

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 10/01/2028.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu/Rio Claro
Seção Técnica de Pós-Graduação



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL
(INTERUNIDADES)**

**ANATOMIA DA LÂMINA FOLIAR E DO ESCAPO DO
COMPLEXO *PAEPALANTHUS ELONGATUS* (BONG.) KÖRN.
(ERIOCAULACEAE, POALES) E SUAS IMPLICAÇÕES
TAXONÔMICAS**

ALINE SAYURI TAJIMA

**RIO CLARO – SP
2024**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu/Rio Claro
Seção Técnica de Pós-Graduação



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL (INTERUNIDADES)

ANATOMIA DA LÂMINA FOLIAR E DO ESCAPO DO COMPLEXO *PAEPALANTHUS ELONGATUS* (BONG.) KÖRN. (ERIOCAULACEAE, POALES) E SUAS IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS

ALINE SAYURI TAJIMA

Orientadora: Profa. Assoc. Alessandra Ike Coan
Coorientador: Prof. Assoc. Marcelo Trovó Lopes de Oliveira

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Interunidades entre o Instituto de Biociências do câmpus de Botucatu e Instituto de Biociências do câmpus de Rio Claro.

RIO CLARO – SP
2024

T135a	Tajima, Aline Sayuri Anatomia da lâmina foliar e do escapo do complexo <i>Paepalanthus elongatus</i> (Bong.) Körn. (Eriocaulaceae, Poales) e suas implicações taxonômicas / Aline Sayuri Tajima. -- Rio Claro, 2024 50 p. : tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientadora: Alessandra Ike Coan Coorientadora: Marcelo Trovó Lopes de Oliveira 1. Paepalanthoideae. 2. P. sect. <i>Diphyomene</i>. 3. P. ser. <i>Dimeri</i>. 4. células cristalíferas. 5. tricomas. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANATOMIA DA LÂMINA FOLIAR E DO ESCAPO DO COMPLEXO
PAEPALANTHUS ELONGATUS (BONG.) KÖRN. (ERIOCAULACEAE,
POALES) E SUAS IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS

AUTORA: ALINE SAYURI TAJIMA

ORIENTADORA: ALESSANDRA IKE COAN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Biologia Vegetal, pela
Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ALESSANDRA IKE COAN**
Data: 10/01/2024 16:34:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ALESSANDRA IKE COAN (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro SP

LIVIA ECHTERNACHT
ANDRADE:06748901677

Assinado de forma digital por LIVIA
ECHTERNACHT ANDRADE:06748901677
Dados: 2024.01.10 11:08:10 -03'00'

Profa. Dra. LIVIA ECHTERNACHT ANDRADE (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente / Instituto de Ciências Exatas e Biológicas -
Universidade Federal de Ouro Preto - MG

Documento assinado digitalmente
 **TATIANE MARIA RODRIGUES**
Data: 10/01/2024 14:55:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. TATIANE MARIA RODRIGUES (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade e Bioestatística / UNESP - Instituto de Biociências de Botucatu -SP

Rio Claro, 10 de janeiro de 2024

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço aqui à CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida, e à Universidade Estadual Paulista (UNESP), pela estrutura para a realização desta Dissertação. Agradeço à todas as pessoas envolvidas no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (Interunidades), na Seção Técnica de Pós-Graduação e no Instituto de Biociências, que de alguma forma me auxiliaram durante este período de formação, e, em especial, agradeço à Ivana e à Meire, muito obrigada! Agradeço ao Laboratório de Microscopia Eletrônica aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) da ESALQ/USP pela estrutura para realização de parte desta dissertação.

Agradeço especialmente à minha orientadora Alessandra Coan, que me criou desde a IC e por quem tenho muita admiração. Obrigada pela orientação, amizade, oportunidades, puxões de orelha, toda a paciência e incentivos. Muito obrigada por tudo mesmo! Agradeço ao meu coorientador Marcelo Trovó pelo aceite de me coorientar, pela ideia de projeto, pelas sugestões para a dissertação e por ter me levado a campo para conhecer de perto as encantadoras Eriocauláceas! Agradeço aos professores Erika Amano, Livia Andrade, Tatiane Rodrigues e Thales Leandro pelas sugestões na qualificação. E agradeço à Tatiane e a Carla por todo auxílio na reta final deste trabalho! Agradeço ao Wellerson Picanço por todas as trocas de ideias, o envio de materiais e toda a colaboração nesta dissertação!

Agradeço todas minhas amigas e colegas de departamento. Florita (que tá comigo desde o início dessa jornada), Gabi, Jujuba, Ju, Lili, Mari, Nai, Sofia e Talita, que proporcionaram uma rotina mais divertida, entre risos, reclamações e desabafos. Obrigada às minhas Mexês e ao M.E. agregado, sem vocês não sei o que teria sido de mim.

Agradeço à família que a Unesp me deu Xu, Hudi e Xoko, obrigada por fazerem parte da minha vida, em especial à Xoxo por ter aguentado minhas loucuras no período desta dissertação. Agradeço aos meus amigos que acompanharam: Gi Souza, Giu, Xoao, Pri Caps, Ananda, Isa, Pri Santa, Pazeli, Sheldon, Mini, Vésper, Aline, Fininho, Pedro, Jade filhota, Ju Ayumi e Vi. Agradeço minha comadre e amiga desde sempre Gi Terranova, que compartilha toda uma vida comigo e que alegra meus dias com as conquistas do pequeno Owen <3

Agradeço com todo meu coração aos meus pais e minha irmã, que são minha base, a fonte de toda minha força e inspiração. Obrigada por estarem sempre aqui por mim e me apoiar em minhas escolhas! Agradeço à todas as famílias que fizeram parte dessa minha jornada: Tajima, Tashima, Hayashi, Watanabe, Inoue, Shimokawa, Gondo, Alves, Moura, Martin, Aguirela, Locilha, Fernandes, Capel, Peligro, Alonso, Possenti, Bascherotto e Ide, obrigada por tudo, sem vocês eu não estaria aqui.

