

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E  
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

VANESSA LIESENFELD

MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ASTERACEAE DO BIOMA PAMPA  
(CAMPOS DE AREAIS), RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

CASCADEL-PR

Fevereiro/2018

VANESSA LIESENFELD

MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ASTERACEAE DO BIOMA PAMPA  
(CAMPOS DE AREAIS), RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Dra. Shirley Martins Silva

Co-orientadora: Dra. Elisete Maria de Freitas

CASCADEL-PR

Fevereiro/2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Liesenfeld, Vanessa

Morfologia e anatomia foliar de Asteraceae do bioma Pampa (Campos de Areais), Rio Grande do Sul, Brasil / Vanessa Liesenfeld; orientador(a), Shirley Martins Silva; coorientador(a), Elisete Maria de Freitas, 2018.

67 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, 2018.

1. Anatomia ecológica. 2. Arenização. 3. Estratégias adaptativas. 4. Xeromorfismo. I. Silva, Shirley Martins. II. Freitas, Elisete Maria de. III. Título.

**VANESSA LIESENFELD**

**Morfologia e Anatomia Foliar de Asteraceae do bioma Pampa (campo de areais), Rio Grande do Sul - Brasil**

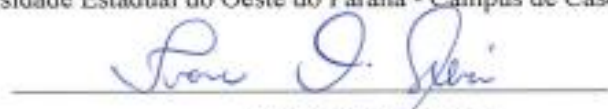
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, área de concentração Ciências Ambientais, linha de pesquisa Biologia Aplicada e Indicadores de Qualidade No Ambiente Terrestre, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

  
Orientador(a) - Shirley Martins Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

  
Jaqueline Malagutti Corsato

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

  
Ivone Vieira da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Realizada em 16 de fevereiro de 2018.  
Sala 08 –EAD Prédio Antigo Unioeste - Campus Cascavel.

*Aos meus pais, Rui e Lúcia,  
pelo apoio, o incentivo e o  
amor incondicional.*

**Dedico**

*Não sei se a vida é curta ou longa demais para nós,  
mas sei que nada do que vivemos tem sentido,  
se não tocarmos o coração das pessoas.*

*(Cora Carolina)*

## AGRADECIMENTOS

À CAPES e à Fundação Araucária pelo financiamento durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e à equipe do Programa de Conservação e Manejo de Recursos Naturais pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho e por todos os serviços prestados.

À minha orientadora, professora Dra. Shirley Martins Silva, pelos ensinamentos, incentivo, paciência, confiança, apoio constante e amizade ao longo de toda essa caminhada. Os meus agradecimentos e a minha admiração.

À minha co-orientadora, professora Dra. Elisete Maria de Freitas, pelo apoio, auxílio nas coletas, acolhida e suporte durante a realização das análises de microscopia eletrônica de varredura, pela identificação das espécies, pelas sugestões e contribuições com este trabalho, pela confiança e a amizade. Muito obrigada por tudo.

À curadora do herbário UNOP, Livia Godinho Temponi, e às funcionárias Kamilla Zabotti e Ivone Granatta Wichocki por todo o auxílio durante a realização deste trabalho.

À Martha, técnica do laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da Univates, pela ajuda na realização das análises.

Aos especialistas que auxiliaram na identificação das espécies de Asteraceae: Gustavo Heiden, Mara Angelina Galvão Magenta, Eduardo Pasini e Roberto Lourenço Esteves.

Às minhas amigas e colegas, Aline Viana e Patrícia Gentz, pela companhia, amizade, conversas descontraídas, e por toda a ajuda prestada desde o início do desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do laboratório, especialmente ao Tainã de Souza e à Danielle Aparecida Schinemann pela amizade, companheirismo, conversas e colaboração durante a realização deste trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais Rui e Lúcia, pelo amor, incentivo e apoio incondicional durante toda essa caminhada. Vocês são o motivo da minha persistência, amo vocês.

Ao meu companheiro, Adalto de Oliveira, pela compreensão, apoio, amor e carinho. Obrigada por me ajudar a superar as dificuldades e por estar sempre ao meu lado.

Às minhas amigas, Ana Paula Cavali e Evelin Maria Müller, pelo ombro amigo e energias positivas.

A todos os amigos e familiares que torceram por mim e contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Por fim, mas não por último, a Deus pelo dom da vida, pelo amparo e pelas bênçãos recebidas durante toda esta caminhada.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ASTERACEAE DO BIOMA PAMPA (CAMPOS DE AREAIS), RIO GRANDE DO SUL, BRASIL .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
2.1. <i>ÁREA DE ESTUDO E ESPÉCIES ANALISADAS .....</i>	<i>17</i>
2.2. <i>ANÁLISES MORFOLÓGICAS.....</i>	<i>18</i>
2.3. <i>ANÁLISES ANATÔMICAS .....</i>	<i>18</i>
2.4. <i>ANÁLISES MICROQUÍMICAS .....</i>	<i>19</i>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. <i>MORFOLOGIA .....</i>	<i>20</i>
3.2. <i>ANATOMIA.....</i>	<i>20</i>
3.3. <i>MICROQUÍMICOS.....</i>	<i>22</i>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>NORMAS PARA SUBMISSÃO AO PERIÓDICO FLORA.....</b>	<b>48</b>



## Lista de tabelas

**Tabela 1.** Tribos e espécies de Asteraceae estudadas com seus respectivos vouchers e características gerais. OS = órgão subterrâneo desenvolvido; Su = subarbusto; He = herbácea; Ar = arbusto; [+] = presente; [-] = ausente; [\*] = anual; [!] = perene; d = desconhecido.....35

**Tabela 2.** Principais diferenças morfológicas da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. <sup>1</sup> = bipinada; <sup>2</sup> = pinatissecta; Le = leptofilo; Na = nanofilo; Mi = microfilo; No = notofilo; Me = mesofilo.....36

**Tabela 3.** Principais diferenças anatômicas da epiderme da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. Ad = adaxial; Ab = abaxial; [↔] = mesmo nível; [↑] = acima; [-] = ausente; [1] = tricoma glandular recurvado; [2] = tricoma glandular capitado ereto; [3] = tricoma glandular capitado vesicular unimultisseriado; [4] = tricoma tector cônico simples; [5] = tricoma tector filiforme flagelado; [6] = tricoma tector asseptado flagelado; [7] = tricoma tector em forma chicote; [8] = tricoma tector oblíquo flagelado; [9] = tricoma tector ramificado com um braço; [10] = tricoma tector ramificado com dois braços em forma de T; [11] = tricoma tector ramificado com três ou mais braços.....38

**Tabela 4.** Principais diferenças anatômicas do mesofilo e nervura central da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. NC = nervura central; me = mesofilo; pal = parênquima paliçádico; lac = parênquima lacunoso; pl = parênquima plicado; cs = canal secretor; fx = feixe vascular; cal = calota de fibra; I = mesofilo isobilateral; D = mesofilo dorsiventral; [-] = ausente; [+] = presente; p = pouco desenvolvido; b = bem desenvolvido.....40

## Lista de figuras

**Figura 1.** Localização dos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, sudoeste do Rio Grande do Sul, onde as espécies foram coletadas. Fonte: Freitas et al., 2010.....42

**Figura 2.** Vista frontal da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **A-C.** Detalhe da cutícula estriada em *Calea uniflora*, *Noticastrum acuminatum* e *Chaptalia integerrima*, respectivamente. **D.** Detalhe da cera epicuticular em forma de grânulos em *Eupatorium squarulosum*. **E.** Detalhe da cera epicuticular em forma de crosta de *Chaptalia integerrima*. **F.** Detalhe da cera epicuticular em placas agregadas em *Hieracium commersonii*. **G.** Visão geral dos tricomas recobrendo a superfície da lâmina foliar em *Gamochaeta falcata*. **H-I.** Detalhe dos tricomas tectores e glandulares em *Dimerostemma grisebachii* e *Chrysolaena cognata*, respectivamente.....43

**Figura 3.** Vista frontal em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microscopia de luz (ML) e secção transversal em ML da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas com destaque para os tipos de tricomas glandulares e tectores. **A.** Tricoma glandular recurvado em vista frontal (ML) de *Gyptis crassipes*. **B-C.** Tricoma glandular capitado ereto de *Senecio selloi* (MEV) e *Pterocaulon polystachyum* (ST), respectivamente. **D-E.** Tricoma glandular capitado vesicular unisseriado a multisseriado de *Calea uniflora* (MEV) e *Orthopappus angustifolius* (ST), respectivamente. **F.** Tricoma tector cônico simples em *Aspilia montevidensis* (MEV). **G-H.** MEV do tricoma tector filiforme flagelado de *Facelis retusa* e do tricoma tector asseptado flagelado de *Noticastrum acuminatum*, respectivamente. **I-J.** Vista transversal do tricoma tector em forma de chicote de *Lucilia acutifolia* e do tricoma tector oblíquo flagelado de *Pterocaulon polystachyum*, respectivamente. **K.** Tricoma tector ramificado com um braço de *Chrysolaena cognata* (MEV). **L-M.** Vista transversal do tricoma tector ramificado com dois braços em forma de T de *Chaptalia integerrima* e do tricoma tector ramificado com três ou mais braços de *Hieracium commersonii*, respectivamente.....44

**Figura 4.** Lâmina foliar, em secção transversal, das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia de luz. **A-B.** Visão geral da epiderme e mesofilo de *Centratherum camporum* e *Gamochaeta falcata*, respectivamente. **C-G.** Detalhe da epiderme de *Senecio leptolobus*, *Achyrocline satureioides*, *Pterocaulon angustifolium*, *Lessingianthus brevifolius* e *Chaptalia integerrima*, respectivamente. **H.** Visão geral da epiderme e mesofilo de *Aspilia montevidensis*. **I.** Detalhe da epiderme de *Dimerostemma grisebachii*.....46

**Figura 5.** Lâmina foliar, em secção transversal, das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia de luz. **A.** Detalhe da epiderme de *Lucilia nitens*. **B-C.** Visão geral da epiderme e mesofilo de *Vernonanthura chamaedrys* e *Lucilia nitens*, respectivamente. **D.** Detalhe do mesofilo evidenciando o parênquima plicado em *Acanthospermum australe*. **E.** Detalhe do canal secretor em *Eupatorium tanacetifolium*. **F.** Detalhe do feixe vascular colateral em *Lucilia nitens*. **G.** Visão geral da nervura central de *Lessingianthus macrocephalus*. **H.** Detalhe do feixe vascular colateral em *Vernonanthura nudiflora*. **I.** Detalhe do colênquima em *Stenachaenium riedelli*.....47

## RESUMO

Asteraceae é a maior família dentre as angiospermas e ocorre predominantemente em regiões tropicais e principalmente em fitofisionomias campestres. No Brasil, é uma das famílias mais diversas, destacando-se principalmente na florística do bioma Pampa, que no país é restrito ao Rio Grande do Sul. Nos Campos de Areais, uma das fitofisionomias campestres do bioma Pampa (sudoeste do RS), Asteraceae é também a família de maior riqueza. A vegetação dos Campos de Areais ocorre sob solos arenosos suscetíveis ao processo de arenização. Esse processo é um fenômeno natural (intensificado pelo homem) que substitui a cobertura vegetal nativa por substrato exposto, devido a erosão e a ação do vento que retrabalham o arenito, depositando a areia na superfície e promovendo a mobilidade constante dos sedimentos. Somado à reduzida fertilidade e capacidade de retenção de água deste solo arenoso, a má distribuição das chuvas, a luminosidade intensa e os ventos fortes condicionam a vegetação desta região a circunstâncias extremas e limitantes. Portanto, este estudo objetivou descrever a morfoanatomia e identificar características adaptativas que possibilitam a sobrevivência de espécies de Asteraceae neste local adverso. Além de caracteres filogeneticamente constantes na família (folhas anfiestomáticas, mesófilo dorsiventral, canais secretores e diversidade morfológica de tricomas) a morfoanatomia foliar das espécies estudadas indica a ocorrência predominante de características adaptativas a ambientes xéricos que protegem principalmente contra a luminosidade elevada e a escassez hídrica: folhas reduzidas e coriáceas, indumento tomentoso, cutícula e células epidérmicas espessadas, cera epicuticular, folhas anfiestomáticas e investimento em tecido fotossintético e de sustentação. Apesar de ocupar o mesmo habitat e estar sob influência das mesmas condições ambientais, cada espécie desenvolve uma estratégia adaptativa distinta para sobreviver e, portanto, a sua resistência ou tolerância resulta da interação de vários fatores ao longo da história evolutiva das plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** anatomia ecológica, arenização, estratégias adaptativas, xeromorfismo

TITLE: LEAF MORPHOLOGY AND ANATOMY OF ASTERACEAE OF THE PAMPA BIOME (SAND-FIELDS), RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

Asteraceae is the largest family among the angiosperms and occurs predominantly in tropical regions and mainly in grassland area. In Brazil, it is one of the most diverse families, highlighting mainly the floristic of the Pampa biome, which in the country is restricted to Rio Grande do Sul. In the sand-fields, one of the phytophysiognomies of the Pampa biome (southwest RS) Asteraceae is also the richest family. The sand-fields vegetation occurs under sandy soils susceptible to the sandy stone process. This process is, a natural phenomenon (man-intensified) that replaces the native vegetation cover by exposed substrate due to erosion and the action of the wind that rework the sandstone depositing the sand on the surface and promoting the constant mobility of sediments. In addition to the reduced fertility and water retention capacity of this sandy soil, poor distribution of rainfall, intense light and strong winds condition the vegetation of this region to extreme and limiting circumstances. Therefore, this study aimed to describe morphoanatomy and to identify adaptive characteristics that allow the survival of Asteraceae species in this adverse site. In addition to phylogenetically constant characters in the family (amphistomatic leaves, dorsiventral mesophyll, secretory channels and morphological diversity of trichomes), foliar morphoanatomy of the studied species indicates the predominant occurrence of adaptive characteristics to xeric environments that protect mainly against high luminosity and water scarcity: reduced leaves and coriaceous, tomentose indumentum, cuticle and thickened epidermal cells, epicuticular wax, amphistomatic leaves and investment in photosynthetic and support tissue. Although it occupies the same habitat and is under the influence of the same environmental conditions, each species develops a distinct adaptive strategy to survive and, therefore, their resistance or tolerance results from the interaction of several factors throughout the life history of the plants.

