

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

ALINE VIANA

**MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS
COM OCORRÊNCIA NOS CAMPOS DE AREAIS DO BIOMA PAMPA**

Orientador(a): SHIRLEY M. SILVA

Co-orientador(a): ELISETE M. FREITAS

CASCABEL-PR
FEVEREIRO, 2018

Aline Viana, Shirley Martins Silva e Elisete Maria de Freitas

**MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS
COM OCORRÊNCIA NOS CAMPOS DE AREAIS DO BIOMA PAMPA**

Dissertação ao Programa de Pós-Graduação em
Consevação e manejo de recursos naturais, área de
concentração Ciências Ambientais, linha de pesquisa:
Biologia aplicada e indicadores de qualidade no
ambiente terrestre da Universidade Estadual do Oeste
de Paraná/UNIOESTE – Campus Cascavel, como
requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências
Ambientais.

Orientador (a): Profa. Dra. Shirley Martins Silva

Co-orientador (a): Profa. Dra Elisete Maria de Freitas

CASCADEL- PR
FEVEREIRO, 2018

ALINE VIANA

Morfologia e Anatomia Foliar de Espécies de Angiospermas Com Ocorrência nos Campos de Arais do Bioma Pampa.

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:



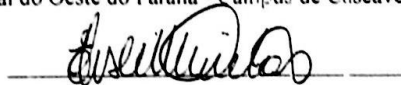
Orientador(a) - Shirley Martins Silva

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



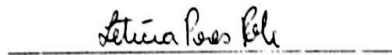
Livia Godinho Temponi

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



Elisete Maria de Freitas

Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES)



Leticia Peres Poli

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP (UNESP)

Aprovada em 6 de fevereiro de 2018.

Local da defesa: Unioeste, Prédio de Salas de Aula, sala 156, Cascavel-PR.

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

Viana, Aline
MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE
ANGIOSPERMAS COM OCORRÊNCIA NOS CAMPOS DE AREAIS DO
BIOMA PAMPA / Aline Viana; orientador(a), Shirley
Martins Silva; coorientador(a), Elisete Maria de
Freitas, 2018.
43 f.

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

1. Botânica. 2. Anatomia Ecologica. 3. Bioma
Pampa. 4. Campos de Areais. I. Silva, Shirley
Martins. II. Freitas, Elisete Maria de. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu companheiro Rafael Peixoto Meirelles, juntamente meus “puppies” Mel e Luna, que me deram a oportunidade da construção do que é, e sempre será meu maior bem, nossa família.

Aos meus pais Armando e Rosineide, e aos meus irmãos Gabriela, Guilherme e Matheus pela vivência todos estes anos, que foram fundamentais para minha educação e formação dos meus valores e caráter, pelo esforço para compreender minhas necessidades e por apoiarem a realização e conclusão de mais uma etapa da minha carreira profissional.

À minha avó Nega e ao meu avô Paulo pela integridade, pelo exemplo de vida e pelo carinho.

Aos meus melhores amigos Aline, Diego, Elaine, Franciele, Manuela, Mariane e Rafaela por serem minha fonte inesgotável de alegria.

À minha orientadora Dr^a Shirley Martins Silva, pela oportunidade, confiança e por ser a maior incentivadora da superação dos meus limites.

À professora Dr^a. Elisete pela infinita disponibilidade, por seus ensinamentos e colaboração para este trabalho.

À Vanessa Liesenfeld companheira de pesquisa, pelo auxílio durante todo o desenvolvimento desse trabalho e sua amizade.

Aos demais colegas de laboratório, em especial a Kamilla e a Mel, pelo apoio emocional e amizade.

À Martha, técnica do laboratório de microscopia da Univates, que auxiliou nas análises.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao programa de pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, que possibilitaram a realização dessa pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro prestado ao projeto.

Meu sincero, Obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. LISTA DE FIGURAS	6
2. LISTA DE TABELA.....	8
MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS COM OCORRÊNCIA NOS CAMPOS DE AREAIS DO BIOMA PAMPA.....	9
3.1 RESUMO	10
3.2 ABSTRACT	11
3.3 INTRODUÇÃO	12
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.5 RESULTADOS.....	15
3.6 DISCUSSÃO	20
3.7 AGRADECIMENTOS.....	25
3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

RESUMO

No Brasil o bioma Pampa está restrito a um único estado, o Rio Grande do Sul, compreendendo 62,2% de seu território, possui um conjunto de ecossistemas muito antigos, que apresenta flora e fauna próprias e uma imensurável biodiversidade que ainda não é completamente conhecida pela ciência. O bioma Pampa tem várias fitofisionomias resultantes de sua posição geográfica no limite virtual para os tipos de vegetação tropical na região de transição entre os climas tropical e temperado; destas fitofisionômicas destacam-se os campos de areais, localizados na região sudoeste do Rio Grande do Sul, ocorrem sob solos suscetíveis à ocorrência de arenização. Esse processo natural que resulta do clima úmido e ação do vento que retrabalha o arenito, depositando areia na superfície e promovendo a constante mobilidade dos sedimentos, conduzindo à formação de áreas cobertas de areia que são denominadas como bancos de areia, que vem se intensificando pelo excesso de pastoreio e aumento da agricultura na região, constituindo um problema ambiental de grande escala, contribuindo para a redução da diversidade biológica em formações campestres. Com isso e devido a inexistência de estudos sobre anatomia ecológica em plantas ocorrentes nos campos de areais, este trabalho teve como objetivo analisar a morfoanatomia foliar de diferentes espécies de plantas de ocorrência nessa importante fitofisionomia do bioma Pampa, entre elas oito consideradas ameaçadas de extinção, buscando levantar caracteres que possam ser interpretados como adaptações aos campos de areais, além de contribuir com informações relevantes sobre essas espécies. Para isso foram realizadas análises da lâmina foliar de vinte espécies de angiospermas em vista frontal em microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microscopia de luz (ML) e em secção transversal em ML, e testes microquímicos. Assim foi possível observar que algumas características estão intimamente relacionadas com as condições ambientais, podendo ser interpretadas com estratégias adaptativas a fitofisionomia de campos de areais, destacando-se: tricomas tectores cobrindo toda a superfície foliar, estômatos em ambas as faces, mesofilo compacto, drusas, canais secretores, compostos fenólicos e mucilagem, em resposta ao ambiente seco e/ou para déficits de água. Diante disso, ressaltamos a importância da criação de unidades de conservação na região dos Campos de Areais, visando à preservação dessas espécies.

Palavras- Chave: Botânica; Anatomia ecológica; Bioma Pampa; Campos de Areais

MORPHOLOGY AND FOLIAR ANATOMY OF ANGIOSPERMAS SPECIES WITH OCCURRENCE IN THE FIELDS OF AREAS OF BIOMA PAMPA

ABSTRACT

In Brazil, the Pampa biome is restricted to a single state, Rio Grande do Sul, comprising 62.2% of its territory, has a very old set of ecosystems, with its own flora and fauna and an immeasurable biodiversity that has not yet is completely known by science. The Pampa biome has several phytophysionomies resulting from its geographical position in the virtual limit for the types of tropical vegetation in the transition region between tropical and temperate climates; of these phytophysionomic are the sandy fields, located in the southwest region of Rio Grande do Sul, occur under soils susceptible to the occurrence of sandstone. This natural process results from the humid climate and wind action that rework the sandstone, depositing sand on the surface and promoting the constant mobility of the sediments, leading to the formation of sand covered areas that are called sandbanks, which has been intensified by overgrazing and increased agriculture in the region, constituting a large-scale environmental problem, contributing to the reduction of biological diversity in rural formations. With this and due to the lack of studies on ecological anatomy in plants occurring in the sand fields, this work had as objective to analyze the foliar morphoanatomy of different species of plants of occurrence in this important phytophysionomy of the Pampa biome, among them eight considered endangered, looking for to raise characters that can be interpreted as adaptations to the sandy fields, besides contributing with relevant information on these species. For this, leaf blade analyzes of twenty species of angiosperms were performed in frontal view in scanning electron microscopy (SEM) and light microscopy (ML) and in cross section in ML, and microchemical tests. Thus, it was possible to observe that some characteristics are closely related to environmental conditions, and can be interpreted with strategies adaptive to the phytophysionomy of sand fields, such as: tectonic trichomes covering the entire leaf surface, stomata on both sides, compact mesophyll, druses, secretory channels, phenolic compounds and mucilage, in response to the dry environment and / or to water deficits. In view of this, we emphasize the importance of the creation of conservation units in the Sandy fields region, aiming at the preservation of these species.

Keywords: Botany; Ecological anatomy; Pampa Biome; Sandy Fields

1. LISTA DE FIGURAS

1.1 Figura 1. Lâmina foliar, em vista frontal, das espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em MEV. **A-F.** Visão geral da lâmina foliar. **A.** *Gomphrena perenis*, face adaxial. **B.** *Eryngium ciliatum*, face adaxial. **C.** *Butia lallemantii*, face abaxial. **D.** *Achyrocline marchiori*, face abaxial. **E.** *Asteropsis megapotamica*, face adaxial. **F.** *Baccharis albilanosa*, face abaxial. **G-L.** Detalhes da lâmina foliar. **G.** *Gochnatia cordata*, estômatos e cera, face abaxial. **H.** *Gochnatia cordata*, tricoma multisseriado, face abaxial. **I.** *Ipomea nitida*, estômato, face abaxial. **J.** *Croton lorentzii*, tricoma ramificado, face adaxial. **K.** *Lupinus albescens*, estômato e cera, face abaxial. **L.** *Hesperozygis ringens*, tricomas tectores e glandulares, face adaxial. **M-N.** Detalhe dos tricomas. **M.** *Waltheria douradinha*, vista abaxial. **N.** *Dorstenia brasiliensis*, face abaxial. **O-P.** Detalhe dos estômatos. **O.** *Eugenia arenosa*, face abaxial. **P.** *Pappophorum macrospermum*, face adaxial.

1.2 Figura 2. Lâmina foliar, em secção transversal, de espécies de Amaranthaceae, Apiaceae e Areceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em ML. **A-E.** Visão geral de *Althernanthera hirtula* e *Gomphrena perenis* (Amarantaceae). **A.** *Althernanthera hirtula*, mesofilo. **B.** *Althernanthera hirtula*, nervura central. **C.** *Gomphrena perenis*, mesofilo. **D.** *Gomphrena perenis*, nervura central. **E.** *Althernanthera hirtula*, drusa. **F-G.** *Eryngium ciliatum* (Apiaceae). **F.** Mesofilo. **G.** Nervura central. **H-I.** *Butia lallemantii* (Areceae). **H.** Mesofilo. **I.** Nervura central.

1.3 Figura 3. Lâmina foliar, em secção transversal, de espécies de Asteraceae e Convolvulaceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em ML. **A-J.** Visão geral das espécies de Asteraceae. **A.** *Achyrocline marchiorii*, mesofilo. **B.** *Asteropsis megapotamica*, nervura central. **C.** *Baccharis multifolia*, lâmina foliar. **D.** *Baccharis albilanosa*, face abaxial. **E.** *Baccharis albilanosa*, nervura central. **F.** *Gochnatia cordata*, mesofilo. **G.** *Trixis pallida*, mesofilo. **H.** *Trixis pallida*, nervura central. **I.** *Trixis pallida*, parênquima plissado. **J.** *Senecio cisplatinus*, mesofilo. **K-O.** Visão geral das espécies de Convolvulaceae. **K-L.** *Ipomea nítida*. **K.** Mesofilo. **L.** Nervura central. **M-O.**

Ipomea malvaeoides var. *lineariloba*. **M.** Mesofilo. **N.** Nervura central. **O.** Tricoma glandular.