Resumo

Em *Paepalanthus* ser. *Dimeri*, o conjunto de espécies relacionadas a *Paepalanthus elongatus* (Eriocaulaceae) compreende um complexo de, ao menos, seis espécies com grande variedade morfológica, porém com estudos anatômicos e taxonômicos ainda incipientes. Para o gênero como um todo, características anatômicas vegetativas têm se mostrado relevantes na caracterização infragenérica e específica e têm contribuído para sua melhor compreensão. O presente estudo teve como objetivo identificar características anatômicas potenciais da lâmina foliar e do escapo das espécies do complexo *P. elongatus*, comparadas a espécies proximamente relacionadas e morfológicamente afins, para utilização taxonômica e diagnóstica. Para a obtenção dos resultados foram utilizadas técnicas usuais de microscopia de luz e eletrônica de varredura. Algumas das características que são homogêneas nas espécies do complexo *P. elongatus* também ocorrem nas demais espécies aqui analisadas e são comuns às demais espécies de *Paepalanthus* e de Eriocaulaceae já estudadas, tais como: células epidérmicas longitudinalmente alongadas em vista frontal, epiderme uniestratificada, presença de tricomas tectores, feixes vasculares colaterais envolvidos por bainha dupla, presença de extensão de bainha e, no escapo, presença de costelas, periciclo estrelado e medula. As características anatômicas da lâmina foliar e do escapo aqui analisadas permitem delimitar as espécies do complexo *P. elongatus*, mas apresentam muitas variações para delimitar as variedades de *P. elongatus*. Apesar das características da lâmina foliar de *P. vaginatus* (espécie proximamente relacionada às espécies do complexo) e *P. sp. 3* serem distintas das demais espécies analisadas, as características do escapo as aproximam, com destaque para as costelas salientes e achatadas – uma característica inédita e constante para todas as espécies de *P. ser. Dimeri*. As características anatômicas da lâmina foliar e do escapo que são homogêneas nas espécies de *P. ser. Dimeri* não são compartilhadas com *P. flaccidus* e *P. trichophyllus*, assim nossos dados refutam a circunscrição dessas espécies no novo gênero *Floralia*.

Palavras-chave: células cristalíferas, epiderme, Paepalanthoideae, *Paepalanthus* sect. *Diphyomene*, *Paepalanthus* ser. *Dimeri*, tricomas.

Abstract

In *Paepalanthus* ser. *Dimeri*, the group of species related to *Paepalanthus elongatus* (Eriocaulaceae) comprises a complex with at least six species, encompassing a wide morphological variation, however, with anatomical and taxonomic studies still incipient. Vegetative anatomical characteristics have been shown to be relevant in infrageneric and specific characterization and have contributed to a better understanding of the genus. Our aim was to identify potential anatomical characteristics of the leaf and scape of species from the *P. elongatus* complex, compared to closely related and morphologically similar species, for taxonomic and diagnostic use. Both standard light and scanning electron microscopy techniques were used. Some of the characteristics that are homogeneous in the species of the *P. elongatus* complex also occur in the other species analyzed here, and are common to the other species of *Paepalanthus* and Eriocaulaceae already studied *e.g.* longitudinally elongated epidermal cells in frontal view, uniseriate epidermis, presence of trichomes, collateral vascular bundles enclosed in a double sheath, presence of bundles sheath extensions, and scapes with flat ribs, central cylinder delimited by a stellate pericycle and, pith. The anatomical characteristics of the leaf and scape analyzed allow us to delimit the species of the *P. elongatus* complex but present many variations to delimit the varieties of *P. elongatus*. Despite the characteristics of the leaf of *P. vaginatus* (a species closely related to the complex species) and *P. sp. 3* differ from the other species analyzed, the characteristics of the scape group them, with emphasis on the protruding and flattened ribs – an unprecedented and constant characteristic for all species of *P. ser. Dimeri*. Our data also indicate that the anatomical characteristics of the leaf and scape of *P. ser. Dimeri* are not shared with those reported for *P. flaccidus* and *P. trichophyllus*, supporting the adoption of *Paepalanthus* s.l. as more coherent than the adoption of the new genus *Floralia*.

Keywords: crystal cells, epidermis, Paepalanthoideae, *Paepalanthus* sect. *Diphyomene*, *Paepalanthus* ser. *Dimeri*, trichomes.

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivo	14
3. Material e métodos.....	14
3.1. Material Vegetal	15
3.2. Métodos	15
4. Resultados.....	17
4.1 Lâmina foliar.....	17
4.2 Escapo	26
5. Discussão	37
6. Considerações finais	44
7. Referências bibliográficas.....	44

1. Introdução

Eriocaulaceae Martynov (Poales) possui ca. 1200 espécies (WCSP, 2022), com distribuição Pantropical, e é considerada um grupo monofilético (Davis *et al.*, 2004; Andrade *et al.*, 2010). Algumas sinapomorfias possíveis para a família são: folhas organizadas em roseta, escapos longos, flores pequenas e unissexuadas agrupadas em inflorescência do tipo capítulo, ovário com um único óvulo por lóculo, e pólen espiraperturado (Giulietti *et al.*, 1995; 2012).

