

Check-list da família *Podostemaceae* do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil

Claudia Petean Bove

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Plantas Aquáticas. Departamento de Botânica, Museu Nacional, Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro, CEP 20940-040, Brasil. cpbove@hotmail.com

Recebido em 27.XI.2014

Aceito em 22.VIII.2017

DOI 10.21826/2446-8231201873s329

RESUMO – Neste trabalho são apresentados dois gêneros e três espécies da família *Podostemaceae* encontradas no estado do Mato Grosso do Sul e depositados em coleções científicas do país e do exterior. Uma análise histórica, filogenética e geográfica detalhada é apresentada, assim como o panorama das coleções e instituições de pesquisas no que concerne à família. Perspectivas para o avanço do conhecimento do grupo para os próximos 10 anos são traçadas.

Palavras-chave: *Apinagia*, Brasil, Centro-Oeste, flora, *Oserya*

ABSTRACT – Checklist of the *Podostemaceae* of Mato Grosso do Sul state, Brazil. Two genera and three species of *Podostemaceae* found for the state of Mato Grosso do Sul in Brazilian and foreign scientific collections are presented. A historic, phylogenetic, and geographic detailed analysis is also presented, as well as an overview of the collections and research institutions concerning the family. Approaches for the advancement of knowledge in the group in the next ten years are outlined.

Keywords: *Apinagia*, Brazil, Central-Western, flora, *Oserya*

INTRODUÇÃO

Podostemaceae é a maior família de Angiospermas exclusivamente aquática. Possui 50 gêneros e cerca de 280 espécies (Cook & Rutishauser 2007, com a inclusão do gênero *Monostylis* Tul., citado informalmente como sinônimo de *Apinagia* Tul.). Vegeta adpressa às rochas (haptófita) em corredeiras e cachoeiras (reófito). Sua aparência, muitas vezes similar a líquens, algas ou musgos, deu inspiração a vários epítetos específicos (ex *Apinagia fucooides* (Mart. & Zucc.) Tul., *Willisia selaginoides* (Bedd.) Warm. ex Willis, *Zeylanidium lichenoides* (Kurz.) Engl. (Philbrick 1977) e até mesmo nomes genéricos (ex *Mniopsis* Mart. & Zucc., do grego *mniōn*, musgo, e *opsis*, semelhança).

Está distribuída nas Américas, África tropical e Madagascar, sul da Ásia, Nova Guiné e nordeste da Austrália (Cook 1996). É essencialmente pantropical, sendo que 60% das espécies ocorrem nos neotrópicos, do México ao noroeste do Uruguai. Apenas *Podostemum ceratophyllum* Michx. ocorre em regiões temperadas do Novo Mundo (leste do Canadá e dos Estados Unidos) (Philbrick & Novelo 2004). Apesar da alta taxa de endemismo tradicionalmente relatada ter se reduzido drasticamente de 66% para 15-37% (Philbrick *et al.* 2010), esta ainda permanece em patamares significativos, principalmente quando comparada aos

demais grupos hidrófilos. Apenas *Tristicha trifaria* (Bory ex Willd.) Spreng. está distribuída no paleo e neotrópico (Philbrick *et al.* 2010). No Brasil a família expressa sua maior diversidade, inicialmente registrada na Flora brasiliensis (Tulasne 1863) com 15 gêneros (sendo que seis foram sinonimizados) e 35 espécies (sendo que três foram sinonimizadas); atualmente conta com 16 gêneros e 90 espécies, dos quais cinco gêneros e 52 espécies são endêmicas de regiões brasileiras (Bove 2015).