KEYWORDS: ecological anatomy, sandy stone, adaptive strategies, xeromorphism

**Morfologia e anatomia foliar de Asteraceae do bioma Pampa (Campos de Areais),  
Rio Grande do Sul, Brasil**

Vanessa Liesenfeld<sup>a,\*</sup>, Patrícia Gentz<sup>a</sup>, Shirley Martins<sup>a</sup> e Elisete Maria De Freitas<sup>b</sup>

a- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Cascavel 85819-110, Paraná, Brasil

b- Universidade do Vale do Taquari, Laboratório de Botânica, Lajeado 95914-014, Rio Grande do Sul, Brasil

\* Autor para correspondência.

O manuscrito segue as normas do periódico Flora

## Resumo

Asteraceae é a maior família dentre as angiospermas e seus representantes ocorrem predominante em regiões tropicais, principalmente em fitofisionomias campestres. Nos Campos de Areais, uma das fitofisionomias campestres do bioma Pampa, é a família de maior riqueza, embora as condições ambientais dessa região sejam consideradas extremas e limitantes (solos arenosos, temperatura e luminosidade elevadas, ventos fortes e déficit hídrico) para o desenvolvimento de muitas plantas. Portanto, este estudo objetivou descrever a morfoanatomia das espécies de Asteraceae dos Campos de Areais e identificar características adaptativas que possibilitam a sobrevivência neste local adverso. Para isso, foram realizadas descrições morfológicas e análises anatômicas em vista frontal e em vista transversal das folhas de 34 espécies da família. Além de caracteres filogeneticamente constantes na família, a morfoanatomia foliar das espécies estudadas mostra a ocorrência predominante de características adaptativas a ambientes xéricos como folhas reduzidas e coriáceas, indumento tomentoso, cutícula e células epidérmicas espessadas, cera epicuticular, folhas anfiestomáticas e investimento em tecido fotossintético e de sustentação. Apesar de ocupar o mesmo habitat e estar sob influência das mesmas condições ambientais, cada espécie desenvolve uma estratégia adaptativa distinta para sobreviver e, portanto, a sua resistência ou tolerância é resultado da interação de vários fatores ao longo da história de vida da planta.

Palavras-chave: anatomia ecológica, formações campestres, arenização, estratégias adaptativas, xeromorfismo

## Abstract

Asteraceae is the largest family among the angiosperms and their representatives occur predominantly in tropical regions, mainly in grassland area. In the sand-fields, one of the phytophysiognomies of the Pampa biome is the richest family, although the environmental conditions of this region are considered extreme and limiting (sandy soils, high temperature and luminosity, strong winds and water deficit) for the development of many plants. Therefore, this study aimed to describe the morphoanatomy of the Asteraceae species of the sand-fields and to identify adaptive characteristics that allow the survival in this adverse site. For this, morphological descriptions and anatomical analyzes in frontal and transverse view were performed of the leaves of 34 family species. In addition to characters phylogenetically common in the family, the foliar morphology and anatomy of the species studied shows the predominant occurrence of adaptive characteristics to xeric environments such as reduced and coriaceous leaves, tomentose indumentum, cuticle and thickened epidermal cells, epicuticular wax, amphistomatic leaves and investment in photosynthetic and support tissue. Although it occupies the same habitat and is under the influence of the same environmental conditions, each species develops a distinct adaptive strategy to survive and, therefore, their resistance or tolerance is the result of the interaction of several factors throughout the life history of the plant.

Keywords: ecological anatomy, grassland, sandy stone, adaptive strategies, xeromorphism



## 1. Introdução

Asteraceae é a maior família dentre as angiospermas, compreendendo 23.000 espécies distribuídas em 12 subfamílias, 43 tribos e mais de 1.600 gêneros (Funk et al., 2009). Apresenta ampla distribuição geográfica ocupando quase todos os habitats e formações vegetacionais, embora seja predominante em regiões tropicais e subtropicais e, principalmente em fisionomias campestres (Anderberg et al., 2007; Funk et al., 2005).

No Brasil, a família é representada por cerca de 2.100 espécies pertencentes a 289 gêneros e 28 tribos (Flora do Brasil, 2020) e, constitui uma das famílias com maior riqueza de espécies nos diferentes domínios fitogeográficos do país, exceto a Amazônia (Almeida et al., 2014; Zappi et al., 2015). No bioma Pampa, Asteraceae destaca-se como a mais rica em espécies (Boldrini et al., 2010).

O bioma Pampa está restrito ao estado do Rio Grande do Sul no Brasil e sua vegetação é predominantemente campestre, porém com a ocorrência de diferentes fitofisionomias (Boldrini et al., 2010; Overbeck et al., 2007), dentre as quais destacam-se no sudoeste do estado os Campos de Areais que exibem uma flora rica em espécies de Asteraceae e de outros grupos taxonômicos (Freitas et al., 2010). As condições ambientais nessa região – solos arenosos e pouco férteis, temperaturas elevadas, alta luminosidade, ventos fortes e déficit hídrico – são consideradas extremas e limitantes para o desenvolvimento de muitas plantas (Boldrini et al., 2010; Freitas et al., 2010; Marchiori, 1995; Overbeck et al., 2015). Além disso, a vegetação nativa destes campos está submetida ao processo de arenização, um fenômeno natural (intensificado pelo pastoreio e a agricultura) que substitui a cobertura vegetal nativa por substrato exposto devido à exposição do solo arenítico a processos erosivos que removem e depositam os sedimentos em áreas superficiais formando manchas de areia e, à ação do vento que desloca a areia exposta, ampliando os areais e conseqüentemente soterrando a vegetação nativa (Oliveira e Suertegaray, 2014; Suertegaray, 1998, 1995; Verdum, 2004).

O sucesso e a ampla distribuição da família Asteraceae nos mais distintos habitats vem sendo atribuída à diversidade de estruturas secretoras, à facilidade de dispersão pelo vento e à plasticidade fenotípica dos seus representantes (Funk et al., 2005; Smiljanic, 2005). Essas características resultam em uma diversidade de padrões morfoanatômicos e até mesmo em adaptações a condições específicas que se refletem na anatomia dos órgãos vegetativos (Cutler et al., 2011; Fuzeto e Lomônaco, 2000).

Assim os estudos de anatomia ecológica permitem conhecer sobre as estratégias que favorecem a sobrevivência e o desenvolvimento das espécies em ambientes distintos (Cutler et al., 2011; Dickison, 2000).

Estudos de anatomia ecológica com enfoque na lâmina foliar de representantes de Asteraceae foram realizados com algumas espécies de diferentes ecossistemas brasileiros e revelaram a ocorrência de caracteres adaptativos às condições ambientais desses ecossistemas (Abdalla, 2012; Fernandes, 2014; Lusa e Appezzato-da-Glória, 2013; Santos, 2013; Smiljanic, 2005; Souza, 2014; Trindade, 2013). Entretanto, o bioma Pampa e, principalmente a fitofisionomia dos Campos de Areais, ainda carecem de estudos com esse enfoque.

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo descrever a morfoanatomia das espécies de Asteraceae dos Campos de Areais considerando parâmetros qualitativos e quantitativos e identificar características adaptativas que possibilitam a sobrevivência dessas espécies nesse ambiente caracteristicamente adverso.

## **2. Materiais e Métodos**

### *2.1. Área de estudo e espécies analisadas*

A seleção das espécies estudadas teve como base o levantamento florístico prévio realizado por Freitas et al., (2009). As 34 espécies de Asteraceae estudadas (Tabela 1) foram coletadas em áreas de Campos de Areais susceptíveis ao processo de arenização ocorrentes nos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis (entre as latitudes 29° 00'S e 31° 00'S e as longitudes 54° 30'W e 58° 45'W), na região sudoeste do RS (Fig. 1) (Freitas et al., 2010).

O clima nessa região é subtropical úmido (Moreno, 1961) com precipitação média anual de 1.400 mm (Nimer, 1979) embora mal distribuída, com períodos de precipitação reduzida intercalados por chuvas fortes que podem se concentrar em um único dia (Freitas et al., 2009). Também ocorrem períodos de déficit hídrico (Berlato et al., 2006). A temperatura média anual varia de 14°C no inverno a 26°C no verão (Nimer, 1979).

O relevo é suavemente ondulado, entremeado com áreas planas e o solo é do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico (Streck et al., 2008) caracterizado pela textura arenosa e silte arenosa, acidez elevada, fertilidade reduzida, alta suscetibilidade à erosão e

dificuldade na retenção de água que leva à escassez hídrica mesmo em curtos períodos de seca (Azevedo e Kaminski, 1995; Klamt e Schneider, 1995; Verdum, 2004).

As coletas foram realizadas em maio, outubro e dezembro de 2016 e fevereiro e maio de 2017 a fim de encontrar as espécies previamente indicadas por Freitas et al., (2009). Foram coletados três indivíduos de cada espécie e para elaboração do material testemunho, indivíduos férteis foram herborizados e depositados na coleção do Herbário UNOP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Cascavel (Tab. 1).

## 2.2. Análises morfológicas

A descrição da morfologia foliar das espécies de Asteraceae estudadas baseou-se em características da filotaxia, tipo de folha (simples ou composta), presença de pecíolo, consistência, indumento e área foliar (Ellis et al., 2009; Gonçalves e Lorenzi, 2011). A área foliar foi mensurada com auxílio do software Image Pro Plus 6.0, desconsiderando a medida do pecíolo. Para folhas compostas, a área foliar foi definida pela soma da área de todos os folíolos. Ao menos três folhas totalmente expandidas, dispostas ao longo de todo o eixo caulinar dos indivíduos de cada espécie, foram avaliadas, obtendo-se assim a área foliar mínima e máxima (variação) das folhas de cada espécie (Tabela 2). Com base na proposta de Ellis et al., (2009) e com os dados de área foliar obtidos (Tabela 2), as folhas foram classificadas em leptófilos (menores que  $0,25 \text{ cm}^2$ ), nanófilos ( $0,25 - 2,25 \text{ cm}^2$ ), microfilos ( $2,25 - 20,25 \text{ cm}^2$ ), notófilos ( $20,25 - 45 \text{ cm}^2$ ) e mesófilos ( $45 - 182,25 \text{ cm}^2$ ).

## 2.3. Análises anatômicas

Análises da epiderme em vista frontal foram realizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e de microscopia de luz (ML), neste último caso apenas para as espécies que apresentaram grande quantidade de tricomas que dificultam a visualização da superfície foliar em MEV. Para as análises em MEV, porções da região mediana das lâminas foliares, totalmente expandidas, foram fixadas em glutaraldeído 2.5%, lavadas em tampão fosfato 0.1 M e pH 7.3 e, posteriormente desidratadas em série etílica e metalizadas em ouro. As imagens foram capturadas com microscópio eletrônico de varredura EVO LS-10 e software SmartSEM, no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Parque Científico e Tecnológico (Tecnovates)

da Universidade do Vale do Taquari (Univates), Lajeado, RS. Para as análises de vista frontal em ML, porções da região mediana da lâmina foliar foram submetidas à dissociação da epiderme com peróxido de hidrogênio e ácido acético na concentração de 1:1 (Franklin, 1945, modificado) e posteriormente coradas com Fucsina básica (Roeser, 1962) em álcool 50%.

Para as análises em vista transversal em ML, lâminas foliares totalmente expandidas de três indivíduos de cada espécie foram fixadas em FAA 50 (formaldeído 37%, ácido acético glacial e álcool 50%, na proporção de 1:1:18) (Johansen, 1940) e armazenadas em etanol a 70%. As secções transversais foram obtidas à mão livre, com auxílio de lâmina de barbear. Posteriormente elas foram clarificadas com hipoclorito de sódio 50%, coradas com Azul de Alcian e Fucsina básica (Kraus e Arduim, 1997) e montadas em lâminas semipermanentes de gelatina glicerinada (Kraus e Arduim, 1997). As imagens foram capturadas com auxílio de câmera digital DP041 acoplada ao fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando o software DP Controller, no Laboratório de Fotomicroscopia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, PR.

A análise qualitativa baseou-se nas características das células epidérmicas (tamanho, número de camadas), na localização e posição dos estômatos em relação às demais células epidérmicas, na presença e tipologia de tricomas, tipo de mesofilo, presença de canais secretores, tipo da nervura central e presença de colênquima e esclerênquima. A tipologia dos tricomas segue a proposta de Liesenfeld (2017) – dados não publicados, que classifica os tricomas das espécies de Asteraceae em 11 tipos, sendo os glandulares de três tipos e os tectores de oito tipos (Tabela 3).