Eriocaulaceae subdivide-se em duas subfamílias: Eriocauloideae e Paepalanthoideae (Körnigke, 1863; Ruhland, 1903), diferenciadas principalmente por características florais relacionadas à presença ou ausência de glândulas nas pétalas, ao número de verticilos do androceu e à presença ou ausência de estilete ramificado em ramos nectaríferos e estigmáticos alternados (Ruhland, 1903; Rosa e Scatena, 2007; Silva *et al.*, 2016, 2021). Paepalanthoideae se destaca por compreender ca. 800 espécies de distribuição predominantemente neotropical (Giulietti e Hensold, 1990; Stützel, 1998; Sano *et al.*, 2020; WCSP, 2022).

Paepalanthus é o gênero mais rico em espécies de Paepalanthoideae e o segundo maior gênero de Eriocaulaceae, com ca. 400 espécies, sendo 345 delas no Brasil (BFG, 2015; Sano *et al.*, 2020; WCSP, 2022; Andrino *et al.*, 2023a), distribuídas principalmente nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço e no cerrado do Brasil Central (Körnigke, 1863; Ruhland, 1903; Giulietti e Hensold, 1990; Giulietti *et al.*, 2012). Tradicionalmente, o gênero compreende cinco subgêneros, sete seções, cinco subseções e sete séries (Ruhland, 1903). A delimitação dos táxons infragenéricos e espécies ainda é bastante discutida, apresentando muitas questões taxonômicas e nomenclaturais, com algumas espécies conhecidas apenas pelo material-tipo.

Mabberley (2017) expande o gênero, incorporando espécies de *Actinocephalus* (Körn.) Sano, *Lachnocaulon* Kunth e *Tonina* Aubl., que compõem um grupo parafilético com *Paepalanthus*. Christenhusz *et al.* (2018) propõem novas combinações nomenclaturais e há uma proposta em avaliação para conservar o nome do gênero como *Paepalanthus* (Christenhusz *et al.*, 2020). Andrino *et al.* (2021a), na análise filogenética do gênero, indicam que apenas oito das suas 28 categorias infragenéricas emergem como monofiléticas e, mais recentemente, Andrino *et al.* (2023b) propõem uma nova classificação para Eriocaulaceae, com a divisão de *Paepalanthus* em 12 gêneros, sendo seis novos. Esse dinamismo e falta de consenso evidencia a importância da prospecção de dados de diferentes fontes de evidências para o esclarecimento de *Paepalanthus* e de Eriocaulaceae como um todo, além dos táxons que os compõem. Especialmente para a elucidação dos limites específicos de táxons

complexos, sugere-se uma abordagem multidisciplinar. (Trovó e Echternacht, 2023).

A grande diversidade de espécies de *Paepalanthus* é acompanhada por uma grande diversidade morfológica e anatômica tanto nos órgãos reprodutivos quanto nos vegetativos (Ruhland, 1903; Giuliatti *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2016). *Paepalanthus* s.l. é caracterizado por flores pistiladas com sépalas livres ou unidas na base, pétalas fusionadas nas flores estaminadas e livres nas pistiladas, gineceu com ramos estigmáticos e nectaríferos – que são alternados e inseridos na mesma altura, exceto em *P. sect. Conodiscus* – e merisma floral trímero ou dímero (Ruhland, 1903; Stützel, 1998; Giuliatti *et al.*, 2005; Rosa e Scatena, 2007; Trovó *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2016; Trovó, 2018).

As espécies com flores dímeras de *Paepalanthus* estão, tradicionalmente, classificadas em quatro categorias taxonômicas: *Paepalanthus* subg. *Thelxinoë* Ruhl. (duas spp.), *P. sect. Conodiscus* Ruhl. (quatro spp.), *P. sect. Diphyomene* Ruhl. (19 spp.), e *P. ser. Dimeri* Ruhl. Giul. (12 spp.) (Ruhland, 1903; Trovó e Sano, 2014; Trovó *et al.*, 2015, 2017; Trovó, 2018; Silva *et al.*, 2020; Andrino *et al.*, 2021b; Trovó e Echternacht, 2022). Devido à posição filogenética dos clados que compreendem estas espécies (Trovó *et al.*, 2013; Andrino *et al.*, 2021a; Trovó e Echternacht, 2022), a hipótese mais parcimoniosa indica que a dimeria ocorre como convergência evolutiva em *Paepalanthus*. Contudo, análises moleculares não são conclusivas acerca do monofiletismo de *P. ser. Dimeri* (Andrino *et al.*, 2021a), que compreende espécies com flores dímeras, receptáculo floral plano (Ruhland, 1903) e estigma bífido (Silva *et al.*, 2016).

Em *P. ser. Dimeri* está compreendido o conjunto de espécies informalmente tratado por complexo *P. elongatus* (Bong.) Körn. (Trovó, 2018). Tais espécies apresentam filotaxia em roseta espiralada, folhas alongadas e lineares de base dilatada, podendo apresentar indumento, flores dímeras organizadas em um grande capítulo discoide de receptáculo floral plano, escapo alongado com indumento formado por tricomas em forma de “T” (Bongard, 1831; Körnicke, 1863). O complexo tem grande diversidade morfológica, incluindo onze táxons distribuídos nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Bahia (Körnicke, 1863; Ruhland, 1903; Lützelburg, 1923; Silveira, 1928; Moldenke, 1972, 1974, 1979; Trovó *et al.*, 2017; Trovó, 2018). As delimitações específica e infraespecífica do complexo ainda são frágeis e irresoluta e a chave de identificação utilizada para as variedades é baseada em comentários dos protólogos (Körnicke, 1863; Ruhland, 1903; Lützelburg, 1923; Silveira, 1928; Moldenke, 1979).