Muitos aspectos demonstram que é uma família completamente atípica dentre as Angiospermas, como a ausência da dupla fertilização e de endosperma (Haig 1990) e a distinção muitas vezes obscura entre raiz/caule/folha (Willis 1902, Rutishauser *et al.* 2008). Sua biologia e características morfológicas são bem incomuns até mesmo dentre as plantas aquáticas, como por exemplo, o habitat singular que ocupa (sua preferência aos ambientes lóticos em vez dos lênticos é compartilhada apenas pela filogeneticamente distante asterídea, Hydrostachyaceae); a forma de adesão ao substrato (rochas nuas), feita através de estruturas especiais (haptera) e por meio de interações com cianobactérias (Jäger-Zürn & Grubert 2000); a ausência de aerênquima (Rutishauser 1997); o predomínio da reprodução sexuada sobre a assexuada (Philbrick & Les 1996); a alta taxa de endemismos (Philbrick *et al.* 2010) e o elevado número de táxons.

Os aspectos morfológicos radicalmente modificados das *Podostemaceae*, resultantes da adaptação ao ambiente lótico de corredeiras e cachoeiras, assim como de seu substrato incomum (rochas nuas), estão refletidos nos diversos posicionamentos que a família ocupou nos sistemas de classificação botânicos através da história. Inicialmente reconhecida como uma monocotiledônea já foi relacionada com muitos grupos diferentes tanto de mono como de dicotiledônea. Lindley (1830) foi o primeiro a incluí-la em Dicotiledônea, na introdução de seu sistema natural. No sistema de Engler (1964), a família é a única representante da ordem Podostemales dentro da subclasse Archichlamydeae. Cronquist (1981) e Takhtajan (1969) mantiveram a ordem monotípica, porém dentro da subclasse Rosidae e superordem Rosanae, respectivamente; relacionando-a com as Saxifragaceae e Crassulaceae. Cusset & Cusset (1988b) chegaram a propor uma classe exclusiva para o grupo, colocando-o no mesmo nível de mono e dicotiledôneas. Este posicionamento isolado, compartilhado por diversos autores, ilustra, mais uma vez, a dificuldade de encontrar homologias entre seus caracteres morfológicos tão profundamente modificados, que possibilitem o estabelecimento de relações de parentesco. Nas primeiras propostas de classificação de ordens e famílias de Angiospermas seguindo a metodologia cladista (APG 1998), a família mostrou-se de posicionamento desconhecido, o que é facilmente compreensível dada à dificuldade de reconhecimento de homologias para o estabelecimento de grupos externos e polarização dos estados de caracteres tão particulares que a família apresenta. Na segunda versão do sistema de classificação filogenético (APG II 2003), a família foi incluída na ordem Malpighiales (APG III 2009), onde permanece até hoje (APG IV 2016). Pertence ao clado Clusióide (Clusiaceae s.s., Bonnetiaceae e Hypericaceae, o que pode ser evidenciado pelas seguintes sinapomorfias: presença de xantonas distintas e semente exotérmica (Gustafsson *et al.* 2002, Kato *et al.* 2005). Evidências macromoleculares de análise de *rbcL*, *matK*, 18S rDNA) e a presença de óvulos tenuicelados corroboram a família Hypericaceae como grupo-irmão das *Podostemaceae* (Kita & Kato 2001, Gustafsson *et al.* 2002, Suzuki *et al.* 2002, Ruhfel *et al.* 2011, Koi *et al.* 2012). Hipóteses filogenéticas evidenciando os representantes neotropicais têm sido publicados por Tippery *et al.* 2011, Ruhfel *et al.* 2011; assim como hipóteses biogeográficas (Ruhfel *et al.* 2016).

O primeiro registro do grupo data de 1775, com a descrição da espécie *Mourera fluviatilis* Aubl., procedente da Guiana Francesa. Entretanto, foi tratado como família apenas em 1815, por Louis Claude Richard, para incluir os gêneros *Marathrum* Humb. & Bonpl. e *Podostemum* Michaux, porém, sem a inclusão de *Tristicha* Thouars, apesar deste ter sido descrito em 1806 (Royen 1951). O progresso no conhecimento da família foi marcante a partir dos trabalhos de Pieter van Royen (Royen 1948, 1950, 1951, 1953, 1954) para os representantes neotropicais, com a proposta de um novo arranjo infra-familiar, criação