A análise quantitativa abrangeu as medidas de espessura da cutícula e das paredes periclinais externas das células epidérmicas de ambas as faces da lâmina foliar, do mesofilo e do parênquima paliádico obtidas com o auxílio do software Image Pro Plus 6.0. O espessamento das paredes das células epidérmicas e da cutícula foi definido pela média das mensurações por folha/planta e foi classificado como delgado (menor que 3,0  $\mu\text{m}$ ), moderadamente espessado (de 3,0-10  $\mu\text{m}$ ) e espessado (maior que 10  $\mu\text{m}$ ) com base em Morris et al., (1996) (Tabela 3). O espessamento do mesofilo e do parênquima paliádico de cada espécie também é resultado da média das mensurações realizadas por folha/planta (Tabela 4).

#### *2.4. Análises microquímicas*

Para a detecção de lipídios, compostos fenólicos, amido e mucilagem, as secções anatômicas foram submetidas a tratamentos com Sudan IV (Sass, 1951), cloreto férrico (Johansen, 1940), lugol (Berlyn e Miksche, 1976) e Azul de metileno (Souza et al., 2016), respectivamente.

### 3. Resultados

#### 3.1. Morfologia

As principais características morfológicas da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas são destacadas na Tabela 2. A maioria das espécies apresenta folhas simples (32), pecioladas (19) com filotaxia alterna espiralada (17) (Tabela 2). A consistência varia entre coriácea (14), membranácea (12) e cartácea (8) e o indumento é tomentoso na maioria das espécies (14) (Tabela 2). As folhas são consideradas leptofilos em *Facelis retusa*, nanofilos em *Acanthospermum australe*, *Senecio leptolobus* e *Vernonanthura nudiflora* e microfilos em *Mikania thapsoides*. Nas demais espécies (29) ocorre variação nas medidas da área foliar, sendo maior nas folhas da região basal e menores nas folhas apicais em um mesmo indivíduo (Tabela 2).

#### 3.2. Anatomia

As características anatômicas que variaram entre as espécies são destacadas nas Tabelas 3 e 4. Em vista frontal, a epiderme de todas as espécies estudadas apresenta cutícula estriada (Fig. 2A-C) e cera epicuticular que ocorre no formato de grânulos (Fig. 2D) na maioria das espécies (32), na forma de crosta recobrimdo toda a superfície foliar em *Chaptalia integerrima* (Fig. 2E) e na forma de placas agregadas em *Hieracium commersonii* (Fig. 2F).

Todas as espécies apresentam tricomas (Fig. 2G-I) e, na maioria delas, estão distribuídos em ambas as faces da lâmina foliar e, muitas vezes, em grande quantidade impedindo a visualização das células epidérmicas (Fig. 2G). Tricomas tectores e glandulares ocorrem simultaneamente (Fig. 2H e I) na maioria das espécies (31), enquanto que em *Vernonanthura chamaedrys* só ocorrem tricomas tectores e, em *Senecio leptolobus* e *Senecio selloi*, ocorrem apenas tricomas glandulares.

Os tricomas são de 11 tipos diferentes, sendo os glandulares de três tipos (Fig. 3A-E, Tabela 3): (1) recurvado sobre a epiderme (Fig. 3A), (2) capitado ereto (Fig. 3B e C), (3) capitado vesicular unisseriado a multisseriado (Fig. 3D e E), e os tectores de oito tipos (Fig. 3F-M, Tabela 3): (1) cônico simples (Fig. 3F), (2) filiforme flagelado (Fig. 3G), (3) asseptado flagelado (Fig. 3H), (4) em forma de chicote (Fig. 3I), (5) oblíquo flagelado (Fig. 3J), (6) ramificado com um braço (Fig. 3K), (7) ramificado com dois braços em forma de T (Fig. 3L) e (8) ramificado com três ou mais braços (Fig. 3M). Mais de um tipo de tricoma glandular e/ou tector pode ser observado na mesma espécie (Tabela 3).

Em secção transversal, todas as espécies apresentam epiderme uniestratificada (Fig. 4A-I) com a proporção de tamanho das células epidérmicas das faces adaxial e abaxial semelhante (Fig. 4A) em 17 espécies e diferente (Fig. 4B) em 15 (Tabela 3). A cutícula é moderadamente espessada (Fig. 4C) em ambas as faces da lâmina foliar da maioria das espécies (15), delgada (Fig. 4D) em seis espécies e espessada (Fig. 4E) em cinco. Em outras espécies (8), o espessamento varia entre as duas faces (Tabela 3). As paredes periclinais externas das células epidérmicas são moderadamente espessadas (Fig. 4F) em ambas as faces de 12 espécies, espessadas (Fig. 4C e G) em cinco e delgadas (Fig. 4D) em três espécies, enquanto que nas demais (14) o espessamento varia entre as duas faces (Tabela 3).

As folhas são anfiestomáticas (Fig. 4H) na maioria das espécies (29) e hipoestomáticas em *Achyrocline satureioides*, *Gamochoeta falcata*, *Chaptalia integerrima*, *Senecio leptolobus* e *Vernonanthura chamaedrys*. Em ambas as faces da lâmina foliar de 12 das espécies, os estômatos ocorrem no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 4I) e em oito eles se posicionam acima (Fig. 5A), enquanto que nas demais (14), os estômatos da face adaxial ocorrem no mesmo nível e os da face abaxial acima das demais células epidérmicas (Tabela 3).

O mesofilo é dorsiventral (Fig. 5B) na maioria das espécies (25), apresentando 1-4 camadas de parênquima paliçádico e 2-10 camadas de parênquima lacunoso (Tabela 4). Nas demais espécies (9) ele é isobilateral (Fig. 5C) com 1-3 camadas de parênquima paliçádico em cada uma das faces e 2-5 camadas de parênquima lacunoso (Tabela 4). Na maioria das espécies (25) o parênquima fotossintético ocupa 50% ou mais da espessura total do mesofilo (Tabela 4). Parênquima plicado (Fig. 5D) e canais secretores (Fig. 5E) ocorrem em 11 espécies (Tabela 4). Os feixes vasculares do mesofilo e da nervura central são colaterais e envoltos por apenas uma bainha vascular (Fig. 5F).

A nervura central é conspícua na maioria das espécies (28) (Fig. 5G) e inconspícua em *Lucilia acutifolia*, *Lucilia nitens*, *Acanthospermum australe*, *Calea uniflora*, *Senecio leptolobus* e *Lessingianthus brevifolius*. O número de feixes vasculares nessa região varia de 1-4 na maioria das espécies (32) e de 5-6 em *Lessingianthus macrocephalus* (Fig. 5G) e *Orthopappus angustifolius* (Tabela 4). Em 15 espécies eles são envoltos por uma calota de fibra que pode ser pouco (Fig. 5F) ou bem desenvolvida (Fig. 5H, Tabela 4). Tecido colenquimático ocorre na nervura central de todas as espécies estudadas (Fig. 5I).

### 3.3. Microquímicos

A maioria das espécies (31) apresenta compostos fenólicos distribuídos principalmente no mesofilo, nos tricomas glandulares ou na epiderme. Oito espécies apresentam gotículas de óleo na região do mesofilo e em outras (4) ocorrem lipídios nos tricomas. Das espécies estudadas, 10 apresentam mucilagem distribuída na epiderme, nos tricomas glandulares, nas células parenquimáticas corticais da nervura central ou nos canais secretores.

## 4. Discussão

A descrição morfoanatômica foliar das 34 espécies de Asteraceae estudadas revela a ocorrência de características filogeneticamente constantes na família (folhas anfiestomáticas, mesofilo dorsiventral, canais secretores e diversidade morfológica de tricomas) (Metcalf e Chalk, 1950). Também apresentam um conjunto de características comuns em ambientes xerófitos, visto que essas espécies ocorrem sob condições de luminosidade e temperatura elevadas, escassez hídrica, solos arenosos e pobres e ventos fortes que são típicas dos Campos de Areais (Azevedo e Kaminski, 1995; Freitas et al., 2010; Overbeck et al., 2015).

A ocorrência de características xeromórficas nessas espécies está intimamente relacionada à história evolutiva das formações campestres do bioma Pampa, que constituem relictos de um clima árido que foi alterado para outro mais úmido a partir de meados do Holoceno (Behling et al., 2005). A existência destas características evidencia essas alterações climáticas e atesta o caráter relictual das adaptações que garantem a

sobrevivência dessas espécies nesse ambiente caracteristicamente adverso (Marchiori, 1995).

Características morfoanatômicas xeromórficas semelhantes às observadas na maioria das espécies estudadas (lâminas foliares reduzidas, coriáceas e tomentosas, espessamento da cutícula e das paredes periclinais externas das células epidérmicas, cera epicuticular, folhas anfiestomáticas, tecido esclerenquimático e colenquimático) foram consideradas adaptativas também em outras espécies de Asteraceae submetidas à temperatura e luminosidade elevadas e disponibilidade hídrica reduzida em áreas de Cerrado rupestre em Goiás e de campos rupestres em Minas Gerais (Abdalla, 2012; Fernandes, 2014; Lusa e Appezzato-da-Glória, 2013; Santos, 2013; Souza, 2014; Trindade, 2013). Assim, nota-se a íntima relação da morfologia foliar das espécies de Asteraceae com os ambientes de ocorrência.

Área foliar reduzida, consistência coriácea e indumento tomentoso são as principais características morfológicas adaptativas das espécies estudadas frente às condições de luminosidade e temperatura elevadas e à baixa disponibilidade hídrica ocorrentes nos Campos de Areais. A área foliar é altamente influenciada pela intensidade luminosa, tendendo a ser menor em condições de luminosidade elevada e maior em condições de luminosidade reduzida (Larcher e Boeger, 2009). Isso foi observado por Junior e colaboradores (2009) nas folhas de *Mikania glomerata* que exibem área foliar maior em tratamento de sombra e menor em tratamento de sol. Nesse sentido, a redução da área foliar é uma importante estratégia para as espécies aqui estudadas porque diminui a área exposta à radiação intensa e assim reduz a perda de água e a temperatura foliar, sem causar prejuízos à eficiência fotossintética (Junior et al., 2009; Larcher e Boeger, 2009).

A consistência coriácea, observada na maioria das espécies estudadas, torna as folhas mais rijas e resistentes sendo, portanto, uma característica adaptativa vantajosa contra a perda de água, o excesso de luminosidade e a herbivoria (Boeger e Wisniewski, 2003).

Os tricomas tectores que compõem o indumento tomentoso da maioria das espécies estudadas constituem outra adaptação às condições ambientais adversas dos Campos de Areais. Tal afirmação se deve ao fato de que eles atuam na reflexão da luz, diminuindo a temperatura foliar e reduzindo a perda de água, diminuem a molhabilidade da superfície foliar, favorecendo o rendimento fotossintético e evitando o crescimento de microorganismos patogênicos, e também constituem barreira mecânica contra o



ataque de pragas (Ehleringer, 1984; Fahn e Cutler, 1992; Levin, 1973; Wagner et al., 2014). Estas estruturas também foram observadas em espécies de Asteraceae que ocorrem em áreas de Cerrado rupestre (GO) e campos rupestres (MG) onde as condições ambientais se assemelham às dos Campos de Areais (Fernandes, 2014; Lusa e Appezzato-da-Glória, 2013; Santos, 2013; Souza, 2014; Trindade, 2013). Segundo Rossatto e Kolb (2010) e Santos (2013), a densidade de tricomas pode variar em resposta às condições ambientais tendendo a ser maior em ambientes com luminosidade elevada e baixa disponibilidade hídrica. Portanto, a grande quantidade de tricomas tectores observada sob a superfície foliar da maioria das espécies estudadas possivelmente está relacionada a tais condições ambientais que são típicas nos Campos de Areais. Dessa forma, os tricomas mostram-se essenciais para as espécies ocorrentes em condições xéricas, diante da versatilidade de funções que os mesmos apresentam e de sua constância em muitas espécies da família ocorrentes nos ambientes xerofíticos.

Cera epicuticular e cutícula espessada são algumas das características anatômicas xeromórficas observadas na maioria das espécies estudadas. Para alguns autores a cutícula espessada desempenha um importante papel na proteção contra a perda de água por transpiração, radiação solar excessiva e ataque de patógenos (Alquini et al., 2013; Pimentel, 2014; Rieder e Schreiber, 2001). Entretanto, para outros autores, o controle de perda de água está mais relacionado à estrutura molecular, a composição química e o arranjo das ceras epicuticulares do que à espessura da cutícula (Heredia et al., 1998; Kerstiens, 1996). Nesse sentido, a associação entre a cera epicuticular, o espessamento das células epidérmicas e a grande quantidade de tricomas poderiam compensar a ocorrência de cutícula delgada em algumas das espécies estudadas e em outras espécies de Asteraceae que se desenvolvem em ambientes com disponibilidade hídrica reduzida e alta incidência luminosa, evitando assim a perda de água (Fernandes, 2014; Pykko, 1966).

A espessura das paredes periclinais externas das células epidérmicas observada na maioria das espécies estudadas pode estar associada à grande incidência luminosa ocorrente nos Campos de Areais, pois, como verificaram Cao (2000) e Rôças et al., (2001), em tais condições o espessamento das células epidérmicas tende a ser maior. A ocorrência de espessamento nas células epidérmicas de espécies do Cerrado rupestre de Goiás, dos campos rupestres de Minas Gerais e da savana Amazônica do Mato Grosso evidencia essa relação, uma vez que nesses ambientes a luminosidade também é intensa (Abdalla, 2012; Fernandes, 2014; Santos, 2013; Simioni et al., 2017; Souza, 2014;

Trindade, 2013). O aumento na espessura das células epidérmicas confere proteção contra a transpiração excessiva, evita o colapso das células em condições muito áridas, além de atuar como suporte mecânico contra a ação do vento, constituindo, portanto, uma estratégia adaptativa vantajosa para as espécies estudadas (Fahn e Cutler, 1992; Pyykko, 1966).