Paepalanthus elongatus tem como basônimo *Eriocaulon elongatum* Bong. (Bongard, 1831). Körnicke (1863) o altera para o gênero *Paepalanthus* e descreve duas novas variedades, *P. elongatus* var. *α. barbulata* (= *E. elongatum*) e *P. elongatus* var. *β. ciliata* (= *P.*

helichrysoides Kunth), consideradas atualmente como sinônimos heterotípicos de *P. elongatus*, assim como *P. elongatus* var. *helichrysoides* (Kunth) Ruhland (Ruhland, 1903). Com a grande diversidade morfológica, novos espécimes foram descritos para o complexo como variedades: *P. elongatus* var. *minor* Ruhland (Ruhland, 1903), *Paepalanthus elongatus* f. *graminifolius* Herzog ex Lützelb. (Lützelburg, 1923), *P. elongatus* var. *pubescens* Silveira e *P. elongatus* var. *angustifolia* Silveira (Silveira, 1928), *P. elongatus* var. *niger* Moldenke (Moldenke, 1972), *P. elongatus* var. *longibracteatus* Moldenke (Moldenke, 1974), *P. elongatus* var. *glabrescens* Moldenke e *P. elongatus* var. *major* Moldenke (Moldenke, 1979).

Com estudos taxonômicos mais detalhados, algumas variedades passaram a ser sinônimos ou tiveram seu status taxonômico alterado. Moldenke descreve como espécie nova *P. almasensis* Moldenke (Moldenke, 1980) e *P. elongatus* f. *graminifolius* passa a ser considerado um sinônimo heterotípico. Em estudo mais recente, Trovó (2018) descreve três novas espécies para o complexo: *P. cassiae* Trovó, *P. longibracteatus* (Moldenke) Trovó e *P. niger* (Moldenke) Trovó; sendo as duas últimas previamente descritas como variedades de *P. elongatus*. A partir da análise de *P. elongatus* var. *glabrescens*, Trovó e Echternacht (2022) elevam a variedade ao status de espécie com o novo nome *P. politus* Trovó.

A análise de material herborizado é complexa e pode confundir até mesmo especialistas – como Moldenke, em 1975, que anotou em dois isotipos (G. Hatschbach 36772 MO, UPCB) como *P. elongatus* var. *angustifolius* Silveira – indicando a fragilidade da delimitação infraespecífica e possíveis motivos para a instabilidade nomenclatural do complexo (Trovó, 2018; Trovó e Echternacht, 2022). No presente estudo reconhecemos seis espécies no complexo (Fig. 1): *P. almasensis*, *P. cassiae*, *P. elongatus*, *P. longibracteatus*, *P. niger* e *P. politus*; e quatro variedades de *P. elongatus*: *P. elongatus* var. *angustifolius*, *P. elongatus* var. *major*, *P. elongatus* var. *minor* e *P. elongatus* var. *pubescens*.

Características anatômicas vegetativas têm se mostrado relevantes para caracterização infragenérica e específica em Eriocaulaceae e contribuem para melhor compreensão de aspectos taxonômicos e ecológicos da família e de seus gêneros (Ruhland, 1903; Scatena e Moraes, 1996; Stützel, 1998; Scatena et al., 1999a; Scatena e Rosa, 2001; Alves et al., 2013; Dugarte et al., 2016; Oliveira e Oriani, 2016; Oliveira e Bove, 2019; Silva et al., 2020; Khoshnaw et al., 2022). Para *Syngonanthus nitens* Ruhland, por exemplo, Dugarte et al. (2016) indicam características anatômicas do escapo integradas aos aspectos ecológicos da espécie, explicando a preferência do uso de um morfotipo por artesões que confeccionam cestas. Oliveira e Bove (2019), na descrição anatômica de *Eriocaulon setaceum* L., ressaltam a importância das características do escapo para a delimitação da espécie. Khoshnaw et al. (2022) relacionam as características anatômicas da lâmina foliar de espécies de *Eriocaulon* L.

com o ambiente em que ocorrem.