1.4 Figura 4. Lâmina foliar, em secção transversal de espécies de Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae e Poaceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em ML. **A-B.** Visão geral de *Croton lorentzii* (Euphorbiaceae). **A-B.** *Croton lorentzii*. **A.** mesofilo. **B.** Estômato. **C-D.** Visão geral de *Dorstenia Brasiliensis* (Moraceae). **C.** Mesofilo. **D.** Nervura central. **E-F.** *Eugenia arenosa* (Myrtaceae). **E.** Mesofilo. **F.** Detalhe da lâmina foliar, face adaxial. **G.** Visão geral de *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae), mesofilo. **H-I.** *Lupinus albescens* (Fabaceae). **H.** Mesofilo. **I.** Detalhe do estômato. **J.** Visão geral de *Pappophorum macrospermum* (Poaceae), mesofilo. **K-L.** Visão geral de *Waltheria douradinha* (Malvaceae). **K.** Mesofilo. **L.** Nervura central.

2. LISTA DE TABELA

2.1 Tabela 1. Relação das famílias e de espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo com respectivo voucher, ocorrência e hábito. RS: Rio Grande do Sul; *ameaçadas de extinção.

2.2 Tabela 2. Características morfológicas da lâmina foliar de espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo.

2.3 Tabela 3. Caracteres anatômicos da lâmina foliar de espécie dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo: *Achyrocline marchiorii* (1); *Alternanthera hirtula* (2); *Asteropsis megapotamica* (3); *Baccharis albilanosa* (4); *Baccharis multifolia* (5); *Butia lallemantii* (6); *Croton lorentzii* (7); *Dorstenia brasiliensis* (8); *Eryngium ciliatum* (9); *Eugenia arenosa* (10); *Gochnatia cordata* (11); *Gomphrena perenis* (12); *Hesperozygis ringens* (13); *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (14); *Ipomoea nitida* (15); *Lupinus albescens* (16); *Pappophorum macrospermum* (17); *Senecio cisplatinus* (18); *Trixis pallida* (19); *Waltheria douradinha* (20). (-) não se aplica.

2.4 Tabela 4. Média da espessura da lâmina foliar, mesofilo, parênquima paliçádico e lacunoso (μm); densidade de tricomas (mm^2) das espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo. *Achyrocline marchiorii* (1); *Alternanthera hirtula* (2); *Asteropsis megapotamica* (3); *Baccharis albilanosa* (4); *Baccharis multifolia* (5); *Butia lallemantii* (6); *Croton lorentzii* (7); *Dorstenia brasiliensis*(8); *Eryngium ciliatum* (9); *Eugenia arenosa*(10); *Gochnatia cordata* (11); *Gomphrena perenis* (12); *Hesperozygis ringens* (13); *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (14); *Ipomoea nítida* (15); *Lupinus albescens* (16); *Pappophorum macrospermum* (17); *Senecio cisplatinus* (18); *Trixis pallida* (19); *Waltheria douradinha* (20). (-) não se aplica.

3. ARTIGO ORIGINAL

MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS COM OCORRÊNCIA NOS CAMPOS DE AREAIS DO BIOMA PAMPA.

ALINE VIANA^{1*}, VANESSA LIESENFELD¹, ELISETE MARIA DE FREITAS²,
SHIRLEY MARTINS¹

ALINE VIANA^{1*}, alineee_viana@hotmail.com, UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, Cascavel, Paraná, CEP: 85819-110.

VANESSA LIESENFELD¹, vane_lie@hotmail.com, UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, Cascavel, Paraná, CEP: 85819-110.

SHIRLEY MARTINS¹, shirley_botany@yahoo.com.br, UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, Cascavel, Paraná, CEP: 85819-110.

ELISETE MARIA DE FREITAS², elicauf@univates.br, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Laboratório de Botânica, Av. Avelino Tallini, 171, Universitário, Lajeado, Rio Grande do Sul, CEP: 95914-014.

3.1 Resumo

Resumo: (Morfologia e anatomia foliar de espécies de angiospermas com ocorrência nos campos de areais do bioma pampa). Parte da vegetação do sudoeste do Rio Grande do Sul (RS) é classificada como campos de areais, fitofisionomia do Pampa que ocorre sobre solos arenosos, suscetíveis ao processo natural de arenização, intensificado pela ação antrópica. Esse processo tem contribuído para a redução da biodiversidade do bioma, sendo ainda mais preocupante para espécies com ocorrência restrita e/ou ameaçadas de extinção. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo caracterizar a morfoanatomia da lâmina foliar de 20 espécies de angiospermas dos campos de areais do RS, das quais oito são consideradas ameaçadas de extinção, buscando identificar estratégias adaptativas ao ambiente campestre. Para isso, indivíduos de diferentes populações de cada espécie foram coletados nos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, RS. Lâminas foliares em vista frontal foram analisadas com microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microscopia de luz (ML) e em secção transversal (ST) em ML, e testes microquímicos das ST. Foi possível observar que, apesar de pertencerem a grupos filogenéticos distintos, muitas das espécies estudadas compartilham características, que podem ser interpretadas como estratégias adaptativas, destacando-se: tricomas tectores cobrindo toda a superfície foliar, estômatos em ambas as faces, mesofilo compacto, drusas, canais secretores, compostos fenólicos e mucilagem. Concluímos que essas espécies com ocorrência aos campos de areais possuem características adaptativas ao ambiente seco e/ou para déficits de água. Dessa forma, ressaltamos a importância da criação de unidades de conservação na região dos campos arenosos, visando à preservação dessas espécies.

Palavras-chave: Anatomia ecológica; Arenização; Campos sulinos; Estratégias adaptativas; Xerófitas.

3.2 Abstract

Abstract: (Morphology and foliar anatomy of angiosperm species occurring in the sand fields of the Pampa biome). Part of the vegetation in the southwest of Rio Grande do Sul (RS) is classified as sand fields, phytophysiognomy of the Pampa with sandy soils, susceptible to the natural process of sandstone, intensified by anthropic action. This process has contributed to a reduction in the biological diversity of the biome and is even more worrisome for species with restricted occurrence and/or the threat of extinction. The objective of this work was to characterize the leaf blade morphoanatomy of 20 angiosperm species of the sand fields, of which 8 are considered endangered, seeking to identify strategies that allow adaptation to the rural environment. To this end, individuals from different populations of each species were collected in sand-field regions of the Pampa biome. Leaf blades in frontal view were analyzed using scanning electron microscopy (SEM), light microscopy (LM), and transverse sections (TS) in LM. Microchemical tests were also performed in TS observed in LM. It was observed that, although they belong to distinct phylogenetic groups, many of the studied species share characteristics which can be interpreted as adaptive strategies, such as trichomes covering the entire leaf surface, stomata on both sides, compact mesophyll, druses, secretory channels, phenolic compounds, and mucilage. We conclude that these species, occurring in sand-field regions, have characteristics that confer adaptation to dry environments and/or water deficits. In this way, we emphasize the importance of the creation of conservation units in the sand-field region, aiming to preserve these species.

Keywords: Adaptive strategies; Ecological anatomy; Grassland; Sandstone; Xerophytes.

3.3 Introdução

No Brasil, o bioma Pampa está restrito ao Rio Grande do Sul (RS), compreendendo 62,2% do seu território, e apresenta diferentes fitofisionomias (IBGE 2004, Overbeck et al., 2009, Matei & Filippi 2013). Dentre essas destacam-se no sudoeste do RS os campos de areais, caracterizados pela vegetação campestre e por solos suscetíveis à ocorrência de arenização (Boldrini 2009, Freitas et al., 2009, Scopel et al., 2013, Andrade 2013).

A arenização nos campos de areais trata-se de um processo natural que consiste no transporte de sedimentos de solos arenosos, de extrema fragilidade pedológica, pela ação de chuvas torrenciais e, posterior formação de depósitos arenosos em forma de leque sobre a vegetação campestre. O vento atua na ampliação desses depósitos ao movimentar a areia em todas as direções, conduzindo à formação dos areais, extensas manchas de areia com reduzida ou total ausência de cobertura vegetal (Suertegaray & Berte 1997, Suertegaray et al., 2001, Oliveira & Suertegaray 2014). Apesar de ser um processo natural, vem se intensificando pelo excesso de pastoreio e aumento da agricultura na região, constituindo um problema ambiental de grande escala que vem a contribuir para a redução da diversidade biológica em formações campestres (MMA 2007, Overbeck et al., 2009, Pillar & Lange 2015).

Em áreas de fitofisionomia de campos de areais, o estudo realizado por Freitas et al. (2009) listou 343 espécies, das quais 20 eram endêmicas e 16 encontravam-se ameaçadas de extinção, podendo desaparecer por completo do ambiente, causando um grande prejuízo ambiental. Essas espécies precisam suportar a alta mobilidade dos sedimentos no solo, ocasionada pelos ventos e pela água das chuvas, a susceptibilidade erosiva e por consequência a instabilidade do sistema hídrico, déficit hídrico como consequência do solo com baixa capacidade de reter água, excesso de radiação solar e calor, além da ocorrência de períodos de estiagem, intercalados com chuvas concentradas em períodos curtos (Rovedder et al., 2005, Pillar & Lange 2015). Dessa forma, as espécies que ocorrem nos

campos de areais possivelmente apresentam características peculiares que permitem a germinação e o desenvolvimento nessas áreas.

As folhas são consideradas um órgão altamente plástico, capaz de se adaptar a fatores ambientais, sendo o principal órgão que controla equilíbrio entre o ganho e perda de água e respondem efetivamente aos fatores abióticos (Gratani et al., 2006, Guerra & Scremin-Dias 2017). Portanto, as características foliares podem indicar quais plantas são mais adaptadas às condições ambientais de determinadas regiões, ressaltando a importância da realização de estudos que possam compreender a dinâmica das espécies vegetais do Pampa, pois a falta de conhecimento básico sobre a biodiversidade e o baixo número de áreas efetivamente protegidas em Unidades de Conservação contribuem para tornar o bioma ainda mais negligenciado (Hasenack et al., 2007, Develey et al., 2008, Santos & Trevisan 2009, Overbeck et al., 2015). Das áreas naturais do Brasil presentes em Unidades de Conservação, o bioma Pampa, com apenas 0,33% da área protegida, é o que tem menor representatividade, apresentando grande lacuna de representação das principais fisionomias de vegetação nativa e, especialmente, as espécies ameaçadas de extinção da fauna e da flora (Hasenack et al., 2007, Pillar & Vélez 2010, MMA 2016).

Diante do exposto e devido à inexistência de estudos sobre anatomia ecológica de plantas dos campos de areais, este trabalho teve como objetivo analisar a morfoanatomia foliar de diferentes espécies vegetais de ocorrência nessa fitofisionomia do bioma Pampa, buscando levantar caracteres que possam ser interpretados como adaptações aos campos de areais, além de contribuir com informações relevantes sobre essas espécies.

3.4 Materiais e métodos

As coletas foram realizadas nos meses de maio, outubro e dezembro de 2016 e abril de 2017, nos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, entre as latitudes 29°00'S e 31°00'S e as longitudes de 54°30'W e 58°45'W, localizados no sudoeste

do Rio Grande do Sul (RS). As áreas de coleta pertencem à fitofisionomia campo de areais do bioma Pampa e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Cfa e tem precipitação pluvial média entre 1.299 e 1.500 mm anual, com chuvas aleatórias (Peel et al., 2007). A temperatura média anual é de 14 ° C no inverno, e 26 ° C no verão (Nimer, 1979). O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, com granulação arenosa e silte arenoso, com altas concentrações de metais (Streck et al., 2008).