A ocorrência de folhas anfiestomáticas na maioria das espécies estudadas indica que, além de ser filogeneticamente constante na família Asteraceae (Metcalf e Chalk, 1950), essa característica tem grande significado adaptativo para essas espécies, uma vez que a ocorrência de estômatos em ambas as faces da lâmina foliar aumenta a circulação de CO<sub>2</sub>, otimizando as trocas gasosas em curto período de tempo, diminuindo a perda de água por transpiração e aumentando a taxa fotossintética (Fahn e Cutler, 1992; Fank-de-Carvalho et al., 2015; Mott et al., 1982). Além disso, de acordo com Mott e Michaelson (1991), condição de elevada intensidade luminosa influencia a ocorrência de estômatos em ambas as faces da epiderme. Folhas anfiestomáticas foram observadas também em outras espécies de Asteraceae e em representantes da família Amaranthaceae ocorrentes em áreas de Cerrado, Cerrado rupestre e campos rupestres, onde a intensidade luminosa também é elevada (Abdalla, 2012; Fank-de-Carvalho et al., 2015; Fernandes, 2014; Lusa e Appezzato-da-Glória, 2013; Santos, 2013; Souza, 2014; Trindade, 2013). Portanto, essa característica é importante para espécies ocorrentes nos Campos de Areais do bioma Pampa.

Mesofilo dorsiventral é um caráter filogeneticamente constante na família Asteraceae (Metcalf e Chalk, 1950) e, portanto, explica a sua ocorrência na maioria das espécies estudadas, em detrimento do mesofilo isobilateral que, apesar de ser considerado comum em espécies de ambientes áridos (Fahn e Cutler, 1992), ocorreu somente em algumas das espécies estudadas. Independentemente do tipo de mesofilo nota-se que o parênquima paliçádico apresenta células alongadas, ocupando grande proporção (50% ou mais) do mesofilo, indicando alto investimento em tecido fotossintético nas espécies estudadas. Segundo Fahn e Cutler (1992), o aumento na quantidade de parênquima paliçádico é comum em plantas expostas a intensidades luminosas elevadas e esse padrão é confirmado também em outros estudos (Dickison, 2000; Ferreira et al., 2015; Guerra e Scremin-Dias, 2017; Simioni et al., 2017).

O formato alongando das células e a presença de grande quantidade de cloroplastos no parênquima paliçádico favorece a absorção e distribuição da luz no mesofilo, permitindo maior taxa fotossintética e atuando também na eficiência das

trocas gasosas. Trata-se, portanto, de uma característica adaptativa importante para as espécies ocorrentes dos Campos de Areais que estão submetidas a altas intensidades luminosas (Fahn e Cutler, 1992; Menezes et al., 2013).

Tecido esclerenquimático, envolvendo os feixes vasculares da nervura central na forma de calotas de fibra ocorre apenas em algumas das espécies estudadas, embora seja considerado comum em espécies xerófitas (Fahn, 1990). A presença desse tipo de tecido constitui uma importante característica adaptativa das espécies dos Campos de Areais, pois confere proteção e sustentação frente à incidência dos ventos fortes dessa região (Scatena e Scremin-Dias, 2013). O tecido colenquimático, presente em todas as espécies estudadas e também observado nas espécies do Cerrado rupestre e dos campos rupestres (Abdalla, 2012; Fernandes, 2014; Santos, 2013; Souza, 2014; Trindade, 2013) também está relacionado com a sustentação das plantas nos Campos de Areais, e pode compensar a ausência do tecido esclerenquimático na maioria das espécies estudadas (Scatena e Scremin-Dias, 2013).

A ocorrência de canais secretores e tricomas glandulares, somados à detecção de compostos fenólicos, gotículas de óleo, lipídios e mucilagens em algumas das espécies estudadas são de grande importância para o seu desenvolvimento em condições áridas como os Campos de Areais do bioma Pampa no RS. Os canais secretores e os tricomas glandulares constituem caracteres filogeneticamente constantes entre as espécies da família Asteraceae (Metcalf e Chalk, 1950) e são responsáveis pela secreção mais frequente de compostos lipofílicos (terpenos, ácidos graxos livres, ceras e outros) que atuam principalmente na defesa química contra o ataque de herbívoros e também na reflexão da luz que é intensa nos Campos de Areais (Castro e Machado, 2013; Martins, 2003).

Os compostos fenólicos reduzem os efeitos nocivos da radiação solar excessiva, conferindo proteção contra o aumento da temperatura foliar e reduzindo a fotoinibição que pode ser prejudicial ao aparelho fotossintético (Izaguirre et al., 2007; Jordan et al., 2005) e também podem atuar na defesa contra a herbivoria, uma vez que conferem sabor adstringente ao vegetal (Alvarez et al., 2010; Rocha et al., 2011). A mucilagem pode estar relacionada ao transporte de água (Zimmermann et al., 1994), a interação entre inseto e planta (Davis et al., 1986), a resposta a injúrias (Clark et al., 1979) e à reserva de carboidratos (Pimienta-Barrios e Nobel, 1998).

Todas as características xeromórficas observadas e discutidas neste estudo são de grande importância para a sobrevivência das espécies de Asteraceae nos Campos de

Areais. Entretanto, essas características não foram exclusivas em todas as espécies estudadas. Algumas apresentaram também características consideradas mesomórficas como: folhas grandes, consistência membranácea, cutícula e paredes periclinais externas das células epidérmicas delgadas, folhas hipoestomáticas e estômatos posicionados acima das demais células epidérmicas (Dickison, 2000; Menezes et al., 2013). Nesses casos, possivelmente a proteção contra a luminosidade intensa e a baixa disponibilidade hídrica pode ser compensada pela ocorrência das outras características xeromórficas como a pilosidade abundante e a presença das ceras epicuticulares. Além disso, a presença de órgãos subterrâneos desenvolvidos (xilopódio) com capacidade gemífera e acúmulo de reservas nutritivas em muitas das espécies estudadas (Tabela 1) pode favorecer a regeneração da parte aérea durante os períodos mais favoráveis, garantindo assim a sobrevivência das espécies neste ambiente caracteristicamente adverso (Cury, 2008; Tertuliano e Figueiredo-Ribeiro, 1993).

## **5. Conclusão**

A morfoanatomia foliar das espécies de Asteraceae estudadas indica a ocorrência de uma síndrome adaptativa a ambientes xéricos caracterizada pela ocorrência predominante de folhas reduzidas e coriáceas, indumento tomentoso, cutícula e células epidérmicas espessadas, cera epicuticular, folhas anfiestomáticas, e investimento em tecido fotossintético e de sustentação (colênquima e esclerênquima). Estas características conferem proteção contra as condições ambientais adversas ocorrentes nos Campos de Areais e garantem a sua sobrevivência nesta região. O estudo revela também que, apesar de ocupar o mesmo habitat e estar sob influência das mesmas condições ambientais, cada espécie desenvolve uma estratégia adaptativa distinta para sobreviver e, portanto, a evolução da sua resistência ou tolerância perante essas condições é resultado da interação de vários fatores ao longo da história de vida da planta.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a equipe do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da Univates - RS por fornecer o equipamento e o suporte técnico para as análises de microscopia eletrônica de varredura, a Gustavo Heiden, Mara Angelina Galvão

Magenta, Eduardo Pasini e Roberto Lourenço Esteves pelo auxílio na identificação das espécies e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa da primeira autora. Este trabalho foi apoiado pela Fundação Araucária (51223/2017).

## Referências

- Abdalla, D.F., 2012. Morfoanatomia e metabólitos de órgãos vegetativos de *Apopyros warmingii* (Baker) G. L. Nesom e *Ichthyothere terminalis* (Spreng.) S. F. Blake (Asteraceae): estratégias adaptativas ao cerrado rupestre. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás.
- Almeida, G.S.S., Carvalho-Okano, R.M., Nakajima, J.N., Garcia, F.C.P., 2014. Asteraceae Dumort nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: Barnadesieae e Mutisieae. *Rodriguésia* 65, 311-328.
- Alquini, Y., Bona, C., Boeger, M.R.T., Costa, C.G., Barros, C.F., 2013. Epiderme, in: Apazzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. (Eds.), *Anatomia Vegetal*. Editora UFV, Viçosa, pp. 85-103.
- Alvarez, J.M., Desbiez, A.L.J., Santos, A.S., Garcia, J.B., Sobrinho, A.A.B., Machado, S.R., 2010. Descritores Epidérmicos de Cyperaceae Forrageiras – Guia para Identificação da Dieta de Herbívoros Usando o Programa Delta. Embrapa Pantanal, Corumbá.
- Anderberg, A.A., Baldwin, B.G., Bayer, R.G., Breitwieser, J., Jeffrey, C., Dillon, M.O., Eldenas, P., Funk, V., Garcia-Jacas, N., Hind, D.J.N., Karis, P.O., Lack, H.W., Nesom, G., Nordenstam, B., Oberprieler, C.H., Panero, J.L., Puttock, C., Robinson, H., Stuessy, T.F., Susanna, A., Urtubey, E., Vogt, R., Ward, J., Watson, L.E., 2007. Compositae, in: Kadereit, J.W., Jeffrey, C. (Eds.), *The families and genera of vascular plants: flowering plants Eudicots Asterales*. Springer, Berlin, pp. 61-588.
- Azevedo, A.C., Kaminski, J., 1995. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11, 65-70.
- Behling, H., Pillar, V.D., Bauermann, S.G., 2005. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 133, 235-248.

- Berlato, M.A., Farenzena, H., Leivas, J., 2006. Probabilidade de precipitação pluvial decendial ser igual ou superior à evapotranspiração de referência na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. . *Pesq. Agropec. Gau.* 12, 7-16.
- Berlyn, G.P., Miksche, J.P., 1976. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa State University Press, Ames.
- Boeger, M.R.T., Wisniewski, C., 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 26, 61-72.
- Boldrini, I.I., Ferreira, P.M.A., Andrade, B.O., Schneider, A.A., Setubal, R.B., Trevisan, R., Freitas, E.M., 2010. *Bioma Pampa: diversidade florística e fitofisionômica*. Editora Pallotti, Porto Alegre.
- Cao, K.F., 2000. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. *Can. J. Bot.* 78, 1245-1253.
- Castro, M.M., Machado, S.R., 2013. Células e tecidos secretores, in: Appezzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. (Eds.), *Anatomia Vegetal*. Editora UFV, Viçosa, pp. 169-191.
- Clarke, A.E., Anderson, R.L., Stone, B.A., 1979. Form and function of arabinogalactans and arabinogalactan-proteins. *Phytochemistry* 18, 521-540.
- Cury, G., 2008. *Sistemas subterrâneos de Asteraceae do Cerrrado paulista: abordagens anatômica, ecológica e reprodutiva*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo-Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz.
- Cutler, D.F., Botha, T., Stevenson, D.W., 2011. *Anatomia vegetal: uma abordagem aplicada*. Artmed, Porto Alegre.
- Davis, K.R., Lyon, G.D., Darvill, A.G., Albersheim, P., 1984. Host-pathogen interactions. XXV. Endopolygalacturonic acid lyase from *Erwinia carotovora* elicits phytoalexin accumulation by releasing plant cell wall fragments. *Plant Physiol.* 74, 52-60.
- Dickison, W.C., 2000. *Integrative Plant Anatomy*. Harcourt/Academic Press, San Diego.
- Ehleringer, J.R., 1984. Intraspecific competitive effects on water relations, growth and reproduction in *Encelia farinosa*. *Oecologia* 63, 153-158.

- Ellis, B., Daly, D.C., Hickey, L.J., Johnson, K.R., Mitchell, J.D., Wilf, P., Wing, S.L., 2009. Manual of leaf architecture. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Fahn, A., 1990. Plant Anatomy, 4th ed. Pergamon Press, Oxford.
- Fahn, A., Cutler, D.F., 1992. Xerophytes. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Fank-de-Carvalho, S.M., Somavilla, N.S., Marchioretto, M.S., Bão, S.N., 2015. Plant structure in the Brazilian neotropical savannah species, in: Lo, Y., Blanco, J.A., Roy, S. (Eds.), Biodiversity in Ecosystems – Linking Structure and Function. InTech, London, pp. 425-460.
- Fernandes, Y.S., 2014. Morfoanatomia, tricomas glandulares e análise fitoquímica de *Trichogonia eupatorioides* (Gardner) R. M. King & H. Rob (Asteraceae-Eupatorieae) ocorrente em área de cerrado rupestre. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás.
- Ferreira, C.S., Carmo, W.S., Graciano-Ribeiro, D., Oliveira, J.M.F., Melo, R.B., Franco, A.C., 2015. Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. Acta Amaz. 45, 337-346.
- Flora do Brasil 2020 em construção, 2017. Asteraceae. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB55> (accessed 11 October 2017).
- Franklin, G.L., 1945. Preparation of thin sections of synthetic resin and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. Nature 155, 51.
- Freitas, E.M., Boldrini, I.I., Müller, S.C., Verdum, R., 2009. Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Bot. Bras. 23, 414-426.
- Freitas, E.M., Trevisan, R., Schneider, A.A., Boldrini, I.I., 2010. Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. Rev. Bras. Biocienc. 8, 112-130.
- Funk, V.A., Bayer, R.J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J.L., Baldwin, B.G., Garcia-Jacas, N., Susanna, A., Jansen, R.K., 2005. Everywhere but Antarctica: using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. Biol. Skr. 55, 343-374.
- Funk, V.A., Susanna, A., Stuessy, T.F., Robinson, H., 2009. Classification of Compositae, in: Funk, V.A., Susanna, A., Stuessy, T.F., Bayer, R.J. (Eds.),

- Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, pp. 171-189.
- Fuzeto, A.P., Lomônaco, C., 2000. Potencial plástico de *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em áreas de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. Rev. Bras. Bot. 23, 169-176.
- Gonçalves, E.G., Lorenzi, H., 2011. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares, 2nd ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- Guerra, A., Scremin-Dias, E., 2017. Leaf traits, sclerophylly and growth habits in plant species of a semiarid environment. Rev. Bras. Bot. 41, 131-144.
- Heredia, A., Casado, C.G., Laguna, L., Reina, J.J., Serrano, J.M., Dominguez, E., 1998. La cutícula vegetal: estructura y funciones. Ecología 12, 293-305.
- Izaguirre, M.M., Mazza, C.A., Svatos, A., Baldwin, I.T., Ballaré, C.L., 2007. Solar ultraviolet-B radiation and insect herbivory trigger partially overlapping phenolic responses in *Nicotiana attenuata* and *Nicotiana longiflora*. Ann. Bot. 99, 103-109.
- Johansen, D.A., 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book, New York.
- Jordan, G.J., Dillon, R.A., Weston, P.H., 2005. Solar radiation as a factor in the evolution of scleromorphic leaf anatomy in Proteaceae. Am. J. Bot. 92, 789-796.
- Junior, A.E., Boeger, M.R.T., Júnior, A.M., Reissmann, C.B., Rickli, F.L., 2009. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. Rev. Bras. Bot. 32, 749-758.
- Kerstiens, G., 1996. Cuticular water permeability and its physiological significance. J. Exp. Bot. 47, 1813-1832.
- Klamt, E., Schneider, P., 1995. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. Ciência & Ambiente 11, 71-80.
- Kraus, J.E., Arduim, M., 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. EDUR, Rio de Janeiro.
- Larcher, L., Boeger, M.R.T., 2009. Arquitetura foliar de *Odontonema strictum* (Nees) O. Kuntze (Acanthaceae) em duas condições de luminosidade. Hoehnea 36, 321-327.
- Levin, D.A., 1973. The role of trichomes in plant defense. Q. Rev. Biol. 48, 3-15.
- Lusa, M.G., Appezzato-da-Glória, B., 2013. Adaptações morfoanatômicas de *Minasia scapigera* (Vernonieae: Asteraceae) aos campos rupestres, in: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte.



- Marchiori, J.N.C., 1995. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. *Ciência & Ambiente* 11, 81-92.
- Martins, F.M., 2003. Estruturas secretoras da lâmina foliar de espécies de *Senecio Tourn Ex. L.* (Asteraceae). Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa.
- Menezes, N.L., Silva, D.C., Melo-de-Pinna, G.F.A., 2013. Folha, in: Appezzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. (Eds.), *Anatomia Vegetal*. Editora UFV, Viçosa, pp. 281-301.
- Metcalf, C.R., Chalk, L., 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- Moreno, J.A., 1961. Clima do Rio Grande do Sul. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul* 11, 49-83.
- Morris, M.W., Stern, W.L., Judd, W.S., 1996. Vegetative anatomy and systematics of subtribe Dendrobiinae (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 120, 89-144.
- Mott, K.A., Gibson, A.C., O'leary, J.W., 1982. The adaptive significance of amphistomatic leaves. *Plant Cell Environ.* 5, 455-460.
- Mott, K.A., Michaelson, O., 1991. Amphistomy as an adaptation to high light intensity in *Ambrosia cordifolia* (Compositae). *Am. J. Bot.* 78, 76-79.
- Nimer, E., 1979. *Climatologia do Brasil*, 2nd ed. IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro.
- Oliveira, M.G., Suertegaray, D.M.A., 2014. Processos geomorfológicos na evolução da paisagem. *Rev. FSA.* 11, 211-233.
- Overbeck, G.E., Boldrini, I.I., Carmo, M.R.B., Garcia, E.N., Moro, R.S., Pinto, C.E., Trevisan, R., Zannin, A., 2015. Fisionomia dos Campos, in: Pillar, V.P., Lange, O. (Eds.), *Os campos do Sul*. Rede Campos Sulinos – UFRGS, Porto Alegre, pp. 33-41.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., Forneck, E.D., 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspect Plant Ecol Syst.* 9, 101-116.
- Pimentel, B.S., 2014. Constituintes de ceras cuticulares de espécies de *Croton L.*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- Pimienta-Barrios, E., Nobel, P.S., 1998. Vegetative, reproductive, and physiological adaptations to aridity of pitayo (*Stenocereus queretaroensis*, Cactaceae). *Econ. Bot.* 52, 401-411.
- Pyykkö, M., 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* 3, 453-622.

- Riederer, M., Schreiber, L., 2001. Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. *J. Exp. Bot.* 52, 2023-2032.
- Rôças, G., Scarano, F.R., Barros, C.F., 2001. Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) under distinct light and soil water regimes. *Bot. J. Linn. Soc.* 136, 231-238.
- Rocha, W.S., Lopes, R.M., Silva, D.B., Vieira, R.F., Silva, J.P., Agostini-Costa, T.S., 2011. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do Cerrado. *Rev. Bras. Frutic.* 33, 1215-1221.
- Roeser, K.R., 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer – Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos* 61, 33-36.
- Rossatto, D.R., Kolb, R.M., 2010. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. *Acta Bot. Bras.* 24, 605-612.
- Santos, V.S., 2013. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Chrysolaena simplex* (Less) Dematt. e *Lessingianthus buddleiifolius* (Mart. ex DC.) H. Rob. (Asteraceae) em ambientes rupestres da Serra Dourada, Goiás. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás.
- Sass, J.E., 1951. *Botanical Microtechnique*, 2nd ed. Iowa State College Press, Ames.
- Scatena, V.L., Scremin-Dias, E., 2013. Parênquima, Colênquima e Esclerênquima, in: Apuzzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. (Eds.), *Anatomia Vegetal*. Editora UFV, Viçosa, pp. 105-121.
- Simioni, P.F., Eisenlohr, P.V., Pessoa, M.J.G., Silva, I.V., 2017. Elucidating adaptive strategies from leaf anatomy: Do Amazonian savannas present xeromorphic characteristics? *Flora* 226, 38-46.
- Smiljanic, K.B.A., 2005. Anatomia foliar de espécies de Asteraceae de um afloramento rochoso no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG). Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa.
- Souza, L.A., Rosa, S.M., Moscheta, I.S., Mourão, K.S.M., Rodella, R.A., Rocha, D.C., Lolis, M.I.G.A., 2016. *Morfologia e anatomia vegetal: técnicas e práticas*. Editora UEPG, Ponta Grossa.
- Souza, V.P., 2014. Morfoanatomia de órgãos vegetativos aéreos e sistemas subterrâneos de *Ichthyothere mollis* Baker. e *Jungia floribunda* Less. (Asteraceae) ocorrentes no cerrado rupestre do estado de Goiás. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás.

- Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P., Giasson, E., Pinto, L.F.S., 2008. Solos do Rio Grande do Sul, 2nd ed. EMATER/RS, Porto Alegre.
- Suertegaray, D.M.A., 1995. O Rio Grande do Sul descobre os seus “desertos”. *Ciência & Ambiente* 11, 33-52.
- Suertegaray, D.M.A., 1998. Deserto Grande do Sul: controvérsia, 2nd ed. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Tertuliano, M.F., Figueiredo-Ribeiro, R.C.L., 1993. Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. *New Phytot.* 123, 741-749.
- Trindade, L.M.P. 2013. Morfoanatomia, tricomas glandulares e fitoquímica de *Lomatozona artemisiifolia* Baker (Asteraceae - Eupatorieae) - uma planta endêmica do cerrado de Goiás. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás.
- Verdum, R., 2004. Depressão periférica e planalto: potencial ecológico e utilização social da natureza, in: Verdum, R., Basso, L.A., Suertegaray, D.M.A. (Orgs.), Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, pp. 39-57.
- Wagner, M.A., Loeuille, B.F.P., Siniscalchi, C.M., Melo-de-Pinna, G.F., Pirani, J.R., 2014. Diversity of non-glandular trichomes in subtribe Lychnophorinae (Asteraceae: Vernoniae) and taxonomic implications. *Plant Syst Evol.* 300, 1219-1233.
- Zappi, D.C., Filardi, F.L.R., Leitman, P., Souza, V.C., Walter, B.M.T., Pirani, J.R., Morim, M.P., Queiroz, L.P., Cavalcanti, T.B., Mansano, V.F., Forzza, R.C., 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66, 1085-1113.
- Zimmermann, U., Zhu, J.J., Meinzer, F.C., Goldstein, G., Schneider, H., Zimmermann, G., Benkert, R., Thiirmer, F., Melcher, P., Webb, D., Haase, A., 1994. High molecular weight organic compounds in the xylem sap of mangroves: implications for long distance water transport. *Bot. Acta.* 107, 218-229.

**Tabela 1.** Tribos e espécies de Asteraceae estudadas com seus respectivos vouchers e características gerais. OS = órgão subterrâneo desenvolvido; Su = subarbusto; He = herbácea; Ar = arbusto; [+] = presente; [-] = ausente; [\*] = anual; [!] = perene; d = desconhecido.

<b>Tribos / Espécies</b>	<b>Vouchers</b>	<b>Hábito</b>	<b>OS</b>
<b>Tribo Astereae</b>			
<i>Noticastrum acuminatum</i> (DC.) Cuatrec. :	UNOP 8759	Su	-
<b>Tribo Cichorieae</b>			
<i>Hieracium commersonii</i> Monnier :	UNOP 8761	He	-
<b>Tribo Eupatorieae</b>			
<i>Eupatorium squarrulosum</i> Hook. & Arn. :	UNOP 8763	Su	d
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. & Arn. :	UNOP 8764	Su	d
<i>Eupatorium tanacetifolium</i> Gillies ex Hook. & Arn.:	UNOP 8750	Su	+
<i>Gyptis crassipes</i> (Hieron.) R.M. King & H.Rob. :	UNOP 8861	Su	d
<i>Mikania thapsoides</i> DC. :	UNOP 8762	Su	d
<i>Praxelis diffusa</i> (Rich.) Pruski *	UNOP 8730	He	+
<b>Tribo Gnaphalieae</b>			
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC. *	UNOP 8720	He	-
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch.Bip. *	UNOP 8753	He	-
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd. *	UNOP 8755	He	-
<i>Gamochaeta falcata</i> (Lam.) Cabrera *	UNOP 8751	He	-
<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass. :	UNOP 8721	He	-
<i>Lucilia nitens</i> Less. :	UNOP 8735, 8736	He	-
<b>Tribo Heliantheae</b>			
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze :	UNOP 8727, 8728	He	+
<b>Tribo Inuleae</b>			
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC. :	UNOP 8745	Su	+
<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC. :	UNOP 8722, 8723	Su	+
<i>Pterocaulon polystachyum</i> DC. :	UNOP 8760	Su	+
<i>Stenachaenium riedelli</i> Baker :	UNOP 8743, 8744	He	-
<b>Tribo Millerieae</b>			
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze :	UNOP 8741	He	-
<b>Tribo Mutisieae</b>			
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart :	UNOP 8748	He	-
<b>Tribo Neurolaeneae</b>			
<i>Calea uniflora</i> Less. :	UNOP 8737, 8738	He	+
<i>Dimerostemma grisebachii</i> (Baker) M.D.Moraes :	UNOP 8739	He	+
<b>Tribo Senecioneae</b>			
<i>Senecio leptolobus</i> DC. :	UNOP 8752	Su	+
<i>Senecio oxyphyllus</i> DC. *	UNOP 8754	He	-
<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC. *	UNOP 8746	He	-
<b>Tribo Vernonieae</b>			
<i>Centratherum camporum</i> (Hassl.) Malme :	UNOP 8758	He	+
<i>Chrysolaena cognata</i> (Less.) Dematt. :	UNOP 8756, 8757	Su	+
<i>Chrysolaena flexuosa</i> (Sims) H.Rob. :	UNOP 8859, 8860	Su	+
<i>Lessingianthus brevifolius</i> (Less.) H.Rob. :	UNOP 8724, 8725, 8726	Su	+
<i>Lessingianthus macrocephalus</i> (Less.) H.Rob. :	UNOP 8734	He	+
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason :	UNOP 8742	He	-
<i>Vernonanthura chamaedrys</i> (Less.) H.Rob. :	UNOP 8858	Su	+
<i>Vernonanthura nudiflora</i> (Less.) H.Rob. :	UNOP 8731, 8732, 8733	Ar	+

**Tabela 2.** Principais diferenças morfológicas da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. <sup>1</sup> = bipinada; <sup>2</sup> = pinatissecta; Le = leptofilo; Na = nanofilo; Mi = microfilo; No = notofilo; Me = mesofilo.

