. (1999) *Plantas Infestantes e Nocivas*. Tomo 2, 2ed., BASF, São Paulo, 978 pp.
- Kissmann, K.G. & Groth, D. (2000) *Plantas Infestantes e Nocivas*. Tomo 3, 2ed., BASF, São Paulo, 722 pp.
- Kong, M.J. & Hong, S.P. (2018) Comparative achene morphology of *Persicaria* sect. *Cephalophilon* and related taxa (Polygonaceae). *Korean Journal of Plant Taxonomy* 48(2): 134–142. Doi: <https://doi.org/10.11110/kjpt.2018.48.2.134>.
- Konstantinova, A.I. & Yembaturova, E.Y. (2010) Structural traits of some species of *Hydrocotyle* (Araliaceae) and their significance for constructing the generic system. *Plant Diversity and Evolution* 128(3): 329. Doi: [10.1127/1869-6155/2010/0128-0015](https://doi.org/10.1127/1869-6155/2010/0128-0015).
- Koul, K.K., Nagpal, R. & Raina, N. (2000) Seed Coat Microsculpturing in *Brassica* and Allied Genera (Subtribes Brassicinae, Raphaninae, Moricandiinae). *Annals of Botany* 86: 385–397. Doi: <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1197>
- Latowski, K., Toma, C., Dąbrowska, M. & Zviedre, E. (2014) Taxonomic features of fruits and seeds of *Nymphaea* and *Nuphar* taxa of the Southern Baltic region. *Limnological Review* 14(2): 83–91. Doi: [10.2478/limre-2014-0009](https://doi.org/10.2478/limre-2014-0009).
- Leandro, T.D., Scremin-Dias, E. & de Oliveira Arruda, R.D.C. (2016) Micromorphology and anatomy of the leaf blade: a contribution to the taxonomy of *Luziola* (Poaceae, Oryzoideae) from the Pantanal, Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 302(3): 265–273. Doi: [10.1007/s00606-015-1260-8](https://doi.org/10.1007/s00606-015-1260-8).
- Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (1989) *Wetland seed banks: Ecology of soil seed banks*. Academic Press, San Diego, 444 pp.
- Lima, G.T., Catian, G., da Luz, G.P., Manvailer, V. & Scremin-Dias, E. (2018) Plântulas e sementes de macrófitas aquáticas de lagoas do Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Iheringia. Série Botânica* 73: 69–87. Doi: <https://doi.org/10.21826/2446-8231201873201>.
- Linares, E. & Moreno-Mosquera, E. (2010) Morfología de los frutíolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del Pacífico colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos. *Caldasia* 32(2): 275–287.
- Lobova, T.A., Mori, S.A., Blanchard, F., Peckham, H. & Charles-Dominique, P. (2003) *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American journal of Botany* 90(3): 388–403. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.90.3.388>.

- Lopes, J.C. & Matheus, M.T. (2008) Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – faveiro-de-wilson (Fabaceae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Sementes* 30(1): 96–101. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100013>.
- Lourival, R., Drechsler, M., Watts, M.E., Game, E.T. & Possingham, H.P. (2011) Planning for reserve adequacy in dynamic landscapes; maximizing future representation of vegetation communities under flood disturbance in the Pantanal wetland. *Diversity and Distributions* 17(2): 297–310. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00722.x>.
- Lowden, R.M. (1973) Revision of the genus *Pontederia* L. *Rhodora* 75(803): 426–487.
- Luqman, M., Zafar, M., Ahmad, M., Ozturk, M., Sultana, S., Alam, F. & Ullah, F. (2019) Micromorphological observation of seed coat of *Eucalyptus* species (Myrtaceae) using scanning electron microscopy technique. *Microscopy Research and Technique* 82(2): 75–84. Doi: <https://doi.org/10.1002/jemt.23099>.
- Martínez y Pérez, J.L. (2006) Relaciones filogenéticas y variación morfológica del género americano *Luziola* (Poaceae: Oryzeae), Thesis, Universidad Veracruzana, UV.
- Martínez-y-Pérez, J.L., Mejía-Saulés, T. & Sosa, V. (2008) A taxonomic revision of *Luziola* (Poaceae: Oryzeae). *Systematic Botany* 33(4): 702–718.
- Mathias, M.E. (1936) The genus *Hydrocotyle* in northern South America. *Brittonia* 2(3): 201–237. Doi: <https://doi.org/10.2307/2804862>.
- Matias, L.Q. & Soares, G. (2009) Morphology and micromorphology of the seed coats of species of *Echinodorus* (Alismataceae) from Brazilian Northeastern. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais* 4(2): 165–173.
- Matthews, J.F. & Levins, P.A. (1985) The genus *Portulaca* in the southeastern United States. *Castanea* 50(2): 96–104.
- Matthews, J.F. & Levins, P.A. (1986) The systematic significance of seed morphology in *Portulaca* (Portulacaceae) under scanning electron microscopy. *Systematic Botany* 11(2): 302–308.
- Meiado, M.V., Silva, F.F.S., Barbosa, D.C.A. & Siqueira-Filho, J.A. (2012) Diaspore of the caatinga: a review. In: Siqueira Filho, J.A. (Ed.). *Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation*. Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Rio de Janeiro, pp. 306–365.
- Melo, J.I.M.D. & Semir, J. (2010) Taxonomy of the genus *Euploca* Nutt. (Heliotropiaceae) in Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24(1): 111–132.
- Menapace, F.J. (1990) A preliminary micromorphological analysis of *Eleocharis* (Cyperaceae) achenes for systematic potential. *Canadian Journal of Botany* 69: 1533–1541. Doi: <https://doi.org/10.1139/b91-197>.
- Mercado-Noriel, L.R. & Mercado, B.T. (1978) Floral anatomy and seed morphology of water lettuce (*Pistia stratiotes*). *Philippine Agriculturist (Philippines)* 61: 281–290.
- Miguel, L.M., Sobrado, S.V., Janssens, S., Dessein, S. & Cabral, E.L. (2018) The monotypic Brazilian genus *Diacrodon* is a synonym of *Borreria* (Spermacoceae, Rubiaceae): morphological and molecular evidences. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 90(2): 1397–1415. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170314>.
- Moazzeni, H., Zarre, S., Al-Shehbaz, I.A. & Mummenhoff, K. (2007) Seed-coat microsculpturing and its systematic application in *Isatis* (Brassicaceae) and allied genera in

- Iran. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 202(6): 447–454. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.10.004>.
- Moret, J., Couderc, H., Bari, A. & Delarue, Y. (2008) Micromorphology of seeds of *Ornithogalum* (Hyacinthaceae) in North Africa. *Nordic Journal of Botany* 9(5): 461–468. Doi: 10.1111/j.1756-1051.1990.tb00536.x.
- 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. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-020-01699-z>.
- Moura-Júnior, E.G., Cotarelli, V.M. (2019). An update on the knowledge of aquatic macrophytes in Northeast Brazil. *Rodriguésia* 70: e04452017. Doi: 10.1590/2175-7860201970076.
- Muñoz, A.M., Vallejo, F.A. & Sánchez, M.S. (2007) Morphology and anatomy of flowers and seeds of *Lippia alba*. *Acta Agronómica* 56(1): 7–12.
- Naredo, M.E.B., Vaughan, D.A. & Cruz, F.S. (1993) Comparative spikelet morphology of *Oryza schlechteri* Pilger and related species of *Leersia* and *Oryza* (Poaceae). *Journal of plant research* 106(2): 109–112. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF02344413>.
- Nicholson, A. & Keddy, P.A. (1983) The depth profile of a shoreline seed bank in Matchedash Lake, Ontario. *Canadian Journal of Botany* 61: 3293–3296. Doi: <https://doi.org/10.1139/b83-368>.
- Nishihiro, J., Nishihiro, M.A. & Washitani, I. (2006) Assessing the potential for recovery of lakeshore vegetation: species richness of sediment propagule banks. *Ecological Research* 21: 436–445. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11284-005-0133-y>.
- Nunes da Cunha, C. & Junk, W.J. (2001) Distribution of wood plant communities along the flood gradient in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil. *International Journal of Ecology and Environmental* 27: 63–70.
- Ocampo, G., Koteyeva, N.K., Voznesenskaya, E.V., Edwards, G.E., Sage, T.L., Sage, R.F. & Columbus, J.T. (2013) Evolution of leaf anatomy and photosynthetic pathways in Portulacaceae. *American Journal of Botany* 100(12): 2388–2402. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.1300094>.
- Oliveira, A.K.M.D., Schleder, E.D. & Favero, S. (2006) Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. *Revista Árvore* 30(1): 25–32. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000100004>.
- Oliveira, L.D.S., Andrade, B.O., Boldrini, I.I., Chiara-Moço, M.C.D. (2019). Aquatic vascular plants of South Brazil, checklist and a comparative floristic approach. *Acta Botanica Brasilica* 34: 709–715. Doi:
- Olwey, A.O.M.K. (2014) Biosystematic studies on the genus *Heliotropium* L. (Boraginaceae Juss.) in Yemen. *Thesis*, Assiut University, 253 pp.
- Orgaard, M. (1991) The genus *Cabomba* (Cabombaceae) – a taxonomic study. *Nordic Journal of Botany* 11(2): 179–203. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1991.tb01819.x>.
- Penning, W.E., Mjelde, M., Dudley, B., Hellsten, S., Hanganu, J., Kolada, A., Van Den Berg, M., Poikane, S., Phillips, G., Willby, N. & Ecke, F. (2008) Classifying aquatic macrophytes

as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic Ecology* 42: 237–251. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10452-008-9182-y>.

Petry, P., Rodrigues, S.T., Ramos Neto, M.B., Matsumoto, M.H., Kimura, G., Becker, M., ... & Guimarães, J. (2011) Análise de Risco Ecológico da Bacia do Rio Paraguai: Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai. *The Nature Conservancy* 34(17): 225.

Phillips, S.M. (1997) The genus *Syngonanthus* (Eriocaulaceae) in eastern and southern Africa. *Kew Bulletin* 52(1): 73–89. Doi: <https://doi.org/10.2307/4117842>.

Phillips, S.M. (1998) Two new species of *Eriocaulon* from West Africa. *Kew Bulletin* 53(4): 943–948. Doi: <https://doi.org/10.2307/4118882>.

Pinder, L. & Rosso, S. (1998) Classification and ordination of plant formations in the Pantanal of Brazil. *Plant Ecology* 136: 151–165. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1009796616824>.

Pivari, M.O.D., Pott, V.J. & Pott, A. (2008) Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(2): 563–571.

Plachno, B.J. & Świątek, P. (2009) Functional anatomy of the ovule in *Genlisea* with remarks on ovule evolution in Lentibulariaceae. *Protoplasma* 236(1–4): 39–48. Doi: [10.1007/s00709-009-0045-8](https://doi.org/10.1007/s00709-009-0045-8).

Pott, V.J., Rego S.D.A. & Pott, A. (1986) Plantas uliginosas e aquáticas do Pantanal arenoso. Embrapa-CPAP, Corumbá, 12 pp. Available from: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41130/1/PA06.pdf> (accessed: 10 Junho 2021).

Pott, V.J., Bueno, N.C., Pereira, R.A.C., Salis, S.M. & Vieira, N.L. (1989) Distribuição de macrófitas aquáticas numa lagoa na Fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal, MS. *Acta Botanica Brasilica* 3(2): 153–168. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061989000300015>.

Pott, V.J. & Pott, A. (1997) Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 11(2): 215–227. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061997000200010>.

Pott, V.J. (1998) A família Nymphaeaceae no Pantanal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12: 183–194. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000200007>.

Pott, V.J. & Cervi, A.C. (1999) A família Lemnaceae Gray no Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 22: 153–174. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000200007>.

Pott, V.J. & Pott, A. (2000) *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília, 404 pp. il.

Pott, V.J. & Pott A. (2003) Dinâmica da vegetação aquática do Pantanal. In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (Eds.) *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, pp. 145–162.

Pott, A. & Pott, V.J. (2004) Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. *Wetlands Ecology and Management* 12(6): 547–552. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11273-005-1754-1>.

Pott, V.J. (2008) Plantas de ambientes aquáticos e úmidos do Centro-Oeste brasileiro. In: Anais do 59º Congresso Nacional de Botânica, Natal, Sociedade Brasileira de Botânica, pp. 441–442.

- Pott, A., Oliveira, A.K., Damasceno-Junior, G.A. & Silva, J.S. (2011a) Plant diversity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology* 71: 265–273. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200005>.
- Pott, V.J., Pott, A., Lima, L.C.P., Moreira, S.N. & Oliveira, A.K. (2011b) Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetland and upper basin. *Brazilian Journal of Biology* 71(1): 255–263. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200004>.
- Pott, A. & da Silva, J.S.V. (2015) Terrestrial and aquatic vegetation diversity of the Pantanal wetland. In: Bergier, I. & Assine, M.L. (Eds.) *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Springer, Cham., pp. 111–131.
- Prado, A., Heckman, C.W. & Martins, F.R. (1994) The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: II. The aquatic macrophyte vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internationale Revue der Gessamten Hydrobiologie* 79(4): 569–589. Doi: <https://doi.org/10.1002/iroh.19940790407>.
- Prance, G.T. & Schaller, G.B. (1982) Preliminary-study of some vegetation types of the Pantanal, Mato-Grosso, Brazil. *Brittonia* 34: 228–251. Doi: <https://doi.org/10.2307/2806383>.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R. (1974) *Vascular Plant Systematics*. Harper and Row. New York, USA, 891 pp.
- Roberts, H.A. (1981) Seed banks in soils. *Advanced Applied Biology* 6: 1–56.
- Rodrigo, M.A. (2021) Wetland restoration with hydrophytes: A review. *Plants* 10(6): 1035.
- Roque, F.O., Ochoa-Quintero, J., Ribeiro, D.B., Sugai, L.S., Costa-Pereira, R., Lourival, R. & Bino, G. (2016) Upland habitat loss as a threat to Pantanal wetlands. *Conservation Biology* 30(5): 1131–1134. Doi: <https://doi.org/10.1111/cobi.12713>.
- Rosa-Osman, S.M.D., Rodrigues, R., Mendonça, M.S.D., Souza, L.A.D. & Piedade, M.T.F. (2011) Morfologia da flor, fruto e plântula de *Victoria amazonica* (Poepp.) JC Sowerby (Nymphaeaceae). *Acta Amazonica* 41: 21–28. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000100003>.
- Sabelli, P.A. & Larkins, B.A. (2015) *Advances in seed biology*. Frontiers Media SA, Series: Frontiers Research Topics, 238 pp.
- Salas, R.M. & Cabral, E.L. (2010) The species of the genus *Staelia* (Rubiaceae) from Paraguay, a new species and new synonymous. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants* 55(2): 123–128. Doi: <https://doi.org/10.3767/000651910X526681>.
- Sánchez, E. & Espinoza, A.M. (2005) Ultrastructure of *Oryza glumaepatula*, a wild rice species endemic of tropical America. *Revista de Biología Tropical* 53(1–2): 15–22.
- Santiago, E.F. & Sartori Paoli, A.A. (1999) Morphology of fruits and seeds of the *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (Leg-Caesalpinoideae). *Naturalia* 24: 139–152.
- Schessl M. (1999) Floristic composition and structure of flood-plain vegetation in the Northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Phyton* 39(2): 303–336.
- Schneider, E.L. & Jeter, J.M. (1982) Morphological studies of the Nymphaeaceae. XII. The floral biology of *Cabomba caroliniana*. *American Journal of Botany* 69(9): 1410–1419. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1982.tb13389.x>.
- Schneider, A.A. & Boldrini, I.I. (2011) Microsculpture of cypselae surface of *Baccharis* sect. *Caulopterae* (Asteraceae) from Brazil. *Anales del Jardín Botánico de Madrid, Real Jardín Botánico* 68(1): 108–116.

Sculthorpe, C.D. (1967) The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, London, England, 610 pp.

Sculthorpe, C.D. (1985) *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold (Publ.) Ltd., London, England, 610 pp.

Seidl, A.F. & Moraes, A.S. (2000) Global valuation of ecosystem services: application to the Pantanal da Nhecolândia, Brazil. *Ecological Economics* 33(1): 1–6. Doi: 10.1016/S0921-8009(99)00146-9.

Sfair, J.C., Latini, A.O. & Souza, S.C.A.S. (2005) Abundância proporcional e convergência de caracteres de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado da região de Itirapina, SP, Brasil. Relatórios de projetos desenvolvidos na disciplina NE211 - Ecologia de Campo II do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, IB, UNICAMP. Available from: <http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/ne211/2005/>. (accessed 26 Janeiro 2019).

Silva, J.S.V. & Abdon, M.M. (1998) Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1703–1712.

Simpson, R.L., Leck, M.A. & Parker, V.T. (1989) Seed banks: general concepts and methodological issues. In: Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego, pp. 3–9.

Sivarajan, V.V., Chaw, S.M. & Joseph, K.T. (1989) Seed coat micromorphology of Indian species of *Nymphoides* (Menyanthaceae). *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 30: 275–283.

Song, J.H. & Hong, S.P. (2020) Fruit and seed micromorphology and its systematic significance in tribe Sorbarieae (Rosaceae). *Plant Systematics and Evolution* 306: 6. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00606-020-01640-4>.

Sousa, D.J.L. de, Campelo, M.J.A. & Matias, L.Q. (2018) Flora of Ceará: Pontederiaceae. *Rodriguésia* 69(4): 1641–1657. Doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869412>.

Sumanon, P. & Traiperm, P. (2013) An investigation of lemma micromorphology in Thai Oryzeae (Poaceae). *ScienceAsia* 39(6): 567–573. Doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.567.

Swallen, J.R. (1965) The grass genus *Luziola*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52(3): 472–475. Doi: <https://doi.org/10.2307/2394812>.

Takhtajan, A. (2009) Class Liliopsida (Monocotyledons). In: Takhtajan, A. (Ed.) *Flowering Plants*. Springer, Dordrecht, 2 ed., XLV, 871 pp.

Terrell, E.E. & Robinson, H. (1974) Luziolinae, a new subtribe of oryzoid grasses. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 101(5): 235–245. Doi: <https://doi.org/10.2307/2484868>.

Terrell, E.E., Peterson, P.M. & Wergin, W.P. (2001) Epidermal features and spikelet micromorphology in *Oryza* and related genera (Poaceae: Oryzeae). *Smithsonian Contributions to Botany* 91: 50.

Terrell, E.E. & Wunderlin, R.P. (2002) Seed and fruit characters in selected Spermacoceae and comparison with Hedyotideae (Rubiaceae). *SIDA, Contributions to Botany* 20(2): 549–557.

Thompson, K. (1992) The functional ecology of seed banks. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. pp. 231–258.