de 14 novas combinações e descrição de 40 espécies novas e de Colette Cusset (Cusset 1973, 1992, Cusset & Cusset 1988a, b), para os taxa do Velho Mundo. Contribuições mais recentes à sistemática do grupo foram publicadas por Alejandro Novelo e Thomas Philbrick (Novelo & Philbrick 1993a, b, 1995, 1997, 2004) enfocando principalmente os representantes da América do Norte (Estados Unidos e México); por Nuncia Tur (Tur 1975, 1984, 1987, 1997, 1999) para os grupos que ocorrem na Argentina e Paraguai e Anabel Rial para a Venezuela (Rial & Bove 2007). No Brasil, Aldaléa Tavares (1997) estudou as espécies ocorrentes em rios de água preta do estado do Amazonas e, com colaboradores (Mello *et al.* 2011), realizou o tratamento taxonômico para os representantes da região Sul. No século XXI dois gêneros e onze espécies novas foram descritos para o Brasil (Philbrick & Novelo 2001, 2004, Philbrick *et al.* 2004a, 2004b, Bove *et al.* 2006, Philbrick & Bove 2008; Tavares *et al.* 2015 a,b,c). Por outro lado, como resultado de larga experiência de campo ao longo dos últimos dez anos, evidenciando a variabilidade morfológica mesmo dentro de populações, muitas espécies foram sinonimizadas (Philbrick *et al.* 2016). Destaca-se, como resultado deste esforço de coleta, a redescoberta da espécie criticamente ameaçada de extinção, *Podostemum flagelliforme* (Tul. & Wedd.) C.T. Philbrick & Novelo, após 160 anos de seu registro (Bove & Philbrick 2014).

Até o momento, três gêneros foram revisados: *Castelnavia* (Philbrick *et al.* 2009), *Lophogyne* (Bove *et al.* 2011) e *Podostemum* (Philbrick & Novelo 2004). Listagens e floras regionais (Bove 2006, 2010, 2015, Bove & Philbrick 2008, 2009, Mello *et al.* 2011) ou para os neotrópicos (Bove & Philbrick 2010) também têm sido o foco de atenção na busca da real diversidade do grupo .

Principais grupos de pesquisa

Plantas aquáticas, em geral, são o objeto de estudo em poucas instituições brasileiras, com exceção daquelas sediadas no Mato Grosso do Sul, devido à extensão dos ecossistemas aquáticos em seu território. Com relação à família *Podostemaceae* pode ser destacado a Dra. Aldaléa Sprada Tavares, atualmente na Universidade Federal de Santa Catarina (anteriormente no Instituto de Pesquisa da Amazônia) e a coordenadora do Laboratório de Plantas Aquáticas do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (autora deste trabalho).

Principais lacunas de conhecimento

As *Podostemaceae* possuem o seu ciclo vital intimamente ligado à variação do nível da água, ou seja, dos ciclos pluviométricos de cada região. Desta forma, durante o período de maior submersão (com alto índice de chuvas), o crescimento vegetativo alcança o seu pleno desenvolvimento. Na época de estiagem as partes fotossintetizantes reduzem profundamente por ressecamento e perda de tecido, concomitantemente surgem flores e frutos emersos, em abundância. Esta dinâmica

promove uma grande variabilidade morfológica dos espécimes, de acordo com a época em que são coletados. Este fato propiciou descrições de espécies novas que podem ser espécies descritas anteriormente (sinonímias), assim como descrições com a ausência de partes vegetativas ou reprodutivas. Muitos de seus tipos nomenclaturais não são completos, possuindo apenas frutos ou flores e até mesmo material estéril. A maioria de seus gêneros carece de uma revisão taxonômica, com exceção dos gêneros *Castelnavia*, *Lophogyne* e *Podostemum*, revisados recentemente (Philbrick *et al.* 2009, Bove *et al.* 2011, Philbrick & Novelo 2004, respectivamente). O esclarecimento da identidade de seus táxons é uma questão prioritária para viabilizar o estabelecimento da categoria conservacionista dos mesmos. Desta forma, foram publicados pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, na lista vermelha de espécies ameaçadas (Philbrick & Bove 2011a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l) apenas os gêneros recentemente revisados e no livro vermelho da flora do Brasil foram reavaliados apenas os táxons anteriormente citados como ameaçados (Bove *et al.* 2013). O conhecimento da real diversidade da família é de grande importância, pois o ambiente no qual se distribui (quedas d'água e corredeiras) é um dos mais ameaçados do país, devido ao grande número de hidrelétricas previstas para construção ou já com obras em andamento.