<b>Tribos / Espécies</b>	<b>Tipo folha</b>	<b>Filotaxia</b>	<b>Pecíolo</b>	<b>Consistência</b>	<b>Indumento</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Tribo Astereae</b>						
<i>Noticastrum acuminatum</i>	simples	alterna	ausente	coriácea	lanuginoso	1,63 (Na) - 5,11 (Mi)
<b>Tribo Cichorieae</b>						
<i>Hieracium commersonii</i>	simples	roseta	presente	membranácea	hirto/hirsuto	2,30 (Mi) - 32,16 (No)
<b>Tribo Eupatorieae</b>						
<i>Eupatorium squarulosum</i>	simples	oposta	presente	cartácea	piloso	0,88 (Na) - 4,95 (Mi)
<i>Eupatorium subhastatum</i>	simples	alterna	presente	cartácea	hirto/hirsuto	0,23 (Le) - 1,15 (Na)
<i>Eupatorium tanacetifolium</i>	composta <sup>1</sup>	alterna	presente	cartácea	hirto/hirsuto	1,74 (Na) - 3,69 (Mi)
<i>Gyptis crassipes</i>	simples	verticilada	presente	cartácea	pubescente	0,83 (Na) - 10,09 (Mi)
<i>Mikania thapsoides</i>	simples	oposta	presente	cartácea	pubescente	3,01 - 14,70 (Microfilo)
<i>Praxelis diffusa</i>	simples	oposta	presente	membranácea	hispido	1,56 (Na) - 9,75 (Mi)
<b>Tribo Gnaphalieae</b>						
<i>Achyrocline satureioides</i>	simples	alterna	ausente	membranácea	tomentoso	0,60 (Na) - 4,68 (Mi)
<i>Facelis retusa</i>	simples	alterna	ausente	membranácea	tomentoso	0,05 - 0,20 (Leptofilo)
<i>Gamochaeta americana</i>	simples	roseta	ausente	coriácea	tomentoso	0,16 (Le) - 2,38 (Mi)
<i>Gamochaeta falcata</i>	simples	alterna	presente	coriácea	tomentoso	0,45 (Na) - 2,98 (Mi)
<i>Lucilia acutifolia</i>	simples	alterna	ausente	membranácea	tomentoso	0,05 (Le) - 0,42 (Na)
<i>Lucilia nitens</i>	simples	alterna	ausente	membranácea	tomentoso	0,11 (Le) - 0,44 (Na)
<b>Tribo Heliantheae</b>						
<i>Aspilia montevidensis</i>	simples	oposta	presente	membranácea	hispido	0,58 (Na) - 4,18 (Mi)
<b>Tribo Inuleae</b>						
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	simples	roseta	ausente	coriácea	tomentoso	0,74 (Na) - 5,38 (Mi)
<i>Pterocaulon angustifolium</i>	simples	alterna	ausente	coriácea	tomentoso	0,68 (Na) - 2,84 (Mi)
<i>Pterocaulon polystachyum</i>	simples	oposta	presente	membranácea	piloso	2,08 (Na) - 18,73 (Mi)
<i>Stenachaenium riedelli</i>	simples	roseta	presente	membranácea	tomentoso	4,44 (Mi) - 51,86 (Me)
<b>Tribo Millerieae</b>						
<i>Acanthospermum australe</i>	simples	oposta	presente	membranácea	piloso	0,30 - 1,39 (Nanofilo)

Tabela 2. Continuação.

<b>Tribos / Espécies</b>	<b>Tipo folha</b>	<b>Filotaxia</b>	<b>Pecíolo</b>	<b>Consistência</b>	<b>Indumento</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Tribo Mutisieae</b>						
<i>Chaptalia integerrima</i>	simples	roseta	presente	coriácea	tomentoso	7,05 (Mi) - 29,13 (No)
<b>Tribo Neurolaeneae</b>						
<i>Calea uniflora</i>	simples	oposta	presente	coriácea	hispido	0,82 (Na) - 7,67 (Mi)
<i>Dimerostemma grisebachii</i>	simples	oposta	ausente	coriácea	hispido	0,88 (Na) - 5,44 (Mi)
<b>Tribo Senecioneae</b>						
<i>Senecio leptolobus</i>	composta <sup>2</sup>	alterna	presente	cartácea	piloso	0,33 - 1,94 (Nanofilo)
<i>Senecio oxyphyllus</i>	simples	alterna	ausente	membranácea	pubescente	0,65 (Na) - 7,23 (Mi)
<i>Senecio selloi</i>	simples	alterna	ausente	coriácea	hirto/hirsuto	0,99 (Na) - 16,94 (Mi)
<b>Tribo Vernoniaeae</b>						
<i>Centratherum camporum</i>	simples	alterna	presente	membranácea	pubescente	0,11 (Le) - 0,97 (Na)
<i>Chrysolaena cognata</i>	simples	alterna	ausente	coriácea	tomentoso	0,88 (Na) - 8,33 (Mi)
<i>Chrysolaena flexuosa</i>	simples	verticilada	presente	coriácea	tomentoso	1,26 (Na) - 5,27 (Mi)
<i>Lessingianthus brevifolius</i>	simples	alterna	presente	cartácea	piloso	0,04 (Le) - 0,25 (Na)
<i>Lessingianthus macrocephalus</i>	simples	alterna	presente	coriácea	tomentoso	15,08 (Mi) - 51,34 (Me)
<i>Orthopappus angustifolius</i>	simples	roseta	ausente	cartácea	piloso	11,07 (Mi) - 29,76 (No)
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	simples	verticilada	ausente	coriácea	tomentoso	0,35 (Na) - 3,54 (Mi)
<i>Vernonanthura nudiflora</i>	simples	alterna	ausente	coriácea	hirto/hirsuto	0,29 - 1,00 (Nanofilo)

**Tabela 3.** Principais diferenças anatômicas da epiderme da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. Ad = adaxial; Ab = abaxial; [↔] = mesmo nível; [↑] = acima; [-] = ausente; [1] = tricoma glandular recurvado; [2] = tricoma glandular capitado ereto; [3] = tricoma glandular capitado vesicular uni-multisseriado; [4] = tricoma tector cônico simples; [5] = tricoma tector filiforme flagelado; [6] = tricoma tector asseptado flagelado; [7] = tricoma tector em forma chicote; [8] = tricoma tector oblíquo flagelado; [9] = tricoma tector ramificado com um braço; [10] = tricoma tector ramificado com dois braços em forma de T; [11] = tricoma tector ramificado com três ou mais braços.

Tribos / Espécies	Proporção células epidérmicas	Células epidérmicas		Posição dos estômatos	Tricoma glandular	Tricoma tector
		Adaxial / Abaxial	Cutícula Adaxial / Abaxial			
<b>Tribo Astereae</b>						
<i>Noticastrum acuminatum</i>	semelhante	espessada / espessada	espessada / espessada	↑	2	6
<b>Tribo Cichorieae</b>						
<i>Hieracium commersonii</i>	semelhante	moderada / espessada	espessada / espessada	↔	2	11
<b>Tribo Eupatorieae</b>						
<i>Eupatorium squarrulosum</i>	diferente	espessada / moderada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	1/3	4
<i>Eupatorium subhastatum</i>	diferente	moderada / moderada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	1/3	4
<i>Eupatorium tanacetifolium</i>	semelhante	moderada / delgada	delgada / delgada	↑	1/2	4
<i>Gyptis crassipes</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↑	1/2/3	4
<i>Mikania thapsoides</i>	semelhante	moderada / delgada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	3	4
<i>Praxelis diffusa</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↔	1/3	4
<b>Tribo Gnaphalieae</b>						
<i>Achyrocline satureioides</i>	semelhante	moderada / delgada	delgada / delgada	↔	3	5
<i>Facelis retusa</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	2	5
<i>Gamochaeta americana</i>	semelhante	moderada / moderada	espessada / moderada	↔	2	5
<i>Gamochaeta falcata</i>	diferente	espessada / delgada	moderada / moderada	↑	2	5
<i>Lucilia acutifolia</i>	semelhante	delgada / delgada	delgada / delgada	↑	2	7
<i>Lucilia nitens</i>	semelhante	delgada / delgada	delgada / delgada	↔	2	5
<b>Tribo Heliantheae</b>						
<i>Aspilia montevidensis</i>	diferente	moderada / moderada	moderada / moderada	↔	1/2	4

Tabela 3. Continuação.

Tribos / Espécies	Proporção células epidérmicas	Células epidérmicas		Posição dos estômatos	Tricoma glandular	Tricoma tector
		Adaxial / Abaxial	Cutícula Adaxial / Abaxial			
<b>Tribo Inuleae</b>						
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	diferente	espessada / moderada	espessada / delgada	↔Ad/↑Ab	3	5
<i>Pterocaulon angustifolium</i>	semelhante/diferente	delgada / delgada	espessada / delgada	↑	3	8
<i>Pterocaulon polystachyum</i>	diferente	espessada / moderada	espessada / espessada	↑	2	8
<i>Stenachaenium riedelli</i>	semelhante	moderada / espessada	moderada / espessada	↔Ad/↑Ab	3	4
<b>Tribo Millerieae</b>						
<i>Acanthospermum australe</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	3	4
<b>Tribo Mutisieae</b>						
<i>Chaptalia integerrima</i>	semelhante/diferente	espessada / moderada	moderada / moderada	↑	2	10
<b>Tribo Neurolaeneae</b>						
<i>Calea uniflora</i>	semelhante	espessada / espessada	moderada / moderada	↔	2/3	4
<i>Dimerostemma grisebachii</i>	diferente	moderada / moderada	espessada / moderada	↔Ad/↑Ab	1/3	4
<b>Tribo Senecioneae</b>						
<i>Senecio leptolobus</i>	semelhante	espessada / espessada	espessada / moderada	↔	2	-
<i>Senecio oxyphyllus</i>	diferente	espessada / moderada	espessada / espessada	↔Ad/↑Ab	2	4/8
<i>Senecio selloi</i>	diferente	moderada / moderada	espessada / espessada	↔Ad/↑Ab	2	-
<b>Tribo Vernonieae</b>						
<i>Centratherum camporum</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↔Ad/↑Ab	3	10
<i>Chrysolaena cognata</i>	diferente	espessada / espessada	moderada / moderada	↔	3	9
<i>Chrysolaena flexuosa</i>	diferente	espessada / espessada	moderada / moderada	↔	3	9
<i>Lessingianthus brevifolius</i>	semelhante	moderada / moderada	moderada / moderada	↔	3	9
<i>Lessingianthus macrocephalus</i>	diferente	espessada / moderada	moderada / delgada	↔Ad/↑Ab	2/3	5
<i>Orthopappus angustifolius</i>	diferente	moderada / delgada	delgada / delgada	↔Ad/↑Ab	3	9/10
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	diferente	espessada / delgada	moderada / delgada	↔Ad/↑Ab	-	7
<i>Vernonanthura nudiflora</i>	diferente	espessada / delgada	delgada / delgada	↔	2/3	8

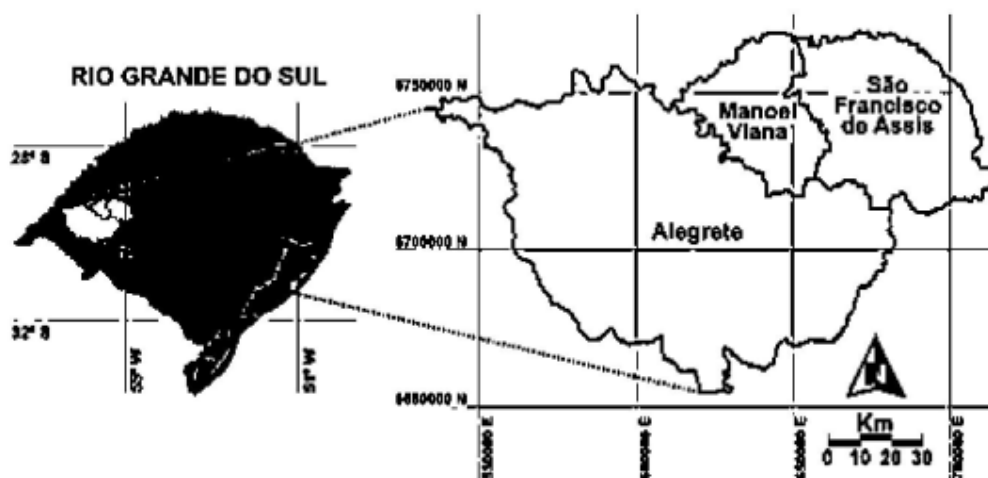


**Tabela 4.** Principais diferenças anatômicas do mesofilo e nervura central da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas. NC = nervura central; me = mesofilo; pal = parênquima paliádico; lac = parênquima lacunoso; pl = parênquima plicado; cs = canal secretor; fx = feixe vascular; cal = calota de fibra; I = mesofilo isobilateral; D = mesofilo dorsiventral; [-] = ausente; [+] = presente; p = pouco desenvolvido; b = bem desenvolvido.

