

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

FILICÍNEAS E LICÓFITAS EPÍFITAS NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL: FLORÍSTICA, ESTRUTURA COMUNITÁRIA E DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL

LETÍCIA DOS SANTOS MACHADO

PORTO ALEGRE

2015

LETÍCIA DOS SANTOS MACHADO

**FILICÍNEAS E LICÓFITAS EPÍFITAS NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL: FLORÍSTICA, ESTRUTURA COMUNITÁRIA E
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientador: Paulo Günter Windisch

Porto Alegre

2015

“Overhead, at a height, perhaps, of a hundred feet, is an almost unbroken canopy of foliage formed by the meeting together of these great trees and their interlacing branches; and this canopy is usually so dense that but an indistinct glimmer of the sky is to be seen, and even the intense tropical sunlight only penetrates to the ground subdued and broken up into scattered fragments... it is a world in which man seems an intruder, and where he feels overwhelmed.”

Alfred R. Wallace

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Paulo Windisch, pela oportunidade e confiança, pelos ensinamentos botânicos, pelo carinho e cuidado com a dupla dinâmica (Felipe e eu), pela agradável convivência e pelas enriquecedoras discussões sobre ciência, história, política e economia.

À Prof^a. Dr^a. Mara Rejane Ritter por todo empenho e apoio para a realização desse trabalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela infraestrutura disponibilizada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Aos curadores e funcionários dos Herbários visitados, pela disponibilização do material para consulta.

Às jovens, amigas e colegas de laboratório, Bruna, Denise e Flávia, parceiras do mate amargo e das boas risadas.

Ao Felipe Gonzatti, que durante esses dois anos foi minha dupla inseparável, meu amigo/colega de laboratório, de chimarrão, de mata paludosa, de mata arenosa, de dunas (sob sol escaldante, claro), de banhados, de butiazais, de mata paludosa novamente, de intermináveis coletas e preparações de material. Obrigada por muitas vezes ter sido minhas pernas e meus braços, pra escalar os forófitos e coletar as nossas epífitas. Gratidão por disponibilizar o carro da família para que pudéssemos desbravar a nossa querida Planície Costeira.

À Rosana Senna, filha botânica do Rogério Bueno, que muito contribuiu para o conhecimento das samambaias do Rio Grande do Sul. Obrigada por me apresentar o mundo mágico das samambaias.

À Senhora dos Anéis, Gabriela Ávila, por me acompanhar em todas as jornadas desde a graduação. Obrigada por me apoiar em todos os momentos, por fazer meus dias mais leves, por sempre me ajudar, seja com um abraço fagocitador, seja com as análises estatísticas.

Ao Fernando Lopes, por ter me auxiliado na organização da melhor parte da dissertação: as referências bibliográficas.

Aos amigos Emanuel Neuhaus, Lukiel Oliveira e Lucélia Jacques, que mesmo de longe sempre me apoiaram.

Aos amigos que fiz no mestrado, Karen, Marlon e Thaíssa, foi bom demais estar com vocês.

Ao meu marido, Adriano Bassan, pelo apoio psicológico e financeiro, por compreender a minha ausência durante vários dias, semanas, meses. Obrigada por ser meu amigo, meu cúmplice e por estar sempre tentando me fazer sorrir. Sem o teu apoio eu jamais teria conseguido chegar até aqui.

À Carolina Torres, meu amor mais bonito, que sempre participou de todos os momentos da minha vida, que me mostrou o significado da amizade verdadeira e que compreendeu a minha ausência durante esses dois anos.

À minha família perfeita, minha mãe, que sempre me apoiou e me motivou a seguir em frente, meu irmão e minha cunhada, por me darem o melhor presente do ano: minha sobrinha e afilhada Valentina.

À todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento desse trabalho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	7
Referências bibliográficas.....	13
Capítulo I. Filicíneas e licófitas epífitas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil	19
Resumo.....	21
Introdução.....	22
Materiais e métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	28
Referências bibliográficas.....	45
Capítulo II. Epiphytic ferns in swamp forest remnants in the coastal plain of southern Brazil	52
Abstract.....	54
Introduction.....	55
Materials and Methods.....	57
Results.....	61
Discussion.....	63
References.....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
Anexo I – Normas para formatação de manuscrito conforme a Revista Iheringia, Série Botânica	91
Anexo II – Normas para formatação de manuscrito conforme Anais da Academia Brasileira de Ciências.....	94

INTRODUÇÃO GERAL

As plantas vasculares sem sementes, representadas pelas filicíneas (também designadas como samambaias) e licófitas, durante muito tempo foram classificadas em um único grupo, denominado Pteridophyta. Contudo, estudos filogenéticos recentes baseados em marcadores moleculares demonstraram que essas plantas correspondem a um grupo parafilético (Pryer *et al.* 2001). Embora representem linhagens evolutivas distintas, continuam sendo tratadas em conjunto, sobretudo em trabalhos florísticos e ecológicos, por conta da semelhança de seus atributos ecológicos e biogeográficos (Paciência 2008).

As filicíneas e licófitas apresentam distribuição cosmopolita e ocupam os mais variados ambientes, desde o nível do mar até altitudes elevadas, de ambientes alpinos a subdesérticos, ocorrendo em maior diversidade nas florestas tropicais úmidas (Page 1979). De modo geral, a ampla distribuição do grupo deve-se ao fato dos esporos não clorofilados das espécies homosporadas serem leves, de tamanho reduzido e apresentarem alta viabilidade, podendo ser dispersos pelo vento até longas distâncias (Tryon 1972, 1986, Barrington 1993). A capacidade de muitos diásporos permanecerem viáveis por anos, até mesmo décadas, levam a criação de um banco de esporos no solo, que sob condições favoráveis tornam-se fonte de recrutamento de novas plântulas (Milberg 1991, Dyer & Lindsay 1992, Dyer 1994, Rana 2003). Assim sendo, o estabelecimento de novos indivíduos depende mais das condições ambientais e da disponibilidade de habitats, do que à capacidade de dispersão (Tryon 1972, 1986, Page 1979, Barrington 1993).

Estimativas recentes apontam para uma riqueza mundial de aproximadamente 13.600 espécies de filicíneas e licófitas (Moran 2008). As Américas destacam-se por comportar cerca de 3.250 espécies, sendo que essa notável riqueza deve-se à presença de três grandes centros de diversidade e endemismos do grupo: Mexicano, Andino e Brasileiro (Tryon 1972,

Tryon & Tryon 1982). Para o Brasil, são reconhecidas aproximadamente 1.250 espécies (Prado & Sylvestre 2015), onde a maior diversidade concentra-se na Floresta Pluvial Atlântica das regiões sudeste e sul (Tryon & Tryon 1982).

Embora os primeiros representantes do grupo tenham dominado as paisagens do Carbonífero, os gêneros modernos são considerados produtos de uma diversificação mais recente (100 m.a). Dados moleculares sugerem que esse evento ocorreu após o estabelecimento e a expansão das florestas dominadas por angiospermas. A estrutura do dossel permitiu que as filicíneas e licófitas ocupassem diferentes habitats, promovendo uma diferenciação entre as espécies herbáceas e epífitas (Schneider *et al.* 2004, Schuettpelz & Pryer 2009). Atualmente o grupo corresponde a 3% de todas as plantas vasculares, contudo, as espécies epífitas representam 10% da flora epifítica vascular mundial (Schuettpelz & Pryer 2009).