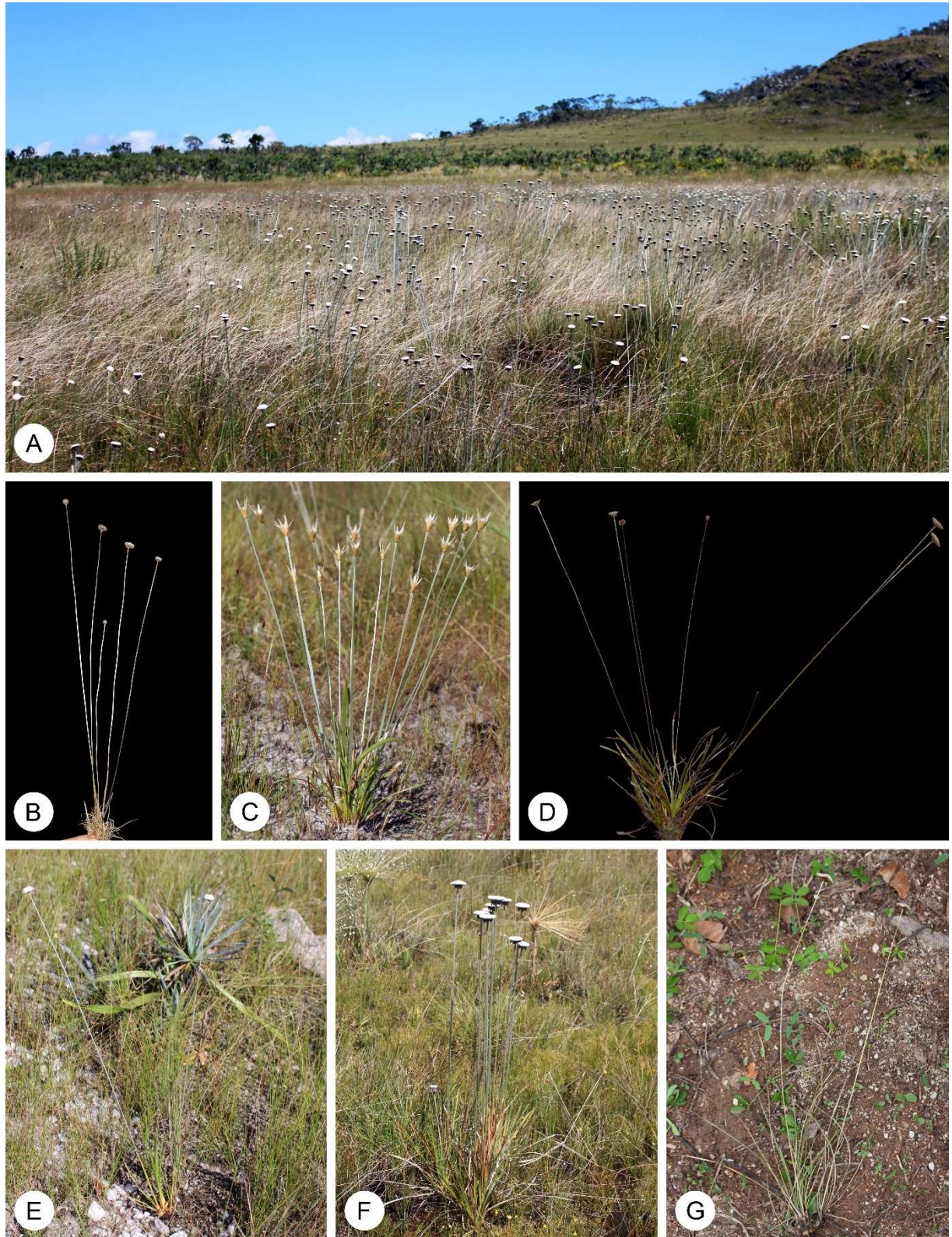


Figura 1. Hábitos e aspectos gerais, em campo, das espécies do complexo *Paepalanthus elongatus*. **A.** Hábitat na Chapada dos Veadeiros (Alto Paraíso de Goiás, GO). **B.** *P. almasensis*. **C.** *P. cassiae*. **D.** *P. elongatus*. **E.** *P. longibracteatus*. **F.** *P. niger*. **G.** *P. politus*. (Fotos A, C, E–G. M. Trovó; B, D. W.L. Picanço).

Para *Paepalanthus*, estudos de órgãos vegetativos, com destaque para anatomia da lâmina foliar e do escapo, têm sido amplamente utilizados para a caracterização infragenérica e infraespecífica (Ruhland, 1903; Hensold, 1988; Splett *et al.*, 1993; Scatena e Moraes, 1996; Scatena e Rosa, 2001; Trovó *et al.*, 2010, 2015, 2017, 2020; Alves *et al.*, 2013; Tissot-Squalli e Sauthier, 2017; Silva *et al.*, 2020). Splett *et al.* (1993) caracterizam a anatomia da lâmina foliar de sete espécies de *Paepalanthus* subg. *Paepalocephalus* Ruhl. (= *P.* subg. *Paepalanthus*), além de espécies de *Eriocaulon* e *Syngonanthus*, delimitando características diagnósticas para o subgênero de *Paepalanthus*, como a estrutura da epiderme e a presença e formato dos tricomas. Alves *et al.* (2013) descrevem determinadas características, como a presença de hipoderme e parênquima aquífero na lâmina foliar e escapos com dez ou mais costelas, que permitem a distinção de *P.* sect. *Diphyomene* de outros táxons infragenéricos. Silva *et al.* (2020) relatam a heterofilia (descrita pela primeira vez para Eriocaulaceae) em *P. saxicola* var. *pilosus* Moldenke elevando a variedade para uma nova espécie, *Paepalanthus amphibius* Trovó, e ressaltando a importância da descrição da anatomia da lâmina foliar e de escapo para os aspectos ecológicos e taxonômicos do gênero, além da amostragem de populações em diferentes estações. Estudos recentes para o gênero já apresentam a descrição anatômica da lâmina foliar e do escapo para a caracterização de novas espécies (Trovó *et al.*, 2010, 2015, 2017, 2020; Tissot-Squalli e Sauthier, 2017; Silva *et al.*, 2020).

Estudos morfológicos e anatômicos integrados aos taxonômicos são de suma importância para conhecimento da nossa flora, o que é essencial para a manutenção e criação de áreas prioritárias para a conservação. Sem o conhecimento básico sobre quais espécies ocorrem na área, tal diversidade encontra-se ameaçada. Para o complexo *P. elongatus* não existem dados anatômicos da lâmina foliar e do escapo. Este estudo traz resultados inéditos para a delimitação específica e eventual diagnose das variedades, complementados por dados de distribuição geográfica e outras características.