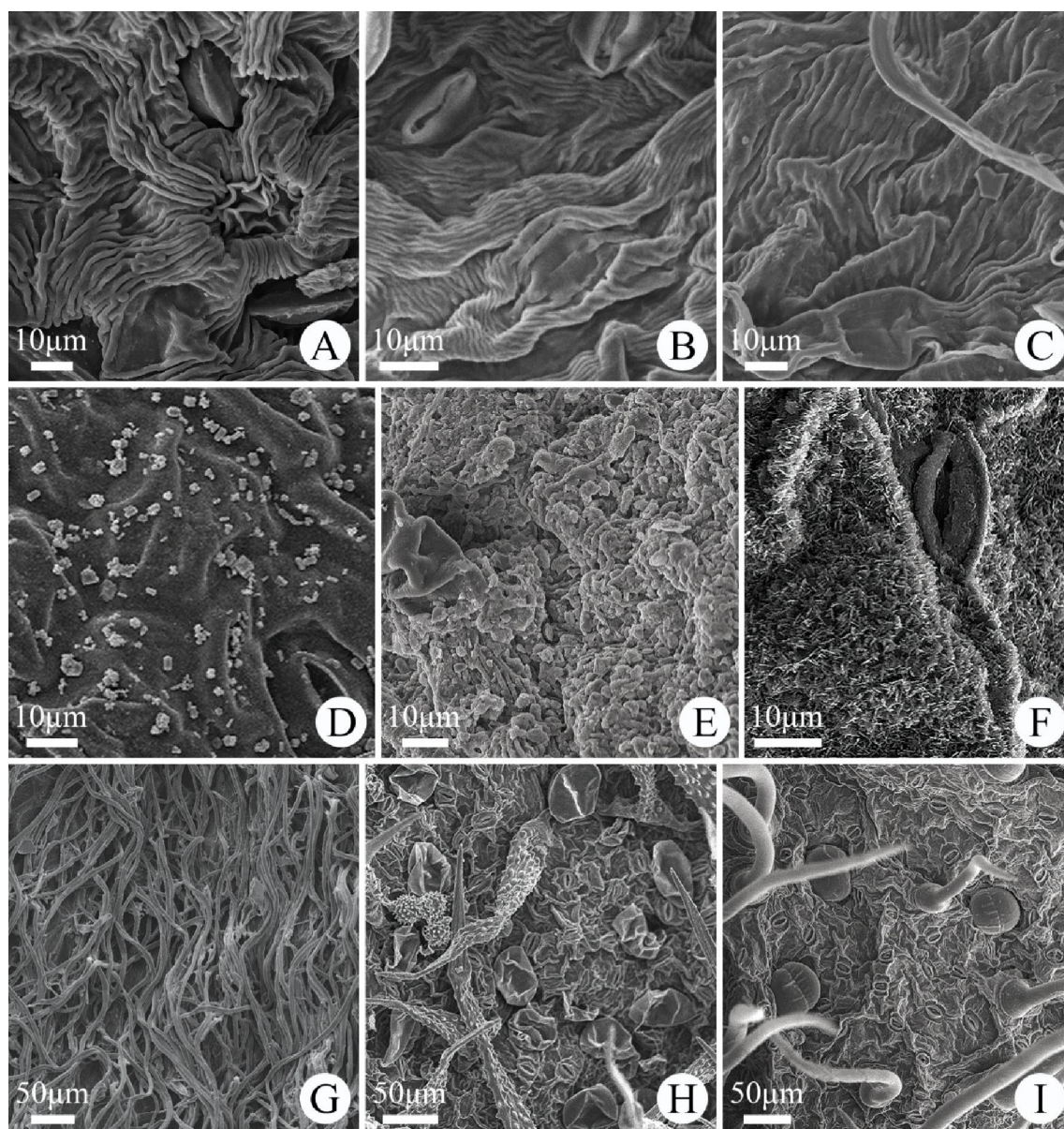
Tribos / Espécies	Mesofilo					NC			
	me	espessura (um)		camadas (N°)		pl	cs	fx	cal
		me	pal	pal	lac				
<b>Tribo Astereae</b>									
<i>Noticastrum acuminatum</i>	I	193	69	1-2	2-3	-	+	1-2	-
<b>Tribo Cichorieae</b>									
<i>Hieracium commersonii</i>	D	386	129	1-2	7-8	-	-	3	-
<b>Tribo Eupatorieae</b>									
<i>Eupatorium squarulosum</i>	D	346	107	1-2	2-6	-	+	1-3	p
<i>Eupatorium subhastatum</i>	D	216	77	1-2	3-10	-	+	1-3	-
<i>Eupatorium tanacetifolium</i>	D	162	50	1-2	5-6	-	+	1-4	-
<i>Gyptis crassipes</i>	D	450	163	1-2	2-6	-	-	1-3	p
<i>Mikania thapsoides</i>	I	297	106	1-2	3-4	-	+	2-4	-
<i>Praxelis diffusa</i>	D	251	81	1-2	4-5	+	+	1	-
<b>Tribo Gnaphalieae</b>									
<i>Achyrocline satureioides</i>	D	209	42	1	4-5	-	-	1-3	-
<i>Facelis retusa</i>	D	132	54	1-2	4-5	-	-	1	-
<i>Gamochaeta americana</i>	D	256	119	2	5-7	-	-	1	-
<i>Gamochaeta falcata</i>	D	248	102	1-2	4-5	-	-	1	b
<i>Lucilia acutifolia</i>	I	143	90	1-2	2-3	-	-	1	p
<i>Lucilia nitens</i>	I	136	54	1-2	3	-	-	1	-/p
<b>Tribo Heliantheae</b>									
<i>Aspilia montevidensis</i>	I	202	133	1-2	3-4	-	-	1-3	-
<b>Tribo Inuleae</b>									
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	D	132	52	1-2	3-9	+	-	1-3	b
<i>Pterocaulon angustifolium</i>	D	159	56	1-2	3-6	-/+	-	1-2	b/p
<i>Pterocaulon polystachyum</i>	D	181	59	1	4-5	+	-	1-2	-
<i>Stenachaenium riedelli</i>	D	588	172	2	5-7	-	-	1-3	-
<b>Tribo Millerieae</b>									
<i>Acanthospermum australe</i>	D	276	102	1	4-5	+	+	1	-
<b>Tribo Mutisieae</b>									
<i>Chaptalia integerrima</i>	D	202	82	1-2	4-5	+	-	1-4	b
<b>Tribo Neurolaeneae</b>									
<i>Calea uniflora</i>	D	619	243	1-2	3-4	+	+	1-3	p
<i>Dimerostemma grisebachii</i>	D	173	89	1-2	2-4	-	-	1-3	-
<b>Tribo Senecioneae</b>									
<i>Senecio leptolobus</i>	I	655	370	2-3	4-5	-	+	1	-
<i>Senecio oxyphyllus</i>	D	492	274	2-3	3-5	+	+	1	-
<i>Senecio selloi</i>	D	547	282	1-2	2-4	-	+	1-3	-
<b>Tribo Vernoniaeae</b>									
<i>Centratherum camporum</i>	I	178	88	1-2	2-3	-	-	1	-
<i>Chrysolaena cognata</i>	I	388	163	1-2	3-4	+	-	1-3	b

Tabela 4. Continuação.

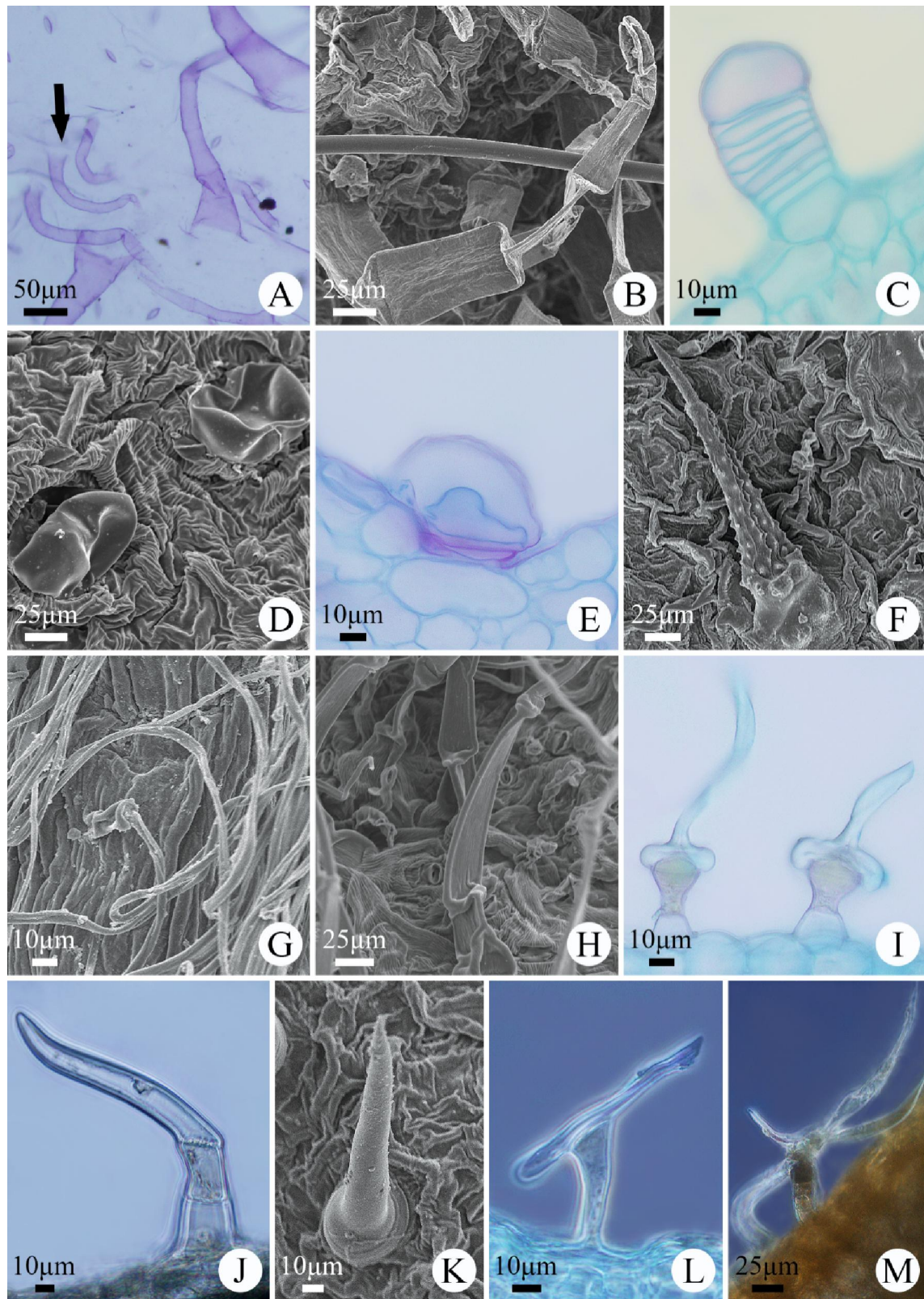
Tribos / Espécies	Mesofilo					NC			
	me	espessura		camadas		pl	cs	fx	cal
		(um)		(N°)					
		me	pal	pal	lac				
<i>Chrysoleaena flexuosa</i>	D	940	433	1-4	5-9	+	-	1-2	p
<i>Lessingianthus brevifolius</i>	I	333	215	1-3	2-4	-	-	1	p
<i>Lessingianthus macrocephalus</i>	D	386	213	2	4-5	+	-	5-6	b
<i>Orthopappus angustifolius</i>	D	257	76	1-2	5-6	+	-	4-5	b
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	D	162	99	1-2	2-4	-	-	1-3	b
<i>Vernonanthura nudiflora</i>	D	271	156	3-4	3-5	-	-	1-3	b



**Figura 1.** Localização dos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, sudoeste do Rio Grande do Sul, onde as espécies foram coletadas. Fonte: Freitas et al., 2010.

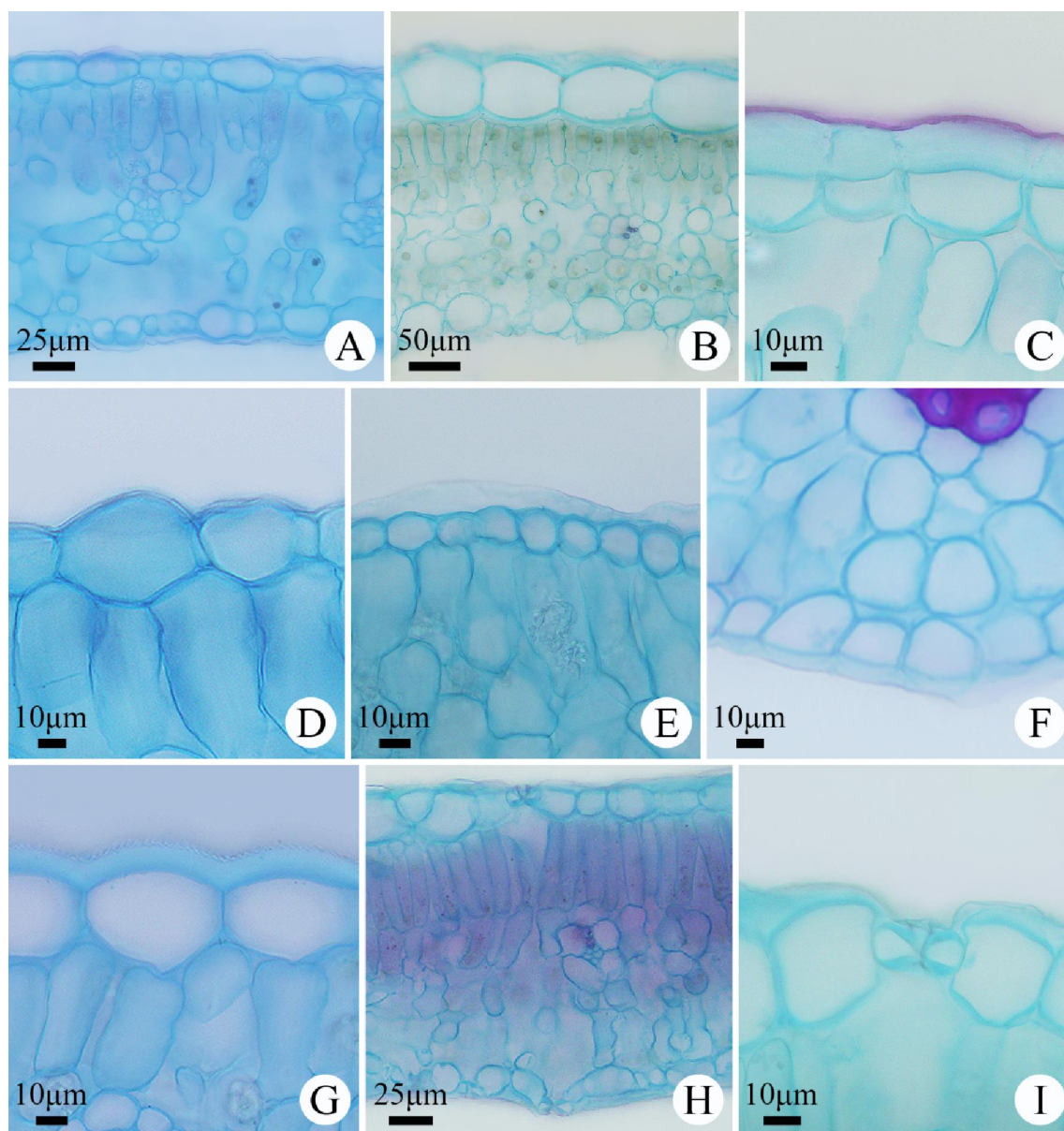


**Figura 2.** Vista frontal da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **A-C.** Detalhe da cutícula estriada em *Calea uniflora*, *Noticastrum acuminatum* e *Chaptalia integerrima*, respectivamente. **D.** Detalhe da cera epicuticular em forma de grânulos em *Eupatorium squarrulosum*. **E.** Detalhe da cera epicuticular em forma de crosta de *Chaptalia integerrima*. **F.** Detalhe da cera epicuticular em placas agregadas em *Hieracium commersonii*. **G.** Visão geral dos tricomas recobrendo a superfície da lâmina foliar em *Gamochaeta falcata*. **H-I.** Detalhe dos tricomas tectores e glandulares em *Dimerostemma grisebachii* e *Chrysolaela cognata*, respectivamente.