A evolução do epifitismo no grupo envolveu numerosos mecanismos e adaptações morfofisiológicas para tolerância à dessecação, como a redução da superfície foliar, a textura laminar coriácea (Tryon 1964), a aquisição de fotorreceptores (Kawai *et al.* 2003), a absorção de água diretamente das frondes (Dubuisson *et al.* 2009), o enrolamento das frondes e a abscisão foliar em períodos desfavoráveis (Ranal 1995), entre outros.

A abundância e a diversidade específica do componente epifítico varia de acordo com as condições ambientais ao longo de gradientes latitudinais, altitudinais e continentais (Gentry & Dodson 1987). Já a distribuição espacial das espécies pode variar em dois sentidos: horizontal, entre formações florestais e indivíduos forofíticos, e vertical, ao longo de cada forófito (ter Steege & Cornelissen 1989). Este último é influenciado principalmente pelo gradiente ambiental do solo ao dossel, onde significativas diferenças na temperatura do ar, umidade relativa, quantidade e qualidade da luz propiciam uma gama de nichos que são explorados por diferentes espécies (ter Steege & Cornelissen 1989, Hietz & Briones 1998,

Werneck & Espírito-Santo 2002). Em adição, a posição do forófito na estrutura da floresta, a idade do substrato, a arquitetura da copa e a inclinação dos ramos também pode refletir na ocupação dessas plantas (Johansson 1974, Benzing 1990, Hietz & Briones 1998). De acordo com Benzing (1990), o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas epífitas encontra-se fortemente influenciado por um conjunto de fatores abióticos.

Apesar da alta representatividade do epifitismo em filicíneas e licófitas, ainda são poucos os estudos florísticos e ecológicos que abordam exclusivamente esse hábito de vida no grupo (Sota 1971, 1972, Hietz & Briones 1998, Cortez 2001, Moran *et al.* 2003, Roberts *et al.* 2005, Fayle *et al.* 2009, Parra *et al.* 2009), sendo que o Brasil destaca-se por comportar grande parte dos trabalhos (Ranal 1991, 1993, Labiak & Prado 1998, Schmitt *et al.* 2005, Fraga *et al.* 2008, Schmitt & Windisch 2010, Schneider & Schmitt 2011, Barros *et al.* 2014, Quevedo *et al.* 2014).

Para o Sul do Brasil, Prado & Sylvestre (2015) indicam a ocorrência cerca de 560 espécies de filicíneas e licófitas. O conhecimento sobre as espécies sulinas deve-se principalmente às obras de Aloysio Sehnem, que a partir da década de 60 publicou uma série de fascículos para a “Flora Ilustrada Catarinense”, fornecendo chaves de identificação, informações ecológicas, descrições e ilustrações para gêneros e espécies do sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

Sehnem (1977) também sugeriu as prováveis rotas migratórias percorridas pelas espécies sulinas: uma através da Floresta Pluvial Atlântica, na porção leste; outra mediante a Floresta Pluvial do Oeste e uma terceira no Planalto Sul-Brasileiro. O autor destaca que a Floresta Pluvial Atlântica concentra a maior riqueza específica, devido à influência de elementos tropicais que migraram do Norte para o Sul e, posteriormente, para o Oeste. Em contrapartida, a Floresta Pluvial do Oeste constitui o menor número de espécies, onde os elementos migraram do Norte para o Sul, ao longo dos Rios Paraná e Uruguai. Já a rota mais

antiga é aquela do Planalto Sul-Brasileiro, que contempla elementos australantárticos provenientes do Sul.

Para o Rio Grande do Sul são registradas 370 espécies de filicíneas e licófitas, onde cerca de 28% apresentam hábito de vida epifítico (Prado & Sylvestre 2015). Nesse Estado, as publicações mais recentes tratam do levantamento florístico de filicíneas e licófitas em áreas de Floresta Ombrófila Mista (Mondin & Silveira 1989, Bueno & Senna 1992, Senna & Waechter 1997, Schmitt *et al.* 2006, Blume *et al.* 2010, Goetz *et al.* 2012), Floresta Ombrófila Densa (Santos & Windisch, 2008), Floresta Estacional Decidual (Bauer 2004, Steffens & Windisch 2007, Lehn *et al.* 2009) e Semidecidual (Falavigna 2002, Gonzatti *et al.* 2014). Além disso, destacam-se os estudos desenvolvidos por Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005) que abordam as características microscópicas dos esporos das filicíneas e licófitas do Rio Grande do Sul, bem como apresentam e ilustram os aspectos morfológicos da fase esporofítica de cada espécie. Já as filicíneas e licófitas epífitas tem sido estudadas quanto à estrutura e distribuição vertical sobre filicíneas arborescentes (Schmitt *et al.* 2005, Fraga *et al.* 2008, Schmitt & Windisch 2010, Schneider & Schmitt 2011) e angiospermas (Quevedo *et al.* 2014).

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul apesar de ocupar uma extensa área no Estado e compreender diversos ecossistemas, até o momento foi contemplada com apenas três trabalhos para o grupo como um todo (Athayde-Filho & Windisch 2006, Gonzatti *et al.* 2014, Machado & Senna dados não publicados). No que se refere às epífitas, Waechter (1992) ao estudar a flora epifítica vascular da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, registrou 37 espécies de filicíneas e cinco de licófitas. Apesar de não abordar exclusivamente esse grupo de plantas, a obra dispõe de uma ampla análise acerca da ecologia e distribuição geográfica das espécies registradas. Neste mesmo trabalho, o autor indica a família Polypodiaceae (*sensu lato*) como uma das mais importantes na sinúsia epifítica das florestas úmidas da Planície

Costeira do Rio Grande do Sul, juntamente com Orchidaceae e Bromeliaceae. Além disso, o autor verificou a existência de um gradiente latitudinal de distribuição de espécies, havendo diminuição da diversidade em direção sul, sobretudo de espécies tropicais que atingem seu limite de distribuição no paralelo 30°S.

Os ecossistemas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul por muito tempo sofreram impactos de origem antrópica. Dentre as principais ameaças à biodiversidade da região, destaca-se a expansão urbana e agrícola, a ocupação do solo para a orizicultura, a alteração no regime hidrológico para a construção de sistemas de irrigação e a descaracterização da paisagem com a introdução de espécies exóticas (Guadagnin 1999). Por estar inserida no Domínio Mata Atlântica e por apresentar acelerada perda da biodiversidade em virtude da degradação ambiental, a partir de 1993 a região passou a compor a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, recebendo atenção de diversas organizações preocupadas com o conhecimento e a conservação de seus ecossistemas, que encontram-se altamente ameaçados (Marcuzzo 1998).

Windisch (2002) destaca que para as filicíneas e licófitas, a fragmentação de habitats e as perturbações em seus microhabitats conferem o maior risco na conservação das espécies. Com relação às epífitas, a dependência de uma árvore suporte e a sensibilidade às alterações ambientais faz com que muitas espécies sejam consideradas bioindicadoras do estado de conservação das florestas. Isso porque a diversidade do grupo tende a diminuir com a presença de distúrbios no ambiente (Barthlott *et al.* 2001).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo geral caracterizar a composição de espécies, a estrutura comunitária e a distribuição espacial de filicíneas e licófitas epífitas na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul. Os objetivos específicos foram: (I) catalogar as filicíneas e licófitas epífitas presentes na área de estudo, considerando a categoria ecológica, os padrões de distribuição geográfica e os ambientes ocupados pelas espécies; (II)

Apontar espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção; (III) avaliar se a riqueza e a composição de filicíneas e licófitas epífitas varia ao longo dos forófitos (estratificação vertical); (IV) analisar a variação da riqueza e os possíveis fatores ambientais que podem influenciar na distribuição das espécies ao longo da área de estudo.