6. Considerações finais

A anatomia da lâmina foliar e do escapo aqui analisadas delimitam as espécies do complexo *P. elongatus*, mas apresentam muitas variações para delimitar as variedades de *P. elongatus*. Apesar das características da lâmina foliar de *P. vaginatus* (proximamente relacionada) e *P. sp. 3* divergirem das demais espécies analisadas, as características do escapo, as aproxima, com destaque para as costelas salientes e achatadas, uma característica inédita e constante para todas as espécies de *P. ser. Dimeri*. Nossos dados também apontam que as características anatômicas da lâmina foliar e do escapo das espécies de *P. ser. Dimeri* não são compartilhadas com aquelas reportadas em estudos prévios para *P. flaccidus* e *P. trichophyllus*, suportando a adoção de *Paepalanthus* s.l. baseado em [Christenhusz et al. \(2020\)](#) como mais coerente do que a adoção do novo gênero *Floralia*. As espécies *P. sp. 1* a *11* ainda estão em tratamento taxonômico, mas certamente os dados aqui obtidos serão relevantes para sua delimitação específica.

Com os dados obtidos nesta dissertação, será elaborado um artigo científico com a caracterização anatômica da lâmina foliar e do escapo das espécies do complexo *P. elongatus* a ser submetido ao periódico internacional *Plant Systematics and Evolution*. Outros artigos, relacionados às espécies novas, também serão elaborados em colaboração com o tratamento taxonômico das mesmas pelo doutorando W.L. Picanço.

7. Referências bibliográficas³

- Alves PGM, Scatena VL, Trovó M (2013) Anatomy of scapes, bracts, and leaves of *Paepalanthus* sect. *Diphyomene* (Eriocaulaceae, Poales) and its taxonomic implications. *Brittonia* 65: 262–272. doi: 10.1007/s12228-012-9263-z
- Andrade MJG, Giulietti AM, Rapini A, Queiroz LP, Conceição AS, Almeida PRM, van den Berg C (2010) A comprehensive phylogenetic analysis of Eriocaulaceae: evidence from nuclear (ITS) and plastid (*psbA-trnH* and *trnL-F*) DNA sequences. *Taxon* 59: 379–388. doi: 10.1002/tax.592004
- Andrino CO, Sano PT, Inglis PW, Hensold N, Costa FN, Simon MF (2021a) Phylogenetics of *Paepalanthus* (Eriocaulaceae), a diverse Neotropical monocot lineage. *Bot J Linn Soc* 195: 1–19. doi: 10.1093/botlinnean/boaa070
- Andrino CO, Costa FN, Hensold N, Ramos R, Sano PT (2021b) *Paepalanthus* (Eriocaulaceae) of the Brazilian Flora: nomenclatural survey reveals Twenty-five new

³ Segundo normas para publicação do periódico *Plant Systematics and Evolution*.

- synonyms and widely applied illegitimate names. Syst Bot 47: 635–641. doi: 10.1600/036364422X16573019348193
- Andrino CO, Sano PT, Costa FN, Echternacht L, Sauthier LJ, Hensold N, Ramos R, Tissot-Squalli M, Trovó M (2023a) *Paepalanthus* In: Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB7558>, acesso em 18 de novembro de 2023
- Andrino CO, Costa FN, Simon MF, Missagia RV, Sano PT (2023) Eriocaulaceae: a new classification system based on morphological evolution and molecular evidence. Taxon 72: 515–549. doi: 10.1002/tax.12915
- Barthlott W (1981) Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. Nord J Bot 1: 345–355. doi: 10.1111/j.1756-1051.1981.tb00704.x
- Barthlott W, Neinhuis C, Cutler D, Ditsch F, Meusel I, Theisen I, Wilhelmi H (1998) Classification and terminology of plant epicuticular waxes. Bot J Linn Soc 126: 237–260. doi: 10.1006/bojl.1997.0137
- Bongard M (1831) Essai monographique sur les espèces d'Ériocaulon du Brésil. Mém VI Sér Sc Math Phys et Nat 1: 601–655
- Brazilian Flora Group (BFG). (2015) Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. Rodriguésia 66: 1085–1113. doi: 10.1590/2175–7860201566411
- Castro NM, Menezes NL (1990) Considerações sobre a natureza das células altas da epiderme abaxial das folhas de *Paepalanthus* Kunth. Bol Bot Univ São Paulo 12: 95–100. doi: 10.11606/issn.2316-9052.v12i0p95-100
- Castro NM, Menezes NL (1995) Aspectos da anatomia foliar de algumas espécies de *Paepalanthus* Kunth (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó (Minas Gerais). Acta Bot Bras 9: 213–229. doi: 10.1590/S0102-33061995000200003
- Christenhusz MJM, Fay MF, Byng JW (2018) The global flora: a practical flora to vascular plant species of the world, Special edition. Plant Gateway, Bradford
- Christenhusz MJM, van den Berg C, Byng JW, Chase MW (2020) Proposal to conserve *Paepalanthus* nom. cons. against the additional name, *Tonina* (Eriocaulaceae). Taxon 69: 1109–1110. doi: 10.1002/tax.12333
- Coan AI, Scatena VL, Giulietti AM (2002) Anatomia de algumas espécies aquáticas de Eriocaulaceae brasileiras. Acta Bot Bras 16: 371–384. doi: 10.1590/S0102-33062002000400001
- Costa FN, Andrino CO, Sano PT, Trovó M, Echternacht L (2018) *Paepalanthus* (Eriocaulaceae) in the Central Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil: checklist,