Principais acervos

As coleções científicas refletem em seus acervos a carência de grupos de pesquisa em plantas aquáticas em geral (com as exceções mencionadas acima). No caso da família *Podostemaceae* esta carência é ainda mais marcante, pois seu ambiente é muito particular, atraindo apenas aqueles interessados na coleta específica do grupo. Nas instituições nacionais estão registradas 1060 exsicatas no herbário do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (dos quais 30 são tipos nomenclaturais), 230 no Herbário do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 105 no Instituto de Pesquisas da Amazônia, 78 no Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 56 no Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba, 45 no Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais, sendo as demais coleções consultadas de menor expressão quanto à diversidade da família.

Perspectivas de pesquisa em *Podostemaceae* para os próximos 10 anos

Recentes análises filogenéticas propiciaram a detecção de problemas taxonômicos que necessitam de atenção. Dos gêneros poli e/ou parafiléticos que foram evidenciados, alguns não puderam ser imediatamente resolvidos devido às suas características complexas, como, por exemplo, *Apinagia*. Este gênero consiste de cerca de 50 espécies neotropicais, muitas originalmente se encontravam em gêneros não reconhecidos atualmente (*Ligea* Poit. ex Tul.,

Neolacis Wedd. e *Oenone* Tul.). Das dez espécies que foram incluídas na análise morfológica e molecular de Tippery *et al.* 2011, oito formaram um clado fortemente suportado, uma surgiu como grupo-irmão de *Marathrum* e outra emergiu dentro de um clado distante e de composição heterogênea (*A. fimbriifolia* + *Jenmaniella* + *Lophogyne* + *Marathrum aeruginosum* + *Monostylis*). As oito espécies que se mantiveram unidas filogeneticamente possuem caule ereto, enquanto as demais, caule prostrado. Entretanto, observações de populações *in natura* têm evidenciado que muitas espécies possuem ambos os tipos de caule, assim como as análises de alguns tipos nomenclaturais, quando comparadas aos respectivos protólogos, têm demonstrado inconsistência neste caráter. Fica patente a necessidade de uma investigação profunda de todos os representantes desse gênero, na busca de uma melhor circunscrição e descrição apropriada de seus componentes, assim como um cuidado especial no momento de coleta para a obtenção de uma amostragem que reflita a diversidade na morfologia (caules prostrados e eretos). Outro grupo que merece atenção é o acima mencionado como de composição heterogênea, popularmente referido entre os especialistas como “o clado maluco”, pois reúne gêneros morfológicamente distintos mas com índices de suporte altos. Outros gêneros, como *Marathrum*, *Mourera*, *Jenmaniella* e *Oserya* também estão carentes de revisão. Muitos cladogramas permanecem sem o reconhecimento de uma sinapomorfia não homoplástica ou até mesmo nenhum tipo de sinapomorfia morfológica. É necessária uma investigação minuciosa de caracteres até então negligenciados (Sá-Haiad *et al.* 2010, Costa *et al.* 2011, Abreu *et al.* 2012, Marinho *et al.* 2014) ou subestimados, na busca de melhores resultados.