- Thompson, K. (2000) The functional ecology of soil seed banks. *In*: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2nd ed., CABI Publishing, London, pp. 215–235.
- Tipperry, N.P. & Sokolik, J.T. (2020) Phylogenetics and seed morphology of African *Nymphoides* (Menyanthaceae). *Nordic Journal of Botany* 38(2). Doi: <https://doi.org/10.1111/njb.02545>.
- Tur, N.M. (1972). Embalsados y Camalotes de la región isleña del Paraná Medio. *Darwiniana* 17: 397–407.
- van der Valk, A.G. & Davis, C.B. (1978) The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59: 322–335. Doi: <https://doi.org/10.2307/1936377>.
- van der Valk, A.G. & Pederson, R.L. (1989) Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. *In*: Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.) *Ecology of Seed Banks*. Academic Press, San Diego, pp. 329–346.
- van der Valk, A.G., Pederson, R.L. & Davis, C.B. (1992) Restoration and creation of freshwater wetlands using seed banks. *Wetlands Ecology and Management* 1: 191–197. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00244924>.
- Velasco, J.R. & Sierra, Z.N. (1986) Current efforts in plant eco-physiology. *In*: State of the art papers biological sciences. The National Academy of Science and Technology, Republic of the Philippines, pp. 45–83.
- Venturelli, M. & Bouman, F. (1986) Embryology and seed development in *Mayaca fluviatilis* (Mayacaceae). *Acta Botanica Neerlandica* 35(4): 497–516. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1986.tb00489.x>.
- Vidal, V.N. & Vidal, M.R.R. (1995) *Botânica: organografia*. UFV, Viçosa, 114 pp.
- Weatherwax, P. (1929) The morphology of the spikelets of six genera of Oryzeae. *American Journal of Botany* 16(7): 547–555. Doi: <https://doi.org/10.2307/2435710>.
- Webster, G.L. (2014) Euphorbiaceae. *In*: *Flowering plants, Eudicots*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 51–216.
- Werker, E. (1997) *Seed anatomy*. Encyclopedia of Plant Anatomy, X/3, Gebrüder Borntraeger, Berlin, 424 pp.
- Wiersema, J.H. (1987) A monograph of *Nymphaea* subgenus *Hydrocallis* (Nymphaeaceae). *Systematic Botany Monographs* 16: 1–112. Doi: <https://doi.org/10.2307/25027681>.
- Wooten, J.W. (1973) Taxonomy of seven species of *Sagittaria* from eastern North America. *Brittonia* 25(1): 64–74. Doi: <https://doi.org/10.2307/2805491>.
- Zaika, M.A., Kilian, N., Jones, K., Krinitsina, A.A., Nilova, M.V., Speranskaya, A.S. & Sukhorukov, A.P. (2020) *Scorzonera* sensu lato (Asteraceae, Cichorieae) – taxonomic reassessment in the light of new molecular phylogenetic and carpological analyses. *PhytoKeys* 137: 1. Doi: [10.3897/phytokeys.137.46544](https://doi.org/10.3897/phytokeys.137.46544).
- Zhao, L.C., Collinson, M.E. & Li, C.S. (2004) Fruits and seeds of *Ruppia* (Potamogetonaceae) from the Pliocene of Yushe Basin, Shanxi, northern China and their ecological implications. *Botanical Journal of the Linnean Society* 145(3): 317–329. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2003.00278.x>.

Zedler, J.B. & Kercher, S. (2005) Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources* 30: 39–74. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>.

Zeng, Y., Raimondi, N. & Kermode, A.R. (2003) Role of an ABI3 homologue in dormancy maintenance of yellow-cedar seeds and in the activation of storage protein and Em gene promoters. *Plant molecular biology* 51(1): 39–49. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1020762304937>.

Zuloaga, F.O. & Morrone, O. (1996) Revisión de las especies americanas de *Panicum* subgénero *Panicum* sección *Panicum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83(2): 200–280. Doi: <https://doi.org/10.2307/2399947>.

Tabela 1. Lista de espécies analisadas, em ordem alfabética de família e gênero; formas de vida (FV): FL= Flutuante livre; FF= Flutuante fixa; SL= Submersa livre; SF= Submersa fixa; A= Anfíbia; EM= Emergente; EP= Epífita; e origem do material analisado (herbário ou coleção particular).

Família	Espécie	FB	Origem
Alismataceae	<i>Echinodorus longiscapus</i> Arechav.	EM	Catian, G.
	<i>Echinodorus paniculatus</i> Micheli	EM	Catian, G.
	<i>Helanthium tenellum</i> (Mart.) Britton	SF	Catian, G.
	<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau	FF	Catian, G.
	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	FF	Catian, G.
	<i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth	FF	Catian, G.
	<i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & Schltdl.	EM	Catian, G.
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L.	FL	Catian, G.
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich.	FF	CGMS 17478
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	FF	CGMS 50987
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i> Pers..	A	Catian, G.
	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	A	Catian, G.
	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	A	Catian, G.
Boraginaceae	<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir	A	Catian, G.
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i> Schult. & Schult. f.	SF	Catian, G.
Cannaceae	<i>Canna glauca</i> L.	A	Catian, G.
Curcubitaceae	<i>Cayaponia podantha</i> Cogn.	EM	Catian, G.
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.	EM	Catian, G.
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	A/EM	Catian, G.
	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	SF	Catian, G.
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	A	Catian, G.
	<i>Cyperus blepharoleptos</i> Steud.	EP/A	Catian, G.
Euphorbiaceae	<i>Caperonia castaneifolia</i> A. St.-Hil	A/EM	Catian, G.
Fabaceae	<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	A	Catian, G.
	<i>Aeschynomene fluminensis</i> Vell.	A	Catian, G.
	<i>Ctenodon hystrix</i> (Poir.) D.B.O.S. Cardoso, P.L.R. Moraes & H.C. Lima.	A	Catian, G.
	<i>Aeschynomene rudis</i> Benth.	EM	Catian, G.
	<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	A/EM	Catian, G.
	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	E/A	CGMS 50394
Hydrocharitaceae	<i>Egeria najas</i> Planch.	SF	Catian, G.
	<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Heine	FL	Catian, G.
Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> L.	SL	Catian, G.
	<i>Utricularia gibba</i> L.	SL	Catian, G.
Lithraceae	<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne	A	Catian, G.
Malvaceae	<i>Melochia simplex</i> A. St.-Hil.	A	Catian, G.
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	EM	Catian, G.
Mayacaceae	<i>Mayaca sellowiana</i> Kunth	SF/A	CGMS 67552
Menyanthaceae	<i>Nymphoides grayana</i> (Griseb.) Kuntze	FF	CGMS 64247
	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	FF	CGMS 68071
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

Cont.	Cont.	Cont.	Cont.
	<i>Nymphaea jamesoniana</i> Planch.	FF	CGMS 65834
	<i>Nymphaea oxypetala</i> Planch.	SF	Catian, G.
	<i>Victoria amazonica</i> (Poepp.) J.E. Sowerby	FF	Catian, G.
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	EM	Catian, G.
	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	FF	Catian, G.
	<i>Ludwigia inclinata</i> (L. f.) M. Gómez	SF	CGMS 33761
	<i>Ludwigia lagunae</i> (Morong) H. Hara	A/EM	Catian, G.
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	A	Catian, G.
	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	A/EM	Catian, G.
	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven	SF	CGMS 68844
	<i>Ludwigia sedioides</i> (Humb. & Bonpl.) H. Hara	FF	Catian, G.
	<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambess.) H. Hara	A/EM	Catian, G.
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus fluitans</i> Benth. ex Müll. Arg.	FL	Catian, G.
Plantaginaceae	<i>Bacopa arenaria</i> (Schmidt) Edwall	A	Catian, G.
	<i>Bacopa australis</i> V.C. Souza	SF	Catian, G.
Poaceae	<i>Luziola bahiensis</i> (Steud.) Hitchc.	FF	CGMS 71049
	<i>Luziola fragilis</i> Swallen	FF	CGMS 70930
	<i>Luziola peruviana</i> Juss. Ex J.F. Gmel.	E	CGMS 71082
	<i>Oryza glumaepatula</i> Steud	EM	Catian, G.
	<i>Oryza latifolia</i> Desv.	EM	Catian, G.
	<i>Steinchisma laxum</i> Sw.	EM	Catian, G.
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	EM	Catian, G.
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	EM	Catian, G.
	<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	EM	Catian, G.
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	EM	Catian, G.
	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	A	Catian, G.
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	FF	Catian, G.
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	FL	Catian, G.
	<i>Pontederia cordata</i> L.	EM	Catian, G.
	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander	EM	Catian, G.
	<i>Pontederia subovata</i> (Seub.) Lowden	FF	Catian, G.
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i> L.	A	CGMS 34993
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	SF	CGMS 55965
	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	SF	CGMS 75050
Rubiaceae	<i>Diodia kuntzei</i> K. Schum.	EM	Catian, G.
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	A	Catian, G.
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	A	Catian, G.
Vitaceae	<i>Cissus spinosa</i> Cambess.	EM	Catian, G.

CAPÍTULO 2. REVISTA WETLANDS

(Link:<https://www.springer.com/journal/13157/submission-guidelines>)

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please ensure you provide all relevant editable source files. Failing to submit these source files might cause unnecessary delays in the review and production process.

Cover letter: mandatory

All submissions should be accompanied by a cover letter which should include:

What is the scientific question you are addressing?

What are the key findings that answer this question?

Why is this work important and timely?

Why is it of interest to the international readership of WETLANDS?

Article Types

The journal does not have strict word counts, but we suggest up to 4,000 words for short communications and 4,000-8,000 words for regular articles and review articles. If in doubt, please contact the Editor-in-Chief.

Original research: Articles reporting original research about wetlands, natural or constructed, including, but not limited to mechanisms underlying ecosystem processes, the values of wetlands to society, their management, quality assessment and restoration.

Short communications: Short articles in the same format as Original Research articles, reporting on new findings that are deemed to be potentially very important or timely, but do not require a full-size article. Short communications should not be used for reporting preliminary data.

Review article: Articles summarizing past and recent research on a subject relevant to wetland science and management, often to synthesize over-arching patterns or opinions. The subject and content should be discussed with the Editor-in-Chief (marinus.otte@nds.u.edu) prior to submission.

Invited reviews: The Mark Brinson Review series was initiated in 2013 and brings together in-depth, over-arching reviews in the fields of wetland science and management, in the widest sense of those terms. These reviews may synthesize observations over long periods of time or may pull together information from various studies to form an opinion. They are either invited, may be regular reviews that are recognized by the Editorial Board of the journal as important enough to be part of the series, or intending authors may contact the Editor-in-Chief.

Students & Early Career Researchers: We offer incentives for the submission of reviews or perspective papers by students and early career researchers (ECR) (defined as being within one year of award of their PhD degree) – see the Students & Early Career Researchers tab. If you are submitting such an article as first author and you are a student or ECR, please indicate this in your cover letter and/or comments to the editor when submitting your article.

Title Page

Please make sure your title page contains the following information.

Title

The title should be concise and informative.

Author information

The name(s) of the author(s)

The affiliation(s) of the author(s), i.e. institution, (department), city, (state), country

A clear indication and an active e-mail address of the corresponding author

If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

If address information is provided with the affiliation(s) it will also be published.

For authors that are (temporarily) unaffiliated we will only capture their city and country of residence, not their e-mail address unless specifically requested.

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

For life science journals only (when applicable)

Trial registration number and date of registration

Trial registration number, date of registration followed by “retrospectively registered”

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Declarations

All manuscripts must contain the following sections under the heading 'Declarations'.

If any of the sections are not relevant to your manuscript, please include the heading and write 'Not applicable' for that section.

To be used for all articles, including articles with biological applications

Funding (information that explains whether and by whom the research was supported)

Conflicts of interest/Competing interests (include appropriate disclosures)

Availability of data and material (data transparency)

Code availability (software application or custom code)

Authors' contributions (optional: please review the submission guidelines from the journal whether statements are mandatory)

Additional declarations for articles in life science journals that report the results of studies involving humans and/or animals

Ethics approval (include appropriate approvals or waivers)

Consent to participate (include appropriate statements)

Consent for publication (include appropriate statements)

Please see the relevant sections in the submission guidelines for further information as well as various examples of wording.

Please revise/customize the sample statements according to your own needs.

Declarations

All manuscripts must contain the following sections under the heading 'Declarations', to be placed before 'References'.

If any of the sections are not relevant to your manuscript, please include the heading and write 'Not applicable' for that section.

Funding (information that explains whether and by whom the research was supported)

Conflicts of interest/Competing interests (include appropriate disclosures)

Ethics approval (include appropriate approvals or waivers)

Consent to participate (include appropriate statements)

Consent for publication (include appropriate statements)

Availability of data and material (data transparency)

Code availability (software application or custom code)

Authors' contributions (optional: please review the submission guidelines from the journal whether statements are mandatory)

Please see the relevant sections in the submission guidelines for further information as well as various examples of wording.

Please revise/customize the sample statements according to your own needs.

Here are some examples of statements to be included in the manuscript:

Ethics Approval:

- This study follows the guidelines declared in the Declaration of Helsinki, and was approved by [ethics committee name]; Reference number XXXX.

- All animal experiments were approved by [ethics committee name], reference number XXXX

- Ethics approval for this study was waived by [ethics committee name] according to [reason/law]

- Ethics approval was not required for this study according to local legislation [name of legislation]

Consent to Participate:

- All patients included in this study gave written informed consent to participate in this research. If the patient was less than XXXX years old at the time of the study, written informed consent for their participation was given by their parent or legal guardian.

Consent for publication:

- All patients included in this research gave written informed consent to publish the data and images contained within this case report.

- All patients provided written informed consent to publish the data contained within this article.

Availability of data and materials:

- The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

- All data produced from this study are provided in this manuscript.
- The data was deposited in [repository name] under the reference number [identifier number].
- The single-cell RNA sequencing clean data reported in this paper have been deposited in the [repository name] under accession number XXXX, which can be publicly accessed at [link].

Scientific style

Please always use internationally accepted signs and symbols for units (SI units).

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Please alphabetize according to the following rules: 1) For one author, by name of author, then chronologically; 2) For two authors, by name of author, then name of coauthor, then chronologically; 3) For more than two authors, by name of first author, then chronologically.

If available, please always include DOIs as full DOI links in your reference list (e.g. “<https://doi.org/abc>”).

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

Abbreviations

We suggest using the standard abbreviation of a journal's name from the list that can be found

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork and Illustrations Guidelines

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Definition: Black and white graphic with no shading.

Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.

If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices [Supplementary Information (SI)] should, however, be numbered separately.

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

Figures should be submitted separately from the text, if possible.

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

For large-sized journals the figures should be 84 mm (for double-column text areas), or 174 mm (for single-column text areas) wide and not higher than 234 mm.

For small-sized journals, the figures should be 119 mm wide and not higher than 195 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)

Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Supplementary Information (SI)

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as Supplementary Information, authors should read the journal's Research data policy.

We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Aspect ratio: 16:9 or 4:3

Maximum file size: 25 GB

Minimum video duration: 1 sec

Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".

Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Supplementary Information (SI) will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material

Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

English Language Editing

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Getting a fast, free online grammar check.

Asking a colleague who is proficient in English to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation is helped by following the rules of good scientific practice, which include*:

The manuscript should not be submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

The submitted work should be original and should not have been published elsewhere in any form or language (partially or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work. (Please provide transparency on the re-use of material to avoid the concerns about text-recycling ('self-plagiarism')).

A single study should not be split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (i.e. 'salami-slicing/publishing').

Concurrent or secondary publication is sometimes justifiable, provided certain conditions are met. Examples include: translations or a manuscript that is intended for a different group of readers.

Results should be presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification or inappropriate data manipulation (including image based manipulation). Authors should adhere to discipline-specific rules for acquiring, selecting and processing data.

No data, text, or theories by others are presented as if they were the author's own ('plagiarism'). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks (to indicate words taken from another source) are used for verbatim copying of material, and permissions secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

Authors should make sure they have permissions for the use of software, questionnaires/(web) surveys and scales in their studies (if appropriate).

Research articles and non-research articles (e.g. Opinion, Review, and Commentary articles) must cite appropriate and relevant literature in support of the claims made. Excessive and inappropriate self-citation or coordinated efforts among several authors to collectively self-cite is strongly discouraged.

Authors should avoid untrue statements about an entity (who can be an individual person or a company) or descriptions of their behavior or actions that could potentially be seen as personal attacks or allegations about that person.

Research that may be misapplied to pose a threat to public health or national security should be clearly identified in the manuscript (e.g. dual use of research). Examples include creation of harmful consequences of biological agents or toxins, disruption of immunity of vaccines, unusual hazards in the use of chemicals, weaponization of research/technology (amongst others).

Authors are strongly advised to ensure the author group, the Corresponding Author, and the order of authors are all correct at submission. Adding and/or deleting authors during the revision stages is generally not permitted, but in some cases may be warranted. Reasons for changes in authorship should be explained in detail. Please note that changes to authorship cannot be made after acceptance of a manuscript.

*All of the above are guidelines and authors need to make sure to respect third parties rights such as copyright and/or moral rights.

Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results presented. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential or proprietary data is excluded.

If there is suspicion of misbehavior or alleged fraud the Journal and/or Publisher will carry out an investigation following COPE guidelines. If, after investigation, there are valid concerns, the author(s) concerned will be contacted under their given e-mail address and given an opportunity to address the issue. Depending on the situation, this may result in the Journal's and/or Publisher's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the manuscript is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.

If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction:

- an erratum/correction may be placed with the article
- an expression of concern may be placed with the article
- or in severe cases retraction of the article may occur.

The reason will be given in the published erratum/correction, expression of concern or retraction note. Please note that retraction means that the article is maintained on the platform, watermarked "retracted" and the explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

The author's institution may be informed

A notice of suspected transgression of ethical standards in the peer review system may be included as part of the author's and article's bibliographic record.

Fundamental errors

Authors have an obligation to correct mistakes once they discover a significant error or inaccuracy in their published article.

The author(s) is/are requested to contact the journal and explain in what sense the error is impacting the article. A decision on how to correct the literature will depend on the nature of the error. This may be a correction or retraction. The retraction note should provide transparency which parts of the article are impacted by the error.

Suggesting / excluding reviewers

Authors are welcome to suggest suitable reviewers and/or request the exclusion of certain individuals when they submit their manuscripts. When suggesting reviewers, authors should make sure they are totally independent and not connected to the work in any way. It is strongly recommended to suggest a mix of reviewers from different countries and different institutions. When suggesting reviewers, the Corresponding Author must provide an institutional email address for each suggested reviewer, or, if this is not possible to include other means of verifying the identity such as a link to a personal homepage, a link to the publication record or a researcher or author ID in the submission letter. Please note that the Journal may not use the suggestions, but suggestions are appreciated and may help facilitate the peer review process.

Authorship principles

These guidelines describe authorship principles and good authorship practices to which prospective authors should adhere to. Authorship clarified

The Journal and Publisher assume all authors agreed with the content and that all gave explicit consent to submit and that they obtained consent from the responsible authorities at the institute/organization where the work has been carried out, before the work is submitted.

The Publisher does not prescribe the kinds of contributions that warrant authorship. It is recommended that authors adhere to the guidelines for authorship that are applicable in their specific research field. In absence of specific guidelines it is recommended to adhere to the following guidelines*:

All authors whose names appear on the submission

- 1) made substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data; or the creation of new software used in the work;
- 2) drafted the work or revised it critically for important intellectual content;
- 3) approved the version to be published; and
- 4) agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Disclosures and declarations

All authors are requested to include information regarding sources of funding, financial or non-financial interests, study-specific approval by the appropriate ethics committee for research involving humans and/or animals, informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals (as appropriate).

The decision whether such information should be included is not only dependent on the scope of the journal, but also the scope of the article. Work submitted for publication may have implications for public health or general welfare and in those cases it is the responsibility of all authors to include the appropriate disclosures and declarations.

Data transparency

All authors are requested to make sure that all data and materials as well as software application or custom code support their published claims and comply with field standards. Please note that journals may have individual policies on (sharing) research data in concordance with disciplinary norms and expectations.

Role of the Corresponding Author

One author is assigned as Corresponding Author and acts on behalf of all co-authors and ensures that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately addressed.

The Corresponding Author is responsible for the following requirements:

ensuring that all listed authors have approved the manuscript before submission, including the names and order of authors; managing all communication between the Journal and all co-authors, before and after publication;*

providing transparency on re-use of material and mention any unpublished material (for example manuscripts in press) included in the manuscript in a cover letter to the Editor;

making sure disclosures, declarations and transparency on data statements from all authors are included in the manuscript as appropriate (see above).

* The requirement of managing all communication between the journal and all co-authors during submission and proofing may be delegated to a Contact or Submitting Author. In this case please make sure the Corresponding Author is clearly indicated in the manuscript.

Author contributions

In absence of specific instructions and in research fields where it is possible to describe discrete efforts, the Publisher recommends authors to include contribution statements in the work that specifies the contribution of every author in order to promote transparency. These contributions should be listed at the separate title page.