A escolha dos táxons estudados teve como base o levantamento realizado por Freitas et al. (2009), em que os autores registraram a ocorrência de 20 espécies com ocorrência restrita ao bioma Pampa e 16 espécies consideradas ameaçadas de extinção (Tab.1).

Para as análises morfológicas e anatômicas foram coletadas folhas com lâminas totalmente expandidas (maduras) de, no mínimo, três indivíduos. Material botânico fértil de cada espécie foi coletado, herborizado e depositado no Herbário UNOP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Cascavel. A descrição morfológica foi realizada com base no manual de arquitetura de folhas elaborado por Ellis et al. (2009).

Para a análise da epiderme em vista frontal de ambas as faces em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), amostras da região mediana de folhas foram fixadas em glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato 0,1 M, pH 7,3, posteriormente foram desidratadas em série alcoólica crescente e metalização com pó de ouro e analisadas no MEV EVO LS-10, Carl Zeiss, utilizando SmartSEM. Essa análise foi realizada 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 anatômicas em microscopia de luz (ML), as folhas coletadas foram fixadas em FAA 50 (Johansen, 1940) e posteriormente armazenadas em etanol a 70%. Para observação da lâmina foliar em vista frontal, fragmentos foliares foram imersos em ácido

acético e peróxido de hidrogênio 1:1 (Franklin, 1945) por 24 horas em estufa a 50°C, posteriormente lavados em água destilada, corados com safranina 50% (Kraus & Arduin, 1997) e montados em lâminas semipermanentes em glicerina 50%. Foi realizada a captura de imagem da epiderme em vista frontal, posteriormente foi calculada a densidade de tricomas a partir da contagem do número de tricomas por área predeterminada (0,412 mm²) de cinco diferentes campos localizados em regiões diferentes da lâmina foliar, tanto na face adaxial quanto abaxial, com o auxílio do programa ImageJ.

Já para a descrição anatômica do limbo foliar foram realizadas secções transversais (ST) à mão livre, com o auxílio de lâmina de barbear, da região mediana do limbo de folhas totalmente expandidas de três amostras no total, clarificadas com hipoclorito de sódio 80%, coradas com azul de Alcian e Fucsina básica e montadas em glicerina 50% (Purvis et al., 1964). As ST também foram submetidas a testes microquímicos com Lugol (Berlyn & Miksche, 1976) para identificação de amido; cloreto férrico (Johansen 1940) para substâncias fenólicas; Sudan IV (Sass, 1951) para lipídios e azul de metileno (Johansen, 1940) para mucilagem. O material foi analisado usando as imagens das ST que foram capturadas com auxílio de câmara digital DP041 acoplada ao fotomicroscópio Olympus Bx70 com uso do programa DP Controller, no laboratório de microscopia multiusuário no Centro de Ciências Biológicas e Saúde da Universidade Estadual do Paraná, campus Cascavel. A partir das imagens obtidas foi possível calcular a média de espessura da lâmina foliar, comprimento do mesofilo, parênquima paliçádico e lacunoso utilizando o programa ImageJ, posteriormente convertidos em % no Excel.

3.5 Resultados

As espécies estudadas são predominantemente herbáceas (Tab. 2), apenas *Butia lallemantii* é arborecente, *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* e *Ipomea nitida* são trepadeiras, *Eugenia arenosa* é arbustiva e *Senecio cisplatinus* e *Baccharis multifolia* são

subarbustos. Elas possuem caracteres morfológicos foliares que variaram pouco em relação às espécies e que são importantes para compreender o tipo de estratégia que elas utilizam para resistir com as adversidades ambientais. As folhas geralmente são simples, alternadas, pecioladas, ovadas, ápice e base agudo ou obtuso, margem lisa, consistência membranácea e pilosas (Tab. 2).

Na lâmina foliar em vista frontal de ambas as faces, tanto no ML quanto MEV, observa-se que somente *Eryngium ciliatum* (Fig. 1B) e *Butia lallemantii* (Fig. 1C) não possuem tricomas (Tab. 3). Nas demais espécies, a superfície foliar está coberta por tricomas (Fig. 1A, D-F, J, M; Tab. 3) tectores, sendo unisseriados na maioria (Fig. 1A, L, N). Em *Gochnatia cordata* são unisseriados e ramificados (Fig. 1H) e em *Croton lorentzii* (Fig. 1J) e *Waltheria douradinha* (Fig. 1M) são ramificados (Tab. 3).

Tricomas glandulares multisseriados foram observados em ambas as faces de *Achyrocline marchiorii*, *Asteropsis megapotamica* (Fig. 1E), *Baccharis multifolia*, *Dorstenia brasiliensis*, *Hesperozygis ringens* (Fig. 1L), *Ipomoea nitida*, *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (Fig. 3O), *Senecio cisplatinus* e *Waltheria douradinha* (Tab. 3).

Em relação à quantificação de tricomas, em *Achyrocline marchiorii* (Fig. 1D), *Asteropsis megapotamica*, *Baccharis albilanosa* (Fig. 1F) e *Gochnatia cordata* (Fig. 1H) não foi possível realizar a contagem devido à alta cobertura da superfície foliar por tricomas longos que se sobrepõem, dificultando a visualização da base. Para as demais espécies analisadas, *Lupinus albescens* apresentou maior densidade de tricomas e *Pappophorum macrospermum* a menor, apresentando tricomas apenas na parte basal da folha (Tab. 4).

Cera epicuticular foi observada na lâmina foliar em vista frontal no MEV em *Baccharis multifolia*, *Butia lallemantii* (Fig. 1C), *Dorstenia brasiliensis*, *Gochnatia cordata* (Fig. 1G), *Lupinus albescens* (Fig. 1K) e *Pappophorum macrospermum* (Fig. 1P) (Tab. 3).

A lâmina foliar, em secção transversal no ML, apresenta-se sinuosa em *Asteropsis megapotamica* (Fig. 3B), *Baccharis albilanosa* (Fig. 3D), *Eryngium ciliatum* (Fig. 2G), *Gochnatia cordata* (Fig. 3F), *Gomphrena perenis* (Fig. 2C), *Hesperozygis ringens* e *Pappophorum macrospermum* (Fig. 4J) e reta nas demais espécies.

Ainda em ST, nota-se que a cutícula em ambas as faces é espessada em *Butia lallemantii*, *Eugenia arenosa* e *Ipomoea malvaeoides* (Fig. 3O), sendo delgada nas demais (Tab. 3). Todas as espécies apresentam epiderme uniestratificada (Tab. 3; Fig. 3I) com parede periclinal externa das células espessada (Fig. 2C, 3M, 4G) na maioria das espécies (Tab. 3) e levemente espessada em *Achyrocline marchiorii* (Fig. 3A), *Alternanthera hirtula*, *Gomphrena perenis*, *Ipomoea nitida* (Fig. 3K), *Lupinus albescens* (Fig. 4H) e *Senecio cisplatinus* (Fig. 3J). Apenas *Waltheria douradinha* apresenta a parede celular adaxial levemente espessada e a abaxial delgada (Fig. 4K, Tab. 3).

A proporção do tamanho das células epidérmicas da face adaxial em relação à abaxial é semelhante na maioria das espécies (Tab. 3; Fig. 2C). Apenas em *Baccharis albilanosa*, *Gochnatia cordata* (Fig. 3F), *Senecio cisplatinus* (Fig. 3J) e *Trixis pallida* (Fig. 3G) a proporção de tamanho é diferente, sendo as células da face adaxial pelo menos duas vezes maiores que as da face abaxial.

Os estômatos estão distribuídos em ambas as faces na maioria das espécies (Tab. 3; Fig. 4G, K), com exceção de *Achyrocline marchiorii*, *Baccharis albilanosa*, *Eugenia arenosa* e *Gochnatia cordata* que estão restritos à face abaxial (Fig. 3A, 4E). A maioria das espécies apresenta estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas (Tab. 3; Fig. 4B, F, I), enquanto que em *Achyrocline marchiorii*, *Baccharis albilanosa* (Fig. 3D), *Gochnatia cordata*, *Ipomoea nitida* (Fig. 3K) e *Waltheria douradinha* (Fig. 4K), os estômatos estão posicionados acima das demais células epidérmicas. Somente em *Butia*

lallebantii os estômatos posicionam-se abaixo das demais células epidérmicas. *Pappophorum macrospermum* foi a única espécie estudada que apresenta papilas (Fig. 4J).

Gochnatia cordata apresenta hipoderme descontínua na face adaxial (Fig. 3F) e *Butia lallebantii* (Fig. 2F), *Eryngium ciliatum* (Fig. 2G) e *Pappophorum macrospermum* (Fig. 4J) são as únicas espécies que apresentam calotas de fibras internamente à epiderme em ambas as faces.

Em *Asteropsis megapotamica* (Fig. 3B), *Baccharis albilanosa*, *Baccharis multifolia* (Fig. 3C), *Butia lallebantii* (Fig. 2H), *Hesperozygis ringens* (Fig. 4G), *Ipomoea nitida* (Fig. 3K) e *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (Fig. 3M) o mesofilo é do tipo isobilateral, onde o parênquima paliçádico varia de uni-multiestratificado e parênquima lacunoso bi-multiestratificado (Tab. 3). Já em *Achyrocline marchiorii* (Fig. 3A), *Alternanthera hirtula* (Fig. 2A), *Croton lorentzii* (Fig. 4A), *Dorstenia brasiliensis* (Fig. 4C), *Eryngium ciliatum* (Fig. 2F), *Eugenia arenosa* (Fig. 4E), *Gochnatia cordata*, *Lupinus albescens* (Fig. 4I), *Trixis pallida* e *Waltheria douradinha* (Fig. 4K) o mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico uni-multiestratificado (Tab. 3; Fig. 2A, 4C) e lacunoso é multiestratificado (Fig. 2F). Apenas *Trixis pallida* (Fig. 3I) apresenta parênquima plicado e *Pappophorum macrospermum* (Fig. 4J) e *Gomphrena perenis* (Fig. 2C) são as únicas com parênquima clorofiliano radiado. *Senecio cisplatinus* é a única espécie com mesofilo do tipo homogêneo, com quatro a seis camadas de parênquima clorofiliano (Fig. 3J).

A média da espessura da lâmina foliar observada nas espécies é apresentada na tabela 4 e varia de 71,5 – 553,4 µm. O comprimento médio do mesofilo também varia, sendo mais espesso em *Eryngium ciliatum*, com 486 µm, e mais delgado em *Waltheria douradinha* com 50 µm. A proporção do parênquima paliçádico em relação ao mesofilo varia de 16 a 59%. Na maioria das espécies o mesofilo é compacto, com poucos espaços intercelulares (Fig. 2A, C, H; Fig. 3A, C, F, G, M; Fig. 4F).

Cristais do tipo drusa ocorrem na lâmina foliar de *Alternanthera hirtula*, *Croton lorentzii*, *Eryngium ciliatum*, *Gochnatia cordata*, *Gomphrena perenis* e *Ipomoea nitida* (Tab. 3; Fig. 2E). E canais secretores, localizados principalmente próximo aos tecidos vasculares, ocorrem em *Alternanthera hirtula*, *Asteropsis megapotamica*, *Baccharis albilanosa* (Fig. 3E), *Baccharis multifolia* (Fig. 3C), *Butia lallemantii* (Fig. 2I), *Eryngium ciliatum*, *Ipomoea nitida* (Fig. 3L) e *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (Fig. 3N) (Tab. 3).