Além da exclusiva ocorrência em ambientes reofíticos, não há nenhuma análise da distribuição da família em relação aos domínios vegetacionais, fatores climáticos e relevo, entre outros aspectos. O conhecimento da real diversidade da família e de seus padrões de distribuição, relacionados a esses aspectos bióticos e abióticos, propiciarão o estabelecimento de associações entre esses fatores, possibilitando a detecção de áreas prioritárias para conservação, de áreas inexploradas com potencial de ocorrência etc., além do status conservacionista de seus táxons.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma expedição na região norte do estado do Mato Grosso do Sul, assim como o levantamento das espécies depositadas em coleções científicas provenientes do estado no sistema de informação disponível na internet denominado *specieslink* (2014) para a solicitação de exsicatas e confirmação da identidade dos táxons. Dentre os diversos herbários consultados pessoalmente, foram encontradas exsicatas coletadas no estado em questão apenas em B, CGMS e R (acrônimos de acordo com Thiers).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lista das espécies do estado de Mato Grosso do Sul

Oserya pilgeri (Mildbr.) C.T.Philbrick & C.P.Bove

Material examinado: Rio Formoso, *Pilger 834*, May, fl., fr. (B).

Apinagia riedelii (Bong.) Tul.

Material examinado: Coxim, Rio Taquari, Cachoeira das Palmeiras, *E.C.Oliveira Filho, s.n. 24/IX/1988*, fr., (UB 28486; SPF); *C.P.Bove et al. 2527*, 13/VIII/2016, fl., fr. (R).

Apinagia sp. (estéril)

Material examinado: Costa Rica, Rio Sucuriú, V.J.Pott *et al. 6896*, 1/IV/2004, est. (CGMS)

Comentários sobre a lista, riqueza do estado comparado com outras regiões

Alta diversidade de *Podostemaceae* é registrada para a região sudeste e norte; embora alguns estados não reflitam este padrão, como o é caso do Acre, onde, apesar de grande esforço de coleta, ainda não foi encontrado nenhum representante da família e Rondônia (apenas uma espécie). A região Centro-Oeste possui uma diversidade razoável nos estados de Goiás (nove espécies) e Mato Grosso (oito espécies). Entretanto, o mesmo não ocorre no Mato Grosso do Sul, com apenas três espécies encontradas no Domínio do Cerrado. Esta baixa representatividade da família na região pode ser explicada, em parte, pela ênfase dada aos estudos do Domínio do Pantanal e consequente esforço de coleta concentrado neste domínio; ficando as regiões acidentadas de corredeiras, onde a família é encontrada, pouco amostrada. A ausência de registro de *Tristicha trifaria* (Bory ex Willd.) Spreng., espécie comum e abundante em quase todo o território nacional, é um forte indicativo de que a baixa diversidade seja um problema amostral, não refletindo a realidade.

AGRADECIMENTOS

À equipe de coleta Bruno Bove da Costa, Paula e Thomas Philbrick, Stephanie Vaz e Wilson Costa pelo auxílio e agradável companhia no trabalho de campo. Aos curadores e demais funcionários dos herbários consultados por permitir o estudo do material. Este trabalho teve o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Ministério de Ciência e Tecnologia, através de Bolsa de Produtividade (proc. 306827/2011-5) e Editais PROTAX e REFLORA (proc. 562251/2010-3 e 563534/2010-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, V.H.R., Bove, C.P., Philbrick, C.T., Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2012. Pollen morphology of the aquatic Brazilian endemic genus *Castelnavia* Tul. & Wedd. (Podostemaceae). *Plant Systematics and Evolution* 298(8):1455-1461