Affiliation

The primary affiliation for each author should be the institution where the majority of their work was done. If an author has subsequently moved, the current address may additionally be stated. Addresses will not be updated or changed after publication of the article.

Changes to authorship

Authors are strongly advised to ensure the correct author group, the Corresponding Author, and the order of authors at submission. Changes of authorship by adding or deleting authors, and/or changes in Corresponding Author, and/or changes in the sequence of authors are not accepted after acceptance of a manuscript.

Please note that author names will be published exactly as they appear on the accepted submission!

Please make sure that the names of all authors are present and correctly spelled, and that addresses and affiliations are current.

Adding and/or deleting authors at revision stage are generally not permitted, but in some cases it may be warranted. Reasons for these changes in authorship should be explained. Approval of the change during revision is at the discretion of the Editor-in-Chief. Please note that journals may have individual policies on adding and/or deleting authors during revision stage.

Author identification

Authors are recommended to use their ORCID ID when submitting an article for consideration or acquire an ORCID ID via the submission process.

Deceased or incapacitated authors

For cases in which a co-author dies or is incapacitated during the writing, submission, or peer-review process, and the co-authors feel it is appropriate to include the author, co-authors should obtain approval from a (legal) representative which could be a direct relative.

Authorship issues or disputes

In the case of an authorship dispute during peer review or after acceptance and publication, the Journal will not be in a position to investigate or adjudicate. Authors will be asked to resolve the dispute themselves. If they are unable the Journal reserves the right to withdraw a manuscript from the editorial process or in case of a published paper raise the issue with the authors' institution(s) and abide by its guidelines.

Confidentiality

Authors should treat all communication with the Journal as confidential which includes correspondence with direct representatives from the Journal such as Editors-in-Chief and/or Handling Editors and reviewers' reports unless explicit consent has been received to share information.

Grupos Ecológicos e Estratégias de Dispersão Refletem Convergência Adaptativa em Plantas Aquáticas?

VITORIA SILVA FABIANO^{1*}, GISELE CATIAN¹ & EDNA SCREMIN-DIAS¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação Biologia Vegetal, Instituto de Biociências, Cidade Universitária, s/n, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. gcatian@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4011-9930>; ednascremindias@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4218-1404>; *Autor de correspondência: vs.fabiano2013@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9624-1284>

Resumo

As plantas aquáticas são organismos que vivem com os órgãos vegetativos permanente ou temporariamente em contato com a água, e inclui desde macroalgas a plantas vasculares. Diferentes formas de vida (anfíbias, emergentes, flutuantes, submersas) compõem este grupo de plantas, refletindo adaptações, vegetativas e reprodutivas, ocorrentes durante sua evolução. Distintas formas de vida e síndromes de dispersão contribuem para o estabelecimento das espécies em ecossistemas de áreas úmidas, com importante significado ecológico. Visto que a morfologia dos diásporos está intimamente relacionada à forma de vida e a dispersão das espécies, questiona-se qual a relação entre esses fatores e os caracteres morfológicos dos diásporos, e se há convergência dentro dos grupos funcionais, refletindo na dispersão. Analisamos diásporos de 84 espécies aquáticas de diferentes grupos ecológicos, utilizando descrições morfológicas. A morfologia difere somente entre as sementes de formas de vida com necessidades de água opostas (anfíbia e submersas), entretanto, a morfologia dos diásporos difere entre a maioria das síndromes de dispersão, a qual não configura convergência adaptativa. Há tendência à similaridade dos caracteres morfológicos de frutos de espécies aparentadas, o que não pode ser observado entre as sementes.

Palavras-chave: anfíbia, fruto, macrófitas, micromorfologia, semente

Introdução

Plantas aquáticas são organismos fotossintetizantes macroscópicos que se estabelecem permanente ou sazonalmente em ambientes aquáticos (Chambers et al. 2008) ou com grande influência de água. Segundo esse conceito, as plantas aquáticas formam uma comunidade ecológica que reúne grupos naturais e artificiais de plantas verdes (Esteves 1998; Pompêo and Moschini-Carlos 2003), incluindo as angiospermas, ‘pteridófitas’, ‘briófitas’ e alguns grupos de macroalgas (Viana 2005). Devido à diversidade filogenética e taxonômica, este grupo de plantas é usualmente classificado em estudos ecológicos quanto ao biotipo relacionado ao grau de adaptação das espécies ao meio aquático (Esteves 1998; Esteves 2011). Essa abordagem resulta em um sistema de classificação em grupos ecológicos (Cook 1996; Esteves 1998; Esteves 2011) ou ainda, formas de vida ou formas biológicas, que são essencialmente aquáticas: submersas fixas, submersas livres, flutuantes fixas, flutuantes livres; semi-tolerantes: emergentes; tolerantes à seca: anfíbias; e epífitas: crescem sobre indivíduos flutuantes. Estes diferentes graus de adaptação consistem no hábito de crescimento da espécie em relação à superfície da água (Araújo et al. 2012) que, via de regra, reflete a capacidade de se desenvolverem em maior ou menor profundidade d’água, ou em solo úmido nas margens de corpos d’água.

Muitas características presentes nas plantas aquáticas podem ser relacionadas considerando diferentes profundidades, alguns dos parâmetros abióticos a influenciar a ocorrência das plantas aquáticas são: luz, temperatura, nutrientes presente na água, características do substrato, movimentações da água, disponibilidade de O₂ e CO₂ (Bornette and Puijalon 2010). Com isso, as formas de vida têm relação a ampla diversidade de características adaptativas morfofisiológicas das plantas (Cook 1996), especialmente, quanto a anoxia e/ou hipóxia dos órgãos vegetativos. O desenvolvimento de caules eretos indica uma adaptação de plantas para colonizar águas mais profundas (Middelboe and Markager 1997; Bornette and Puijalon 2009),

Além das adaptações vegetativas para a sobrevivência no ambiente aquático, as plantas aquáticas de modo geral desenvolveram muitas adaptações para dispersar suas sementes (Vogel 1981). Essas plantas têm a alta eficiência dos mecanismos de dispersão de seus propágulos como uma das principais causas da ampla distribuição dos táxons contemplados na comunidade (Santamaría 2002; Lacoul and Freedman 2006; Brochet et al. 2010), favorecendo as diferentes maneiras de se estabelecerem em novos ambientes (Sculthorpe 1967). Considerando que as espécies respondem às mudanças do meio através da

pressão seletiva imposta por filtros ambientais (Grime 1977; Franco 2002; Silveira and Oliveira 2013; Liu et al. 2014; Catian et al. 2018), quando características evoluem a partir de pontos distintos e ainda assim convergem, determinado estado dessa característica garante alguma vantagem para a sobrevivência da espécie neste ambiente (Donoghue 2005).

Em áreas úmidas (Junk et al. 2014), a hidrocoria é geralmente considerada como o mecanismo mais importante para a dispersão dos diásporos, permitindo o transporte de um grande número de sementes de diversas espécies, inclusive a longas distâncias (Vogt et al. 2004; Neff and Baldwin 2005; Soons 2006). Além disso, destaca-se a importância da zoocoria, principalmente por aves aquáticas como patos, gansos e cisnes (Clausen et al. 2002; Figuerola and Green 2002; Brochet et al. 2010; Soons et al. 2008), além das paludícolas e migratórias; por peixes (Pollux et al. 2006); anemocoria (Soons 2006) e autocoria (Sádlo 2018). Nessas áreas, os processos fenológicos de diversas espécies estão intimamente relacionados às características presentes nos diásporos, tais como estruturas que auxiliam na flutuação em hidrocoria (Salisbury 1974; Staniforth and Cavers 1976; Eyde 1978; Boesewinkel 1987; Kubitzki and Ziburski 1994; Werker 2000; Boedeltje et al. 2004; Parolin et al. 2010), na aderência a animais em epizoocoria (Liittge and Krapf 1969), na determinação dos períodos de dispersão (Kubitzki and Ziburski 1994; Piedade et al. 2003, 2005), dentre outros.

A dispersão de sementes é o mecanismo pelo qual a espécie amplia a sua distribuição e constitui-se num processo decisivo dentro do ciclo de vida de grande parte das espécies de ambientes tropicais (Howe and Miriti 2004). Logo, conhecer os aspectos que determinam o sucesso das plantas no ambiente é essencial para que haja compreensão dos fatores que interferem na organização das comunidades e quais suas implicações para a manutenção da biodiversidade e de processos ecossistêmicos (McGill et al. 2006). Visto que a maioria das características adaptativas refletidas na morfologia das sementes são, em tese, resultado da seleção atuando sobre a dispersão e sobrevivência de determinada espécie (Andersen 1993) tais características podem ser consideradas atributos funcionais.

Diversos atributos estão presentes nas plantas e podem ser utilizados na organização de grupos funcionais e a escolha destes dependerá do objetivo (Pendry et al. 2007) da avaliação da comunidade de plantas. Esses atributos, quando semelhantes, agrupam as espécies formando grupos funcionais (Médail et al. 1998), e esse conjunto de espécies possuem semelhantes funções no ecossistema, o que auxilia na compreensão das respostas adaptativas destas frente às mudanças ambientais e processos ecológicos como a dispersão e competição (Skov 2000). Devido à dificuldade de análise de todas as espécies e suas respectivas

funções, a observação de agrupamentos de espécies quanto às suas características funcionais facilita a compreensão das suas relações com o habitat (Vale et al. 2011).

A variação inter e intraespecífica dos diásporos representa importante significado ecológico e evolutivo dentro dessa temática (Westoby et al. 1992). Trabalhos utilizando essa abordagem foram realizados com espécies arbóreas e suas mudas (Reich et al. 1992; Rosado 2011; Hulshof et al. 2013; Rossatto and Kolb 2013; Eduardo 2017; Guerra and Scremin-Dias 2017) e pouquíssimos comparam características morfológicas entre grupos funcionais já estabelecidos (Ressel et al. 2004; Mormul et al. 2010; Fu et al. 2014; Catian et al. 2018). Nos poucos estudos que utilizam dados morfológicos para inferir sobre a temática de grupos funcionais de plantas, os principais atributos avaliados resumem-se a tamanho, formato, massa, peso e número de sementes (Westoby et al. 1996; Walters and Reich 1999; Coomes and Grubb 2003; Baraloto et al. 2005; Moles et al. 2005; Liu et al. 2014), bem como a escultura da testa (Casper 1962).

O tipo de diásporo e suas características morfológicas (*e.g.* massa, forma, cor, apêndices) estão intimamente relacionados à forma de vida e síndrome de dispersão (Jurado et al. 1991; Gordon 1998; Moles et al. 2000; Moles et al. 2003). Nesse contexto, questionamos se em plantas aquáticas tal relação pode ser observada entre os grupos ecológicos (formas de vida) e os caracteres morfológicos de seus diásporos. Assumindo assim a hipótese que os padrões morfológicos dos diásporos são convergentes dentro dos grupos funcionais. Além disso, buscamos compreender se as características morfológicas dos diásporos dessas plantas refletem as síndromes de dispersão por meio da convergência adaptativa de seus atributos morfofuncionais, com a hipótese de que existem caracteres morfoanatômicos gerais integrando cada síndrome de dispersão.

Métodos

Material de análise

Os diásporos utilizados nas análises e descrição morfológica foram coletados, processados e identificados seguindo Catian et al. (2021) acessados de coleção particular dessa autora; e cedidos pelo Herbário CGMS da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ou adquiridos no comércio nacional de plantas para aquarismo (Tabela 1). As 84 espécies de plantas aquáticas avaliadas pertencem à 32 famílias (Tabela 1), com maior riqueza para Onagraceae (1 gênero, 11 espécies), Alismataceae (5 gêneros, 7 espécies),

Cyperaceae (3 gêneros, 6 espécies), Poaceae (3 gêneros, 6 espécies), Fabaceae (2 gêneros, 6 espécies).

A classificação taxonômica das espécies analisadas seguiu o sistema APG IV – Angiosperm Phylogeny Group (2016), e a nomenclatura científica foi obtida da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020). A classificação das formas de vida das espécies de plantas aquáticas analisadas seguiu a proposta de Pott and Pott (2000) (Fig. 1), a qual se baseou em Irgang and Gastal Jr. (1996). Para a nomenclatura morfológica das sementes utilizou-se Glossário Ilustrado de Morfologia (Brasil 2009), Harris and Harris (1994) e Radford et al. (1974); e para as descrições da testa, Barthlott (1981, 1984); Behnke and Barthlott (1983); Zeng et al. (2003); Moazzeni et al. (2007); Arabi et al. (2017). Para a descrição do tipo de dispersão utilizou-se Barbosa et al. (2015), Barroso et al. (1999), Bispo (2015) e Peres (2016).

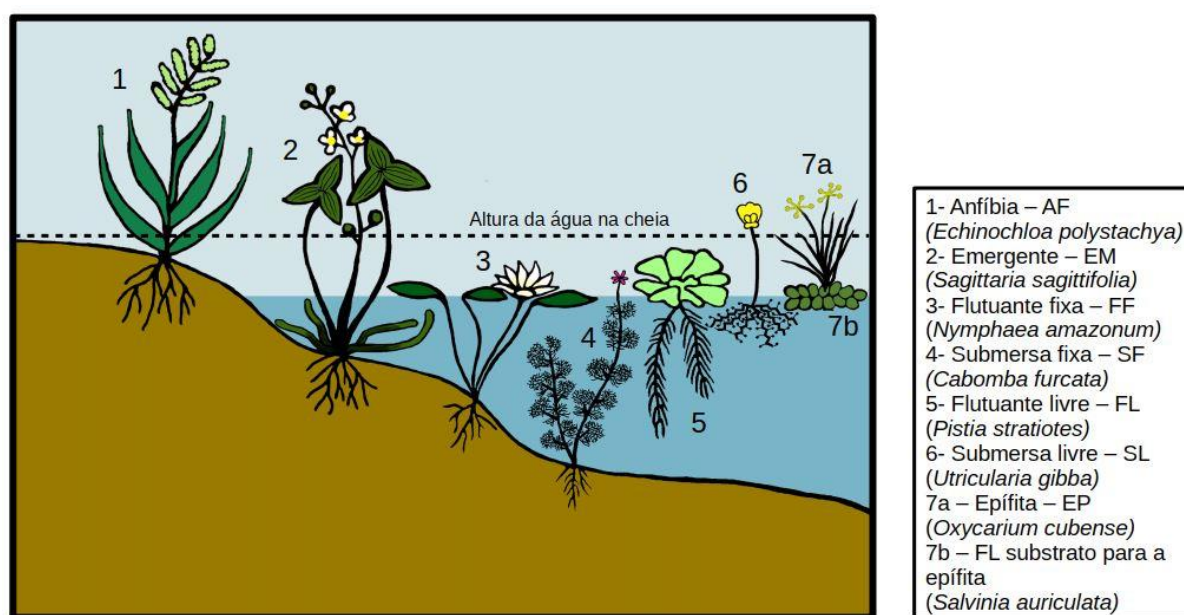


Fig. 1 Distribuição das formas de vida macrófitas aquáticas e respectivos grupos ecológicos ao longo do gradiente de profundidade (elaborado por Fabiano, V.S. citado por Scremin-Dias et al. 2021, *no prelo*)

Análises de dados

Para análises comparativas dos caracteres morfológicos dos diásporos entre as espécies e formas de vida e espécies e formas de dispersão, obtiveram-se matrizes de caracteres com base na presença (1) ou ausência (0), e utilizou-se análise de similaridade (ANOSIM, $p < 0,05$), calculada com base na distância euclidiana (Zar 2009). Posteriormente,

submeteu-se à análise de ordenação indireta (Escalonamento multidimensional não métrico – NMDS) baseando-se na medida de similaridade de Jaccard (Zar 2009), pelo programa PAST 8.9 (Hammer et al. 2001). Visto que as espécies apresentam diferentes tipos de unidades dispersão, podendo ser o fruto ou a semente, as análises foram realizadas separadamente. As espécies que apresentaram duas ou mais síndromes de dispersão combinadas foram categorizadas em grupos de síndromes de dispersão mistos, visto que a combinação das síndromes poderia influenciar na presença de diferentes características morfológicas adaptadas as mesmas.

Tabela 1 Espécies analisadas, em ordem alfabética de família e gênero, e respectivas formas de vida (FV; FL=flutuante livre; FF=flutuante fixa; SL=submersa livre; SF=submersa fixa; A=anfíbia; EM=emergente; EP=epífita); síndromes de dispersão (SD; AUT=autocoria; HID=hidrocoria; ANE=anemocoria; ZOO=zoocoria); e fonte do material analisado (herbário, coleção particular ou comércio)

Família	Espécie	FV	SD	Fonte
Alismataceae	<i>Echinodorus longiscapus</i> Arechav.	EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Echinodorus paniculatus</i> Micheli	EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Helanthium tenellum</i> (Mart.) Britton	SF	AUT/ANE	Catian, G.
	<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau	FF	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	FF	AUT/ANE	Catian, G.
	<i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth	FF	AUT	Catian, G.
	<i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & Schltl.	EM	AUT	Catian, G.
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L.	FL	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	FF	AUT	CGMS 31461
	<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. & Schltl.	FF	AUT	CGMS 41357
	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	FF	AUT	CGMS 17478
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	FF	AUT	CGMS 50987
Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.	A	ANE	Catian, G.
	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	A	AUT	Catian, G.
	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	A	ANE	Catian, G.
Boraginaceae	<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir	A	AUT	Catian, G.
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i> Schult. & Schult. f.	SF	AUT/HID	Catian, G.
Cannaceae	<i>Canna glauca</i> L.	A	ZOO/HID	Catian, G.
Curcubitaceae	<i>Cayaponia podantha</i> Cogn.	EM	ZOO	Catian, G.
Cyperaceae	<i>Cyperus blepharoleptos</i> Steud.	EP/A	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Cyperus compressus</i> L.	A	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	A/EM	AUT/HID	Catian, G.
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	SF	AUT	Catian, G.
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	A	AUT/HID	Catian, G.
Euphorbiaceae	<i>Caperonia castaneifolia</i> A. St.-Hil	A/EM	AUT	Catian, G.
Fabaceae	<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd.	A	HID	Catian, G.
	<i>Aeschynomene fluminensis</i> Vell.	A	HID	Catian, G.
	<i>Ctenodon histrix</i> (Poir.) D.B.O.S. Cardoso, P.L.R. Moraes & H.C. Lima.	A	HID	Catian, G.
	<i>Aeschynomene rudis</i> Benth.	EM	HID	Catian, G.
	<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	A/EM	HID	Catian, G.
	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	E/A	AUT	CGMS 50394
Hydrocharitaceae	<i>Egeria najas</i> Planch.	SF	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	FL	ANE/ZOO/HID	Catian, G.
Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> L.	SL	AUT/ANE/ZOO	Catian, G.
	<i>Utricularia gibba</i> L.	SL	AUT/ANE/ZOO	Catian, G.
Lithraceae	<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne	A	AUT/ANE/ZOO	Catian, G.
Malvaceae	<i>Melochia simplex</i> A.St.-Hil.	A	AUT	Catian, G.
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	EM	AUT	Catian, G.
Mayacaceae	<i>Mayaca sellowiana</i> Kunth	SF/A	AUT	CGMS 67552
Menyanthaceae	<i>Nymphoides grayana</i> (Griseb.) Kuntze	FF	AUT	CGMS 64247
	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	FF	AUT	CGMS 68071
Nymphaeaceae	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	FF	HID	Comércio
	<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. & Zucc.	FF	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Nymphaea jamesoniana</i> Planch.	FF	AUT	CGMS 65834
	<i>Nymphaea oxypetala</i> Planch.	SF	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Victoria amazonica</i> (Poepp.) J.E. Sowerby	FF	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	EM	AUT	Catian, G.
	<i>Ludwigia filiformis</i> (Micheli) Ramamoorthy	A	AUT	CGMS 25340
	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	FF	AUT/HID	Catian, G.
<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>

Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.
	<i>Ludwigia inclinata</i> (L. f.) M. Gómez	SF	AUT	CGMS 33761
	<i>Ludwigia lagunae</i> (Morong) H. Hara	A/EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	A	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	A/EM	AUT	Catian, G.
	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven	SF	AUT	CGMS 68844
	<i>Ludwigia sedioides</i> (Humb. & Bonpl.) H. Hara	FF	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara	A	AUT	CGMS 68853
	<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambess.) H. Hara	A/EM	AUT	Catian, G.
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus fluitans</i> Benth. ex Müll. Arg.	FL	ZOO	Catian, G.
Plantaginaceae	<i>Bacopa arenaria</i> (Schmidt) Edwall	A	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Bacopa australis</i> V.C. Souza	SF	AUT/HID	Catian, G.
Poaceae	<i>Luziola bahiensis</i> (Steud.) Hitchc.	FF	ANE	CGMS 71049
	<i>Luziola fragilis</i> Swallen	FF	ANE	CGMS 70930
	<i>Luziola peruviana</i> Juss. Ex J.F. Gmel.	E	ANE	CGMS 71082
	<i>Oryza glumaepatula</i> Steud.	EM	HID/ZOO	Catian, G.
	<i>Oryza latifolia</i> Desv.	EM	HID/ZOO	Catian, G.
	<i>Steinchisma laxum</i> Sw.	EM	AUT	Catian, G.
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	EM	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	EM	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	EM	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	EM	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	A	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	FF	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	FL	AUT/ZOO/HID	Catian, G.
	<i>Pontederia cordata</i> L.	EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander	EM	AUT/HID	Catian, G.
	<i>Pontederia subovata</i> (Seub.) Lowden	FF	AUT/HID	Catian, G.
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i> L.	A	AUT	CGMS 34993
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	SF	AUT/ZOO/HID	CGMS 55965
	<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	SF	AUT/ZOO/HID	CGMS 75050
Rubiaceae	<i>Diodia kuntzei</i> K. Schum.	EM	AUT	Catian, G.
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	A	ZOO	Catian, G.
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson	A	AUT	Catian, G.
Vitaceae	<i>Cissus spinosa</i> Cambess.	EM	ZOO	Catian, G.