Todas as espécies apresentam feixes vasculares do mesofilo tipo colateral (Tab. 3; Fig. 2F; Fig. 3C; Fig. 4G) distribuídos na maioria em um único nível (Tab. 3; Fig. 2C; Fig. 4A). Em *Gochnatia cordata* (Fig. 3F) estão distribuídos em dois níveis e, em *Butia lallemantii* (Fig. 2H) e *Eryngium ciliatum* (Fig. 2F) distribuem-se em três níveis. Quanto às bainhas vasculares, *Pappophorum macrospermum* apresenta duas bainhas ao redor dos feixes vasculares (Fig. 4J), sendo uma delas uma bainha clorofiliana, também observada em *Gomphrena perenis* (Fig. 2C). Nas demais espécies observa-se apenas uma bainha vascular (Fig. 3K). As bainhas vasculares apresentam células de paredes delgadas na maioria das espécies estudadas, sendo espessadas em *Butia lallemantii* e *Pappophorum macrospermum*. Extensões de bainha vascular foram observadas em *Eugenia arenosa* e *Pappophorum macrospermum*, sendo delgada e espessada, respectivamente.

A nervura central na maioria das espécies é conspícua (Tab. 3; Fig. 2D, I; Fig. 3H; Fig. 4D, L), sendo inconspícua em *Eryngium ciliatum* (Fig. 2G) e *Pappophorum macrospermum* (Fig. 4J). Nessa região ocorre tecido colenquimático em *Achyrocline marchiorii*, *Alternanthera hirtula* (Fig. 2B), *Asteropsis megapotamica* (Fig. 3B), *Baccharis multifolia*, *Butia lallemantii*, *Dorstenia brasiliensis*, *Eugenia arenosa*, *Hesperozygis ringens*, *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (Fig. 3N), *Ipomoea nitida* (Fig. 3L), *Lupinus albens* e *Waltheria douradinha* (Fig. 4L). Esse tecido é do tipo angular na maioria das

espécies, anelar e lamelar em *Ipomoea nitida* (Fig.3L) e angular e lamelar em *Hesperozygis ringens*. O feixe vascular da nervura central na maioria das espécies é do tipo colateral (Fig. 2B), sendo bicolateral apenas em *Butia lallemantii* (Fig. 2I).

A partir dos testes microquímicos foi possível observar a presença compostos fenólicos nas células do mesofilo de *Alternanthera hirtula*, *Baccharis albilanosa*, *Baccharis multifolia*, *Butia lallemantii*, *Croton lorentzii*, *Dorstenia brasiliensis*, *Eugenia arenosa*, *Hesperozygis ringens*, *Ipomoea malvaeoides*, *Ipomoea nitida*, *Pappophorum macrospermum*, *Senecio cisplatinus*, e *Waltheria douradinha*, e no ápice dos tricomas tectores de *Trixis pallida*. Já a presença de mucilagem foi observada apenas nas células da epiderme de *Baccharis multifolia*, nos tricomas glandulares de *Ipomoea nitida* e nas células da epiderme e tricomas tectores de *Waltheria douradinha*.

3.6 Discussão

Morfologicamente, algumas características observadas são compartilhadas entre as espécies analisadas, mesmo pertencentes a famílias não relacionadas filogeneticamente. O pequeno porte das espécies estudadas, sendo a maioria herbácea, com outras subarbustivas e arbustivas, está de acordo com os tipos de hábitos predominantes no bioma Pampa (Boldrini 2002, 2009, Overbeck et al., 2006, Overbeck & Pfadenhauer 2007, MMA 2007, Overbeck et al., 2009).

Tricomas tectores em abundância, como observados na maioria das espécies deste estudo, são considerados estruturas importantes para a adaptação das plantas a ambientes de elevada intensidade luminosa e sujeitos ao déficit hídrico, pois atuam na reflexão da luminosidade e alteram as características espectrais da folha, diminuindo a absorbância e a fotoinibição (Arruda, 2009). Além disso, mantêm uma atmosfera saturada de vapor de água em torno da folha (Elias et al., 2003), evitando elevação de temperatura e reduzindo a perda de água (Press 1999, Gutschick 1999). Por sua vez, os tricomas glandulares também atuam

na reflexão da luminosidade e na proteção da planta de patógenos e herbívoros, em função dos componentes químicos, às vezes tóxicos, produzidos e volatilizados na superfície das plantas (Gonzáles et al., 2008, Arruda 2009). Dessa forma, os tricomas observados na maioria das espécies estudadas contribuem, possivelmente, para evitar danos causados pelas condições xerofíticas dos campos de areais.

Outros aspectos relacionados ao sistema de revestimento da lâmina foliar e com destaque para plantas que ocorrem em locais com baixa umidade e alta incidência luminosa são espessura da cutícula e das paredes das células epidérmicas e ocorrência de cera epicuticular. A camada cuticular e de ceras nesses ambientes tendem a ser mais espessadas quando comparadas com plantas de ambientes úmidos e sombreados, podendo ser consideradas como estratégia adaptativa contra o excesso de radiação (Pyykkö 1966, Santos et al., 2013). Essas características também foram observadas por Simioni et al. (2017) em espécies de plantas da savana amazônica no estado de Mato Grosso, ambientes com alta incidência solar, e por Cao (2000) e Rôças et al. (2001) em folhas de espécies arbóreas. Esses autores verificaram que, considerando a mesma espécie, em diferentes condições de iluminação, maior espessura cutícula e cera nas folhas ensolaradas em comparação com as folhas sombreadas. A presença de uma camada acima da epiderme foliar espessada, seja de cutícula ou de cera, auxilia na diminuição da perda de água por transpiração, otimizando o uso de água pela planta e o desempenho das funções fisiológicas, além de proteger contra ataques de patógenos (Bieras 2006, Arruda et al., 2009, Simioni et al., 2017). Foi possível observar que as espécies estudadas que tiveram maior espessamento de cutícula e presença de cera são aquelas geralmente glabras ou que possuem baixa densidade de tricomas, podendo nesse caso ter função semelhante à dos tricomas tectores (Fahn & Cutler 1992, Larcher 2004).

Folhas anfiestomáticas, como observado na maioria das espécies aqui estudadas, são consideradas comuns em plantas de ambientes xéricos (cerrado, savana), pertencentes a *Amaranthaceae* (Fank-de-Carvalho et al., 2015) e outros grupos taxonômicos (Mott et al., 1982, Fahn & Cutler 1992), sendo uma estratégia para otimizar a capacidade fotossintética e evitar perda excessiva de água (Mott et al., 1982, Fahn & Cutler 1992, Smith & McClean 1989). Já as folhas hipoestomáticas, como observado em *Achyrocline marchiorii*, *Baccharis albilanosa*, *Eugenia arenosa* e *Gochnatia cordata* nesse estudo estão relacionadas ao mecanismo de defesa, protegendo a planta contra exposição excessiva à radiação e estresse hídrico (Smith & McClean 1989, Martins et al., 2008A). Estômatos restritos na face abaxial também foram observados no estudo de Martins et al. (2008A) que descreveram a estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (*Cyperaceae*), ocorrentes sobre dunas litorâneas, em condições ambientais xéricas.

Mesofilo compacto, ou seja, com poucos espaços intercelulares, como observado na maioria das espécies, tem sido considerado uma característica xeromórfica, visto que fornece maior rigidez estrutural, conferindo resistência a rompimentos e possíveis colapsos de membrana mediante a falta de água (Cutler et al., 2011).

Das vinte plantas analisadas, em dez a espessura média das folhas se enquadram no padrão descrito para plantas de formações vegetacionais mais xéricas, como os campos de areais, em que a espessura varia de 273 a 578 μm , as demais espécies se enquadram no padrão de florestas tropicais que podem variar de 80 a 360 μm (Medina et al., 1990, Boeger & Gluzezac 2006). Essa característica pode estar sendo compensada pelo comprimento do parênquima paliçádico e pela densidade de tricomas, pois é possível observar que as espécies que não se enquadram no padrão para formações xéricas, possuem parênquima paliçádico bem desenvolvido em sua estrutura e/ou alta densidade de tricomas. Dessa forma, minimizarão os efeitos negativos desses caracteres.

Parênquima paliçádico bem desenvolvido é considerado, por vários autores, como uma característica frequentemente encontrada em espécies de ambientes áridos, pois as folhas estão submetidas à intensa luminosidade em uma ou ambas as faces da lâmina (Fahn & Cutler 1992, Metcalfe & Chalk, 1983, Ferreira et al., 2015, Simioni et al., 2017). Assim, esse parênquima tem a função de direcionar os raios luminosos para as camadas mais internas do mesofilo, atenuando a absorção da luz vermelha e azul, reduzindo os danos fotoinibitórios ao parênquima lacunoso (Vogelmann & Martin 1993, Sun et al., 1996). O mesofilo homogêneo, como registrado para *Senecio cisplatinus*, pode estar relacionado, conforme o estudo realizado Piazza et al. (2015) com espécies de Orchidaceae, tolerância a alta incidência do sol.

A presença de anatomia Kranz em *Alternanthera hirtula* (Amaranthaceae) e *Pappophorum macrospermum* (Poaceae), caracterizada pela ocorrência de uma bainha vascular com grandes cloroplastos e células do parênquima clorofiliano organizadas radialmente a essas, já foi destacada para outras espécies desses gêneros, sendo Poaceae o maior grupo dentre as Monocotiledôneas e Amaranthaceae o maior dentre Eudicotiledôneas (Sage 2003, Majerowicz 2004). Sua presença está relacionada ao metabolismo fotossintético do tipo C₄ e, plantas com esse metabolismo são geralmente associadas a habitats sob condições ambientais severas, como seca, altas temperaturas, alta radiação solar e salinidade (Fahn & Cutler 1992, Sage 2003, Grigore & Toma 2007, Martins et al., 2008).

Os cristais do tipo drusas constituem um mecanismo de deposição do excesso de cálcio da planta, auxiliando no equilíbrio iônico (Franceschi & Horner 1980, Playuk 2016) ocasionado, possivelmente, como consequência da alta concentração de minerais no solo dos campos de areais do RS (Streck et al., 2008). Sua presença em algumas espécies indica adaptação a ambientes de caráter xeromórfico, já que atuam na reflexão de raios luminosos

(Larcher 2004, Arruda et al., 2009). Segundo os mesmos autores, as drusas atuam na proteção contra a herbívora, pois torna a planta impalatável para alguns animais

Os testes microquímicos realizados nas plantas estudadas revelaram a presença de compostos fenólicos e mucilagem, juntamente com estruturas secretoras (canais secretores e tricomas glandulares). Essas substâncias têm diversas funções, dependendo da necessidade fisiológica de cada espécie, podendo atuar na manutenção da estrutura celular, proteção contra herbivoria e patógenos, propiciando vantagem a essas plantas, visto que as condições ambientais têm uma grande influência no estabelecimento e desenvolvimento dos vegetais (Wagner 1991, Martins 2003, Trindade et al., 2014).