O presente trabalho foi organizado em dois capítulos, redigidos em forma de artigos científicos independentes, seguindo as normas das revistas sugeridas para publicação futura. O tamanho da fonte (12) e o espaçamento duplo foram mantidos ao longo do texto para facilitar a leitura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Athayde-Filho, F. P. & Windisch, P.G. 2006. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 61(2):63-71.
- Barrington, D. S. 1993. Ecological and historical factors in fern biogeography. *Journal of Biogeography* 20(3): 275-280.
- Barros, I.C.L., Cantarelli, L.C., Farias, R.P., Pereira, A.F.N. & Silva, I.A.A. 2014. Distribuição vertical de filicíneas epífitas em um fragmento de floresta atlântica no nordeste do Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 69(1):143-153.
- Barthlot, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J. & Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a composition of secondary vegetation and primary montane rain Forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152:145-156.
- Bauer, N.A. 2004. Análise da Pteridoflora em um Remanescente de Floresta Estacional Decidual, no Parque Estadual do Turvo, município de Derrubadas, Rio Grande do Sul. 108f. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Benzing, 1990. *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. Cambridge University. Press Cambridge.
- Blume, M., Fleck, R. & Schmitt, J.L. 2010. Riqueza e composição de filicíneas e licófitas em um hectare de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 8(4): 336-334.
- Bueno, R.M. & Senna, R.M. 1992. Pteridófitas do Parque Nacional dos Aparados da Serra. I. Região do Paradoro. *Caderno de Pesquisa. Série Botânica* 4(1): 5-12.
- Cardelús, C.L., Colwell, R.K. & Watkins Jr., J.E. 2006. Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology* 94:144-156.
- Cortez, L. 2001. Pteridofitas epífitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. *Gayana Botanica* 58: 13-23.
- Dyer, A.F. 1994. Natural soil spore banks - can they be used to retrieve lost ferns? *Biodiversity and Conservation* 3:160-175.
- Dyer, A.F. & Lindsay S. 1992. Soil spore banks of temperate ferns. *American Fern Journal* 82: 89-122.
- Dubuisson, J., Schneider, H. & Hennequin, S. 2009. Epiphytism in ferns: diversity and history. *Comptes Rendus Biologies* 322:120-128.

- Falavigna, T.J. 2002. Diversidade, formas de vida e distribuição altitudinal das pteridófitas do Parque da Ferradura, Canela (RS), Brasil. Dissertação 106 f. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Fayle T.M., Chung A.Y.C., Dumbrell A.J., Eggleton P. & Foster W.A. 2009. The Effect of Rain Forest Canopy Architecture on the Distribution of Epiphytic Ferns (*Asplenium* spp.) in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 41: 676-681.
- Fraga, L.L., Silva, L.B. & Schimitt, J.L. 2008. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. *Biota Neotropica* 8(4):123-129.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-223.
- Gonzatti, F., Valduga, E., Wasum, R. & Scur, L. 2014a. Florística e aspectos ecológicos de samambaias e licófitas em remanescentes de matas estacionais decíduais da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 12 (2): 90-97.
- Gonzatti, F., Valduga, E., Wasum, R.A. & Scur, L. 2014. Florística e aspectos ecológicos de licófitas e filicíneas do litoral médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 12(4):215-225.
- Goetz, M.N.B., Fraga, L.L. & Schmitt, J.L. 2012. Florística e aspectos ecológicos de filicíneas e licófitas em um parque urbano do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas: Botânica* 63:165-176.
- Guadagnin, D.L. 1999. Diagnóstico da situação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira da Região Sul - Rio Grande Do Sul e Santa Catarina. Relatório Técnico. Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio), Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio). Fundação Bio-Rio. Porto Alegre, 84 p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/meio/guias/sismica/refere/RegiaoSul.pdf.br>
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59:1-136.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6(5): 719-728.
- Hietz, P. & Briones, O. 1998. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecologia* 114: 305-316.

- Kawai, H., Kanegae, T., Christensen, S., Kiyosue, T., Sato, Y., Imaizumi, T., Kadota, A., Wada, M. 2003. Responses of ferns to red light are mediated by an unconventional photoreceptor. *Nature* 421:287-290.
- Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S.R. & Acebey, A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32:1799-1809.
- Labiak, P.H. & Prado, J. 1998. Pteridófitas epifitas da Reserva Volta Velha, Itapoá – Santa Catarina, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11:1-79.
- Lehn, C.R., Leuchtenberger, C. & Hansen, M.A.F. 2009. Pteridófitas ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Estacional Decidual no Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 64(1):23-31.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Bueno, R.M. & Mosbrugger, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica* 246:1-113.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part II. *Palaeontographica* 251:71-235.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2001. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. *Palaeontographica* 260:1-165.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2002. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part IV. *Palaeontographica* 263:1-159.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. *Palaeontographica* 270:1-180.
- Marcuzzo, S.; Pagel, S.M.; Chiappetti, M.I.S. 1998. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no RS: situação atual, ações e perspectivas. *Série Cadernos da Reserva da Biosfera*. São Paulo.
- Milberg, P. 1991. Fern spores in a grassland soil. *Canadian Journal of Botany*, 69: 831–834.
- Mondin, C.A. & Silveira, N.J.E. 1989. Levantamento florístico do Parque Estadual do Espigão Alto, RS, BR. I- Relação preliminar das pteridófitas. *Loefgrenia* 96:1-5.
- Moran, R.C.; Klimas, S. & Carlsen, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35: 48-56.
- Moran, R.C. 2008. Diversity, Biogeography and floristics. *In*: RANKER, T.A. & HAUFLE, C.H. (eds.). *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. Cambridge University Press, Cambridge, p.417-461.

- Paciência, M.L.B. 2008. Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do Estado do Paraná, Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Page, C. N. 1979. The diversity of ferns: an ecological perspective. *In*: Dyer A. F. (ed.) The experimental biology of ferns. Academic Press. London. p. 9-56.
- Parra, M.J., Acunã, K., Corcuera, L.J. & Saldanã, A. 2009. Vertical distribution of Hymenophyllaceae species among host tree microhabitats in a temperate rain forest in Southern Chile. *Journal of Vegetation Science* 20:588-595.
- Prado, J. & Sylvestre, L. 2015. Pteridófitas. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em: 18.02.2015.
- Pryer, K.M., Schneider, H., Smith, A.R., Cranfill, R., Wolf, P.G., Jeffrey, S.H. & Sipes, S.D. 2001. Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. *Nature* 409: 618-622.
- Quevedo, T.C., Becker, D.F.P. & Schmitt, J.L. 2014. Estrutura comunitária e distribuição de filicíneas epifíticas em remanescentes de floresta semidecídua no sul do Brasil. *Pesquisas, Botânica* 65:257-271.
- Ranal, M.A. 1991. Desenvolvimento de *Polypodium pleopeltifolium* Raddi, *Polypodium polypodioides* (L.) Watt. E *Micrograma lindbergii* (Mett.) Sota (Polypodiaceae) em condições naturais. *Hoehnea* 18(2):149-169.
- Ranal, M.A. 1993. Desenvolvimento heteroblástico de *Polypodium hirsutissimum* Raddi (Pteridophyta, Polypodiaceae) em condições naturais. *Acta Botanica Brasilica* 7(2):3-15.
- Ranal, M.A. 1995b. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. *Revista Brasileira de Biologia* 55:777-787.
- Ranal, M.A. 2003. Soil spore bank of ferns in a gallery forest of the Ecological Station of Panga, Uberlândia, MG, Brazil. *American Fern Journal* 93: 97-115.
- Roberts, N.R.; Dalton, P.J. & Jordan G.J. 2005. Epiphytic ferns and bryophytes of Tasmanian tree-ferns: A comparison of diversity and composition between two host species. *Austral Ecology* 30: 146-154.
- Santos, A.C. & Windisch, P.G. 2008. Análise da Pteridoflora da Área de Proteção Ambiental do Morro da Borússia, Osório-RS. *Pesquisas, Botânica* 59:237-252.