Resultados

Houve variação no tipo de unidade dispersora entre as famílias avaliadas, com apenas semente em 47 espécies e fruto em 37 espécies, ocasionalmente podendo ser dispersa por ambas as estruturas, como ocorre em *Oryza glumaepatula*, *O. latifolia*, *Echinodorus paniculatus*, *E. longiscapus*, *Sagittaria montevidensis*, *S. guayanensis* e *Diodia kuntzei*. Para quatro outras espécies foram identificadas unidades dispersoras compostas pela semente integrada a partes modificadas de estruturas do fruto em *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) H. Hara) ou peças florais em *Pontederia parviflora* Alexander, *P. subovata* (Seub.) Lowden, *P. cordata* L. Os caracteres morfológicos, as estruturas anexas e a microescultura dos diásporos das espécies analisadas ao microscópio eletrônico de varredura estão sumarizadas nas Tabelas 2.1; 2.2 e 2.3 para frutos e 3.1; 3.2 e 3.3 para sementes.

Na distribuição das espécies por formas de vida, obtivemos 27 espécies anfíbias (31,1%), 23 emergentes (27,3%), 17 flutuantes fixas (20,2%), 10 submersas fixas (11,9%), quatro flutuantes livres (4,7%), duas submersas livres (2,3%) e uma epífita (1,1%). Quanto às síndromes de dispersão, 41 das espécies apresentaram combinação de duas ou três síndromes, que corresponde a 48,8% das espécies avaliadas; dentre as espécies que apresentaram apenas uma síndrome de dispersão, 28 são exclusivamente autocóricas (33,3%), seis são exclusivamente hidrocóricas (7,1%), cinco são exclusivamente anemocóricas (5,95%) e quatro espécies são exclusivamente zoocóricas (4,7%) (Tabela 1).

Tabela 2.1 Descrição dos caracteres macromorfológicos dos frutos. UD=unidade de dispersão (F=fruto, S=semente, P=perigônio); C=comprimento; (l)=longitudinal; La=largura; (r.m.) =região mediana; D=diâmetro; R=razão; (c/l) =comprimento por largura). Medidas de C; La e Razão C/L em milímetros

Espécie	UD	Fruto	Unidades do Fruto	Formato	C (l)	La (r.m.)	Razão C/L	Coloração
<i>Echinodorus longiscapus</i>	F + S	Aquênio	-	Obovoide	0.20	0.97	0.21	Amarelo-palha
<i>Echinodorus paniculatus</i>	F + S	Aquênio	-	Obovoide	0.20	0.73	0.27	Amarelo-palha
<i>Helanthium tenellum</i>	F	Cápsula	-	Largo-ovoide	0.93	0.62	1.50	Castanho
<i>Sagittaria guayanensis</i>	F + S	Aquênio	-	Largo-ovoide	1.88	1.35	1.39	Amarelo-palha
<i>Sagittaria montevidensis</i>	F + S	Aquênio	-	Largo-ovoide	1.65	0.95	1.70	Amarelo-palha
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	F	Mericarpo	2 mericarpos destacáveis	Elipsoide	1.54	2.38	0.65	Castanho-amarelada
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	F	Mericarpo	2 mericarpos destacáveis	Elipsoide	1.29	1.30	0.99	Amarelo-palha
<i>Hydrocotyle pusilla</i>	F	Mericarpo	2 mericarpos destacáveis	Subgloboso	0.79	1.36	0.58	Castanho-amarelada
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	F	Mericarpo	2 mericarpos destacáveis	Elipsoide	2.88	3.18	0.90	Amarelo-palha
<i>Baccharis glutinosa</i>	F	Cipsela	-	Cilíndrica	1.85	0.41	4.47	Amarelada
<i>Eclipta alba</i>	F	Cipsela	-	Piramidal triangular	2.47	0.97	2.56	Castanho escuro
<i>Pluchea sagittalis</i>	F	Cipsela	-	Cilíndrica	2.20	0.47	4.67	Amarelada
<i>Euploca filiformis</i>	F	Mericarpo-drupoide	4 mericarpos	Largo-elipsoide	0.78	0.66	1.19	Cinza a preto
<i>Cyperus blepharoleptos</i>	F	Aquênio	-	Elipsoide	1.98	0.60	3.30	Castanho-amarelada
<i>Cyperus compressus</i>	F	Aquênio	-	Elipsoide	1.14	0.51	2.26	Castanho a preto
<i>Cyperus odoratus</i>	F	Aquênio	-	Estreito-elipsoide	1.75	0.44	4.02	Castanho a preto
<i>Cyperus surinamensis</i>	F	Aquênio	-	Estreito-elipsoide	0.81	0.23	3.52	Castanho a preto
<i>Eleocharis geniculata</i>	F	Aquênio	-	Obovoide	0.96	0.57	1.70	Castanho a preto
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	F	Aquênio	-	Ovoide	0.90	0.66	1.36	Amarelo esbranquiçado
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	F	Cápsula	-	Retangular	1.82	1.34	1.35	Castanho-amarelada
<i>Ludwigia peploides</i>	F	Cápsula	-	Retangular	1.31	0.96	1.36	Amarelo-palha
<i>Luziola bahiensis</i>	F	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Ovoide	2.23	1.01	2.20	Amarelo-palha
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Luziola fragilis</i>	F	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Elipsoide	1.78	0.69	2.57	Amarelo-palha
<i>Luziola peruviana</i>	F	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Elipsoide	1.92	0.65	2.95	Amarelo-palha
<i>Oryza glumaepatula</i>	F + S	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Estreito-elipsoide	12.96	2.57	5.04	Amarelo-palha
<i>Oryza latifolia</i>	F + S	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Estreito-elipsoide	8.69	2.14	4.06	Amarelo-palha
<i>Steinchisma laxum</i>	F	Cariopse	Lema + Pálea + Semente	Elipsoide	1.10	0.42	2.63	Amarelo-palha
<i>Polygonum acuminatum</i>	F+P	Aquênio	Aquênio + perigônio	Largo-elipsoide	2.83	2.61	1.08	Castanho a preto
<i>Polygonum ferrugineum</i>	F+P	Aquênio	Aquênio + perigônio	Largo-elipsoide	2.64	1.95	1.36	Castanho a preto
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	F+P	Aquênio	Aquênio + perigônio	Elipsoide	2.32	1.37	1.70	Castanho a preto
<i>Polygonum hispidum</i>	F+P	Aquênio	Aquênio + perigônio	Ovoide	3.50	2.52	1.39	Castanho a preto
<i>Polygonum punctatum</i>	F+P	Aquênio	Aquênio + perigônio	Largo-elipsoide	2.43	1.64	1.48	Castanho a preto
<i>Potamogeton illinoensis</i>	F	Aquênio	-	Obovoide	3.04	2.15	1.41	Castanho esverdeado a preto
<i>Potamogeton pusillus</i>	F	Aquênio	-	Subgloboso	1.93	1.39	1.39	Castanho esverdeado a preto
<i>Diodia kuntzei</i>	F + S	Esquizocarpo	2 mericarpos fundidos	Obovoide	5.58	2.26	2.46	Castanho a preto
<i>Cecropia pachystachya</i>	F	Aquênio	Aquênio + perigônio	Elipsoide	2.02	1.02	1.98	Castanho- avermelhado
<i>Lippia alba</i>	F	Mericarpo	2 mericarpos destacáveis	Piramidal triangular	1.76	1.27	1.38	Castanho

Tabela 2.2 Descrição dos caracteres micromorfológicos dos frutos das espécies de macrófitas. **Ápice** – *Estrutura anexa* (BicP=Bico proeminente, Est=estilopódio, Pap=pappus, Ros=rosto, Tri=tricomas, Esp=espinhos); *Forma* (Acu=acuminado, Dep=deprimido, Con=cônico, CerP=cerdas plumosas, Red=reduzido, Cal=caliptriforme, Lon=longo, Cur=curvo, Ere=ereto; *Estilete* (CoaC=coalescente curto, Resq=resquícios, CoaL=coalescente longo, Trif=trífido); Cons=consistência (Co=coriácea, Du=dura, Ca=carnosa, Es=esponjosa) Text=textura (Gla=glabra, Pi=pilosa, Pap=papilosa, Hi=hirsuto)

Espécie	Ápice					Base			
	Contorno	Estrutura anexa	Forma	Estilete	Estigma	Contorno	Estrutura anexa	Cons	Text
<i>Echinodorus longiscapus</i>	Apiculado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Atenuada	Cicatriz de inserção	Co	Gla
<i>Echinodorus paniculatus</i>	Apiculado	Ausente	-	CoaC	Ausente	Subaguda	Cicatriz de inserção	Co	Gla
<i>Helanthium tenellum</i>	Arredondado	Ausente	-	Resq	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Sagittaria guayanensis</i>	Obtuso	BicP	Acu	Resq	Ausente	Obtusa	Cicatriz de inserção	Co	Gla
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Obtuso	BicP	Acu	Resq	Ausente	Obtusa	Cicatriz de inserção	Co	Gla
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Emarginado	Est	Dep	Curto	Capitado	Cordada	Cicatriz de inserção	Du	Hi
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	Obtuso	Est	Con	Curto	Capitado	Obtusa	Cicatriz de inserção	Du	Hi
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	Emarginado	Est	Côn-dep	Curto	Subcapitado	Cordada	Cicatriz de inserção	Du	Hi
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Obtuso	Est	Dep	Curto	Capitado	Obtusa	Cicatriz de inserção	Du	Hi
<i>Baccharis glutinosa</i>	Obtuso	Pap	5-6 CerP	Ausente	Ausente	Arredondada	Fendas longitudinais	Du	Gla
<i>Eclipta alba</i>	Lanceolado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Obtusa	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Pluchea sagittalis</i>	Obtuso	Ausente	-	Ausente	Ausente	Obtusa	Carpopodium anelar	Du	Gla
<i>Euploca filiformis</i>	Subagudo	Ausente	-	Ausente	Ausente	Arredondada	Ausente	Du	Pi
<i>Cyperus blepharoleptos</i>	Apiculado	Ros	Red	CoaL	Bífido	Estipiforme	Estípite curto resquicial	Du	Gla
<i>Cyperus compressus</i>	Apiculado	Ausente	-	Trif	Ausente	Obtusa	Filamentos do estame	Du	Gla
<i>Cyperus odoratus</i>	Apiculado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Atenuada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Cyperus surinamensis</i>	Apiculado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Atenuada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Eleocharis geniculata</i>	Subagudo	Ros	Cal	Ausente	Ausente	Obtusa	Cerdas perigonais	Du	Gla
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Subagudo	Ros	Red	Ausente	Ausente	Estipiforme	Estípite curto	Du	Gla
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Reto	Ausente	-	Ausente	Ausente	Reta	Ausente	Es	Gla
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Ludwigia peploides</i>	Reto	Ausente	-	Ausente	Ausente	Reta	Ausente	Es	Gla
<i>Luziola bahiensis</i>	Agudo	Ausente	-	Ausente	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Luziola fragilis</i>	Agudo	Tri	Red	Ausente	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Luziola peruviana</i>	Agudo	Ausente	-	Ausente	Ausente	Subaguda	Estípite curto resquicial	Du	Gla
<i>Oryza glumaepatula</i>	Apiculado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Arredondada	Ráquila	Du	Gla
<i>Oryza latifolia</i>	Apiculado	Esp	Lon	Ausente	Ausente	Arredondada	Ráquila	Du	Gla
<i>Steinchisma laxum</i>	Apiculado	Tri	Lon	Ausente	Ausente	Obtusa	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Polygonum acuminatum</i>	Apiculado	Ausente	-	Curto	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Polygonum ferrugineum</i>	Apiculado	Ausente	-	Curto	Ausente	Arredondada	Resquícios do perigônio	Du	Gla
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Apiculado	Ausente	-	Curto	Ausente	Arredondada	Resquícios do perigônio	Du	Gla
<i>Polygonum hispidum</i>	Apiculado	Ausente	-	Curto	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Polygonum punctatum</i>	Apiculado	Ausente	-	Curto	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Du	Gla
<i>Potamogeton illinoensis</i>	Subagudo	BicP	Cur	Curto	Ausente	Obtusa	Resquícios do perigônio	Du	Gla
<i>Potamogeton pusillus</i>	Aguda	BicP	Ere	Curto	Ausente	Arredondada	Ausente	Du	Gla
<i>Diodia kuntzei</i>	Agudo	Ausente	-	Curto	Ausente	Aguda	Pedicelo longo	Co	Gla
<i>Cecropia pachystachya</i>	Arredondado	Ausente	-	Ausente	Ausente	Arredondada	Cicatriz de inserção	Ca	Gla
<i>Lippia alba</i>	Arredondado	Ausente	-	Resq	Ausente	Subaguda	Ausente	Du	Gla

Tabela 2.3 Descrição dos caracteres micromorfológicos dos frutos e estruturas presentes no epicarpo das espécies de macrófitas. *Rev*=revestimento– (RCP=revestimento coriáceo parenquimatoso, GluA=glumas aderidas, Per=perigônio total ou parcial, Per Muc=perigônio mucilaginoso, Aus=ausente); *Tri*=*tricom*as (Tec=tectores, Cer=cerdas, MicrS=microtricomias silicosos, Ped=apenas no pedicelo,); *Cri*=*cristais* (Raf=ráfides, Pir=piramidais, Ret=retangulares, Aus=ausentes); *SE*= *secreção epicuticular* (Dis=dispersa, Abu=abundante, Aus=ausente); *Est*=*estômatos*; *CS*=*corpos silicosos* (TCach=tubérculo central achatado, TCacu= tubérculo central acuminado, Pap=papilas, Hal=halteres, Cru=corpos em forma de cruz, Tub=tubérculos, Esp=espinhos, Aus=ausente)

Espécie	Escultura 1a	Parede anticlinal	Paredes periclinais	Escultura 2a	Rev	Tri	Cri	SE	Est	CS
<i>Echinodorus longiscapus</i>	Rugosa	ND	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Dis	Não	Aus
<i>Echinodorus paniculatus</i>	Estriado-rugosa	Reta	Plana	Rugoso	Aus	Aus	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Helanthium tenellum</i>	Cristado	ND	ND	Irregular	Aus	Aus	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Sagittaria guayanensis</i>	Reticulado-irregular	Reta	Plana	Coliculada	Aus	Aus	Aus	Dis	Não	Aus
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Papilado acuminado	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Dis	Não	Aus
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Rugosa	ND	Plana	Estriado-tênue	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	Estriado-rugosa	ND	Plana	Estriado-tênue	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Hydrocotyle pusilla</i>	Rugosa	Reta	Plana	Estriado	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Rugosa	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Baccharis glutinosa</i>	Estriado	Reta	Convexa	Estriado	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Eclipta alba</i>	Reticulado	Sinuosa	Plana	Liso	Aus	Tec	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Pluchea sagittalis</i>	Papilado	Reta	Convexa	Estriado	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Euploca filiformis</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	Aus	Tec	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Cyperus blepharoleptos</i>	Reticulado-tênue	Curvada	Plana	Liso	RCP	Aus	Aus	Dis	Não	Aus
<i>Cyperus compressus</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	GluA	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Cyperus odoratus</i>	Reticulado tuberculado	Reta	Convexa	Liso	RCP	Aus	Aus	Abu	Não	Tcach
<i>Cyperus surinamensis</i>	Reticulado-punctado	Reta	Concava	Liso	GluA	Aus	Aus	Aus	Não	Tcacu
<i>Eleocharis geniculata</i>	Reticulado	Crenada	Plana	Liso	Aus	Cer	Aus	Abu	Não	Aus
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Reticulado-foveolado	Reta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Reticulada-irregular	Reta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Ráf	Dis	Não	Aus
<i>Ludwigia peploides</i>	Reticulada-irregular	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Ráf	Abu	Não	Aus
<i>Luziola bahiensis</i>	Estriado-verrucosa	Recoberta	Recoberta	Recoberta	Aus	MicrS	Aus	Aus	Não	Pap
<i>Luziola fragilis</i>	Estriada	Sinuosa	Côncavas	Estriado-punctado	Aus	MicrS	Aus	Aus	Não	Pap+Hal
<i>Luziola peruviana</i>	Estriada	Curvada	Plana	Puntado	Aus	MicrS	Aus	Aus	Não	Pap+Curu
<i>Oryza glumaepatula</i>	Estriada	Reta	Convexa	Tuberculado-equinado	GluA	MicrS	Aus	Abu	Não	Pap + tub + esp
<i>Oryza latifolia</i>	Estriada	Reta	Convexa	Tuberculado-equinado	GluA	MicrS	Aus	Abu	Não	Pap + tub + esp
<i>Steinchisma laxum</i>	Papilado	Reta	Convexa	Liso	Aus	MicrS	Aus	Aus	Sim	Pap + esp
<i>Polygonum acuminatum</i>	Foveo-rugulado	Sinuosa	Plana	Liso	Aus	Aus	Pir	Dis	Não	Aus
<i>Polygonum ferrugineum</i>	Liso	Recoberta	Plana	Liso	Per	Aus	Ret	Dis	Não	Aus
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Foveo-rugulado	Recoberta	Plana	Liso	Per	Aus	Ret	Dis	Não	Aus
<i>Polygonum hispidum</i>	Foveolado	Recoberta	Concava	Liso	Per	Aus	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Polygonum punctatum</i>	Liso	Recoberta	Plana	Liso	Per	Aus	Ret	Abu	Não	Aus
<i>Potamogeton illinoensis</i>	Rugosa	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus
<i>Potamogeton pusillus</i>	Rugosa	ND	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Diodia kuntzei</i>	Reticulado-rugoso	Reta	Plana	Liso	Aus	Ped	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Cecropia pachystachya</i>	Foveo-rugulado	Recoberta	Recoberta	Recoberta	Per Muc	Aus	Aus	Abu	Não	Aus
<i>Lippia alba</i>	Reticulado	Sinuosa	Plana	Liso	Aus	Aus	Aus	Aus	Não	Aus