Estudos da composição química do material secretado por essas espécies podem ser novas fontes de material a serem explorados pela indústria. Apiaceae é conhecida por apresentar limoneno e linalol com ação antisséptica na composição do óleo essencial que produz (Hadaruga et al., 2005, Martins et al., 2008). Asteraceae tem espécies com grande diversidade de estruturas secretoras, possuindo vasta diversidade de compostos químicos (Wagner 1991, Martins 2003). Myrtaceae possui espécies com importantes propriedades farmacológicas (Apel et al., 2006, Donato & Morretes 2009). As folhas de *Hesperozygis rigens* são grandes produtoras de óleo essenciais, sendo a pulegona o componente principal, que é utilizado por suas propriedades antiparasitárias e atividades acaricidas, alelopáticas, anestésicas e larvicidas (Ribeiro et al., 2010, Silva et al., 2014, Toni et al., 2014, Pinheiro et al., 2016).

O Pampa dentre os demais biomas do Brasil é o que possui a menor área destinada à proteção ambiental (Hasenack et al., 2007, MMA 2016). Além disso, das espécies estudadas, oito possuem algum grau de ameaça de extinção. Nesse sentido, ressalta-se a importância da criação de novas unidades de conservação e a reabilitação dos processos ecológicos que podem efetivamente proibir a transformação de pastagem natural da região

em áreas agrícolas, juntamente com a fiscalização e a educação ambiental, evitando assim a perda completa dos campos (Overbeck et al., 2007, 2015, Silva 2009, Pillar & Vélez 2010).

Com este trabalho foi possível observar a presença de características morfológicas e anatômicas que podem ser interpretadas como estratégias adaptativas, dentre elas destacam-se: cera epicuticular, cutícula e/ou células epidérmicas espessadas, tricomas tectores e glandulares, estômatos em ambas as faces, mesofilo compacto, drusas, canais secretores, compostos fenólicos e mucilagem. Com a análise morfoanatômica foliar conclui-se que as espécies de ocorrência nos campos de areais possuem características adaptativas ao ambiente seco e/ou com déficits de água e sua estrutura resulta em um investimento da planta na potencialização do seu sucesso evolutivo nesse ambiente.

3.7 Agradecimentos

Reconhecemos à equipe técnica do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Parque Científico e Tecnológico da Univates – Tecnovates, por fornecer o equipamento e suporte técnico para análise envolvendo microscopia eletrônica. Também agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa a primeira autora e à Fundação Araucária (51223/2017) pelo auxílio financeiro.

3.8 Referências bibliográficas

- Andrade RO. 2013. Intervenções sustentáveis. Revista da FAPESP on line, v. 206, p. 52.
- Apel MA, Sobral M, Henriques AT. 2006. Composição química do óleo volátil de *Myrcianthes* nativas da região sul do Brasil. Rev Bras Farmacogn 16, p. 402-407.
- Arruda RCO, Viglio NSF, Barros AAM. 2009. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na Restinga de Ipitangas, Saquarema. Rodriguésia, 60, 2, p. 333-352.
- Berlyn G, Miksche J. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Ames, The Iowa State University Press, p. 326.

- Bieras AC. 2006. Morfologia e anatomia foliar de dicotiledôneas arbóreo-arbustivas do Cerrado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Boeger, MRT, Gluzezak, RM. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. Iheringia. Série Botânica., 61(1/2), p. 73-82.
- Boldrini II. 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Flora do Brasil. In: Araújo E.L.; Noura A.N.; Sampaio E.V.S.B.; Gestinari L.M.S.; Carneiro J.M.T. (eds.). Campos Sulinos: caracterização e biodiversidade. Recife. p. 95-97.
- Boldrini, II. 2009. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, VDP; Müller, SC; Castilhos, ZMC; Jacques, AVA. (eds.). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. MMA, Brasília. p. 63-77.
- Cao KF. 2000. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. Can. J. Bot. 78, p. 1245–1253.
- Cutler DF, Botha T, Stevenson DWM. 2011. Anatomia Vegetal – Uma abordagem aplicada. São Paulo, ArtMed Editora, p. 304.
- Develey PF, Setubal RB, Dias RA, Bencke GA. 2008. Conservação das aves e da biodiversidade no bioma Pampa aliada a sistemas de produção animal. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 16, n. 4, p. 308-315.
- Donato AM, Morretes BLD. 2009. Anatomia foliar de *Eugenia florida* DC. (Myrtaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia, 19, 3, p. 759-770.
- Elias SR, Assis RM, Stacciarini-Seraphin E, Rezende MH. 2003. Leaf anatomy in young plants of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae). Brazilian Journal of Botany 26, 169-174.

- Ellis B, Daly DC, Hickey LJ, Johnson KR, Mitchell, JD, Wilf P, Wing SL. 2009. Manual of leaf architecture (Vol. 190). Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Fahn A, Cutler D. 1992. Xerophytes. Gebrüder Borntraeger, Berlin, p. 176.
- Fank-de-Carvalho SM, Somavilla NS, Marchioreto MS, Bão SN. 2015. Plant structure in the Brazilian neotropical savannah species. In: Biodiversity in Ecosystems-Linking Structure and Function. InTech: 425-460.
- Ferreira CS, Carmo WS, Graciano-Ribeiro D, Oliveira JMF, Melo RB, Franco AC. 2015. Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. Rev. Acta Amazon. 45, p. 337–346.
- Fidelis A, Pivello V. 2011. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? Biodiversidade brasileira, n. 2, p. 12-25.
- Franceschi V, Horner Jr. HT. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. The Botanical Review, California, vol. 46, p. 361-427.
- Franklin GL. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. Nature 155(3924): 51.
- Freitas EM, Trevisan R, Schneider ÂA, Boldrini II. 2009. Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. Revista Brasileira de Biociências, v. 8, n. 1.
- González WL, Negritto MA, Suárez LH, Gianoli E. 2008. Induction of glandular and non-glandular trichomes by damage in leaves of *Madia sativa* under contrasting water regimes. Acta Oecologica 33: p. 128-132.
- Gratani L, Covone F, Larcher W. 2006. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0070-6>. Acesso: 29 de dezembro de 2017.

- Grigore MN, Toa C. 2007. Histo-anatomical strategies of Chenopodiaceae halophytes: adaptive, ecological and evolutionary implications. WSEAS Trans Biol Biomed 4(12): 204-218.
- Guerra A, Scremin-Dias E. 2017. Leaf traits, sclerophylly and growth habits in plant species of a semiarid environment. Braz. J. Bot.
- Gutschick VP. 1999. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. New Phytologist 143(1): p. 3-18.
- Hadaruga NG, Hadaruga DI, Lupea AX, Paunescu V, Tatu C. 2005. Bioactive nanoparticles - 7. Essential oil from Apiaceae and Pinaceae Family plants/betacyclodextrin supramolecular system. Rev Chimie 56: p. 876-882.
- Hasenack H, Cordeiro JLP, Costa BSC. 2007, Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul In: Sustentabilidade produtiva no Bioma Pampa. II Simpósio de Forrageiras e Produção Animal, p. 15-22.
- IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE. Acessível em www.ibge.gov.br.
- Johansen DA. 1940. Plant microtechnique. New York: Mcgraw-Hill Book, p. 523.
- Kraus JE, Arduin M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: EDUR.
- Larcher W. 2004. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, RiMa, p. 531.
- Majerowicz N. 2004. Fotossíntese. In: Kerbauy, G.B. (ed) Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Martins FM. 2003. Estruturas secretoras da lâmina foliar de espécies de *Senecio* Tourn. ex L.(Asteraceae). Tese de Doutorado da Universidade federal de Viçosa - MG.

- Martins MBG, Marconi AP, Cavalheiro AJ, Rodrigues SD. 2008. Caracterização anatômica e química da folha e do sistema radicular de *Hydrocotyle umbellata* (Apiaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia, p. 402-414.
- Martins S, Machado SR, Alves M. 2008A. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir.(Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. Acta Bot Bras 22: p. 493-503.
- Matei AP, Filippi EE. 2013. O bioma pampa e o desenvolvimento socioeconômico em Santa Vitória do Palmar. Ensaios FEE, v. 34.
- Medina E, Garcia V, Cuevas E. 1990. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf, structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forest of the upper Rio Negro region. Biotropica, Lawrence, v. 22, p. 51-64.
- Metcalf CR, Chalk L. 1983. Anatomy of Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2007. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, p. 300.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Pampa. 2016. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília. Disponível: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>. Acesso em: 20/06/2016.
- Mott KA, Gibson AC, O'leary JW. 1982. The adaptative significance of amphistomatic leaves. Plant, Cell and Enviroment 5: 455-460.
- Nimer E. 1979. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. p. 422.

- Oliveira MG, Suertegaray DMA. 2014. Processos Geomorfológicos na Evolução da Paisagem/Geomorphological Processes in Landscape Evolution. Revista FSA (Faculdade Santo Agostinho), v. 11, n. 2, p. 211-233.
- Overbeck GE, Müller SC, Fidelis A, Pfadenhauer J, Pillar VD, Blanco CC, ... Forneck ED. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 9, n. 2, p. 101-116.
- Overbeck GE, Müller SC, Fidelis A, Pfadenhauer J, Pillar VDP, Blanco CC, Boldrini II, Both R, Forneck ED. 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: Pillar VDP, Müller SC, Castilhos ZMC, Jacques AVA (eds.). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. MMA, Brasília. p. 26-41.
- Overbeck GE, Müller SC, Pillar VD, Pfadenhauer J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 66, n. 4, p. 1073-1090.
- Overbeck GE, Pfadenhauer J. 2007. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, v. 202, n. 1, p. 27-49.
- Overbeck GE, Vélez-Martin E, Scarano FR, Lewinsohn TM, Fonseca CR, Meyer ST, ... Ganade G. 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. Diversity and Distributions, 21(12), p. 1455-1460.
- Piazza LD, de Camargo Smidt E, Bona C. 2015. Anatomia comparada dos órgãos vegetativos de espécies de *Bulbophyllum* seção *Didactyle* (Lindl.) Cogn. e *Bulbophyllum* seção *Xiphizusa* Rchb. f. (Orchidaceae). Hoehnea 42(1), p. 171-183.
- Pillar VDP, Lange O. 2015. Os Campos do Sul. Rede Campos Sulinos–UFRGS, p. 192.
- Pillar VDP, Vélez E. 2010. Extinção dos Campos Sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético?. Natureza & Conservação. v. 8, n. 1, p. 84-86.

- Pinheiro CG, Machado CM, Amaral LP, Silva DT, Almeida CAA, Longhi SJ, ... Heinzmann BM. 2016. Seasonal variability of the essential oil of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling. *Brazilian Journal of Biology*, 76(1), p. 176-184.
- Playuk JÁ. 2016. Estudos morfo-anatômicos de *Gomphrena perennis*, maleza tolerante al glifosato. Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Press MC. 1999. The functional significance of leaf structure: a search for generalizations. *New Phytologist* 143: p. 213-219.
- Purvis M, Collier D, Wall D. 1964. *Laboratory Techniques in Botany*. London, Butterworths.
- Pyykkö M. 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* 3: p. 453-622.
- Ribeiro VLS, Santos JC, Bordignon SAL, Apel MA, Henriques AT, Poser GL. 2010. Acaricidal properties of the essential oil from *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Bioresource Technol.* 101: p. 2506–2509.
- Rôças G, Scarano FR, Barros CF. 2001. Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) under distinct light and soil water regimes. *Bot. J. Linn. Soc.* 136, p. 231–238.
- Rovedder A, Eltz F, Girardi-Diero A, Deble L. 2005. Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 11, n. 4.
- Sage RF. 2003. The evolution of C4 photosynthesis. *New phytologist*, 161, 2, p. 341-370.
- Santos SA, Sant'Anna-Santos BF, Valente GE, Francino DM, Júnior WGC. 2013. Micromorfologia foliar de espécies de *Butia* (arecaceae): aspectos taxonômicos e ecológicos. 64º Congresso Nacional de Botânica.