- Schmitt, J.L. Estudos florísticos, ecológicos e do desenvolvimento em Cyatheaceae (Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de doutorado. 167f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Schmitt, J.L., Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. Pesquisas, Botânica 56:161-172.
- Schmitt, J.L., Fleck, R., Burmeister, E.L. & Rubio, M.A.K. 2006. Diversidade e Formas Biológicas de Pteridófitas da Floresta Nacional de Canela, Rio Grande do Sul: Contribuições para o Plano de Manejo. Pesquisas, Botânica 57:275-288.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2010. Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul. Brazilian Journal of Biology 70(3): 521-528.
- Schneider, H., Schuettpelz, E., Pryer, K.M., Cranfill, R., Magallón, S. & Lupia, R. 2004. Ferns diversified in the shadow of angiosperms. Nature 428:553–557.
- Schneider, P.H. & Schmitt, J.L. 2011. Composition, community structure and vertical distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf., in a Semideciduous Seasonal Forest, Morro Reuter, RS, Brazil. Acta Botanica Brasilica 25(3):557-565.
- Schuettpelz, E. & Pryer, K.M. 2009. Evidence for a Cenozoic radiation of ferns in an angiosperm-dominated canopy. Proceedings of the National Academy of Sciences. 106(27): 11200-11205.
- Sehnem, A. 1977. As filicíneas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. Pesquisas, Botânica 31:1-108.
- Senna, R.M. & Waechter, J.L. 1997. Pteridófitas de uma Floresta com Araucária: Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. Iheringia. Série Botânica 48(1):41-58.
- Sota, E.R. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (América Central). Nova Hedwigia 21: 401-465.
- Sota, E.R. 1972. Las pteridofitas y el epifitismo en el Departamento Del Choco (Colômbia). Anales de La Sociedad Científica Argentina. Serie II Ciências Aplicadas 31: 245-278.
- Steffens, C. & Windisch, P.G. 2007. Diversidade e Formas de Vida de Pteridófitas no Morro da Harmonia em Teutônia - RS, Brasil. Pesquisas, Botânica 58:375-382.
- ter Steege, H. & Cornelissen, J.H.C. 1989. Distribution and Ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. Biotropica 21(4):331-339.
- Tryon, R.M. 1964. Evolution in the leaf of living ferns. Bull. Torrey Bot. Club 21(5):73-85.

- Tryon, R. 1972. Endemic areas and geographic speciation in Tropical American Ferns. *Biotropica* 4(3): 121-131.
- Tryon, R.M. 1986. The biogeography of species, with special reference to ferns. *Botanical Review* 52: 117-156.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. New York: Springer. 857 p.
- Waechter, J.L. 1992. O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado. 163f. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Werneck, M.S. & Espírito-Santo, M.M. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica* 34(1):51-57.
- Windisch, P.G. 2002. Fern conservation in Brazil. *Fern Gazette* 16(6-8):295-300.

Capítulo I

Filicíneas e licófitas epifíticas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil¹

¹Artigo a ser submetido à Revista Iheringia

Filicíneas e licófitas epifíticas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil

Letícia dos Santos Machado^{1,2}, Felipe Gonzatti² & Paulo Günter Windisch²

¹ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora no Programa de Pós-Graduação em Botânica,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

² Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento
Gonçalves 9500, Bloco IV, Prédio 43433, Campus do Vale, Bairro Agronomia, CEP 91501-970, Porto
Alegre, RS..leticiamachado.bio@gmail.com

RESUMO - Este estudo apresenta o inventário florístico das filicíneas e licófitas epifíticas na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul. Foram apontados os ambientes, faixas latitudinais, padrões de distribuição geográfica e *status* de conservação de cada espécie registrada. Um total de 54 espécies, 18 gêneros e oito famílias foram encontradas. Polypodiaceae apresentou a maior riqueza específica, com 24 espécies. As matas pluviais e paludosas abrigaram a maior diversidade taxonômica. Apenas cinco espécies foram encontradas em todas as faixas latitudinais. Quanto aos padrões de distribuição geográfica, 37% são sul-americanas e 17% endêmicas às regiões Sudeste e Sul do Brasil. Cinco espécies são consideradas ameaçadas de extinção. Os dados obtidos sugerem elevada riqueza para a área de estudo, sobretudo quando considerada sua recente formação geológica e o registro de 50% das epífitas listadas para o Estado.

Palavras-chave: conservação, distribuição geográfica, epifitismo, inventário florístico

ABSTRACT – Epiphytic ferns and lycophytes in coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. This study presents the floristic inventory of the epiphytic ferns and lycophytes in the coastal plain of State of Rio Grande do Sul. Distribution patterns, habitat conservation and status were considered for each species. A total of 54 species, distributed in 18 genera and eight families was recorded. Polypodiaceae was the most representative family with 24 species. The highest species richness was found in rain and peat (bog) forest. Among the species registered, 37% are considered South American, 15% endemic to Southeastern and Southern Brazil. Five species are threatened with extinction. These results indicate high species richness for this area, especially considering the recent geological history of the formation, presenting 50% of the epiphytic species listed for the State.

Key Words: conservation, epiphytism, floristic inventory, geographical distribution

INTRODUÇÃO

As plantas vasculares sem sementes representadas pelas filicíneas (também designadas como samambaias) e licófitas compreendem um grupo cosmopolita, cuja origem data de aproximadamente 390 m.a (Schneider *et al.* 2004). Embora seus primeiros representantes tenham dominado as paisagens do Carbonífero, os gêneros modernos são considerados produtos de uma diversificação mais recente (100 m.a). Dados moleculares sugerem que esse evento ocorreu após o estabelecimento e a expansão das florestas dominadas por angiospermas. A estrutura do dossel permitiu que as filicíneas e licófitas ocupassem diferentes nichos, promovendo uma diferenciação entre as espécies herbáceas e epífitas (Schneider *et al.* 2004, Schuettpelz & Pryer 2009). Atualmente o grupo corresponde a 3% de todas as plantas vasculares, contudo, as espécies epífitas representam 10% da flora epifítica vascular mundial (Schuettpelz & Pryer 2009).