Tabela 3.1 Descrição dos caracteres macromorfológicos das sementes. Óvulo (A=anátropo, An=anfítropo, O=ortótropo, H=hemianátropo); UD=unidade de dispersão (F=fruto, S=semente, P=perigônio); C=comprimento; (l)=longitudinal; La=largura; (r.m.) =região mediana; D=diâmetro; R=razão; (c/l) =comprimento por largura). Cons=consistência (Co=coriácea, Du=dura) Text=textura (Gla=glabra, Pi=pilosa, Enr=enrugada, Mur=muricada)

Espécie	Tamanho (mm)								Superfície	
	Óvulo	UD	Formato	C (l)	La (r.m.)	D	R (c/l)	Cons	Coloração	Text
<i>Echinodorus longiscapus</i>	A	F + S	U shaped	1.01	0.41	-	2.49	Co	Marrom a preto	Gla
<i>Echinodorus paniculatus</i>	A	F + S	U shaped	1.15	0.51	-	2.27	Co	Marrom a preto	Gla
<i>Hydrocleys nymphoides</i>	A	S	U shaped	1.01	0.48	-	2.09	Co	Marrom a preto	Pil
<i>Limnocharis flava</i>	A	S	U shaped	0.82	0.44	-	1.85	Co	Marrom a preto	Gla
<i>Sagittaria guayanensis</i>	A	F + S	U shaped	0.90	0.60	-	1.49	Co	Marrom a preto	Gla
<i>Sagittaria montevidensis</i>	A	F + S	U shaped	1.08	0.58	-	1.86	Co	Marrom a preto	Gla
<i>Pistia stratiotes</i>	O	S	Oblonga	2.32	1.45	-	1.61	Du	Castanho	Gla
<i>Cabomba furcata</i>	A	S	Globosa	1.74	2.03	-	0.86	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Canna glauca</i>	A	S	Globosa	5.77	5.55	-	1.04	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Cayaponia podantha</i>	A	S	Largo-elipsoide	6.91	3.50	-	1.97	Du	Dourada	Gla
<i>Caperonia castaneifolia</i>	A	S	Obovoide-esférico	2.77	2.37	-	1.17	Du	Castanho	Gla
<i>Aeschynomene denticulata</i>	Na	S	Reniforme	2.95	1.41	-	2.09	Du	Castanho-esverdeado a preto	Gla
<i>Aeschynomene fluminensis</i>	Na	S	Reniforme	3.11	1.57	-	1.98	Du	Castanho-esverdeado a preto	Gla
<i>Ctenodon histrix</i>	Na	S	Reniforme	2.01	1.68	-	1.20	Du	Castanho-esverdeado a preto	Gla
<i>Aeschynomene rudis</i>	Na	S	Reniforme	3.57	2.06	-	1.73	Du	Castanho-esverdeado a preto	Gla
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.		Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Na	S	Reniforme	4.09	1.99	-	2.06	Du	Castanho-esverdeado a preto	Gla
<i>Neptunia plena</i>	A	S	Obovoide	4.94	2.47	-	2	Du	Castanho-escuro	Gla
<i>Egeria najas</i>	O	S	Cilíndrica	2.59	1.01	-	2.56	Co	Amarelada	Mur
<i>Limnobium laevigatum</i>	O	S	Elipsoide	1.38	0.57	-	2.42	Du	Castanho a preto	Pil
<i>Utricularia foliosa</i>	A	S	Lenticular	-	-	2	-	Co	Amarelada	Gla
<i>Utricularia gibba</i>	A	S	Lenticular	-	-	1	-	Co	Amarelada	Gla
<i>Rotala ramosior</i>	A	S	Obovoide	0.41	0.34	-	1.22	Du	Castanho	Pil
<i>Melochia simplex</i>	A	S	Ovoide	1.98	1.25	-	1.59	Du		
<i>Thalia geniculata</i>	A	S	Largo-elipsoide	6.30	4.08	-	1.55	Du	Castanho com listras marrons	Gla
<i>Mayaca sellowiana</i>	O	S	Elipsoide	1.31	0.87	-	1.31	Du	Preta	Gla
<i>Nymphoides grayana</i>	A	S	Suborbicular	1.27	1.24	-	1.04	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Nymphoides indica</i>	A	S	Suborbicular	1.58	1.53	-	1.03	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Nelumbo nucifera</i>	A	S	Cilíndrica	3.25	2.94	-	1.10	Du	Castanho-avermelhado	Gla
<i>Nymphaea amazonum</i>	A	S	Globosa	0.8	0.63	-	1.27	Co	Castanho a preto	Pil
<i>Nymphaea jamesoniana</i>	A	S	Globosa	0.48	0.4	-	1.20	Co	Castanho a preto	Pil
<i>Nymphaea oxypetala</i>	A	S	Elipsoide	0.35	0.24	-	1.46	Co	Castanho-escuro	Enr
<i>Victoria amazonica</i>	A	S	Globosa	10.4	9.3	-	1.12	Du	Castanho	Gla
<i>Ludwigia decurrens</i>	A	S	Cilíndrica	0.48	0.24	-	2	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia filiformes</i>	A	S	Cilíndrica	0.77	0.36	-	2.14	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia inclinata</i>	A	S	Elipsoide	0.52	0.35	-		Du	Amarelo-palha	Gla
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	

Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	
<i>Ludwigia lagunae</i>	A	S	Suborbicular	0.49	0.41	-	1.20	Du	Amarelado-palha	Gla
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	A	S + F	Elipsoide	1	0.77	-	1.30	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia octovalvis</i>	A	S	Suborbicular	0.55	0.59	-	0.93	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia sedioides</i>	A	S	Elipsoide	1.01	0.35	-	2.89	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia sericea</i>	A	S	Elipsoide	1.02	0.46	-	2.25	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Ludwigia tomentosa</i>	A	S	Cilíndrica	0.53	0.29	-	1.83	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Phyllanthus fluitans</i>	HemiA	S	Obovoide	1.4	1.02	-	1.37	Du	Castanho	Gla
<i>Bacopa arenaria</i>	A/H	S	Cilíndrica	0.31	0.15	-	2.03	Co	Castanho	Gla
<i>Bacopa australis</i>	A/H	S	Cilíndrica	0.37	0.21	-	1.73	Co	Castanho	Gla
<i>Oryza glumaepatula</i>	A	F + S	Linear-elipsoide	5.20	1.23	-	4.22	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Oryza latifolia</i>	A	F + S	Linear-elipsoide	6.36	1.52	-	4.20	Du	Amarelo-palha	Gla
<i>Eichhornia azurea</i>	A	S	Cilíndrica	1.80	0.94	-	1.91	Co	Castanho-claro a preto	Gla
<i>Eichhornia crassipes</i>	A	S	Cilíndrica	1.44	0.68	-	2.12	Co	Castanho-claro a preto	Gla
<i>Pontederia cordata</i>	A	S + P	Ovoide	2.02	1.15	-	1.76	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Pontederia parviflora</i>	A	S + P	Ovoide	3.99	1.93	-	2.07	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Pontederia subovata</i>	A	S + P	Ovoide	2.67	1.48	-	1.80	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Portulaca pilosa</i>	C	S	Subreniforme	0.88	0.77	-	1.14	Du	Castanho a preto	Gla
<i>Diodia kuntzei</i>	A	F + S	Obovoide	4.19	2.61	-	1.6	Co	Castanho a preto	Gla
<i>Cissus spinosa</i>	A	S	Obovoide	6.65	4.25	-	1.56	Du	Amarelo-palha	Gla

Tabela 3.2 Descrição dos caracteres macro e micromorfológicos das estruturas da testa das espécies de macrófitas. **Funículo** - *Forma* (ProS=protuberância subcuneiforme, Inc=inconspícuo, Aus=ausente, Res=resquicial, FR=filiforme resquicial, FC=filiforme curto, FL=filiforme longo, ProA=protuberância aguda); *Posição* (B=basal, VSuB=ventral sub-basal, CV=centro-ventral, TB=término basal); *Esc=escultura* (I=irregular, C=canelado, Cr=cristado, E=estriado, R=rugoso, Re=reticulado, F=foveolado, Tu=tuberculado); **Hilo** - *Forma* (ND=não distinguível, Ci=circular, Co=colunar, FL=fenda linear, ProS= protuberância subcuneiforme, E=elíptico, SO=suborbicular, Ob=oblongo, ProC=protuberância circular, DeC=depressão circular, T=triangular, CHM=complexo hilo-micrópila); *Posição* (B=basal, CV=centro-ventral, VSuB=ventral sub-basal, TB=término-basal); *Esc=escultura* (Re=reticulado, R=rugoso, Aus=ausente, I=irregular, Re-En=reticulado-rugoso, E=estriado, Re-F=reticulado-foveolado); **Micrópila** - *Forma* (CFM=complexo funículo micrópila, AC=abertura circular, Pu=punctiforme, CHM=complexo hilo-micrópila, BA=bico alongado, FC=filiforme curto, ProC=protuberância circular), *Posição* (B=basal, CV=centro-ventral, VSuB=ventral sub-basal, TB=término-basal, TA=término-apical); **Rafe** - *Forma* (ND=não distinguível, Aus=ausente, La-Li=largo linear, Li=linear, Inf=inflada, LiS-C=linear semi-circundante); *Esc=escultura* (Re-I=reticulada irregular, Cri=cristado, R=rugosa, E-R=estriado-rugoso, Re=reticulada, R-Re=rugosa-reticulada); **Calaza** - *Forma* (ND=não distinguível, PC=plana circular, ElC=elevação circular, Aus=ausente, DeC=depressão circular, ProS=protuberância subcuneiforme, ProC=protuberância circular); *Posição* (CV=centro ventral, CD=centro dorsal, TB= término-basal, TA=término-apical)

Espécie	Funículo			Hilo			Micrópila		Rafe		Calaza	
	Forma	Posição	Esc	Forma	Posição	Esc	Forma	Posição	Forma	Esc	Forma	Posição
<i>Echinodorus longiscapus</i>	FL	TB	I	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProS	TB
<i>Echinodorus paniculatus</i>	FR	TB	I	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProC	TB
<i>Hydrocleys nymphoides</i>	ProS	TB	C	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProC	TB
<i>Limnocharis flava</i>	ProS	TB	E	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProC	TB
<i>Sagittaria guayanensis</i>	Inc	TB	R	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProC	TB
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Inc	TB	I	ND	-	-	CFM	TB	ND	-	ProS	TB
<i>Pistia stratiotes</i>	Aus	-	-	Ci	TB	Re	AC	TA	Aus	-	DeC	TB
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.		Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>		<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Cabomba furcata</i>	FR	TB	I	Co	TB	I	Pu	TB	Aus	-	ND	-
<i>Canna glauca</i>	Aus	-	-	FL	CV	Aus	CHM	CV	Aus	-	ELC	CV
<i>Cayaponia podantha</i>	Aus	-	-	FL	TB	I	CHM	TB	Aus	-	ND	-
<i>Caperonia castaneifolia</i>	Aus	-	-	ProS	TB	Re-R	ND	-	Li	Re-I	ELC	TA
<i>Aeschynomene denticulata</i>	Aus	-	-	E	CV	Re	Pu	CV	Aus	-	Aus	-
<i>Aeschynomene fluminensis</i>	Aus	-	-	SO	VSuB	R	Pu	VSuB	Aus	-	Aus	-
<i>Ctenodon histrix</i>	Aus	-	-	SO	VSuB	R	Pu	VSuB	Aus	-	Aus	-
<i>Aeschynomene rudis</i>	Aus	-	-	Ob	CV	I	Pu	CV	Aus	-	Aus	-
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Aus	-	-	Ob	CV	R	Pu	CV	Aus	-	Aus	-
<i>Neptunia plena</i>	FL	TB	E-R	ND	-	-	Pu	TB	Aus	-	ND	-
<i>Egeria najas</i>	Aus	-	-	ND	-	-	BA	TA	Aus	-	Aus	-
<i>Limnobium laevigatum</i>	FC	B	R-Tu	ND	-	-	BA	TA	Aus	-	Aus	-
<i>Utricularia foliosa</i>	Aus	-	-	Ci	CV	Aus	CHM	CV	Aus	-	DeC	CD
<i>Utricularia gibba</i>	Aus	-	-	ProC	CV	Aus	AC	CV	Aus	-	Aus	-
<i>Rotala ramosior</i>	Aus	-	-	Ci	B	R	ND	B	La-Li	Re-I	ND	-
<i>Melochia simplex</i>	Aus	-	-	DeSC	B	E	ND	B	ND	-	ND	-
<i>Thalia geniculata</i>	Aus	-	-	T	TB	Re	Pu	TB	ND	-	ND	-
<i>Mayaca sellowiana</i>	Aus	-	-	DeC	TB	Re	BA	TA	Aus	-	ND	-
<i>Nymphoides grayana</i>	Aus	-	-	ProC	TB	I	ND	-	LiS-C	Re-R	ND	-
<i>Nymphoides indica</i>	Aus	-	-	DeC	TB	Aus	ND	-	LiS-C	R	ND	-
<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>		<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>		<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Nelumbo nucifera</i>	Aus	-	-	ProS	TB	Aus	ND	-	ND	-	ND	-
<i>Nymphaea amazonum</i>	FC	B	E	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-
<i>Nymphaea jamesoniana</i>	Aus	-	-	CHM	TB	Aus	FC	TB	ND	-	ND	-
<i>Nymphaea oxypetala</i>	FL	B	Cr-R	ND	-	-	ProC	TB	Li	Cr	ElC	TA
<i>Victoria amazonica</i>	Aus	-	-	Ci	B	Re-F	Pu	B	ND	-	ND	-
<i>Ludwigia decurrens</i>	Res	VSuB	I	ND	-	-	ND	-	Li	R	ElC	TA
<i>Ludwigia filiformes</i>	ProS	TB	Re	ND	-	-	CFM	TB	Li	E-R	ElC	TA
<i>Ludwigia inclinata</i>	Res	TB	I	ND	-	-	CFM	TB	Li	E-R	ElC	TA
<i>Ludwigia lagunae</i>	Res	TB	I	ND	-	-	CFM	TB	Inf	R	ND	-
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	ProS	TB	Re	ND	-	-	ND	-	Li	E-R	ElC	TA
<i>Ludwigia octovalvis</i>	ProS	TB	Re	ND	-	-	ND	-	Inf	Re	ND	-
<i>Ludwigia sedioides</i>	Res	CV	I	ND	-	-	FC	TB	Li	E-R	ElC	TA
<i>Ludwigia sericea</i>	Res	VSuB	I	ND	-	-	FC	TB	La-Li	R-Re	ElC	TA
<i>Ludwigia tomentosa</i>	Aus	-	-	ND	-	-	ND	-	Li	R	ND	-
<i>Phyllanthus fluitans</i>	Aus	-	-	DeC	TB	R	ProC	TA	ND	-	ND	-
<i>Bacopa arenaria</i>	Res	Basal	I	ND	-	-	ND	-	ND	-	ElC	TA
<i>Bacopa australis</i>	FC	Basal	R	ND	-	-	ND	-	ND	-	DeC	TA
<i>Oryza glumaepatula</i>	Res	Basal	Re	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-
<i>Oryza latifolia</i>	Res	Basal	Re	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-
<i>Eichhornia azurea</i>	FC	TB	E	ND	TB	I	ND	-	ND	-	PC	TA
<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>		<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>		<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Eichhornia crassipes</i>	FC	TB	F	ND	-	-	ND	-	Li	I	PC	TA
<i>Pontederia cordata</i>	ND	-	-	ND	-	-	ND	-	ND	-	PC	TA
<i>Pontederia parviflora</i>	Res	TB	Re	ND	-	-	ND	-	ND	-	PC	TA
<i>Pontederia subovata</i>	Aus	-	-	ND	-	-	ND	-	ND	-	PC	TA
<i>Portulaca pilosa</i>	ProS	VSuB	Re	ND	-	-	Pu	-	ND	-	ND	-
<i>Diodia kuntzei</i>	ProA	Basal	E	ND	-	-	ND	-	Li	R	ND	-
<i>Cissus spinosa</i>	Res	VSuB	I	ND	-	-	ND	-	LiS-C	R	ND	-

Tabela 3.3 Descrição dos caracteres micromorfológicos da superfície e escultura das sementes e estruturas presentes na testa das espécies de macrófitas. *Ari*=arilo (Aus=ausente, Cir-RF=circundante rugoso-foveolado, FB-E=filiforme bipartido estriado, Tec-M=tecidual mucilaginoso, Est=estrófiolo), *Rev T*=revestimento tecidual– (TFA=tecidual fino aderido, *Ari*=arilo, EP=esponjoso parcial, Per=perigônio, Aus=ausente); *Tri*=tricomas; *Op*=opérculo (Ci-Inc=circular inconspícuo; Ci-Com=circular conspícuo); *Cri*=cristais (Raf=ráfides, Pir=piramidais, Ret=retangulares, Aus=ausentes); SE= secreção epicuticular (Dis=dispersa, Abu=abundante, Aus=ausente); EST=estômatos; CS=corpos silicosos(TCach=tubérculo central achatado, TCacu= tubérculo central acuminado, Pap=papilas, Hal=halteres, Cru=corpos em forma de cruz, Tub=tubérculos, Esp=espinhos, Aus=ausente)

Espécie	Escultura				Anexos da testa					
	Escultura 1a	Parede anticlinal	Parede periclinal	Escultura 2a	Ari	Rev T	Tri	OP	Cri	SE
<i>Echinodorus longiscapus</i>	Reticulado-foveolado	Reta	Concava	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Echinodorus paniculatus</i>	Reticulado	Reta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Hydrocleys nymphoides</i>	Estriado-canelado	Reta	Convexa	Estriado	Aus	Aus	Sim	Não	Aus	Abu
<i>Limnocharis flava</i>	Estriado-canelado	Reta	Convexa	Verrucoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Sagittaria guayanensis</i>	Reticulado	Sinuosa	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Reticulado-rugoso	-	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Pistia stratiotes</i>	Foveolado	Recoberta	Convexa	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Cabomba furcata</i>	Tuberculado	Sinuosa	Convexa	Rugoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Canna glauca</i>	Reticulado	Reta	Plana	Estriado-circular	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Cayaponia podantha</i>	Estriado	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Ret	Aus
<i>Caperonia castaneifolia</i>	Foveolado	Curvada	Concava	Reticulado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.	Cont.