- Santos T, Trevisan R. 2009. Eucaliptos versus bioma Pampa: compreendendo as diferenças entre lavouras de arbóreas e o campo nativo. *Lavouras de Destruição: a (im) posição do consenso*, p. 299-332.
- Sass J. 1951. *Botanical microtechnique*. The Iowa State College Press, Ames, p. 228.
- Scopel I, Sousa, MS, Peixinho DM, Martins AP. 2013. Levantamento de áreas sob arenização e relações com o uso da terra no sudoeste de Goiás e no sudoeste do Rio Grande Do Sul- Brasil. *Revista Eletrônica de Geografia*, v.5, n.15, p. 24-47.
- Silva DT, Silva LL, Amaral LP, Pinheiro CG, Pires MM, Schindler B, Garlet QI, Benovit SC, Baldisserotto B, Longhi SJ, Kotzian CB, Heinzmann BM. 2014. Larvicidal activity of brazilian plant essential oils against coenagrionidae larvae. *Journal of Economic Entomology*, vol. 107, no. 4, p. 1713-1720.
- Silva MDD. 2009. Bioma Pampa um sistema ameaçado. VII Congresso Latino Americano de Direito Florestal Ambiental.
- Simioni PF, Eisenlohr P V, Pessoa MJG, Silva IV. 2017. Elucidating adaptive strategies from leaf anatomy: Do Amazonian savannas present xeromorphic characteristics?. *Flora*, 226, p. 38-46.
- Smith WK, Mcclean TM. 1989. Adaptative relationship between leaf water repellency, stomatal distribution, and gas exchange. *Am J Bot* 76: p. 465-469.
- Streck EV, Kämpf N, Dalmolin RSD, Klamt E, Nascimento PC, Schneider P, Giasson E, Pinto LFS. 2008. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2ª ed. Porto Alegre: EMATER/RS. p. 222.
- Suárez OLC, Jáuregui D. 2011. Morfoanatomia foliar de epífitas presentes em um bosque nublado, altos de Pipe, Estado Miranda, Venezuela. *Acta Botânica Venezuelica*. Vol. 34 n.1, jun, Caracas.

- Suertegaray DMA, Berte AMA. 1997. Políticas de Florestamento em Áreas Degradadas: Areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul. Geosul Revista do Departamento de Geociências CFH, Editora da UFSC, 26, p. 56-70.
- Suertegaray DMA, Guasseli LA, Verdum R, Basso LA, Medeiros RMV, Bellanca ET, de Aveline Bertê AM. 2001. Projeto arenização no Rio Grande do Sul, Brasil: gênese, dinâmica e espacialização. Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales, (287), p. 349-356.
- Sun JN, Nishio JN, Vogelmann TC. 1996. Hight-light on effects on CO2 fixation gradients across leaves. Plant, Cell and Environment 19: p. 1261-1271.
- Toni C, Becker AG, Simões LN, Pinheiro CG, de Lima Silva L, Heinzmann BM, ... Baldisserotto B. 2014. Fish anesthesia: effects of the essential oils of *Hesperozygis ringens* and *Lippia alba* on the biochemistry and physiology of silver catfish (*Rhamdia quelen*). Fish physiology and biochemistry, 40(3), p. 701-714.
- Trindade LMP, Fernandes YS, Gonçalves LA. 2014. Diversidade e desenvolvimento dos tricomas glandulares de *Lomatozona artemisiifolia* Baker (Asteraceae - Eupatorieae) - uma planta endêmica do Cerrado de Goiás. Iheringia Ser Bot 69(2):235-243.
- Vogelmann TC, Martin G. 1993. The funcional significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuselight. Plant, Cell and Environment 16: p. 65-72.
- Wagner GJ. 1991. Secreting glandular trichomes: more than just hairs. Plant Physiol. 96(3): p. 675-679.

Tabela 1. Relação das famílias e de espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo com respectivo voucher, ocorrência e hábito. RS: Rio Grande do Sul; *ameaçadas de extinção.

Família e espécies	Voucher	Ocorrência	Hábito
AMARANTHACEAE			
<i>Alternanthera hirtula</i> (Mart.) R.E.Fr.*	E. Freitas 1107	Brasil, RS	Herbácea
<i>Gomphrena perenis</i> L.*	A. Viana 29	Brasil, RS	Herbácea
APIACEAE			
<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schltldl	A. Viana 25	Brasil, RS	Herbácea
ARECACEAE			
<i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori	E. Freitas 1125	Brasil, Arais	Arborescente
ASTERACEAE			
<i>Achyrocline marchiori</i> Deble	A. Viana 22	Brasil, RS	Herbácea
<i>Asteropsis megapotamica</i> (Spreng.) Marchesi, Bonifacino & Sancho	A. Viana 26	Brasil, RS	Herbácea
<i>Baccharis albilanosa</i> A.S. Oliveira & Deble	A. Viana 28	Brasil, RS	Herbácea
<i>Baccharis multifolia</i> A.S. Oliveira, Deble & Marchiori	A. Viana 21	Brasil, Arais	Subarbusto
<i>Gochnatia cordata</i> Less.*	E. Freitas 1141	Brasil, Arais	Herbácea
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabrera	A. Viana 20	Brasil, RS	Subarbusto
<i>Trixis pallida</i> Less.*	E. Freitas 1129	Brasil, RS	Herbácea
CONVOLVULACEAE			
<i>Ipomoea malvaeoides</i> var. <i>lineariloba</i> Hallier	A. Viana 19	Brasil, RS, Arais	Trepadeira
<i>Ipomoea nitida</i> Griseb.	A. Viana 15	Brasil, RS	Trepadeira
EUPHORBIACEAE			
<i>Croton lorentzii</i> Müll. Arg. ex Griseb	A. Viana 16	Brasil, RS, Arais	Herbácea
FABACEAE			
<i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn.	E. Freitas 1142	Brasil, RS	Herbácea
LAMIACEAE			
<i>Hesperozygis ringens</i> Benth.*	A. Viana 17	Brasil, RS	Herbácea
MALVACEAE			
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.*	A. Viana 18	Brasil, amplo	Herbácea

Tabela 1. Continuação.

Família e espécies	Voucher	Ocorrência	Hábito
<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.*	E. Freitas 1140	Brasil, amplo	Herbácea
MYRTACEAE			
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos*	E. Freitas 1139	Brasil, centro-oeste, sudeste e sul	Arbustiva
POACEAE			
<i>Pappophorum macrospermum</i> Roseng., B.R. Arrill. & Izag.	A. Viana 27	Brasil, RS	Herbácea

Tabela 2. Características morfológicas da lâmina foliar de espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo. *Achyrocline marchiorii* (1); *Alternanthera hirtula* (2); *Asteropsis megapotamica* (3); *Baccharis albilanosa* (4); *Baccharis multifolia* (5); *Butia lallemantii* (6); *Croton lorentzii* (7); *Dorstenia brasiliensis* (8); *Eryngium ciliatum* (9); *Eugenia arenosa* (10); *Gochnatia cordata* (11); *Gomphrena perenis* (12); *Hesperozygis ringens* (13); *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (14); *Ipomoea nitida* (15); *Lupinus albens* (16); *Pappophorum macrospermum* (17); *Senecio cisplatinus* (18); *Trixis pallida* (19); *Waltheria douradinha* (20).

Espécie	Formato	Consistência	Indumento	Filotaxia	Base	Ápice	Margem	Comprimento (cm)	Largura (cm)
1	Ovada	membranácea	lanoso	Alterna	Agudo	Agudo	lisa	1-3,2	0,2- 0,7
2	Ovada	membranácea	lanoso	oposta	Obtuso	Agudo	lisa	2,5-4,6	0,7-1,6
3	Ovada	membranácea	sericeo	alterna	Agudo	Agudo	lisa	1,3-2,7	0,2- 0,3
4	lanceolada	coriácea	pubescente	alterna	Agudo	Agudo	lisa	0,7- 1,1	0,15- 0,2
5	lanceolada	coriácea	tomentoso	alterna	Agudo	Agudo	lisa	0,4- 1,1	1
6	palmtissecta	coriácea	glabra	alterna	Agudo	Agudo	lisa	80-160	85,2
7	Ovada	membranácea	estrelado	alterna	Agudo	Agudo	lisa	3,4- 4,2	1,2- 1,4
8	Ovada	membranácea	pubescente	verticilada	Obtusa	Obtuso	lisa	1,8- 2,4	1,3- 1,9
9	obovada	membranácea	glabra	alterna	Agudo	Obtuso	serreada	4,5	1,5
10	obovada	cartácea	pubescente	verticilada	Agudo	Obtuso	lisa	5,1- 8,5	2-3
11	Ovada	cartácea	lanoso	alterna	Obtuso	Agudo	lisa	3,5- 7	1,5-4,2
12	lanceolada	coriácea	tomentoso	oposta	Agudo	Agudo	lisa	2- 3,4	0,4-1
13	Ovada	membranácea	pubescente	oposta	Agudo	Agudo	serreada	1,5-2,2	0,7-2,2
14	palmtissecta	membranácea	tomentoso	alterna	Obtuso	Agudo	lisa	5-6,5	4,2-5
15	Ovada	membranácea	tomentoso	alterna	Arredondado	Agudo	lisa	6,4-7,3	4,1-4,6
16	palmtissecta	membranácea	tomentoso	oposta	Obtuso	Obtuso	lisa	3-4,7	0,7-1,3
17	lanceolada	membranácea	glabra	verticilada	Agudo	Agudo	lisa	60-80	0,5-1
18	lanceolada	membranácea	tomentosa	alterna	Agudo	Agudo	erosa	4-5,2	0,2-0,5
19	Ovada	cartácea	pubescente	oposta	Arredondado	Agudo	lisa	6-6,7	2,8-3,2
20	Ovada	coriácea	estrelado	alterna	Agudo	Agudo	serreada	1,8-4,7	0,9-2,9

Tabela 3. Caracteres anatômicos da lâmina foliar de espécie dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo: *Achyrocline marchiorii* (1); *Alternanthera hirtula* (2); *Asteropsis megapotamica* (3); *Baccharis albilanosa* (4); *Baccharis multifolia* (5); *Butia lallemantii* (6); *Croton lorentzii* (7); *Dorstenia brasiliensis*(8); *Eryngium ciliatum* (9); *Eugenia arenosa*(10); *Gochnatia cordata* (11); *Gomphrena perenis* (12); *Hesperozygis ringens* (13); *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (14); *Ipomoea nitida* (15); *Lupinus albescens* (16); *Pappophorum macrospermum* (17); *Senecio cisplatinus* (18); *Trixis pallida* (19); *Waltheria douradinha* (20). (-) não se aplica.

Características / Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Cera epicuticular: ausente (0); presente (1)	-	0	0	-	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cutícula: delgada (0); espessada (1)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Epiderme, parede periclinal externa da células: levemente espessada (0); espessada (1)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
Proporção das células epidérmicas nas diferentes faces: semelhante (0); diferente (1)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Estômatos, posição em relação às demais células epidérmicas: acima (0); mesmo nível (1); abaixo (2)	0	1	1	0	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Estômatos, distribuição: ABA (0); ABA/ADA (1)	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tricomas glandular, presença e distribuição: ausente (0); ADA/ABA (1)	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
Caract. tricoma glandular: unisseriado (0); multisseriado (1)	0	-	0	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	0	-	1
Tricomas tector, presença e distribuição: Ausente (0); ADA (1); ADA/ABA (2)	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Caract. tricoma tector: unisseriado (0); multisseriado (1)	0	0	0	0	0	-	1	0	-	0	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calotas de fibras: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mesofilo, tipo: dorsiventral (0); isobilateral(1); homogêneo (2) radiado (3)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	3	2	0	0

Tabela 3. Continuação.