Apesar da alta representatividade das filicíneas e licófitas epífitas, ainda são poucos os estudos florísticos e ecológicos que abordam exclusivamente esse hábito de vida no grupo (Sota 1971, 1972, Hietz & Briones 1998, Cortez 2001, Moran *et al.* 2003, Roberts *et al.* 2005, Fayle *et al.* 2009, Parra *et al.* 2009), sendo que o Brasil destaca-se por comportar grande parte dos trabalhos (Ranal 1991, 1993, Labiak & Prado 1998, Schmitt 2005, Schmitt *et al.* 2005, Fraga *et al.* 2008, Schmitt & Windisch 2010, Schneider & Schmitt 2011, Barros *et al.* 2014, Quevedo *et al.* 2014).

Estimativas recentes apontam para uma riqueza mundial de aproximadamente 13.600 espécies de filicíneas e licófitas (Moran 2008), onde cerca de 2.700 (20%) apresentam hábito epifítico (Zotz 2013). A dependência da umidade atmosférica faz com que esse hábito de vida seja mais pronunciado em florestas úmidas, ocorrendo em maior riqueza e abundância nas

florestas tropicais úmidas de relevo montanhoso, em altitudes intermediárias (Sota 1971, Hietz & Hietz-Seifert 1995, Kromer *et al.* 2005, Cardelús *et al.* 2006).

No Brasil são reconhecidas 1.250 espécies (370 epífitas) (Prado & Sylvestre 2015), sendo que a Floresta Atlântica das regiões Sudeste e Sul constitui um dos centros de diversidade e endemismos do grupo na América do Sul (Tryon & Tryon 1982). Para o Rio Grande do Sul são citadas 370 espécies de filicíneas e licófitas, cujas epífitas correspondem a 28% desse valor (Prado & Sylvestre 2015).

O conhecimento sobre as espécies sulinas deve-se principalmente às obras de Aloysio Sehnem, que a partir da década de 60 publicou uma série de fascículos para a “Flora Ilustrada Catarinense”, fornecendo chaves de identificação, informações ecológicas, descrições e ilustrações para gêneros e espécies do sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), bem como as prováveis rotas migratórias percorridas por essas espécies. No Estado, as publicações mais recentes tratam do levantamento florístico de filicíneas e licófitas em áreas de Floresta Ombrófila Mista (Mondin & Silveira 1989, Bueno & Senna 1992, Senna & Waechter 1997, Schmitt *et al.* 2006, Blume *et al.* 2010, Goetz *et al.* 2012), Floresta Ombrófila Densa (Santos & Windisch, 2008), Floresta Estacional Decidual (Bauer 2004, Steffens & Windisch 2007, Lehn *et al.* 2009) e Semidecidual (Falavigna 2002, Gonzatti *et al.* 2014). Além disso, destacam-se os estudos desenvolvidos por Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005) que abordam as características microscópicas dos esporos das filicíneas e licófitas do Rio Grande do Sul, bem como apresentam e ilustram os aspectos morfológicos da fase esporofítica de cada espécie.

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul apesar de ocupar uma extensa área no estado e compreender diversos ecossistemas, até o momento foi contemplada com apenas três trabalhos para o grupo (Athayde-Filho & Windisch 2006, Gonzatti *et al.* 2014, Machado & Senna dados não publicados). No que se refere às epífitas, Waechter (1992) ao estudar a flora

epifítica vascular da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, encontrou 37 espécies de filicíneas e cinco de licófitas.

Tendo em vista a crescente especulação imobiliária, o aumento da densidade demográfica e o histórico de impactos antrópicos nos ambientes costeiros, o presente trabalho teve por objetivo inventariar as filicíneas e licófitas epífitas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, evidenciando os ambientes ocupados pelas espécies, os padrões de distribuição geográfica e as espécies de interesse para a conservação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo – A Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul estende-se por cerca de 620km, desde o município de Torres, ao norte, até o Chuí, ao sul, entre as coordenadas 29°17' e 33°41' de latitude sul e 49°43' e 53°31' de longitude oeste (Tomazelli & Villwock 1996). É considerada a maior planície costeira do Brasil, ocupando uma área de aproximadamente 30.000km², que corresponde a 9,5% da área total do Rio Grande do Sul (Rambo 1956). Trata-se de uma província sedimentar recente, tendo sido formada essencialmente por sedimentos de sistemas deposicionais oriundos de transgressões e regressões marinhas, durante o período Quaternário (Tomazelli & Villwock 2000).

De acordo com Cabreira & Willink (1980), a região pertence à duas províncias biogeográficas distintas: a Atlântica, ao norte e a Pampeana, ao sul. Sob a perspectiva fitoecológica, enquadra-se em Áreas de formações Pioneiras sob influência fluvio-lacustre-marinha, sendo que a porção setentrional (até o paralelo 30°S) apresenta zona de contato com a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE 2004).

A vegetação compreende um mosaico de tipos estruturais resultantes de fatores edafo-climáticos e de caráter sucessional, que inclui desde formações florestais distintas, como as

matas arenosas, paludosas (turfosas), pluviais e ciliares, até dunas, campos, butiazais, banhados e um grande número de lagoas (Waechter 1985, 1990, 1992).

De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cfa*, mesotérmico, úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 18,9° C. Na porção norte da área de estudo, a média do mês mais frio varia entre 16 e 18°C e a média do mês mais quente entre 22 e 24°C. Na porção sul, a média do mês mais frio varia entre 12 e 15°C e a média do mês mais quente entre 22 e 24°C (Agritempo 2014). No inverno há registro de geadas, que incidem desde um dia, em Torres, até mais de 15 dias em Santa Vitória do Palmar, no extremo sul do estado (Moreno 1961). A precipitação média anual no extremo-norte é de aproximadamente 1.600mm e na porção sul, 1.250mm.

O relevo é considerado baixo-plano, atingindo altitudes superiores a 6m em determinadas áreas (Rambo 1956). Os solos alternam-se entre arenosos e bem drenados, nas pequenas elevações (Areias Quartzosas Distróficas e Solos Podzólicos vermelho-amarelos) e solos arenosos, argilosos ou turfosos mal drenados, nas baixadas dos relevos. Estes últimos são mais diversificados, compreendendo solos Orgânicos, Aluviais, Glei Húmicos Eutróficos, Planossolos e Areias Quartzosas Hidromórficas (Waechter 1985, Streck *et al.* 2002).

Coleta, amostragem e análise de dados – Para verificar a ocorrência e a distribuição das espécies na área de estudo, foram consultados os principais Herbários do Rio Grande do Sul, sendo estes: ICN, PACA, HAS, HUCCS, PEL e HURG (Thiers 2014). O material analisado teve a nomenclatura atualizada conforme a Lista de espécies da Flora do Brasil (Prado & Sylvestre 2013), sendo que a identificação foi revisada e corrigida, quando necessária.

Com intuito de complementar os registros das espécies dos Herbários estudados, foram realizadas expedições de campo em 19 municípios da Planície Costeira (Figura 1) entre os meses de maio de 2013 e junho de 2014, para coleta de material botânico. Foram

percorridas todas as formações vegetacionais até uma cota altitudinal de 30m, adotando o método de caminhamento expedito (Filgueiras *et al.* 1994). O registro de espécies foi feito através da observação macroscópica direta e escalada no forófito. O material fértil coletado foi herborizado de acordo com Windisch (1992) e os espécimes testemunho incorporados ao acervo do Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A identificação das espécies deu-se previamente em campo, sendo posteriormente conferida na literatura taxonômica e comparada com acervos de herbários. O sistema de classificação adotado seguiu Smith *et al.* (2008) para filicíneas e Øllgaard (2012) para licófitas.