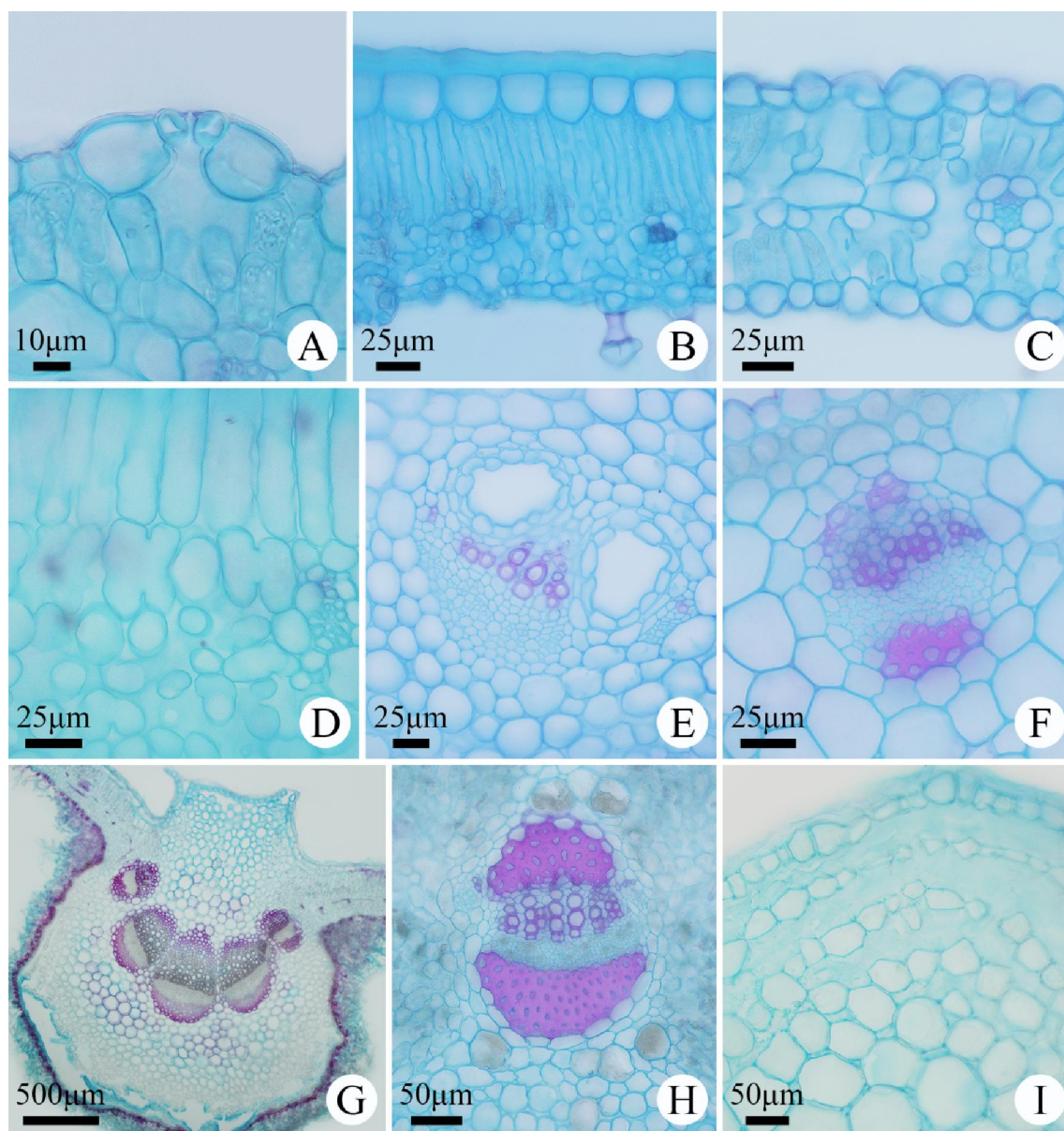


**Figura 3.** Vista frontal em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microscopia de luz (ML) e secção transversal em ML da lâmina foliar das espécies de Asteraceae estudadas com

destaque para os tipos de tricomas glandulares e tectores. **A.** Tricoma glandular recurvado em vista frontal (ML) de *Gyptis crassipes*. **B-C.** Tricoma glandular capitado ereto de *Senecio selloi* (MEV) e *Pterocaulon polystachyum* (ST), respectivamente. **D-E.** Tricoma glandular capitado vesicular unisseriado a multisseriado de *Calea uniflora* (MEV) e *Orthopappus angustifolius* (ST), respectivamente. **F.** Tricoma tector cônico simples em *Aspilia montevidensis* (MEV). **G-H.** MEV do tricoma tector filiforme flagelado de *Facelis retusa* e do tricoma tector asseptado flagelado de *Noticastrum acuminatum*, respectivamente. **I-J.** Vista transversal do tricoma tector em forma de chicote de *Lucilia acutifolia* e do tricoma tector oblíquo flagelado de *Pterocaulon polystachyum*, respectivamente. **K.** Tricoma tector ramificado com um braço de *Chrysolaena cognata* (MEV). **L-M.** Vista transversal do tricoma tector ramificado com dois braços em forma de T de *Chaptalia integerrima* e do tricoma tector ramificado com três ou mais braços de *Hieracium commersonii*, respectivamente.



**Figura 4.** Lâmina foliar, em secção transversal, das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia de luz. **A-B.** Visão geral da epiderme e mesófilo de *Centratherum camporum* e *Gamochaeta falcata*, respectivamente. **C-G.** Detalhe da epiderme de *Senecio leptolobus*, *Achyrocline satureioides*, *Pterocaulon angustifolium*, *Lessingianthus brevifolius* e *Chaptalia integerrima*, respectivamente. **H.** Visão geral da epiderme e mesófilo de *Aspilia montevidensis*. **I.** Detalhe da epiderme de *Dimerostemma grisebachii*.



**Figura 5.** Lâmina foliar, em secção transversal, das espécies de Asteraceae estudadas em Microscopia de luz. **A.** Detalhe da epiderme de *Lucilia nitens*. **B-C.** Visão geral da epiderme e mesofilo de *Vernanthura chamaedrys* e *Lucilia nitens*, respectivamente. **D.** Detalhe do mesofilo evidenciando o parênquima plicado em *Acanthospermum australe*. **E.** Detalhe do canal secretor em *Eupatorium tanacetifolium*. **F.** Detalhe do feixe vascular colateral em *Lucilia nitens*. **G.** Visão geral da nervura central de *Lessingianthus macrocephalus*. **H.** Detalhe do feixe vascular colateral em *Vernanthura nudiflora*. **I.** Detalhe do colênquima em *Stenachaenium riedelli*.



## **Normas para submissão ao periódico Flora**

### DESCRIPTION

#### Aims and Scope

FLORA publishes original contributions and review articles on plant structure (morphology and anatomy), plant distribution (incl. phylogeography) and plant functional ecology (ecophysiology, population ecology and population genetics, organismic interactions, community ecology, ecosystem ecology). Manuscripts (both original and review articles) on a single topic can be compiled in Special Issues, for which suggestions are welcome.

FLORA, the scientific botanical journal with the longest uninterrupted publication sequence (since 1818), considers manuscripts in the above areas which appeal a broad scientific and international readership. Manuscripts focused on floristics and vegetation science will only be considered if they exceed the pure descriptive approach and have relevance for interpreting plant morphology, distribution or ecology. Manuscripts whose content is restricted to purely systematic and nomenclature matters, to geobotanical aspects of only local interest, to pure applications in agri-, horti- or silviculture and pharmacology, and experimental studies dealing exclusively with investigations at the cellular and subcellular level will not be accepted. Manuscripts dealing with comparative and evolutionary aspects of morphology, anatomy and development are welcome.

### AUDIENCE

Botanists, ecologists, ecophysicologists, specialists in vegetation science, vegetation ecology, plant geography, conservation biology, plant morphologists

### IMPACT FACTOR

2016: 1.125 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2017

### GUIDE FOR AUTHORS

#### Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/ registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. More information.

#### Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

#### *Changes to authorship*

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers

the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

#### *Article transfer service*

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. More information.

#### *Copyright*

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases. For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of open Access articles is determined by the author's choice of user license.

#### *Author rights*

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information.

#### *Elsevier supports responsible sharing*

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

### *Role of the funding source*

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

### *Funding body agreements and policies*

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of existing agreements are available online.

### *Open Access*

This journal offers authors a choice in publishing their research:

### *Subscription*

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.

### *Open access*

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

### *Creative Commons Attribution (CC BY)*

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include

in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

*Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)*

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is USD 1500, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

*Green open Access*

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 12 months.

*Language (usage and editing services)*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop.

*Submission*

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your

article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

#### *Submit your article*

Please submit your article via <https://www.evise.com/profile/api/navigate/FLORA>.

#### *Referees*

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

### PREPARATION

#### *Peer review*

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More information on types of peer review.

#### *Use of word processing software*

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the Word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar check' functions of your word processor.

Number pages and lines consecutively throughout the manuscript.

### *Article structure*

#### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### *Material and methods*

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

#### *Theory/calculation*

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

#### *Results*

Results should be clear and concise.

#### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.



### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

### *Appendices*

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

### *Essential title page information*

- *Title.* Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- *Author names and affiliations.* Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- *Corresponding author.* Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- *Present/permanent address.* If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### *Abstract*

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately

from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but IF essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of  $531 \times 1328$  pixels (h  $\times$  w) or proportionally more. The image should be readable at a size of  $5 \times 13$  cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site.

Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

### *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

### *Keywords*

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords Will be used for indexing purposes.

### *Abbreviations*

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first Page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at

their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

#### *Nomenclature and taxonomic reference*

If you have a small number of species (or vegetation units), please indicate full names and authorships upon first appearance in the text, and skip authors thereafter. In case of a large number of species names (or vegetation units), refer to a standard source for nomenclature such as a checklist or a flora. References (in FLORA format) may be added following the keywords, see example below. Do not use author citation for names in the text if they are given in the nomenclature source. Nomenclature: Stace (2010) for vascular plants; Hill et al. (2006) for mosses

#### *Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

#### *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## *Artwork*

### *Electronic artwork*

#### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

#### *Formats*

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;

- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

### *Illustration services*

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure, and add them at the very end of the manuscript file. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### *Tables*

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

## *References*

### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication and a copy of the title page of the relevant article must be submitted.

### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### *References in a special issue*

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley and Zotero, as well as EndNote. Using the word

processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/flora>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

### *Reference style*

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ....'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically IF necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

#### *Journal abbreviations source*

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.

#### *Video*

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

#### *Data visualization*



Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

#### *Supplementary material*

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

#### *Research data*

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

#### *Data linking*

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

#### *Mendeley Data*

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. Before submitting your article, you can deposit the relevant datasets to *Mendeley Data*. Please include the DOI of the deposited dataset(s) in your main manuscript file. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

#### *Data in Brief*

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 500 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the Data in Brief website. Please use this template to write your Data in Brief.

### *MethodsX*

You have the option of converting relevant protocols and methods into one or multiple MethodsX articles, a new kind of article that describes the details of customized research methods. Many researchers spend a significant amount of time on developing methods to fit their specific needs or setting, but often without getting credit for this part of their work. MethodsX, an open access journal, now publishes this information in order to make it searchable, peer reviewed, citable and reproducible. Authors are encouraged to submit their MethodsX article as an additional item directly alongside the revised version of their manuscript. If your research article is accepted, your methods article will automatically be transferred over to MethodsX where it will be editorially reviewed. Please note no open access fee is payable for publication in MethodsX. Full details can be found on the MethodsX website. Please use this template to prepare your MethodsX article.

### *Data statement*

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to Access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

The journal *FLORA* requires authors to deposit the data associated with accepted papers in a public archive. For gene sequence data and phylogenetic trees, deposition in GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) or TreeBASE (<http://www.treebase.org>), respectively, is required. There are many possible archives that may suit a particular data set, including the Dryad repository for ecological and evolutionary biology data (<http://datadryad.org>). All accession numbers for GenBank, TreeBASE, and Dryad must be included in accepted manuscripts before they go to Production.

## AFTER ACCEPTANCE

### *Online proof correction*

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word:

in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors. If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

### *Offprints*

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For no extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

### AUTHOR INQUIRIES

Visit the Elsevier Support Center to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.