- endemism, and nomenclatural changes. *Phytotaxa* 367: 133–144. doi: 10.11646/phytotaxa.367.2.3
- David R, Carde JP (1964) Coloration différentielle des pseudophylles de *Pin maritime* au moyen du reactif de Nadi. *C R Acad Sci Paris* 258: 1338–1340
- Davis JI, Stevenson DW, Petersen G, Seberg O, Campbell LM, Freudestein JV, Goldman DH, Hardy CR, Michelangeli FA, Sommons MP, Specht CD, Vergera-Silva F, Gandolfo M (2004) A phylogeny of the monocots, as inferred from *rbcL* and *atpA* sequence variation, and a comparison of methods for calculating jackknife and bootstrap values. *Syst Bot* 29: 467–510. doi: 10.1600/0363644041744365
- Dugarte BAC, Scatena VL, Sano PT (2016) Ecological anatomy of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland and its relation to the golden grass handicrafts in Jalapão (TO), Brazil. *J Torrey Bot Soc* 143: 192–198. doi: 10.3159/TORREY-D-14-00071.1
- Ebel G (1885) Report on observations made by G. Ebel, on the occasion of the 58th meeting of german naturalists and physicians. *Bot Zentralbl* 24: 287
- Fahn A (1982) *Plant anatomy*, 3th edn. Pergamon Press, Oxford
- Giulietti AM, Hensold N (1990) Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. *Acta bot bras* 4: 133–159. doi: 10.1590/S0102–33061990000100010
- Giulietti AM, Amaral MCE, Bittrich V (1995) Phylogenetic analysis of inter- and infrageneric relationships of *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae). *Kew Bull* 50: 55–71. doi: 10.2307/4114608
- Giulietti AM, Harley RM, Queiroz LP, Wanderley MGL, van den Berg C (2005) Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade* 1: 52–61
- Giulietti AM, Andrade MJG, Scatena VL, Trovó M, Coan AI, Sano PT, Santos FAR, Borges RLB, van den Berg C (2012) Molecular phylogeny, morphology and their implications for the taxonomy of Eriocaulaceae. *Rodriguésia* 63: 1–19. doi: 10.1590/S2175-78602012000100001
- Hensold N (1988) Morphology and systematic of *Paepalanthus* subgenus *Xeractis* (Eriocaulaceae). *Syst Bot Monogr* 23: 1–150. doi: 10.2307/25027709
- Holm T (1901) *Eriocaulon decangulare* L. an anatomical study. *Bot Gaz* 31: 17–37. doi: 10.1086/328073
- Johansen DA (1940) *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, Nova York
- Kirk PW (1970) Neutral red as a lipid fluorochrome. *Biotech Histochem* 45: 1–4. doi: 10.3109/10520297009063373
- Khoshnaw DM, Oliveira ALR, Darshetkar AM, Choudhary RK (2022) Leaf anatomy of *Eriocaulon* (Eriocaulaceae, Poales) species reveals a correlation between life form,

- anatomical features and life cycle. *Flora* 288: 152021. doi: 10.1016/j.flora.2022.152021
- Körnig F (1863) Eriocaulaceae. In: Martius CFP, Eichler AW (eds) *Flora brasiliensis*, vol 3, Lipsiae, pp 273–508
- Lützelburg PV (1923) *Estudo botânico do Nordeste*. Ministério da Viação e Obras Públicas, Rio de Janeiro
- Mabberly DJ (2017) *Mabberly's plant book: a portable dictionary of plants, their classification and uses*, 4th edn. Cambridge University Press, Cambridge
- Malmanche LA (1919) *Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulonacées et des familles voisines: Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philhydracées, Mayacacées*. PhD Thesis, Faculté des Sciences de Paris, Paris
- Mascarenhas AAS, Giulietti AM, Scatena VL (2020) Leaf and scape anatomy of *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae) from a taxonomic and ecological perspective. *Flora* 262: 151518. doi: 10.1016/j.flora.2019.151518
- Moldenke HN (1972) Four novelties from Brazil. *Phytologia* 24: 498–499
- Moldenke HN (1974) Notes on new and noteworthy plants LXXII. *Phytologia* 29: 192–193. doi: 10.5962/bhl.part.13103
- Moldenke HN (1979) Notes on new and noteworthy plants CXXIII. *Phytologia* 43: 196–197
- Moldenke HN (1980) Notes on new and noteworthy plants CXXXVII. *Phytologia* 45: 470–472
- Monteiro WR, Giulietti AM, Mazzoni SC, Castro MM (1979) Hairs on reproductive organs of some Eriocaulaceae and their taxonomic significance. *Bol Bot Univ São Paulo* 7: 43–59
- Monteiro WR, Giulietti AM, Castro MM (1984) Aspects of leaf structure of some species of *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *Rev Bras Bot* 7: 137–147
- Monteiro WR, Castro MM, Giulietti AM (1985) Aspects of leaf structure of some species of *Leiothrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *Rev Bras Bot* 8: 109–125
- Oliveira ALR, Bove CP (2019) *Eriocaulon alboretaceum*: a new species of Eriocaulaceae from the Brazilian cerrado. *Webbia* 74: 15–21. doi: 10.1080/00837792.2019.1572964
- Oliveira FMG, Oriani A (2016) Anatomical characterization of vegetative organs and scapes of *Rondonanthus* (Eriocaulaceae, Poales). *Braz J Bot* 39:1103–1115. doi: 10.1007/s40415-016-0295-6
- Oriani A, Scatena VL, Sano PT (2005) Anatomia das folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). *Rev Bras Bot* 28: 229–240. doi: 10.1590/S0100-84042005000200004