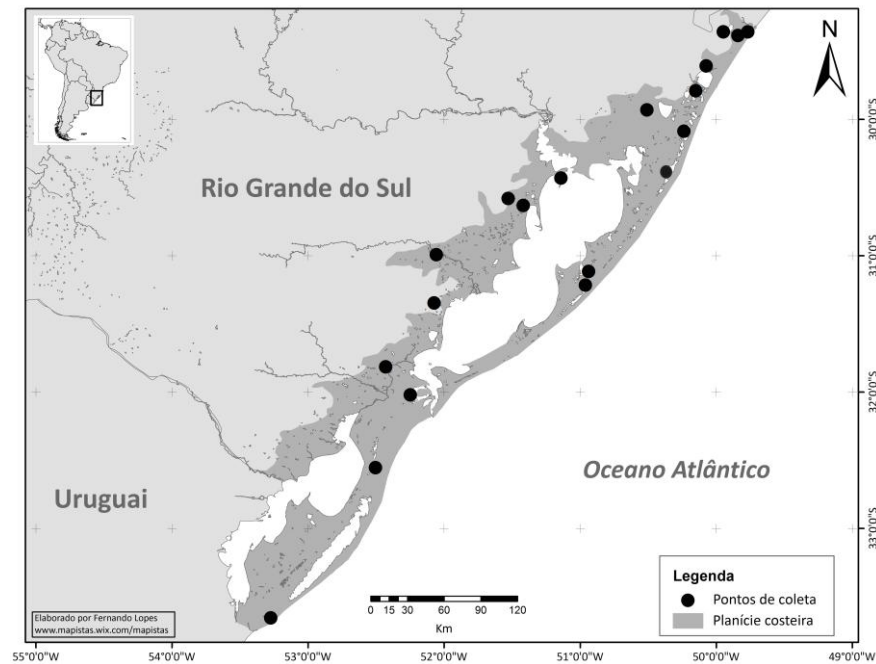


Figura 1: Local de estudo e pontos de amostragem ao longo do gradiente latitudinal da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.

A classificação ecológica das espécies seguiu Zotz (2013), o qual desconsidera as hemiepífitas e as epífitas acidentais/facultativas. O autor destaca que a inclusão dessas espécies em floras epifíticas superestima a diversidade do grupo, prejudicando análises

globais. Além disso, as epífitas “verdadeiras” apresentam biologia e ecologia distinta das demais.

O estado de conservação das espécies foi avaliado conforme o Decreto Estadual nº52.109 de 01 de dezembro de 2014, que trata da lista de espécies da flora ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul.

Os dados sobre a distribuição geográfica das espécies foram obtidos na literatura, adotando os padrões propostos por Parris (2001) e Moran & Smith (2001) com modificações para a realidade local, a saber: circum-antártica (CA), espécies presentes na América, África e Australásia; americana (AM), espécies presentes na América do Sul e Central, ocorrendo eventualmente na América do Norte; sul-americana (SA), espécies registradas apenas na América do Sul; endêmica ao Brasil (EB), restritas ao território nacional; e, endêmica às regiões Sudeste e Sul do Brasil (ES).

Tendo em vista a grande extensão da Planície Costeira e a presença de diferentes formações vegetacionais, as espécies inventariadas foram organizadas de acordo com a faixa latitudinal e o ambiente em que foram registradas, conforme Waechter (1998). Cinco faixas latitudinais foram contempladas: extremo-norte (EN), entre 29° e 30°S; centro-norte (CN), entre 30° e 31°S; centro-médio (CM), entre 31° e 32°S; centro-sul (CS), entre 32° e 33°S; e extremo sul (ES) entre 33° e 34°S. Os ambientes tiveram como referência as formações vegetacionais descritas por Waechter (1985), com adaptações:

- Matas pluviais (MP): sobre Cambissolos ou solos Podzólicos, onde a vegetação encontra-se em avançado estágio de sucessão ecológica, apresentando predominantemente elementos tropicais;
- Matas paludosas/turfosas (MPA): sobre depressões mal drenadas, onde o substrato é parcialmente/permanentemente encharcado, apresentando acentuado número de gêneros e espécies de origem tropical;

- Matas arenosas (MA): sobre solos arenosos bem drenados, com vegetação de porte reduzido, comportando espécies adaptadas à situações de estresse hídrico;
- Matas ciliares (MC): acompanham os cursos d'água, à jusante dos Rios Camaquã, Piratini e Jaguarão. Apresentam um contingente considerável de espécies provenientes da Serra do Sudeste;
- Matas de encosta (ME): encontradas nas encostas litorâneas em contato com as florestas semidecíduas;
- Palmares (PB): sobre planícies podzólicas ou planossólicas, onde o elemento fisionômico dominante é o *Butia* sp.

Para analisar a similaridade florística entre os diferentes ambientes da Planície Costeira, foi gerada uma matriz de similaridade empregando o coeficiente de Sørensen, a partir de dados de presença/ausência das espécies nos ambientes. Posteriormente, foi construído um dendrograma por meio do método da ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando o programa estatístico PAST versão 2.17 (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos esforços de coleta e nos materiais das coleções científicas, foram encontradas 53 espécies (48 filicíneas e cinco licófitas), representando 18 gêneros e oito famílias (Tabela 1). Esse valor corresponde a 20% do total de epífitas vasculares citadas para a região (Waechter 1992) e cerca de 50% do total de filicíneas e licófitas epífitas listadas para o Rio Grande do Sul (Prado & Sylvestre 2015). As famílias Polypodiaceae (24 spp.), Hymenophyllaceae (nove spp.) e Dryopteridaceae (seis spp.) contribuíram com o maior número de espécies, ao passo que Psilotaceae e Ophioglossaceae apresentaram a menor riqueza, com apenas uma espécie (Figura 2). *Pleopeltis* L. e *Elaphoglossum* Schott ex J.Sm., com sete e seis espécies, respectivamente, foram os gêneros mais ricos, seguido por

Asplenium L., *Campyloneurum* C.Presl, *Pecluma* M.G.Price e *Phlegmariurus* (Herter) Holub com cinco espécies cada.

O número de espécies epífitas encontrado no presente estudo foi superior ao registrado em trabalhos pontuais com filicíneas e licófitas em diferentes formações florestais no Rio Grande do Sul e em Áreas de Formações Pioneiras nas regiões sudeste e sul do Brasil. Behar & Viégas (1992) amostraram quatro espécies no Parque Estadual de Setiba (ES) em uma área de aproximadamente 1.500 ha. Santos *et al.* (2004) apontaram três espécies para o P.E. Restinga de Jurubatiba (RJ), uma unidade de conservação com cerca de 14.860 ha. Na Ilha do Mel, região sul do Brasil, Salino *et al.* (2005) levantaram 22 espécies para uma área de 2.700 ha. Mesmo em inventários pontuais realizados ao longo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, o número de espécies encontrado mostra-se superior aos trabalhos desenvolvidos na região sudeste. Machado & Senna (dados não publicados) encontraram 30 espécies epífitas no litoral norte, em uma área de aproximadamente 1.000 ha. Athayde-Filho & Windisch (2006) citaram 10 espécies epífitas para uma área de apenas 1 ha, também no litoral norte, enquanto que Gonzatti *et al.* (2014) reportaram 13 espécies para o litoral médio (130.000ha).