- Angiosperm Phylogeny Group - APG. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88:163-212.
- Angiosperm Phylogeny Group - APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.
- 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.
- Angiosperm Phylogeny Group - APG IV. 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* 181:1-120.
- Bove, C.P. 2006. Podostemaceae. In *Checklist das Plantas do Nordeste Brasileiro: Angiospermas e Gymnospermas* (M.R.V. Barbosa, C. Sothers, S. Mayo, C.F.L. Gamarra-Rojas & A.C. Mesquita, orgs.). Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasília. 132 p.
- _____. 2010. Podostemaceae. In *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 2, p. 1520-1523.
- _____. 2015. Podostemaceae. In *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB194>. Acessado em 17.09.2015.
- Bove, C.P. & Philbrick, C.T. 2008. Podostemaceae. In *Lista da flora vascular da Mata Atlântica*. Belo Horizonte (Stehmann, J.R., Forzza, R.C. & Kamino, L.H.Y., orgs.). Disponível em: <http://sagui.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/listagem.php>. Acessado em 13.09.2012
- _____. 2009. Podostemaceae. In *Plantas da Floresta Atlântica* (J.R. Stehman, R.C. Forzza, A. Salino, M. Sobral, D.P. Costa & L.H.Y. Kamino, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.438-439.
- _____. 2010. Podostemaceae. In *Neotropikey Interactive key to the flowering plants of the Neotropics*. Royal Botanic Garden, Kew.
- _____. 2014. Rediscovery of a neotropical rheophyte (Podostemaceae) after 160 years: impacts on conservation unit boundaries (Tocantins, Brazil). *Checklist* 10(5):1170-1173.
- Bove, C.P., Philbrick, C.T. & Costa, J.E.M. 2011. Taxonomy, distribution and emended description of the Neotropical genus *Lophogyne* (Podostemaceae). *Brittonia* 63(1):156-160.
- Bove, C.P., Philbrick, C.T. & Novelo, A. 2006. A new species of *Cipoia* (Podostemaceae) from Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 31(4):822-825.
- Bove, C.P., Santos-Filho, L.A.F., Reis-Junior, J.S. & Abreu, M.B. 2013. Podostemaceae. In *Livro Vermelho da Flora do Brasil* (G. Martinelli & M.A. Moraes, orgs.). Andrea Jacobson, Rio de Janeiro, p. 884-886.
- Cook, C.D.K. 1996. *Aquatic Plant Book*. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 228 p.
- Cook, C.D.K. & Rutishauser, R. 2007. Podostemaceae. In *The Families and Genera of Vascular Plants* (K. Kubitzki, ed.). Springer, Berlin, v. 9, p. 304-344
- Costa, F.G.C.M., Bove, C.P. & Arruda, R.C.O. 2011. Silica bodies: little used characters in the systematics of Podostemaceae. *Rodriguésia* 62(4):937-942.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York. 1262 p.
- Cusset, C. 1973. Contribution à l'étude des Podostemaceae 3. Le genre *Stonesia*. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle - Adansonia* 13:307-312.
- _____. 1992. Contribution à l'étude des Podostemaceae 1. Les genres asiatiques. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle - Adansonia* 1:13-54.
- Cusset, C. & Cusset, G. 1988a. Étude sur les Podostemales 9. Délimitations taxinomiques dans les Tristicaceae. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle - Adansonia* 2:179-218.
- Cusset, C. & Cusset, G. 1988b. Étude sur les Podostemales 10. Structures florales et vegetatives des Tristicaceae. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle - Adansonia* 10:179-218.
- Engler, A. 1964. *Syllabus der Pflanzenfamilien*. (H. Melchior, ed.). Gerbruder Borntraeger, Berlin, v. 2, p. 513-549.