Características / Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Parênquima paliádico, número camadas	1- 2	1	2- 3	1- 2	2- 3	3- 4	1	2- 3	4-5	2	2- 3	-	1- 3	4- 5	2- 3	3- 4	-	-	2- 3	1- 2
Parênquima lacunoso, número camadas	5- 6	6- 8	3- 4	2- 3	2- 3	3- 4	4- 5	5- 7	10- 12	5- 6	3- 5	-	3- 4	3- 4	5- 6	5- 7	-	-	3- 4	4- 5
Drusas: ausente (0); presente (1)	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Canal secretor: ausente (0); presente (1)	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Feixes vascular, número de níveis	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nervura central: conspícua (0); inconspícua (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Colênquima, ocorrência, tipo: ausente (0); lamelar (1); angular (2); anelar (3)	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	½	2	2/3	2	0	0	2	0
Mucilagem: ausente (0); presente (1)	0	-	0	0	1	0	-	-	0	0	0	-	0	0	1	-	-	0	0	1
Composto fenólico: ausente (0); presente (1)	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1

Tabela 4. Média da espessura da lâmina foliar, do comprimento do mesofilo, parênquima paliçádico e lacunoso (%); densidade de tricomas (mm²) das espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo. *Achyrocline marchiorii* (1); *Alternanthera hirtula* (2); *Asteropsis megapotamica* (3); *Baccharis albilanosa* (4); *Baccharis multifolia* (5); *Butia lallemantii* (6); *Croton lorentzii* (7); *Dorstenia brasiliensis* (8); *Eryngium ciliatum* (9); *Eugenia arenosa* (10); *Gochnatia cordata* (11); *Gomphrena perennis* (12); *Hesperozygis ringens* (13); *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (14); *Ipomoea nítida* (15); *Lupinus albescens* (16); *Pappophorum macrospermum* (17); *Senecio cisplatinus* (18); *Trixis pallida* (19); *Waltheria douradinha* (20). (-) não se aplica.

Espécies/ caracteres	Lâmina foliar Espessura (µm)	Comprimento (µm)	Mesofilo		Tricomas Densidade (mm ²)
			Parênquima paliçádico (%)	Parênquima lacunoso (%)	
1	167.3	136.4	28%	69%	-
2	420.3	344.3	57%	41%	60
3	259.6	208.7	16%	59%	-
4	122.6	84.0	48%	52%	-
5	295.9	205.0	30%	48%	198
6	393.0	329.4	26%	35%	-
7	166.5	124.4	51%	50%	29
8	229.9	154.5	39%	62%	152
9	553.4	486.7	35%	70%	-
10	197.2	162.6	55%	43%	24
11	113.0	86.9	51%	32%	-
12	307.9	209.0	-	-	114
13	304.2	249.8	44%	33%	194
14	218.4	172.7	41%	26%	87
15	322.6	275.3	49%	43%	114
16	505.0	424.7	59%	41%	231
17	101.0	80.6	-	-	18
18	186.8	95.2	-	-	69
19	101.3	70.1	31%	65%	-
20	71.5	50.0	47%	53%	62

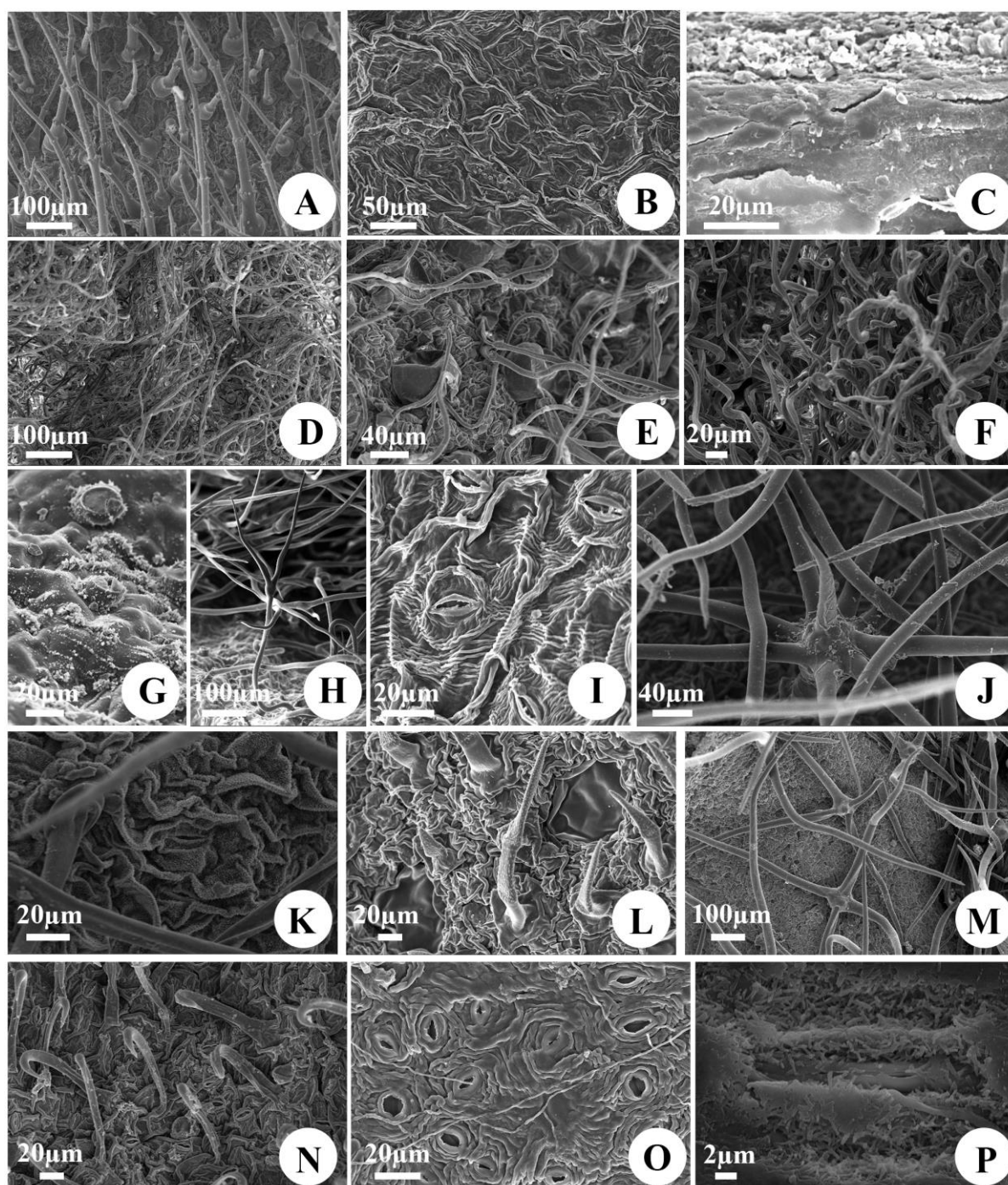


Figura 1. Lâmina foliar, em vista frontal, das espécies dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo em MEV. **A-F.** Visão geral da lâmina foliar. **A.** *Gomphrena perenis*, face adaxial. **B.** *Eryngium ciliatum*, face adaxial. **C.** *Butia lallemantii*, face abaxial. **D.** *Achyrocline marchiori*, face abaxial. **E.** *Asteropsis megapotamica*, face adaxial. **F.** *Baccharis albilanosa*, face abaxial. **G-L.** Detalhes da lâmina foliar. **G.** *Gochnatia cordata*, estômatos e cera, face abaxial. **H.** *Gochnatia cordata*, tricoma multisseriado, face abaxial. **I.** *Ipomea nitida*, estômato, face abaxial. **J.** *Croton lorentzii*, tricoma ramificado, face adaxial. **K.** *Lupinus albescens*, estômato e cera, face abaxial. **L.** *Hesperozygis ringens*, tricomas tectores e glandulares, face adaxial. **M-N.** Detalhe dos tricomas. **M.** *Waltheria douradinha*, vista abaxial. **N.** *Dorstenia brasiliensis*, face abaxial. **O-P.** Detalhe dos estômatos. **O.** *Eugenia arenosa*, face abaxial. **P.** *Pappophorum macrospermum*, face adaxial.