Quando consideradas as demais formações florestais no Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 2), o número de epífitas encontrado no presente estudo é maior que o registrado para áreas de Floresta Ombrófila Mista (Bueno & Senna 1992, Senna & Waechter 1997, Schmitt *et al.* 2006, Goetz *et al.* 2012) Floresta Estacional Semidecidual (Senna & Karzmirczak 1997, Schmitt & Goetz 2010) e Floresta Estacional Decidual (Steffens & Windisch 2007). Em Floresta Ombrófila Densa, Santos & Windisch (2008) encontraram um reduzido número de espécies epífitas. De acordo com os mesmos autores, tal fato pode estar relacionado aos sucessivos impactos antrópicos sobre os remanescentes estudados. Schmitt (2005) analisando as filicíneas e licófitas epífitas de Cyatheaceae em diferentes formações florestais do Rio

Grande do Sul, observou que a riqueza de espécies diminui gradativamente com o aumento da continentalidade, em direção às regiões mais secas e interiores no oeste do Estado.

Analisando somente os estudos desenvolvidos com filicíneas e licófitas epífitas, o número de espécies encontrado foi inferior ao citado por Labiak & Prado (1998), os quais registraram 59 espécies para um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras baixas (1.100 ha) no litoral norte de Santa Catarina. Sota (1971) apontou 102 espécies para uma Floresta Tropical de relevo montanhoso na Costa Rica. Os demais trabalhos focaram especialmente a estratificação vertical das filicíneas ao longo dos forófitos por meio do método de parcelas (Barros *et al.* 2014, Quevedo *et al.* 2014), ou o epifitismo sobre filicíneas arborescentes (Schmitt 2005, Schmitt *et al.* 2005, Fraga *et al.* 2008, Schmitt & Windisch 2010, Schneider & Schmitt 2011), tornando difícil a comparação com a riqueza encontrada no presente estudo.

Apesar de os trabalhos acima referidos envolverem diferentes tamanhos de áreas amostrais e tipos vegetacionais, observa-se que a riqueza de epífitas vasculares tende a ser mais pronunciada em florestas úmidas de menores latitudes, conforme apontado por diversos autores (Gentry & Dodson 1987, Benzing 1990, Nieder *et al.* 1999, Waechter 1992, Kersten 2010). Fato que se estende para o grupo de filicíneas e licófitas como um todo, que apresenta maior riqueza em florestas tropicais úmidas de relevo montanhoso (Page 1979). Para as epífitas, Sota (1971) destaca que as condições climáticas conferidas por altitudes moderadas (*e.g.* temperaturas amenas, oscilação térmica entre dia e noite, alta nebulosidade e pluviosidade) são ideais para o desenvolvimento dessa forma de vida.

De modo geral, os resultados obtidos apontam para um elevado número de epífitas para a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, tendo em vista sua recente formação geológica. Isso porque as formações vegetacionais dessa área desenvolveram-se sobre terraços jovens (Lorscheitter 2003), diferentemente das florestas ombrófilas que estão relacionadas às formações mais antigas. Waechter (1992) sugere que a dependência de uma

formação florestal previamente estabelecida possa ter condicionado uma invasão tardia de espécies epifíticas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Além disso, considerando que a área de estudo compreende menos de 10% da área total do estado, a riqueza encontrada torna-se ainda mais expressiva, pois representa 50% das espécies citadas para o Rio Grande do Sul.

A concentração de espécies em um número reduzido de famílias e a expressiva representatividade de Polypodiaceae acompanha o padrão observado em outros estudos com filicíneas e licófitas epifitas (Sota 1971, Labiak & Prado 1998, Moran *et al.* 2003, Schmitt *et al.* 2005, Fraga *et al.* 2008, Schmitt & Windisch 2010, Schneider & Schmitt 2011, Barros *et al.* 2014, Quevedo *et al.* 2014). No mais, as famílias mais ricas do presente estudo figuram entre as mais representativas do grupo na flora epifítica vascular mundial (Madison 1977, Kersten 2010, Zotz 2013). Destaque para Polypodiaceae, que constitui uma das famílias mais representativas e amplamente distribuídas no mundo (Tryon & Tryon 1982), sendo composta principalmente por espécies epifíticas (Zotz 2013), as quais apresentam inúmeras adaptações que lhes permitem ocupar o dossel das florestas (Benzing 1990, Ranal 1991, Ranal 1995 a,b, Schuettpelez & Pryer 2009). Por conta disso, a família é considerada uma das mais ricas na flora epifítica vascular do Neotrópico, juntamente com Orchidaceae e Bromeliaceae (Gentry & Dodson 1987, Kersten 2010).

Os esforços de coleta permitiram ampliar a extensão de ocorrência de cinco espécies na área de estudo, a saber: *Didymoglossum hymenoides*, *Didymoglossum reptans*, *Polyphlebium pyxidiferum*, *Phlebodium aureum* e *Pleopeltis hirsutissima*. Além disso, *Polyphlebium angustatum* foi recoletada no Horto Botânico de Pelotas, após 50 anos do primeiro e único registro da espécie para o local.

Do total de 2.940 exsicatas inventariadas para a área de estudo, aproximadamente 740 pertencem ao grupo de filicíneas e licófitas epifitas. O Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN) comportou o maior número de registros (450) perfazendo 60% do

total das coleções analisadas. Por outro lado, nenhum material de epífitas foi encontrado na coleção da Universidade Federal de Rio Grande (HURG). Tal fato demonstra a heterogeneidade amostral das coleções científicas, onde os Herbários da região metropolitana concentram a maior representatividade da flora regional, devido à presença de Institutos de Pesquisa e Universidades com programas de pós-graduação com enfoque em Botânica.

É importante ressaltar que registros de herbários são fontes imprescindíveis em estudos sobre a riqueza e a distribuição de um grupo de plantas. Entretanto, considerar a amplitude de distribuição das espécies de uma região somente em dados de coleções traz algumas limitações. Isso porque a distribuição de cada espécie pode ser reflexo do esforço amostral. Ainda, a riqueza específica pode ser subestimada em regiões pouco amostradas, principalmente tratando-se de espécies com menor abundância local ou regional. Sendo assim, os dados de herbários constituem ferramentas importantes para o conhecimento da flora de uma região, porém, esforços de coleta devem ser realizados sempre que possível, com intuito de confirmar a ocorrência e a amplitude de distribuição das espécies.

No Rio Grande do Sul, Nervo *et al.*(2010) analisaram a suficiência amostral da base de dados dos Herbários do Estado, por meio da seleção de oito gêneros de filicíneas e licófitas de ampla distribuição (*Anemia* Sw., *Asplenium* L., *Adiantopsis* Feé, *Adiantum* L., *Blechnum* L., *Cheilantes* Sw., *Doryopteris* J.Sm. e *Sellaginella* P.Beauv.) e sua ocorrência em diferentes regiões fisiográficas no Estado. Os autores encontraram alta representatividade dos gêneros selecionados nas coleções científicas, porém verificaram que os esforços amostrais concentram-se em determinadas regiões, havendo um déficit de coletas principalmente na porção Oeste (Missões e Campanha) e no litoral do Rio Grande do Sul. Em adição, os autores destacaram que até mesmo espécies epífitas comuns no Estado, como *Microgramma vacciniifolia* e *Microgramma squamulosa* estão sub-representadas nas coleções.