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Aeschynomene denticulata</i>	Reticulado	Recoberta	Plana	Rugoso	Cir-RF	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Aeschynomene fluminensis</i>	Reticulado	Reta pregueada	Plana	Reticulado- verrucoso	Cir-RF	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Ctenodon histrix</i>	Reticulado	Retas	Plana	Lisa	Cir-RF	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Aeschynomene rudis</i>	Reticulado	Reta	Plana	Reticulado	Cir-RF	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Reticulado	Recoberta	Plana	Reticulado- rugoso	Cir-RF	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Neptunia plena</i>	Liso	Recoberta	Plana	Reticulado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Egeria najas</i>	Papilado acuminado	Recoberta	Convexa	Estriado- tuberculado	Aus	Aus	Não	Não	Pir	Dis
<i>Limnobium laevigatum</i>	Rugoso	Recoberta	Plana	Verrucoso- tênue	Aus	Aus	Sim	Não	Ret	Aus
<i>Utricularia foliosa</i>	Reticulado- foveolado	Sinuosa	Concava	Verrucoso- tênue	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Utricularia gibba</i>	Coliculado	Recoberta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Pir	Dis
<i>Rotala ramosior</i>	Reticulado	Recoberta	Plana	Rugoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Melochia simplex</i>	Estriado	Reta	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Thalia geniculata</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	FB-E	TFA	Não	Ci-Inc	Aus	Dis
<i>Mayaca sellowiana</i>	Reticulado- foveolado	Retas	Concava	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Nymphoides grayana</i>	Foveolado tênue	Curvada	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Nymphoides indica</i>	Tuberculada	Crenada	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Nelumbo nucifera</i>	Reticulado	Retas	Plana	Rugoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Nymphaea amazonum</i>	Estriado	Crenada	Plana	Coliculado	Tec-M	Ari	Sim	ND	Aus	Abu
<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Nymphaea jamesoniana</i>	Liso	Recoberta	Plana	Coliculado	Tec-M	Ari	Sim	Não	Pir	Aus
<i>Nymphaea oxypetala</i>	Rugoso	Reta	Concava	Estriado	Tec-M	Ari	Não	Ci-Com	Aus	Dis
<i>Victoria amazonica</i>	Reticulado	Crenada	Plana	Liso	Tec-M	Ari	Não	Ci-Inc	Aus	Abu
<i>Ludwigia decurrens</i>	Estriado	Reta	Convexa	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Ludwigia filiformes</i>	Reticulado	Reta	Plana	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Ludwigia inclinata</i>	Reticulado	Reta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Ludwigia lagunae</i>	Reticulado	Reta	Convexa	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	Aus	EP	Não	Não	Raf	Dis
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Reticulado	Reta	Convexa	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Ludwigia sedioides</i>	Reticulado	Reta	Convexa	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Dis
<i>Ludwigia sericea</i>	Reticulado	Reta	Plana	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Ludwigia tomentosa</i>	Estriado	Reta coliculada	Plana	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Phyllanthus fluitans</i>	Reticulado	Curvada	Concava	Rugoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Bacopa arenaria</i>	Cristado-reticulado	Reta	Concava	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Bacopa australis</i>	Cristado-reticulado	Reta	Concava	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Oryza glumaepatula</i>	Reticulado	Sinuosa	Concava	Rugoso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Oryza latifolia</i>	Rugoso	Sinuosa	Plana	Liso	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Eichhornia azurea</i>	Cristado-reticulado	Reta	Plana	Perfurado	Aus	TFA	Não	Não	Aus	Abu
<i>Eichhornia crassipes</i>	Cristado-reticulado	Reta	Plana	Coliculado	Aus	TFA	Não	Não	Raf	Abu
<i>Pontederia cordata</i>	Reticulado irregular	Curvada	Plana	Rugoso	Aus	Per	Não	Não	Raf	Aus
<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>

<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>	<i>Cont.</i>
<i>Pontederia parviflora</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	Aus	Per	Não	Não	Raf	Aus
<i>Pontederia subovata</i>	Reticulado-estriado	Reta	Plana	Estriado	Aus	Per	Não	Não	Aus	Aus
<i>Portulaca pilosa</i>	Tuberculada	Crenada	Convexa	Coliculado	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Aus
<i>Diodia kuntzei</i>	Reticulado	Reta	Plana	Liso	Est	Aus	Não	Não	Aus	Abu
<i>Cissus spinosa</i>	Rugoso	Recoberta	Plana	Recoberta	Aus	Aus	Não	Não	Aus	Abu

Na análise comparativa dos caracteres morfológicos dos diásporos *versus* formas de vida, no geral, ficou evidenciado não haver diferença significativa para frutos (ANOSIN, $p=0,3311$; NMDS, Stress=0,26; $R1=0,46$; $R2=0,18$; Fig. 2a) e sementes (ANOSIN, $p=0,0935$; NMDS, Stress=0,35; $R1=0,26$; $R2=0,17$; Fig. 2b). Entretanto, quando realizada a análise pareada entre as formas de vida, houve diferença, para sementes, somente entre as formas de vida anfíbia *versus* submersa fixa e submersa livre ($p=0,0415$ e $p=0,0354$, respectivamente), sendo que para fruto, as diferenças não foram significativas.

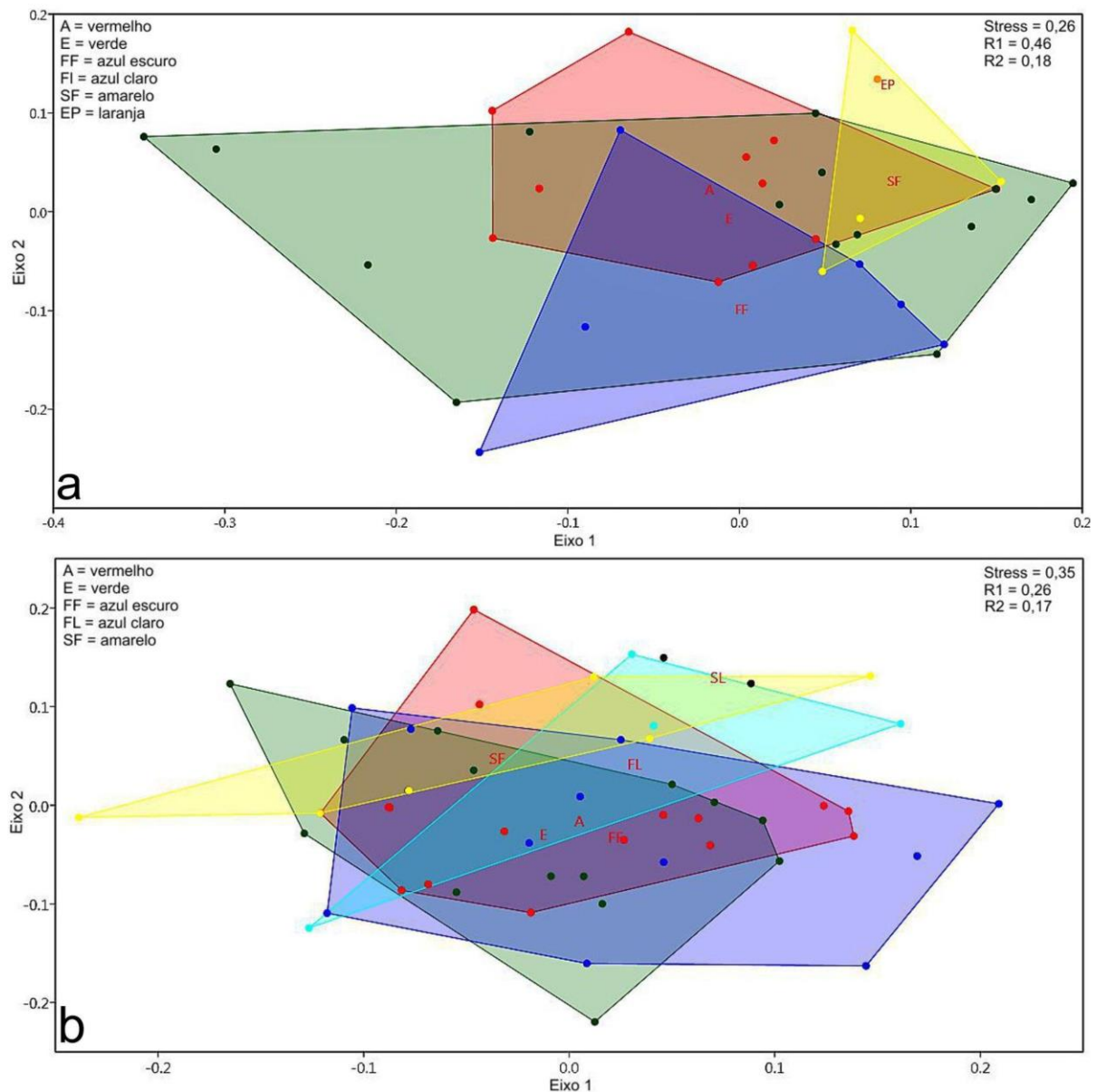


Fig. 2 Ordenação para os dois primeiros eixos da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos caracteres morfológicos dos frutos *versus* formas de vida (a) e caracteres morfológicos das sementes *versus* formas de vida (b). (formas de vida: A=anfíbia; E=emergente; FF=flutuante fixa; FL=flutuante livre; SF=submersa fixa)

Quando comparados os caracteres morfológicos dos diásporos com as síndromes de dispersão no geral, houve diferença significativa para frutos (ANOSIN, $p=0,0001$; NMDS, Stress=0,27; Fig. 3a) e sementes (ANOSIN, $p=0,0054$; NMDS, Stress=0,35; Fig. 3b); enquanto que para a análise pareada entre os caracteres morfológicos *versus* as síndromes de dispersão, os frutos diferiram entre quase todas as síndromes ($p<0,05$; Tabela 4) e as sementes apenas entre exclusivamente hidrocóricas comparada às Aut/Ane/Zoo, Aut/Zoo e Aut/Hid/Zoo (Tabela 4) e entre Aut/Ane/Zoo comparadas às exclusivamente autocóricas e Aut/Hid.

Tabela 4 Valores do índice de similaridade ANOSIM (*p<0,05) par a par entre os caracteres morfológicos *versus* as síndromes de dispersão para semente e frutos. (síndromes: Ane=anemocoria; Auto=autocoria; Hidro=hidrocoria; Zoo=zoocoria)

Semente	Aut	Aut/Ane/Zoo	Aut/Hid	Aut/Hid/Zoo	Hid	Hid/Zoo
Aut						
Aut/Ane/Zoo	0,1085					
Aut/Hid	0,0698	0,0717				
Aut/Hid/Zoo	0,0113*	0,3333	0,0281*			
Hid	0,076	0,0405*	0,0033*	0,0217*		
Hid/Zoo	0,1633	0,4844	0,3701	0,923	0,0604	
Zoo	0,6427	0,9159	0,4335	0,9305	0,1393	0,6045
Fruto	Ane	Aut	Aut/Hid	Aut/Hid/Zoo		
Ane						
Aut	0,0028*					
Aut/Hid	0,0005*	0,0106*				
Aut/Hid/Zoo	0,0011*	0,0109*	0,0005*			
Hid/Zoo	0,0961	0,0086*	0,0208*	0,0311*		

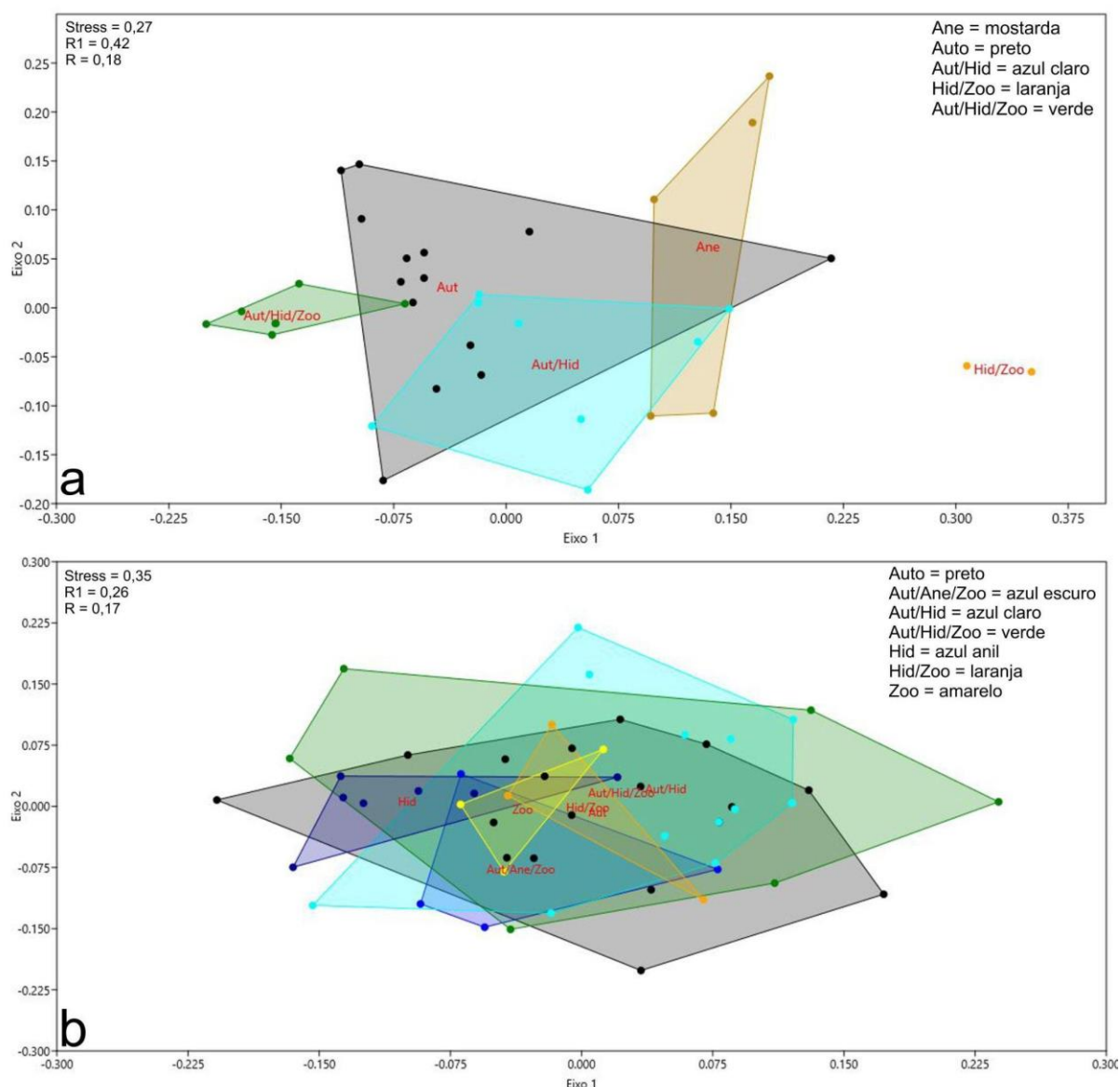


Fig. 3 Ordenação para os dois primeiros eixos da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos caracteres morfológicos dos frutos *versus* dispersão **(a)** e caracteres morfológicos das sementes *versus* dispersão **(b)**. (síndromes: Ane=anemocoria; Auto=autocoria; Hidro=hidrocoria; Zoo=zoocoria)

Discussão

Das 84 espécies de plantas aquáticas amostradas, 78 são ocorrentes no Pantanal brasileiro, representando 30% das espécies aquáticas da planície (280, Pott 2008; Pott et al.2011), excluindo as criptógamas. Seis espécies estudadas, apesar de não estarem presentes nas amostras obtidas do Pantanal, distribuem-se no estado de Mato Grosso do Sul (*Cyperus compressus*, *Hydrocotyle bonariensis*, *H. leucocephala* com. pess. Pott JV), algumas em veredas (*Ludwigia sericea* e *L. filiformis*), e *Nelumbo nucifera*, apesar de ser espécie ornamental, não ocorrente no continente brasileiro.

Quase metade das espécies com mais de uma síndrome de dispersão (e.g. *Echinodorus longiscapus*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia foliosa*, *Nymphaea amazonum*, *Polygonum punctatum* e *Eichhornia crassipes*), entretanto, ocorreram espécies exclusivamente autocóricas (como *Eleocharis* spp. e *Hydrocotyle* spp.), hidrocóricas (e.g. *Aeschynomene* spp. e *Nelumbo nucifera*), anemocóricas (como as Asteraceae) e zoocóricas (e.g. *Phyllanthus fluitans* e *Cissus spinosa*). A presença de mais de uma síndrome de dispersão para uma mesma espécie pode ser característica vantajosa, considerando que as comunidades em que estas plantas ocorrem no Pantanal estão sujeitas ao ciclo sazonal anual com períodos de cheias e de seca e, a espécie com mais de uma síndrome de dispersão de seus diásporos, podem apresentar vantagem adaptativa.

Com isso, apesar de a hidrocoria ser extremamente importante para as plantas associadas a ambientes aquáticos, a ampla distribuição dessas espécies é explicada pelo desenvolvimento de adaptações a outros agentes dispersores além da água (Stebbins 1971). Isto pode ser confirmado pela combinação de mais de uma síndrome de dispersão em 48,8% das espécies avaliadas neste trabalho, e pela presença de características morfológicas associadas à anemocoria (e.g. *pappus*, fruto composto pelo lema e pálea), zoocoria (e.g. tricomas, espinhos, arilos carnosos, perigônio mucilaginoso) e autocoria, sendo que essa considerável diversificação evolutiva das plantas aquáticas, resultante da adaptação à ampla gama de condições ecológicas, oferece excelentes oportunidades para relacionar forma e função (revisado em Arber 1920; Sculthorpe 1967; Cook 1987; Crawford 1987; Barrett et al. 1993).

Características morfológicas dos diásporos versus formas de vida

A ausência de diferença na morfologia dos diásporos entre as formas de vida invalidou nossa hipótese de que os padrões morfoanatômicos dos diásporos convergiriam dentro dos grupos funcionais. Estudos afirmam que as plantas atuais têm ancestrais oriundos de ambiente aquático, ou seja, “primariamente aquáticos”, no entanto, após a conquista do ambiente terrestre, muitos grupos retornaram à água, transformando-se morfologicamente em diferentes graus (Raven 1994; Pompêo and Moschini-Carlos 2003). Essas adaptações ocorreram de modos tão diversos quanto as diferentes linhagens evolutivas que se tornaram aquáticas (Sculthorpe 1967) devido ao estabelecimento de diferentes mecanismos estruturais e funcionais adaptados às condições limitantes do meio aquático (Du and Wang 2014). Essa diversificação explica a distribuição independente dos caracteres morfológicos entre a maioria das sementes das formas de vida, aqui avaliados, diferindo somente quando

comparado par a par, das formas de vida mais “distantes” evolutivamente entre si, ou seja, as que vivem na interface seco-úmido e as completamente submersas.

A diferença observada entre sementes das anfíbias e submersas refletem dois extremos de um gradiente de adaptação ao meio aquático (Barret and Graham 1997). Deve-se considerar que, além de evoluírem de origens genéticas e ecológicas muito diferentes, as plantas aquáticas evoluíram também em momentos diferentes (Cook 1999) e apresentam uma crescente divergência de seus ancestrais terrestres. Espécies anfíbias são reconhecidas como organismos intermediários entre o ambiente terrestre e o aquático, e portanto, pouco divergentes de seus ancestrais terrestres (Barret and Graham 1997), enquanto outros grupos, como as submersas, apresentam traços reprodutivos e de história de vida intimamente associados à vida aquática (Philbrick and Les 1996), com maior quantidade de adaptações a este habitat, como a hidrofília e a propagação clonal prolífica (Barret et al. 1993; Zhang et al. 2010), tornando-se especializadas a ponto de serem referidas como “verdadeiramente aquáticas” (Cook 1999).

Segundo Cook (1999), pode-se analisar o quanto uma espécie aquática é evolutivamente mais recente ou mais antiga baseado no isolamento em táxons majoritariamente terrestres, “aquática recente”, ou em táxons com muitas espécies aquáticas, “aquática antiga”. Com isso, observa-se como as plantas analisadas correspondem a diferentes graus de evolução ao ambiente aquático, como exemplo, espécies anfíbias pertencentes às famílias Fabaceae (com 2 gêneros aquáticos dentre 657 existentes), Onagraceae (2:24), Asteraceae (15:1535), Cyperaceae (33:110), evidenciando poucas espécies de forma de vida anfíbia, considerando o universo numérico de espécies atuais destas famílias. Em contrapartida, espécies submersas, pertencentes às famílias Potamogetonaceae (2:2) e Alismataceae (12:12), integrantes na ordem Alismatales, e Cabombaceae (2:2) e Nymphaeaceae (6:6), inclusas na ordem Nymphaeales, reconhecidas como clados basais aquáticos.

Características morfológicas dos diásporos *versus* síndrome de dispersão

Apesar da diferença significativa observada entre os caracteres morfológicos do fruto e semente *versus* as síndromes de dispersão, o não agrupamento de espécies que compartilham da mesma síndrome de dispersão invalidou nossa hipótese de que existem caracteres morfológico gerais integrando cada síndrome de dispersão, entretanto, pode-se afirmar que há uma influência desse mecanismo na seleção de características. A dispersão de sementes é um fator decisivo dentro do ciclo de vida de grande parte das espécies presentes em ambientes tropicais (Howe and Miriti 2004) e a variação dos diásporos tem importante

significado ecológico e evolutivo (Peart 1979, 1981; Fenner 1985; Peart and Clifford 1987; Westoby et al. 1992; Deminics et al. 2009), o que resulta em diferentes caracteres morfológicos que facilitam a dispersão.