- Pearse AGE (1980) Histochemistry: Theoretical and applied, 4th edn, Longman Group Limited, Londres
- Pizzolato TD, Lillie RD (1973) Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. J Histochem Cytochem 21: 56–64. doi: 10.1177/21.1.56
- Poulsen VA (1888) Anatomiske Studien over Eriocaulaceerne. Vidensk Meddel Natuirist Foren Kjobenhavn 4: 221–386
- Reeve RM (1951) Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. Stain Technol 26: 91–96
- Roeser KR (1962) Die Nadel der Schwarzkiefer-Massenprodukt und Kunstwert der Naturen. Mikrokosmos 61: 33–36
- Rosa MM, Scatena VL (2007) Floral anatomy of Paepalanthoideae (Eriocaulaceae, Poales) and their nectariferous structures. Ann Bot 99: 131–139. doi: 10.1093/aob/mcl231
- Ruhland W (1903) Eriocaulaceae. In: Engler A (ed) Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus, Wilhelm Engelmann, Leipzig, pp 1–294
- Sano PT, Andriano CO, Chagas ECO, Costa FN, Echternacht L, Hensold N, Oliveira ALR, Parra LR, Ramos R, Sauthier LJ, Tissot-Squalli M, Trovó M, Watanabe MTC, Giullietti AM (2020) Eriocaulaceae In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB110>, acesso em 18 de novembro de 2023
- Scatena VL, Menezes NL (1996) Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de Campos Rupestres. Rev Brasil Biol 56: 317–332
- Scatena VL, Moraes ARS (1996) Anatomia de raízes, folhas e escapos de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó - MG. Arq Biol Tecnol 39: 1021–1035
- Scatena VL, Rocha CLM (1995) Anatomia dos órgãos vegetativos e do escapo floral de *Leiothrix crassifolia* (Bong.) Ruhl., Eriocaulaceae, da Serra do Cipó-MG. Acta Bot Bras 9: 195–211. doi: 10.1590/S0102-33061995000200002
- Scatena VL, Rosa MM (2001) Morphology and anatomy of the vegetative organs and scapes from *Aphorocaulon* (*Paepalanthus*, Eriocaulaceae). Braz Arch Biol Techn 44: 49–58. doi: 10.1590/S1516-89132001000100007
- Scatena VL, Giullietti AM, Cardoso VA (1998) Anatomia do escapo floral de espécies brasileiras de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae). Acta Bot Bras 12: 121–133. doi: 10.1590/S0102-33061998000200003
- Scatena VL, Giullietti AM, Cardoso VA (1999a) Anatomia de raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). Bol Bot Univ São Paulo 18: 11–20.

- Scatena VL, Cardoso VA, Giulietti AM (1999b) Morfo-anatomia de espécies de *Blastocaulon* Ruhland (Eriocaulaceae). Acta Bot Bras 13: 29–41. doi: 10.1590/S0102-33061999000100004
- Scatena VL, Vich DV, Parra LR (2004) Anatomia de escapos, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong. ex Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). Acta Bot Bras 18: 825–837. doi: 10.1590/S0102-33062004000400013
- Scatena VL, Giulietti AM, Borba EL, van den Berg C (2005) Anatomy of Brazilian Eriocaulaceae: correlation with taxonomy and habitat using multivariate analyses. Plant Syst Evol 253: 1–22. doi: 10.1007/s00606-004-0295-z
- Silva AL, Trovó M, Coan AI (2016) Floral development and vascularization help to explain meristem evolution in *Paepalanthus* (Eriocaulaceae, Poales). PeerJ 4: e2811. doi: 10.7717/peerj.2811
- Silva AL, Trovó M, Coan AI (2020) Morphological and anatomical plasticity of a rare amphibious species of Eriocaulaceae (Poales, Monocotyledons). Aq Bot 164: 103214. doi: 10.1016/j.aquabot.2020.103214
- Silva AL, Stützel T, Trovó M, Coan AI (2021) Floral structure of *Mesanthemum radicans* (Eriocaulaceae, Poales): morphological and anatomical novelties. S Afr J Bot 139: 306–317. doi: 10.1016/j.sajb.2021.03.013
- Silveira AA (1928) Flóralia montium, Imprensa Oficial, Belo Horizonte
- Smith FH, Smith EC (1942) Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. Am J Bot 29: 464–471. doi: 10.2307/2437312
- Splett S, Barthlott W, Stützel T, Barros MAG (1993) Leaf anatomy of Brazilian Eriocaulaceae and its diagnostic significance. Flora 188: 399–441. doi: 10.1016/S0367-2530(17)32290-9
- Stützel T (1998) Eriocaulaceae In: Kubitzki K (ed) Flowering Plants Monocotyledons, Springer-Verlag, Berlin pp 197–207. doi: 10.1007/978-3-662-03531-3_18
- Stützel T, Briechle M (1990) Saugschuppen bei Eriocaulaceen: Untersuchungen zum Wasserhaushalt und mögliche Konsequenzen für die Phylogenie der Eriocaulaceen. Flora 184: 81–89. doi: 10.1016/S0367-2530(17)31594-3
- Terashima I (1992). Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. Photosynth Res 31: 195–212
- Thiers B (2023) Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>, acesso em 18 de novembro de 2023
- Tissot-Squalli ML, Sauthier LJ (2017) *Paepalanthus altamirensis*, a new species of