- Gustafsson, M.H.G., Bittrich, V. & Stevens, P.F. 2002. Phylogeny of Clusiaceae based on rbcL sequences. *International Journal of Plant Sciences* 163:1045-1054.
- Haig, D. 1990. New perspectives on the angiosperm female gametophyte. *Botanical Review* 56:236-277.
- Jäger-Zum, I. & Grubert, M. 2000. Podostemaceae depend on sticky biofilms with respect to attachment to rocks in waterfalls. *International Journal of Plant Sciences* 161(4):599-607.
- Kato, M., Oliveira, C.M.A., Bittrich, V. & Amaral, M.C.E. 2005. Xanthones from *Weddellina squamulosa* Tul. (Podostemaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 33:331-334.
- Kita, Y. & Kato, M. 2001. Intrafamilial phylogeny of the aquatic angiosperm Podostemaceae inferred from the nucleotide sequence of the matK gene. *Plant Biology* 3:156-163.
- Koi, S., Kita, Y., Hirayama, Y., Rutishauser, R., Huber, K.A. & Kato, M. 2012. Molecular phylogenetic analysis of Podostemaceae: implications for taxonomy of major groups. *Botanical Journal of the Linnean Society* 169:461-492.
- Lindley, J. 1830. *An Introduction to the Natural System of Botany*. Longman, London. 452 p.
- Marinho, E.B., Abreu, V.H.R., Bove, C.P., Philbrick, C.T., Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2014. Pollen morphology of *Podostemum*: the type genus of Podostemaceae. *Palynology* 38(1):162-170.
- Mello, A.S., Tavares, A.S. & Trevisan, R. 2011. Podostemaceae in Southern Brazil. *Rodriguésia* 62(4):867-885.
- Novelo, A. & Philbrick, C.T. 1993a. A new species of *Marathrum* (Podostemaceae) from Jalisco, Mexico. *Novon* 3:456-458.
- _____. 1993b. *Vanroyenella*: a new genus of Podostemaceae from Jalisco, Mexico. *Systematic Botany* 18:64-67.
- _____. 1995. A new species of *Oserya* (Podostemaceae) from Jalisco, Mexico. *Novon* 5:54-56.
- _____. 1997. *Podostemum riciiforme* (Liebm.) P. Royen (Podostemaceae) rediscovered and redescribed. *Taxon* 46:451-455.
- Philbrick, C.T. 1977. Introduction. *Aquatic Botany* 57:1-4.
- Philbrick, C.T. & Bove, C.P. 2008. A new species of *Castelnavia* (Podostemaceae) from the state of Tocantins, Brazil. *Novon* 18(1):94-98.
- _____. 2011a. *Castelnavia fluitans*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011b. *Castelnavia monandra*. International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011c. *Castelnavia multipartita*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011d. *Castelnavia noveloi*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011e. *Castelnavia princeps*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011f. *Ceratolacis pedunculatum*. In International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011g. *Cipoia inserta*. In International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011h. *Devillaea flagelliformis*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011i. *Diamantina lombardii*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011j. *Podostemum ovatum*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- _____. 2011. *Podostemum saldanhanum*. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 19.01.2013.
- Philbrick, C.T., Bove, C.P. & Stevens, H.I. 2010. Endemism in neotropical Podostemaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 97:425-456.
- Philbrick, C.T., Bove, C.P. & Edson, T.C. 2009. Monograph of *Castelnavia* (Podostemaceae). *Systematic Botany* 34(4):715-729.
- Philbrick, C.T. & Les, D.H. 1996. Evolution of Aquatic angiosperms reproductive systems. *Bioscience* 46: 813-826.
- Philbrick, C.T. & Novelo, A. 2001. A new species of *Podostemum* (Podostemaceae) from the States of Paraná and Santa Catarina, Brazil. *Novon* 11:92-96.
- _____. 2004. Monograph of *Podostemum* (Podostemaceae). *Systematic Botany Monograph* 70:1-103.
- Philbrick, C.T., Novelo, A. & Irgang, B.E. 2004a. A new species of *Ceratolacis* (Podostemaceae) from the state of Minas Gerais, Brazil. *Novon* 14:108-113.
- _____. 2004b. Two new genera of Podostemaceae from the state of Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 29:109-117.
- Philbrick, C.T., Philbrick, P.K.B. & Bove C.P. 2016. Nomenclatural changes in neotropical riverweeds (Podostemaceae). *Novon* 25:51-56.
- Rial, A. & Bove, C.P. 2007. *Mourera alcornicis* (Tul.) P. Royen. Nuevo registro de la familia Podostemaceae en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 30(1):249-252.
- Royen, P. van. 1948. Podostemaceae. In *Plant explorations in Guiana* 4 (B. Maguire, ed.). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 75(4):382-383.
- _____. 1950. Podostemaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 37(2):124-137.
- _____. 1951. The Podostemaceae of the world. *Mededeelingen van het Botanisch Museum en Herbarium van de Rijks Universiteit te Utrecht* 107:1-151.
- _____. 1953. The Podostemaceae of the world II. *Acta Botanica Neerlandica* 2(1):1-20.
- _____. 1954. The Podostemaceae of the world III. *Acta Botanica Neerlandica* 3(2):215-263.
- Rutishauser, R. 1997. Structural and developmental diversity in Podostemaceae (river-weeds). *Aquatic Botany* 57:29-70.
- Rutishauser, R., Grob, V. & Pfeifer, E. 2008. Plants are used to having identity crisis. In *Key themes in evolutionary developmental biology* (A. Minelli & G. Fusco, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p. 194 – 213.
- Rufhel, B.R., Bittrich, V., Bove, C.P., Gustafsson, M.H.G., Philbrick, C.T., Rutishauser, R., Xi, Z. & Davis, C.C. 2011. Phylogeny of clusioid clade (Malpighiales): evidence from the plastids and mitochondrial genomes. *American Journal of Botany* 98:306-325.
- Rufhel, B.R.; Bove, C.P.; Philbrick, C.T. & Davis, C.C. 2016. Dispersal largely explains the Gondwanan distribution of the ancient tropical clusioid plant clade. *American Journal of Botany* 103(6):1-12.
- Sá-Haiad, B., Torres, C.A., Righetti, V.H.A., Gonçalves, M.R., Mendonça, C.B.F., Santiago-Fernandes, L.D.R., Bove, C.P. & Gonçalves-Esteves, V. 2010. Floral structure and palynology of *Podostemum weddellianum* (Podostemaceae, Malpighiales). *Plant Systematics and Evolution* 290:141-149.
- Specieslink. 2014. Disponível em: <http://www.splink.org.br/>. Acessado em 24.10.2014.
- Suzuki, K., Kita, Y. & Kato, M. 2002. Comparative developmental anatomy of seedling in nine species of Podostemaceae (subfamily Podostemoideae). *Annals of Botany* 89:755-765.
- Takhtajan, A. 1969. *Flowering Plants. Origin and Dispersal*. Smithsonian Institution Press, Washington. 310 p.
- Tavares, A.S. 1997. Podostemaceae de alguns rios de água preta do estado do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Tavares, A.S., Ferreira, F.A. & Trevisan, R. 2015. A new species of *Mourera Aublet* (Podostemaceae) and a key to the species occurring in Amazon Basin. *Systematic Botany*.
- Tavares, A.S. & Sobral-Leite. 2015. *Apinagia brejoagrestinensis* (Podostemaceae): a new rheophyte from the Atlantic Forest of northeastern Brazil. *Phytotaxa* 220(1):61-68.
- Tavares, A.S.; Trevisan, R. & Ferreira, F.A. 2015. Novas espécies de *Monostylis Tulasne* (Podostemaceae) para a região Amazônica. *Biotemas* 28(3):15-22.