As plantas que vivem em ecossistemas aquáticos ou influenciados por eles via de regra portam uma série de características eficientes em dispersar suas sementes na água, por exemplo, dispositivos de ancoragem ou de flutuação, e a presença destes mecanismos leva à diferenciação de seções e espécies (Stebbins 1971) com ampla variedade de adaptações morfológicas e fisiológicas associadas à dispersão (Van der Pijl 1969). Além disso, estes diásporos são os principais responsáveis pela permanência dos bancos de diásporos da comunidade e pela dispersão das espécies a longas distâncias (Gordon 1996). Desta forma, para a efetiva dispersão, os diásporos devem ser carregados para locais adequados, que permitam a germinação e sobrevivência das espécies (Cronk and Fennessy 2001). Com isso, a somatória de características morfológica dos diásporos, que compõem o aparato funcional das espécies quanto às suas síndromes de dispersão, por diferirem entre quase todas as síndromes avaliadas, não permitindo agrupar as espécies, pode ser indicativo de vantagem adaptativa, possibilitando distintas estratégias para assegurar sua efetiva dispersão.

Características morfológicas dos diásporos associadas à hidrocoria

Dentre as espécies avaliadas, as essencialmente hidrocóricas são do gênero *Aeschynomene* e *Nelumbo nucifera*, enquanto que Alismataceae, Araceae, Cabombaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Polygonaceae, Pontederiaceae e Potamogetonaceae têm espécies que compartilham da hidrocoria e outra síndrome. A principal característica associada à dispersão pela água é a flutuabilidade dos diásporos (Bornette and Puijalon 2009), sendo conferida pelo baixo peso específico ou em maioria, pela presença de dispositivos estruturais que conferem flutuabilidade (Stebbins 1971; Kubitzki and Ziburski 1994); em Alismataceae esta é conferida pela presença de tecidos esponjosos no pericarpo (bem desenvolvido em *Alisma*), espaços de ar formados entre a semente e o pericarpo e dutos ou glândulas de resina presentes em *Sagittaria* e *Echinodorus* (Den Hartog 1955; Kaul 1978; Rogers 1983); em Onagraceae este papel é desenvolvido pela rafe inflada em sementes de *Ludwigia* (Salisbury 1972) ou por tecidos esponjosos relacionados ao endocarpo (Eyde 1978) e em Nymphaeaceae, pela presença de arilos finos envolvendo totalmente a semente (Heslop-Harrison 1955; Collinson 1980; Wiersema 1987; Bonilla-Barbosa et al. 2000; Borsch et al. 2008; Tozin et al. 2016) ou por uma textura esponjosa, lenhosa ou cortiça da região do pericarpo (Kubitzki and Ziburski 1994; Bryson et al. 2008) como o revestimento com textura de cortiça de *Cyperus blepharoleptos* e *Cyperus odoratus*. O aprisionamento de bolhas de ar

também pode ser conferido por pequenos espaços nas estruturas superficiais (Kubitzki and Ziburski 1994) ou na malha cuticular dos padrões esculturais (Musselman and Mann 1976; Clark and Jernsteadt 1978; Elisens and Tomb 1983; Degtajareva et al. 2004; Bujang et al. 2006).

A duração da flutuabilidade também é importante (Kubitzki and Ziburski 1994), pois determinam os locais onde os diásporos serão depositados (Schneider and Sharitz 1988) visto que a hidrocoria é muitas vezes um mecanismo de dispersão secundário (Catford and Jansson 2014). Esses caracteres permitem aos diásporos permanecerem boiando durante longos períodos, até meses (Salisbury 1972), capazes de persistir por toda a fase aquática e se estabelecer na fase terrestre subsequente (Oliveira-Wittmann 2010), representando, portanto, uma importante adaptação funcional (Catford and Jansson 2014), indispensável a muitas plantas aquáticas, especialmente aquelas próximas a ambientes lóticos (Jones et al. 2020). O tempo de flutuação pode variar entre as espécies, sendo comum sementes que flutuam e eventualmente se encharcam e afundam. Para algumas espécies, os diásporos flutuam apenas algumas horas (*e.g. Eichhornia*), outros podem flutuar por um dia, outros por alguns dias e, espécies de *Alisma* podem flutuar por até dois meses (Cronk and Fennessy 2001).

A relação tamanho-peso é também muito importante para a flutuação e táxons com sementes pequenas possuem melhor flutuabilidade devido à vantagem com relação à tensão superficial (Melcher et al. 2000). Há uma tendência na ocorrência de sementes pequenas (<2 mm) que flutuam em plantas aquáticas conforme Gordon (1998), também confirmado neste trabalho, com exceção de *Victoria amazonica*, a qual, apesar de apresentar semente globular excepcionalmente grande para plantas aquáticas, quando liberada do fruto está envolta por tecido branco formando uma “câmara de ar” originada do arilo, que a permite flutuar e ser dispersa (Tozin et al. 2016). Gordon (1998) registra ainda as maiores sementes pertencentes aos gêneros Cyperaceae, Asteraceae, Polygonaceae e Nymphaeaceae, confirmado neste trabalho, que também obteve sementes maiores para Fabaceae.

Características morfológicas dos diásporos associadas à anemocoria, zoocoria e autocoria

Como já destacado anteriormente, a ampla distribuição das plantas aquáticas está relacionada à atuação de mais de uma síndrome de dispersão, como observado na maioria das espécies. Espécies podem combinar a dispersão anemocórica, observado aqui somente em *Baccharis glutinosa* e *Pluchea sagittalis*, à dispersão hidrocórica, como *Pseudobombax munguba* (Malvaceae), que apresenta diásporos com muitos tricomas finos, que são dispersos primariamente pelo vento, e em seguida, esses mesmos tricomas causam uma baixa tensão superficial que mantém a semente flutuando (Kubitzki and Ziburski 1994). Entretanto, as

espécies analisadas apresentam síndrome anemocórica combinada com autocoria em *Helanthium tenellum* (fruto tipo cápsula) e *Limnocharis flava* (fruto tipo folículo) e zoocoria, como observado em *Utricularia foliosa* e *U. gibba*, as quais possuem fruto do tipo cápsula.

As espécies *Cayaponia podantha*, *Cecropia pachystachya* e *Cissus spinosa* foram singularmente zoocóricas, enquanto *Canna glauca*, *Hydrocleys nymphoides*, *Limnobium laevigatum*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia foliosa*, *U. gibba* e as espécies de *Nymphaeaceae*. apresentaram duas ou mais síndromes de dispersão. Há uma estreita relação ecológica entre espécies vegetal presentes em ambientes sazonalmente inundáveis, como as citadas neste trabalho, e peixes frugívoros, predadores e dispersores de sementes. Durante a enchente as plantas frutificam e suas sementes são dispersas pela água e pelos peixes (Lima and Goulding 1988; Pires 1997; Junk and Da Silva 1999; De Souza 2008), representando importante estratégia de dispersão à montante (Waldhoff et al. 1996; Jones et al. 2020) e em ambientes fragmentados (Opdam 1990).

A zoocoria ainda pode acontecer por meio de aves aquáticas, que são importantes consumidores de diásporos de plantas aquáticas, contribuindo para sua dispersão (Charalambidou and Santamaría 2002; Clausen et al. 2002; Green et al. 2002) ou répteis, como *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) (Calviño-Cancela et al. 2007). Além destas, a dispersão por animais pode ainda ser epizocórica, na qual as adaptações morfológicas podem ser de diferentes tipos: em forma de gancho, eriçado, pegajoso ou mucilaginoso, diásporos cerdosos ou com apêndices retos como espinhos, cerdas ou tricomas (Melcher et al. 2000) observada em *Eleocharis geniculata* (cerdas perigonais com ganchos), *Oryza glumaepatula* e *O. latifolia* (espinhos e microtricomas), *Cecropia pachystachya* (perigônio mucilaginoso). A presença de tricomas, observados em *Nymphaea amazonum*, *N. jamesoniana*, *Limnobium laevigatum* e *Hydrocleys nymphoides* pode ser relacionada à epizocoria assim como à hidrocoria, pela redução da tensão superficial (Kubitzki and Ziburski 1994).

Conclusões

A morfologia dos diásporos não é influenciada pelas distintas formas de vida das plantas aquáticas, mas sim pelas síndromes de dispersão. No entanto, a síndrome de dispersão não configura convergência adaptativa, visto que os caracteres morfológicos variam entre

espécies que compartilham a mesma síndrome, e podem ser semelhantes entre espécies com diferentes estratégias de dispersão.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa (Código de Financiamento 001). Ao Laboratório de Anatomia Vegetal-LAVe-UFMS e ao Laboratório de Sementes, pelo suporte e também ao Laboratório Multiusuário e Análises de Materiais – MULTILAM pelas análises em MEV. Ao Herbário CGMS/UFMS e professoras doutoras Ângela Lúcia Bagnatori Sartori e Vali Joana Pott pelo auxílio prestado no herbário, durante o período da pandemia. Ao Dr. Rodrigo Aranda pelas análises dos dados.

Referências

- Ahmad S, Zafar M, Ahmad M, Ali MI, Sultana S, Rashid N, Nazish M (2020) Seed morphology using SEM techniques for identification of useful grasses in Dera Ghazi Khan, Pakistan. *Microscopy research and technique* 83(3):249–258. <https://doi.org/10.1002/jemt.23408>
- Akhhtar KT (2018) SEM study of some allied species of *Cyperus* L. from Khandesh region of Maharashtra, India. *International Journal of Life Sciences* 6(1):161–165
- Aliscioni SS, Giussani LM, Zuloaga FO, Kellogg EA (2003) A molecular phylogeny of *Panicum* (Poaceae: Paniceae): tests of monophyly and phylogenetic placement within the Panicoideae. *American Journal of Botany* 90(5):796–821. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.5.796>
- Andersen MC (1993) Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae. *American Journal of Botany* 80(5):487–492. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1993.tb13830.x>
- APG IV (Angiosperm Phylogeny Group) (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical journal of the Linnean Society* 181(1):1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Arabi Z, Ghahremaninejad F, Rabeler RK, Heubl G, Zarre S (2017) Seed micromorphology and its systematic significance in tribe *Alsineae* (Caryophyllaceae). *Flora* 234:41–59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2017.07.004>
- Araújo ES, Sabino JHF, Cotarelli VM, Siqueira-Filho JA, Campelo MJA (2012) Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga. *Diálogos & Ciência* 32(1):229–234
- Arber A (1920) *Water Plants: A Study of Aquatic Angiosperms*. Reprint edition with preface by WT Stearn. 1972. J. Cramer. Lehre, Germany, 423p

- Baraloto C, Forget PM, Goldberg DE (2005) Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. *Journal of Ecology* 93(6):1156–1166. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01041.x>
- Barrett SCH, Eckert CG, Husband BC (1993) Evolutionary processes in aquatic plant populations. *Aquatic Botany* 44(2–3):105–145. doi:10.1016/0304-3770(93)90068-8
- Barrett SCH, Graham SW (1997) Adaptive radiation in the aquatic plant family Pontederiaceae: insights from phylogenetic analysis. In: Givnish TJ, Sytsma K (eds) *Molecular evolution and adaptive radiation*. Cambridge University Press., Cambridge (UK), pp 225–258
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF (1999) Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Editora UFV, Viçosa 178
- Barthlott W (1981) Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany* 1(3):345–355. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1981.tb00704.x>
- Barthlott W (1984) Microstructural Features of seed surfaces. In Heywood VH, Moore DM (eds) *Current Concepts in Plant Taxonomy*. Academic Press., London, pp 95–105
- Beal EO, Wooten JW, Kaul RB (1982) Review of the *Sagittaria engelmanniana* complex (Alismataceae) with environmental correlations. *Systematic Botany* 7(4):417–432. <https://doi.org/10.2307/2418675>
- Behnke HD, Barthlott W (1983) New evidence from the ultrastructural and micromorphological fields in angiosperm classification. *Nordic Journal of Botany* 3:43–66. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1983.tb01444.x>
- Bispo BB (2015) Fenologia e fitossociologia de macrófitas aquáticas do recôncavo da Bahia, Brasil. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, 116p
- Boedeltje GER, Bakker JP, Ten Brinke A, Van Groenendael JM, Soesbergen M (2004) Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. *Journal of Ecology* 92(5):786–796. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00906.x>
- Boesewinkel FD (1987) Ovules and seeds of *Trigoniaceae*. *Acta botanica neerlandica* 36(1):81–91. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1987.tb01969.x>
- Bonilla-Barbosa J, Novelo A, Orozco YH, Márquez-Guzmán J (2000) Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany* 68(3):189–204. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(00\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(00)00125-X)
- Bornette G, Puijalon S (2009) Macrophytes: Ecology of Aquatic Plants. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. 10.1002/9780470015902.a0020475
- Borsch T, Löhne C, Wiersema J (2008) Phylogeny and evolutionary patterns in *Nymphaeales*: integrating genes, genomes and morphology. *Taxon* 57(4):1052–4E. <https://doi.org/10.1002/tax.574004>

- Brasil (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Glossário ilustrado de morfologia. Mapa/ACS, Brasília, 406p
- Bridgham SD, Megonigal JP, Keller JK, Bliss NB, Trettin C (2006) The Carbon Balance of North American Wetlands. *Wetlands* 26:889–916. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26\[889:TCBONA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26[889:TCBONA]2.0.CO;2)
- Brochet AL, Guillemain M, Gauthier-Clerc M, Fritz H, Green AJ (2010) Endozoochory of Mediterranean aquatic plant seeds by teal after a period of desiccation: determinants of seed survival and influence of retention time on germinability and viability. *Aquatic Botany* 93(2):99–106. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2010.04.001>
- Bryson CT, Maddox VL, Carter R (2008) Spread of Cuban club-rush (*Oxycaryum cubense*) in the southeastern United States. *Invasive Plant Science and Management* 1(3):326–329. <https://doi.org/10.1614/IPSM-08-083.1>
- Bujang JS, Zakaria MH, Awing SA, Nojima S, Ogawa H (2006) Seed coat sculpturing in *Halophila*. *Coastal Marine Science* 30:240–242
- Calviño-Cancela M, Ayres Fernández C, Cordero Rivera A (2007) European pond turtles (*Emys orbicularis*) as alternative dispersers of “water-dispersed” waterlily (*Nymphaea alba*). *Ecoscience* 14(4):529–534
- Catford JA, Jansson R (2014) Drowned, buried and carried away: effects of plant traits on the distribution of native and alien species in riparian ecosystems. *New Phytologist* 204(1):19–36. doi:10.1111/nph.12951
- Casper SJ (1962) Revision der gattung *Pinguicula* in Eurasien. *Feddes repertorium* 66:1–148
- Catian G, Da Silva DM, Suárez YR, Scremin-Dias E (2018) Effects of flood pulse dynamics on functional diversity of macrophyte communities in the Pantanal wetland. *Wetlands* 38:975–991. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1050-5>
- Catian G, De Lima GT, Fabiano VS, Goncalves VM, Scremin-Dias E (2021) A guide to the identification of diaspores of the main macrophytes in the Pantanal. *Phytotaxa* 487(3):205–232. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.487.3.3>
- Chambers PA, Lacoul P, Murphy KJ, Thomaz SM (2008) Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595:9–26. [10.1007/s10750-007-9154-6](https://doi.org/10.1007/s10750-007-9154-6)
- Charalambidou I, Santamaría L (2002) Waterbirds as endo-zoochorous dispersers of aquatic organisms: A review of experimental evidence. *Acta Oecologica* 23:165–176. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01148-7](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01148-7)
- Clark C, Jernstedt JA (1978) Systematic studies of *Eschscholzia* (*Papaveraceae*). II. Seed coat microsculpturing. *Systematic Botany* 386–402. <https://doi.org/10.2307/2418750>
- Clausen P, Nolet BA, Fox AD, Klaassen M (2002) Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe — a critical review of possibilities and limitations. *Acta Oecologica* 23(3):191–203. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01150-5](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01150-5)

Collinson ME (1980) Recent and Tertiary seeds of the *Nymphaeaceae* sensu lato with a revision of *Brasenia ovula* (Brong.) Reid and Chandler. *Annals of Botany* 46(5):603–632. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085958>

Cook CDK (1987) Dispersion in aquatic and amphibious vascular plants. In: Crawford RMM (ed) *Plant life in aquatic and amphibious habitats*. Blackwell Scientific Publications Oxford UK, pp 179–190

Cook CD (1996) *Aquatic plant book* (Vol. 461096735). SPB Academic Publishing, Amsterdam, 228p

Cook CDK (1999) The number and kinds of embryo bearing plants which have become aquatic: a survey. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 2/1:79–102. doi:10.1078/1433-8319-00066

Coomes DA, Grubb PJ (2003) Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. *Trends Ecology and Evolution* 18:283–291. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00072-7)

Costea M, Tardif FJ (2005) Taxonomy of the *Polygonum douglasii* (Polygonaceae) complex with a new species from Oregon. *Brittonia* 57(1):1–27. [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2005\)057\[0001:TOTPD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2005)057[0001:TOTPD]2.0.CO;2)

Cronk JK, Fennessy MS (2001) *Wetland plants: biology and ecology*. CRC Press LLC, Florida, 462p

Da Silva CRM, da Silva LB, de Jesus Andrade CGT, Trevisan R, González-Elizondo MS, Vanzela ALL (2012) Ornamentation of achene silica walls and its contribution to the systematics of *Eleocharis* (Cyperaceae). *Plant systematics and evolution* 298(2):391–398. <https://doi.org/10.1007/s00606-011-0552-x>

dos Santos Tozin LR, Corrêa-Da LBDL, Scremin-Dias E (2016) Fruit and seed biometry and germination of *Victoria amazonica* (Poepp.) JC Sowerby (Nymphaeaceae) from the Pantanal floodplain. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 38(2):221–227

Degtjareva G, Casper J, Hellwig F, Sokoloff D (2004) Seed morphology in the genus *Pinguicula* (Lentibulariaceae) and its relation to taxonomy and phylogeny. *Botanische Jahrbücher* 125(4):431–452. 10.1127/0006-8152/2004/0125-0431

Deminicis BB, Vieira HD, Araújo SAC, Jardim JG, Pádua FT, Neto AC (2009) Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. *Archivos de Zootecnia* 58(224):35–58. <https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5073>

De Souza LL (2008) Frugivoria e dispersão de sementes por peixes. *Scientific Magazine UAKARI* 1(1):7-18

Den Hartog C (1955) *Alismataceae*. *Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta* 5(1):317–334

Donoghue MJ (2005) Key innovations, convergence, and success: macroevolutionary lessons from plant phylogeny. *Paleobiology* 31(5):77–93. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2005\)031\[0077:KICASM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2005)031[0077:KICASM]2.0.CO;2)

Du Z-Y, Wang Q-F (2014) Correlations of Life Form, Pollination Mode and Sexual System in Aquatic Angiosperms. *PLoS ONE* 9(12):e115653. 10.1371/journal.pone.0115653

Eduardo DF (2017) Atributos funcionais morfológicos e anatômicos foliares de plantas de campo rupestre ferruginoso respondem à abundância? Dissertação, Departamento de Evolução, Biodiversidade e Meio Ambiente, Universidade Federal de Ouro Preto, 29p

Elisens WJ, Tomb AS (1983) Seed morphology in New World *Antirrhineae* (*Scrophulariaceae*): Systematic and phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution* 142(1–2):23–47. doi:10.1007/bf00989601

Eriksson O, Bremer B (1991) Fruit Characteristics, Life Forms, and Species Richness in the Plant Family Rubiaceae. *The American Naturalist* 138(3):751–761. doi:10.1086/285247

Esteves FA (1988) Fundamentos de Limnologia. 2ª Ed., Interciência, Rio de Janeiro, 575p

Esteves FA (2011) Fundamentos de Limnologia. 3ª Ed., Interciência, Rio de Janeiro, 826p

Eyde RH (1978) Reproductive structures and evolution in *Ludwigia* (Onagraceae). II. Fruit and seed. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65(2):656–675. <https://doi.org/10.2307/2398865>

Fenner M (1985) Seed ecology. Chapman and Hall, London, 151p

Figuerola J, Green AJ (2002) Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater biology* 47(3):483–494. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00829.x>

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado 26 Janeiro 2020

Franco AC (2002) Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira P, Marquis R (eds) *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press., New York, pp 178–198

Frazier S (1996) Visión general de los sitios Ramsar en el mundo. Wetlands International, Oxford, 58p

Fu H, Zhong J, Yuan G, Ni L, Xie P, Cao T (2014) Functional traits composition predict macrophytes community productivity along a water depth gradient in a freshwater lake. *Ecology and Evolution* 4(9):1516–1523. <https://doi.org/10.1002/ece3.1022>

Gabr DGI (2019) Significance Important of Fruit Character for Some Asteraceae Species in Identification and Differentiation Level. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences* 4(8):262–270. 10.36348/SJLS.2019.v04i08.003

Gordon E (1996) Tipo de dispersión, germinación y crecimiento de plántulas. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 41(2):657–668.