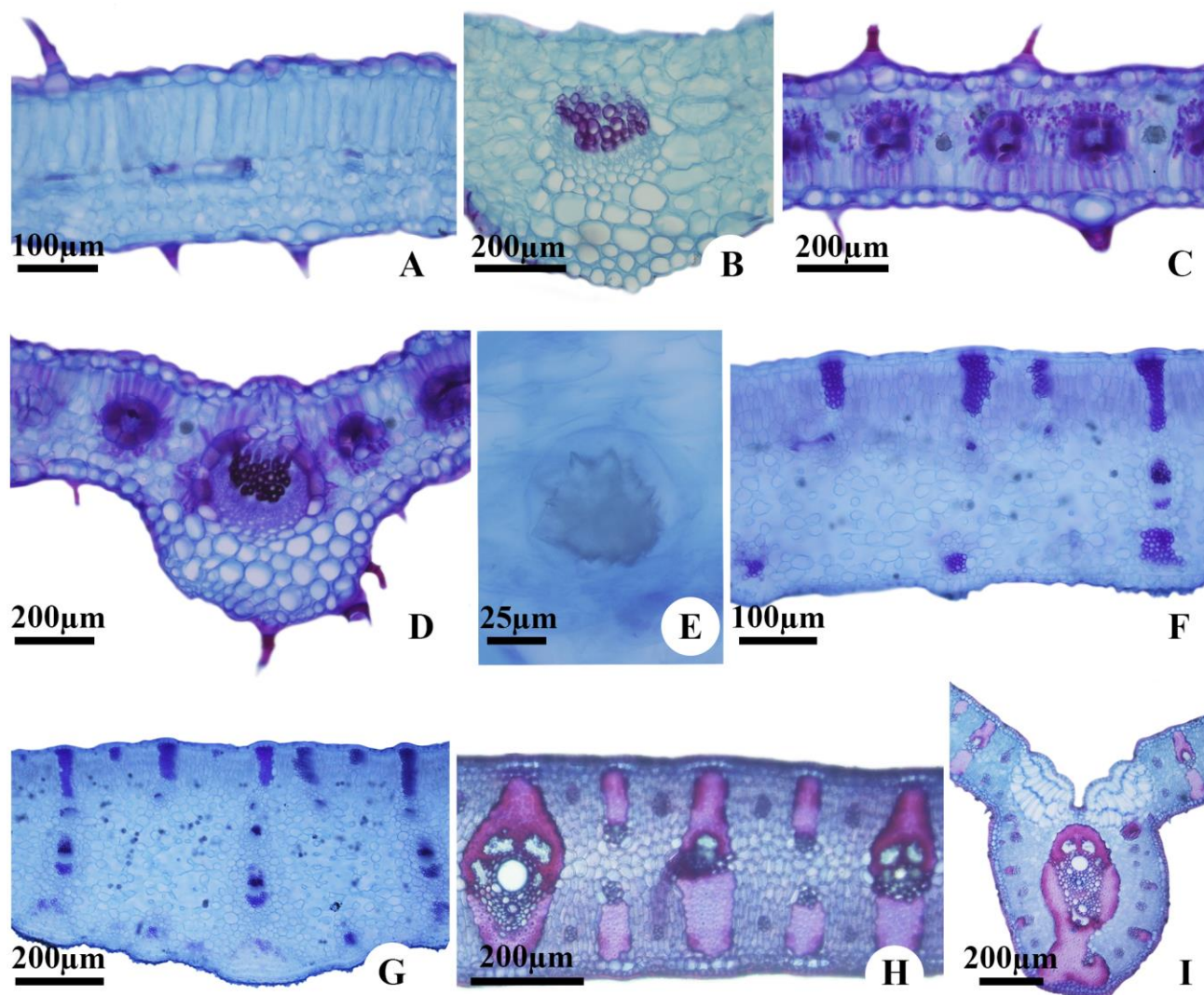


Figura 2. Lâmina foliar, em secção transversal, de espécies de Amaranthaceae, Apiaceae e Arecaceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo selecionadas para o estudo, em ML. **A-E.** Visão geral de *Althernanthera hirtula* e *Gomphrena perenis* (Amarantaceae). **A.** *Althernanthera hirtula*, mesofilo. **B.** *Althernanthera hirtula*, nervura central. **C.** *Gomphrena perenis*, mesofilo. **D.** *Gomphrena perenis*, nervura central. **E.** *Althernanthera hirtula*, drusa. **F-G.** *Eryngium ciliatum* (Apiaceae). **F.** Mesofilo. **G.** Nervura central. **H-I.** *Butia lallemantii* (Arecaceae). **H.** Mesofilo. **I.** Nervura central.

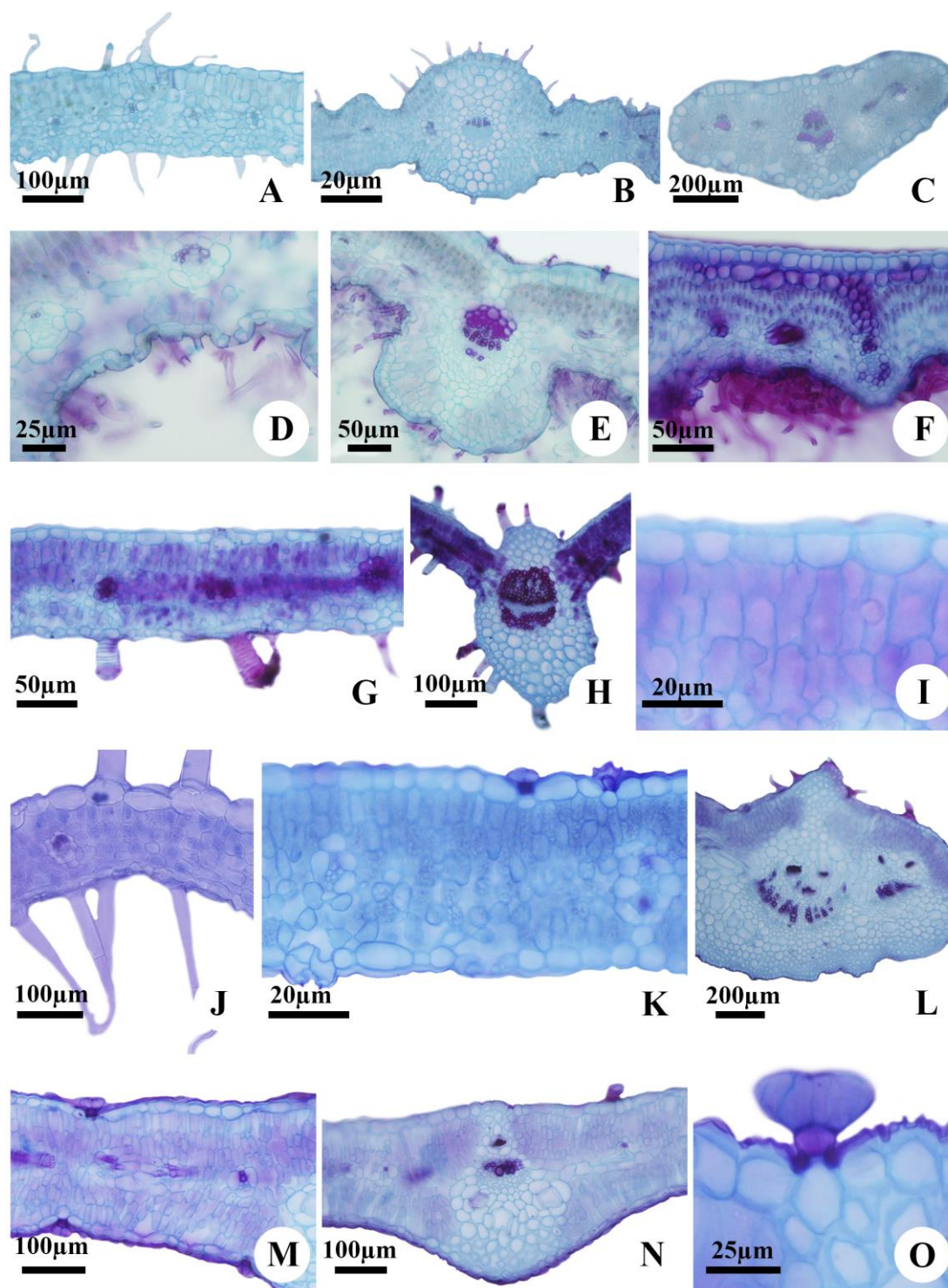


Figura 3. Lâmina foliar, em secção transversal, de espécies de Asteraceae e Convolvulaceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em ML. **A-J.** Visão geral das espécies de Asteraceae. **A.** *Achyrocline marchiorii*, mesofilo. **B.** *Asteropsis megapotamica*, nervura central. **C.** *Baccharis multifolia*, lâmina foliar. **D.** *Baccharis albilanosa*, face abaxial. **E.** *Baccharis albilanosa*, nervura central. **F.** *Gochnatia cordata*, mesofilo. **G.** *Trixis pallida*, mesofilo. **H.** *Trixis pallida*, nervura central. **I.** *Trixis pallida*, parênquima plissado. **J.** *Senecio cisplatinus*, mesofilo. **K-O.** Visão geral das espécies de Convolvulaceae. **K-L.** *Ipomea nítida*. **K.** Mesofilo. **L.** Nervura central. **M-O.** *Ipomea malvaeoides* var. *lineariloba*. **M.** Mesofilo. **N.** Nervura central. **O.** Tricoma glandular.

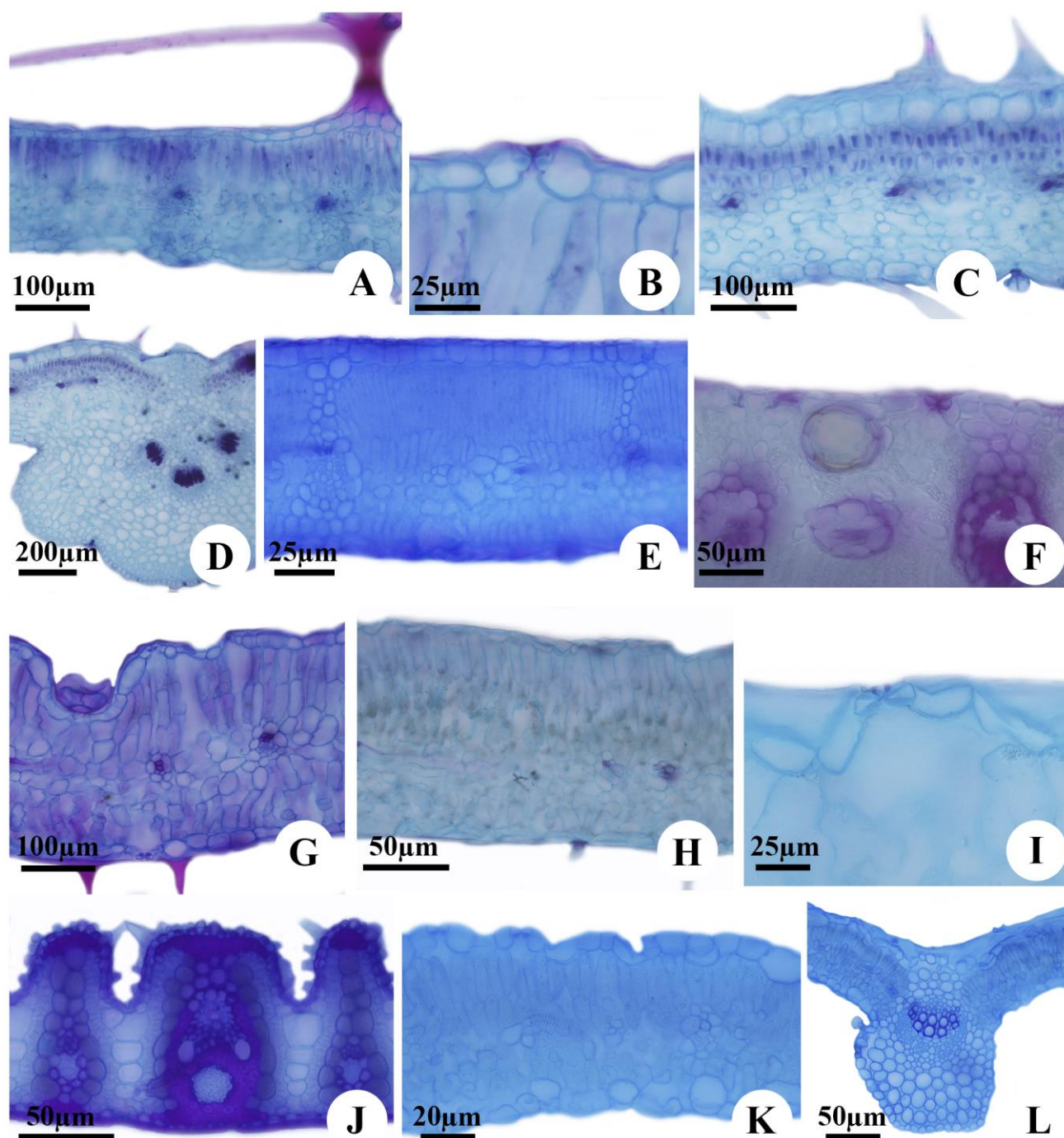


Figura 4. Lâmina foliar, em secção transversal de espécies de Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae e Poaceae, dos campos de areais, bioma Pampa, selecionadas para o estudo, em ML. **A-B.** Visão geral de *Croton lorentzii* (Euphorbiaceae). **A-B.** *Croton lorentzii*. **A.** mesofilo. **B.** Estômato. **C-D.** Visão geral de *Dorstenia Brasiliensis* (Moraceae). **C.** Mesofilo. **D.** Nervura central. **E-F.** *Eugenia arenosa* (Myrtaceae). **E.** Mesofilo. **F.** Detalhe da lâmina foliar, face adaxial. **G.** Visão geral de *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae), mesofilo. **H-I.** *Lupinus albescens* (Fabaceae). **H.** Mesofilo. **I.** Detalhe do estômato. **J.** Visão geral de *Pappophorum macrospermum* (Poaceae), mesofilo. **K-L.** Visão geral de *Waltheria douradinha* (Malvaceae). **K.** Mesofilo. **L.** Nervura central.