- Thiers, B. [atualização contínua]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/ih>. Acessado em 15.09.2012.
- Tippery, N.P.; Philbrick, C.T.; Bove, C.P. & Les, D. 2011. Systematics and Phylogeny of neotropical riverweeds (Podostemaceae: Podostemoideae). *Systematic Botany* 36(1):105- 118.
- Tulasne, L.R. 1863. Podostemaceae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius, A.W. Eichler & I. Urban, eds.). Wien Leipzig, München, v. 4 part. 1, p.231-276, pls. 73-76.
- Tur, N.M. 1975. Nueva especie de Podostemaceae para Argentina. *Wettsteiniola apipensis* Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 16:320-324.
- _____. 1984. Podostemaceae. In Los géneros de fanerógamas de Argentina. Claves para su identificación. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 23:207- 208.
- _____. 1987. Podostemaceae. In Flora Ilustrada de Entre Ríos. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 6:43-54.
- _____. 1997. Taxonomy of Podostemaceae in Argentina. *Aquatic Botany* 57:213-241.
- _____. 1999. Podostemaceae. In Flora del Paraguay (Spichger, R. & Ramella, L., Coord.). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève/ Missouri Botanical Garden 29:1-35.
- Willis, J.C. 1902. Studies in the morphology and ecology of the Podostemaceae of Ceylon and India. *Annals of the Royal Botanic Gardens* 1:267-465.