Gordon E (1998) Seed characteristics of plant species from riverine wetlands in Venezuela. *Aquatic Botany* 60(4):417–431. 10.1016/s0304-3770(97)00057-0

Green AJ, Figuerola J, Sanchez MI (2002) Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica* 23:177–189. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01149-9](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01149-9)

Grime JP (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist* 111(982):1169–1194

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Harris JG, Harris MW (1994) Plant identification terminology: an illustrated glossary (No. QK9 H37 2001). Spring Lake Publishing. Spring Lake, Utah

Heslop-Harrison Y (1955) *Nymphaea* L. *Journal of Ecology* 43(2):719–734. <https://doi.org/10.2307/2257032>

Howe HF, Miriti MN (2004) When seed dispersal matters. *BioScience* 54(7):651–660. 10.1641/0006-3568(2004)054[0651:wsdm]2.0.co;2

Hulshof CM, Violle C, Spasojevic MJ, McGill B, Damschen E, Harrison S, Enquist BJ (2013) Intra-specific and inter-specific variation in specific leaf area reveal the importance of abiotic and biotic drivers of species diversity across elevation and latitude. *Journal of Vegetation Science* 24(5):921–931. <https://doi.org/10.1111/jvs.12041>

Hutchinson GE (1957) Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology* 22:415–427

Irgang BE, Gastal Jr CVS (1996) Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre, 290p

Ji M, Qin H, Chen H, Wen B (2018) Seed germination requirements of *Ficus virens* (Moraceae) as adaptation to its hemi-epiphyte life form. *Polish Journal of Ecology* 66(1):14–22. 10.3161/15052249pje2018.66.1.002

Jones PE, Consuegra S, Börger L, Jones J, Garcia de Leaniz C (2020) Impacts of artificial barriers on the connectivity and dispersal of vascular macrophytes in rivers: A critical review. *Freshwater Biology* 65(6):1165–1180. <https://doi.org/10.1111/fwb.13493>

Junk WJ, Da Silva CJ (1999) O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o pantanal de Mato Grosso. In: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do pantanal, 2., 1996, Corumbá, MS. Manejo e Conservação. Anais... Corumbá: Embrapa Pantanal, 535p

Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, ..., Camargo E (2014) Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Classificação e delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus macrohabitats. INCT-INAU-EdUFMT, Cuiabá, pp 13–76

Jurado E, Westoby M, Nelson D (1991) Diaspore weight, dispersal, growth form and perennality of central Australian plants. *Journal of Ecology* 79(3):811–828. <https://doi.org/10.2307/2260669>

Kaul RB (1978) Morphology of germination and establishment of aquatic seedlings in Alismataceae and Hydrocharitaceae. *Aquatic Botany* 5:139–147. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(78\)90057-8](https://doi.org/10.1016/0304-3770(78)90057-8)

- Kettenring KM, Tarsa EE (2020) Need to Seed? Ecological, Genetic, and Evolutionary Keys to Seed-Based Wetland Restoration. *Frontiers in Environmental Science* 8:109. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00109>
- Kong MJ, Song JH, An BC, Son SW, Suh GU, Chung MJ, Hong SP (2018) A comparative study of achene morphology in Korean Polygonaceae. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 25(2):13–148. <https://doi.org/10.3329/bjpt.v25i2.39536>
- Konstantinova AI, Yembaturova EY (2010) Structural traits of some species of *Hydrocotyle* (Araliaceae) and their significance for constructing the generic system. *Plant Diversity and Evolution* 128(3):329. 10.1127/1869-6155/2010/0128-0015
- Kubitzki K, Ziburski A (1994) Seed dispersal in floodplain forests of Amazonia. *Biotropica* 26(1):30–43. <https://doi.org/10.2307/2389108>
- Lacoul P, Freedman B (2006) Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews* 14(2):89–136
- Liittge U, Krapf G (1969) Die Ultrastruktur der *Nymphaea*-Hydropoten in Zusammenhang mit ihrer Funktion als Salz-transportierende Driisen. *Cytobiologie* 1:121–131
- Li W (2014) Environmental opportunities and constraints in the reproduction and dispersal of aquatic plants. *Aquatic Botany* 118:62–70. 10.1016/j.aquabot.2014.07.008
- Lima CA, Goulding M (1988) Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. CNPq, Brasília, DF, Sociedade Civil Mamirauá, 186p
- Liu HL, Zhang DY, Duan SM, Wang XY, Song MF (2014) The relationship between diaspore characteristics with phylogeny, life history traits, and their ecological adaptation of 150 species from the cold desert of Northwest China. *The Scientific World Journal* 2014:510343. <https://doi.org/10.1155/2014/510343>
- Lloyd DG (1980) Benefits and handicaps of sexual reproduction. In: Hecht MK, Steere WC, Wallace B (eds) *Evolutionary Biology*. Springer, Boston, MA. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-6962-6_2
- McGill BJ, Enquist BJ, Weiher E, Westoby M (2006) Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution* 21(4):178–185. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.02.002>
- Medail F, Roche P, Tatoni T (1998) Functional groups in phytoecology: an application to the study of isolated plant communities in Mediterranean France. *Acta Oecologica* 19(3):263–274. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(98\)80030-1](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(98)80030-1)
- Melcher IM, Bouman F, Cleef AA (2000) Seed dispersal in páramo plants: epizoochorous and hydrochorous taxa. *Plant Biology* 2(01):40–52
- Moazzeni H, Zarre S, Al-Shehbaz IA, Mummenhoff K (2007) Seed-coat microsculpturing and its systematic application in *Isatis* (Brassicaceae) and allied genera in Iran. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 202(6):447–454. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.10.004>

- Moles AT, Hodson DW, Webb CJ (2000) Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora. *Oikos* 89(3):541–545. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890313.x>
- Moles AT, Warton DI, Westoby M (2003) Seed size and survival in the soil in arid Australia. *Austral Ecology* 28(5):575–585. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01314.x>
- Moles AT, Ackerly DD, Webb CO, Tweddle JC, Dickie JB, Westoby M (2005) A brief history of seed size. *Science* 307(5709):576–580. [10.1126/science.1104863](https://doi.org/10.1126/science.1104863)
- Mormul RP, Ferreira FA, Michelan TS, Carvalho P, Silveira MJ, Thomaz SM (2010) Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu reservoir. *Brazil Revista de Biologia Tropical* 58(4):1437–1452
- Mosaferi S, Keshavarzi M (2011) Micromorphological study of Polygonaceae tribes in Iran. *Phytologia Balcanica* 17(1):89–100
- Musselman LJ, Mann WF (1976) A survey of surface characteristics of seeds of *Scrophulariaceae* and *Orobanchaceae* using scanning electron microscopy. *Phytomorphology* 26(4):370–378
- Neff KP, Baldwin AH (2005) Seed dispersal into wetlands: techniques and results for a restored tidal freshwater marsh. *Wetlands* 25(2):392–404. <https://doi.org/10.1672/14>
- Nunes CS, Bastos MNC, Gil ASB (2016) Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cyperaceae. *Rodriguésia* 67:1329–1366. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667532>
- Oliveira-Wittmann A, Lopes A, Conserva AS, Wittmann F, Piedade MTF (2010) Seed Germination and Seedling Establishment of Amazonian Floodplain Trees. In: Junk WJ, Piedade MTF, Wittmann F, Schöngart J, Parolin P (eds) *Amazonian Floodplain Forests Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Springer Science, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, pp 259–280
- Opdam P (1990) Dispersal in fragmented populations: The Key to survival. In: Bruce RGH, Howard DC (eds) *Species dispersal in agricultural habitats*. Belhaven Press. London, New York, pp 3–17
- Parolin P, Wittmann F (2010) Struggle in the flood: tree responses to flooding stress in four tropical floodplain systems. *AoB Plants* 2010:plq003. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plq003>
- Peart MH (1979) Experiments on the biological significance of the morphology of seed-dispersal units in grasses. *Journal of Ecology* 67:843–863. <https://doi.org/10.2307/2259218>
- Peart MH (1981) Further experiments on the biological significance of the morphology of seed-dispersal units in grasses. *Journal of Ecology* 69:425–436. <https://doi.org/10.2307/2259677>
- Peart MH, Clifford HT (1987) The influence of diaspore morphology and soil-surface properties on the distribution of grasses. *Journal of Ecology* 75:569–578. <https://doi.org/10.2307/2260435>
- Pedralli G (1990) Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudos. *Estudos de Biologia* 26:524

Pendry CA, Dick J, Pullan MR, Knees SG, Miller AG, Neale S, Watson MF (2007) In search of a functional flora – towards a greater integration of ecology and taxonomy. *Plant Ecology* 192(2):161–167. <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9304-y>

Penning WE, Mjelde M, Dudley B, Hellsten S, Hanganu J, Kolada A, Van Den Berg M, Poikane S, Phillips G, Willby N, Ecke F (2008) Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic Ecology* 42:237–251. <http://dx.doi.org/10.1007/s10452-008-9182-y>

Peres MK (2016) Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas. Tese, Programa de Pós-Graduação em Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, 353p

Philbrick CT, Les DH (1996) Evolution of aquatic angiosperm reproductive systems. *Bioscience* 46(11):813–826. <https://doi.org/10.2307/1312967>

Piedade MTF, Parolin P, Junk WJ (2003) Estratégias de dispersão, produção de frutos e extrativismo da palmeira *Astrocaryum jauari* Mart. nos igarapés do Rio Negro: implicações para a ictiofauna. *Ecología Aplicada* 2:31–40

Piedade MTF, Junk WJ, Adis J, Parolin P (2005) Ecologia, zonation e colonização da vegetação arbórea das Ilhas Anavilhanas. *Pesquisas Botânicas* 56:117–144

Pires AF (1997) Dispersão de sementes na várzea do médio Solimões, estado do Amazonas - Brasil. 1997. Dissertação, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi

Pita MPD (2011) Revisión taxonómica del género *Hydrocotyle* L. (Apiaceae) para Colombia. Dissertação, Universidad Nacional de Colombia, 16p

Pollux BJA, De Jong M, Steegh A, Ouborg NJ, Van Groenendaal JM, Klaassen M (2006) The effect of seed morphology on the potential dispersal of aquatic macrophytes by the common carp (*Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology* 51(11):2063–2071. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01637.x>

Pompêo MLM, Moschini-Carlos V (2003) Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos. *RiMa, Fadesp*, 124p

Pott VJ, Pott A (1997) Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 11(2):215–227. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061997000200010>

Pott VJ, Pott A (2000) Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília, DF, Comunicação para transferência de Tecnologia

Pott, V.J. & Pott, A. (2000) Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília, 404 pp. il.

Pott VJ (2008) Plantas de ambientes aquáticos e úmidos do Centro-Oeste brasileiro. In: *Anais do 59º Congresso Nacional de Botânica*, Natal, Sociedade Brasileira de Botânica pp 441–442

Pott A, Oliveira AK, Damasceno-Junior GA, Silva JS (2011) Plant diversity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology* 71:265–273. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200005>

- Pott A, Pott JV (2020) What is the Flora of the Pantanal Wetland? *Wetland Science & Practice* 37(4):261–266
- Radford AE, Dickison WC, Massey JR, Bell CR (1974) *Vascular Plant Systematics*. Harper and Row, New York, USA
- Raven PH (1963) The old-world species of *Ludwigia* (including *Jussiaea*), with a synopsis of the genus (Onagraceae). *Reinwardtia* 6:327–427. <https://doi.org/10.14203/reinwardtia.v6i4.224>
- Raven PH (2014) *Biologia Vegetal*. 8ª ed., Guanabara Koogan, 856p
- Reich PB, Walters MB, Ellsworth DS (1992) Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecological monographs* 62(3):365–392. <https://doi.org/10.2307/2937116>
- Ressel K, Guilherme FA, Schiavini I, Oliveira PE (2004) Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Brazilian Journal of Botany* 27(2):311–323. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000200010>
- Rockwood LL (1985) Seed weight as a function of life form, elevation and life zone in neotropical forests. *Biotropica* 17(1):32–39. <https://doi.org/10.2307/2388375>
- Rogers GK (1983) The genera of *Alismataceae* in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 64(3):383–420
- Rosado BHP (2011) *Ecologia funcional de árvores na Mata Atlântica: o papel de atributos morfológicos, grau de exposição da copa e altitude sobre o uso de água das espécies*. Tese, Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, 163p
- Rossatto DR, Kolb RM (2013) Leaf anatomical traits are correlated with tree dominance in a Neotropical deciduous forest. *New Zealand journal of botany* 51(4):242–251. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2013.795904>
- Sádlo J, Chytrý M, Pergl J, Pyšek P (2018) Plant dispersal strategies: a new classification based on the multiple dispersal modes of individual species. *Preslia* 90(1):1–22. [10.23855/preslia.2018.001](https://doi.org/10.23855/preslia.2018.001)
- Salisbury EJ (1972) *Ludwigia palustris* (L.) Ell. in England with special reference to its dispersal and germination. *Watsonia J and Proc Bot Soc Brit Isles* 33–37
- Salisbury EJ (1974) Seed size and mass in relation to environment. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 186(1083):83–88. <https://doi.org/10.1098/rspb.1974.0039>
- Santamaría L (2002) Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica* 23(3):137–154. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01146-3](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01146-3)
- Schneider RL, Sharitz RR (1988) Hydrochory and regeneration in a bald cypress-water tupelo swamp forest. *Ecology* 69:1055–1063. <https://doi.org/10.2307/1941261>

Schneider EL, Williamson PS (1993) *Nymphaeaceae*. In: Flowering Plants, Dicotyledons. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 486–493

Schuyler AE (1971) Scanning electron microscopy of achene epidermis in species of *Scirpus* (Cyperaceae) and related genera. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 123:29–52

Skov F (2000) Distribution of plant functional attributes in a managed forest in relation to neighbourhood structure. Plant Ecology 146(2):121–130. <https://doi.org/10.1023/A:1009856126978>

Scremin-Dias E, Silva JR, Catian G, Fabiano VS, Arruda RCO (2021) In: Plant morphoanatomical adaptations to environmental conditions of the Pantanal wetland. Springer Nature - Plant and Vegetation, *no prelo*

Sculthorpe CD (1967) Biology of aquatic vascular plants. Hodder & Stoughton Ltd., 623p

Silveira FAO, Oliveira EG (2013) Does plant architectural complexity increase with increasing habitat complexity? A test with a pioneer shrub in the Brazilian Cerrado. Brazilian Journal of Biology 73(2):271–277. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200007>

Soons MB (2006) Wind dispersal in freshwater wetlands: knowledge for conservation and restoration. Applied Vegetation Science 9(2):271–278. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2006.tb00676.x>

Soons MB, Bullock JM (2008) Non-random seed abscission, long-distance wind dispersal and plant migration rates. Journal of Ecology 96(4):581–590. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01370.x>

Spjut RW (1994) A systematic treatment of fruit types. Memoirs of the New York Botanical Garden 70:1–182

Staniforth RJ, Cavers PB (1976) An experimental study of water dispersal in *Polygonum* spp. Canadian Journal of Botany 54(22):2587–2596. <https://doi.org/10.1139/b76-278>

Stebbins GL (1971) Adaptive radiation of reproductive characteristics in angiosperms, II: seeds and seedlings. Annual Review of Ecology and Systematics 2(1):237–260

Tur NM (1972) Embalsados y camalotes de la Región Isleña Del Paraná Médio. Darwiniana 17:397–407

Vale VS, Dorneles MC, Schiavini I, Mendonça ET, Almeida CG, Silva PA, Crespilho RF (2011) Grupos funcionais e sua importância ecológica na vegetação arbórea em um remanescente florestal urbano, Uberlândia, MG. Natureza On line 9(2):67–75

Valla JJ, Martín ME (1976) La semilla y la plántula del irupé (*Victoria cruziana* D'Orb.) ("Nymphaeaceae"). Darwiniana 391–407

van der Pijl L (1969) Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag, Berlin, 154p

Viana SM (2005) Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no rio Monjolinho e tributários (São Carlos, SP) e análise de sua relação com variáveis físicas e químicas. Tese, Universidade de São Paulo

- Vogel S (1981) Life in moving fluids: the physical biology of flow. PWS Kent Publishers, 350p
- Vogt K, Rasran L, Jensen K (2004) Water-borne seed transport and seed deposition during flooding in a small river-valley in Northern Germany. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 199(5):377–388. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00166>
- Waldhoff D, Saint-Paul U, Furch B (1996) Value of fruits and seeds from the floodplain forests of central Amazonia as food resource for fish. *Ecotropica* 2:143–156
- Walters MB, Reich PB (1999) Low-light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? *New Phytologist* 143(1):143–154. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00425.x>
- Werker E (2000) Trichome diversity and development. *Advances in Botanical Research* 31:1–35. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(00\)31005-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(00)31005-9)
- Westoby M, Jurado E, Leishman M (1992) Comparative evolutionary ecology of seed size. *Trends in Ecology & Evolution* 7(11):368–372. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90006-W](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90006-W)
- Westoby M, Leishman M, Lord J (1996) Comparative ecology of seed size and dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 351(1345):1309–1318. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0114>
- Westoby M, Jurado E, Leishman M (1992) Comparative evolutionary ecology of seed size. *Trends in Ecology and Evolution* 7(11):368–372. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90006-W](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90006-W)
- Wiersema JH (1987) A monograph of *Nymphaea* subgenus *Hydrocallis* (*Nymphaeaceae*). *Systematic Botany Monographs* 16:1–112. <https://doi.org/10.2307/25027681>
- Wooten JW (1973) Taxonomy of seven species of *Sagittaria* from eastern North America. *Brittonia* 25(1):64–74. <https://doi.org/10.2307/2805491>
- Zar JH (2009) Biostatistical analysis. 5^a Ed, Prentice Hall, New Jersey, 944p
- Zeng Y, Raimondi N, Kermode AR (2003) Role of an ABI3 homologue in dormancy maintenance of yellow-cedar seeds and in the activation of storage protein and Em gene promoters. *Plant Molecular Biology* 51(1):39–49. <https://doi.org/10.1023/A:1020762304937>
- Zhang YY, Zhang DY, Barrett SC (2010) Genetic uniformity characterizes the invasive spread of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), a clonal aquatic plant. *Molecular Ecology* 19(9):1774–1786. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04609.x>
- Zhang Y, Jeppesen E, Liu X, Qin B, Shi K, Zhou Y, ..., Deng J (2017) Global loss of aquatic vegetation in lakes. *Earth-Science Reviews* 173:259–265. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.08.013>