Tabela 1. Lista florística das filicíneas e licófitas epífitas registradas na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul com indicação dos ambientes (MA: mata arenosa; MC: mata ciliar; ME: mata de encosta; MP: mata pluvial; MPA: mata paludosa, PB: palmares), faixas latitudinais (EN: extremo-norte; CN: centro-norte; CM: centro-médio; CS: centro-sul; ES: extremo-sul), distribuição geográfica de cada espécie (AM: americana; CA: circum-antártica; EB: Endêmica ao Brasil; ES: Endêmica às regiões sudeste e sul do Brasil; SA: sul americana) e Voucher dos Herbários. 1: presença; 0: ausência.

Espécie	Faixas latitudinais					Ambientes						Distrib. Geo.	Voucher
	EN	CN	CM	CS	ES	MP	MPA	ME	MC	MA	PB		
Aspleniaceae (5)													
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	SA	ICN 178331
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	AM	ICN 171237
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	ES	PACA 72760
<i>Asplenium mucronatum</i> C.Presl	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	SA	ICN 178335
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	SA	ICN178332
Dryopteridaceae (6)													
<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	EB	HUCS 41537
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C.Presl) Brack.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AM	ICN 172999
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) Christ	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	SA	ICN 178330
<i>Elaphoglossum macrophyllum</i> (Mett. ex Kuhn) Christ	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	EB	ICN 81280
<i>Elaphoglossum macahense</i> (Fée) Rosenst.	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	ES	PACA 112475
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	EB	ICN 178328
Hymenophyllaceae (9)													
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	AM	ICN 178338
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C.Presl	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	AM	ICN 178345
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	SA	ICN 178347
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	CA	ICN 184462
<i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schltld. & Cham.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AM	ICN 85305
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	AM	ICN 178352
<i>Polyphlebium pyxidiferum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	CA	ICN 184467

Tabela 1 (continuação)

<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	AM	ICN 178350
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	CA	ICN 184454
Lycopodiaceae (5)													
<i>Phlegmariurus acerosus</i> (Sw.) B.Øllg.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AM	ICN 89978
<i>Phlegmariurus fontinaloides</i> (Spring) B.Øllg.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ES	ICN 45479
<i>Phlegmariurus heterocarpon</i> (Fée) B.Øllg.	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	SA	ICN 47204
<i>Phlegmariurus mandiocanus</i> (Raddi) B.Øllg.	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	SA	ICN 178336
<i>Phlegmariurus quadrifariatus</i> (Bory) B.Øllg.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	ES	ICN 44523
Ophioglossaceae (1)													
<i>Cheiroglossa palmata</i> (L.) C.Presl	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	AM	ICN 178367
Polypodiaceae (24)													
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	ES	ICN 178310
<i>Campyloneurum austrobrasilianum</i> (Alston) de la Sota	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	ES	ICN 178313
<i>Campyloneurum lapathifolium</i> (Poir.) Ching	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AM	ICN 152400
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	SA	ICN 178305
<i>Campyloneurum rigidum</i> Sm.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	ES	ICN 50317
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SA	ICN 178360
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AM	ICN 178363
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	AM	ICN 152409
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	SA	ICN 184449
<i>Pechuma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	SA	ICN 184466
<i>Pechuma recurvata</i> (Kaulf.) M.G.Price	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	SA	ICN 184455
<i>Pechuma sicca</i> (Lindm.) M.G.Price	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	SA	ICN 184456
<i>Pechuma singeri</i> (de la Sota) M.G.Price	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	SA	ICN 173093
<i>Pechuma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	SA	ICN 184452
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn.	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	AM	ICN 89945
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	SA	ICN 178390
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	CA	ICN 178372
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	SA	ICN 176217

Tabela 1 (continuação)

<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SA	ICN 178376
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	ES	ICN 124179
<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) Andrews & Windham	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	AM	ICN 167385
<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J.Sm.	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	AM	ICN 184469
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	SA	ICN 178383
<i>Serpocaulon meniscifolium</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	EB	ICN 178382
Psilotaceae (1)													
<i>Psilotum nudum</i> (L.) P.Beauv.	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	CA	ICN 83704
Pteridaceae (2)													
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) Kaulf.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AM	ICN 89959
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AM	ICN 184468
TOTAL	52	30	21	9	6	37	34	31	10	10	9		

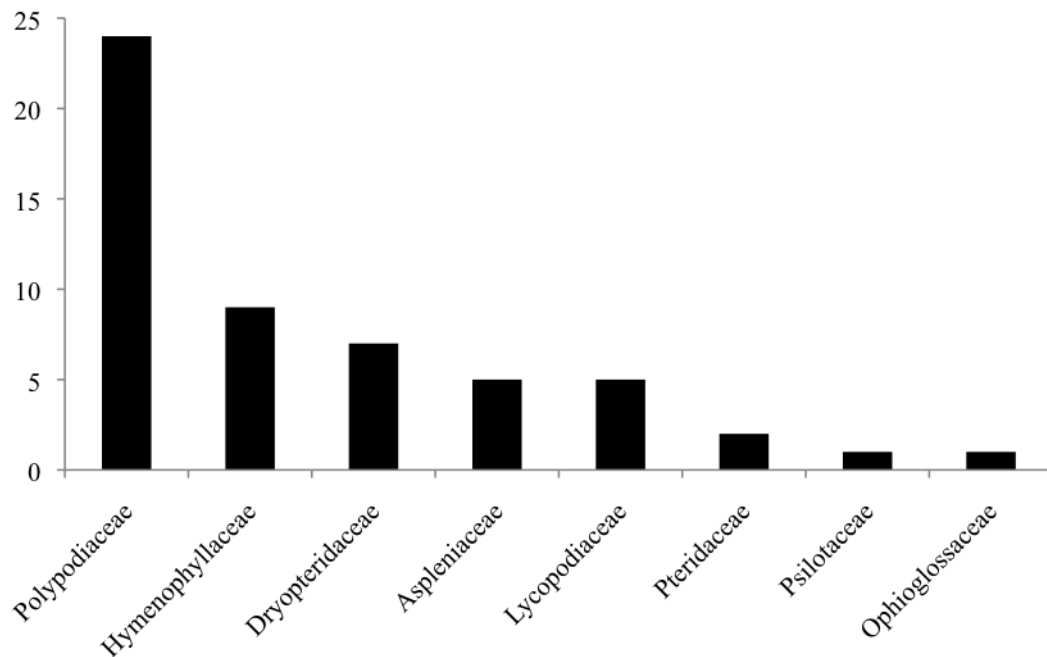


Figura 2. Riqueza específica das famílias de filicíneas e licófitas epífitas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.

Foi observado decréscimo do número de espécies ao longo da área de estudo (Tabela 1), sendo que o extremo-norte comportou maior riqueza (52 spp.) seguido pelo centro-norte (30 spp.), centro-médio (21 spp.), centro-sul (nove spp.) e extremo-sul (seis spp.). A diminuição da riqueza específica com o aumento da latitude já havia sido apontada por Waechter (1992) para as epífitas vasculares da Planície Costeira. O mesmo autor sugere que esse gradiente latitudinal pode estar associado às modificações das condições climáticas ao longo da área de estudo. Na porção norte, a presença da Serra Geral condiciona a formação de chuvas orogênicas através da condensação de ventos carregados de umidade provenientes do mar. Como consequência, a região apresenta maiores índices de precipitação pluviométrica, sem registros de períodos de estiagem. Na porção sul, há uma diminuição da temperatura nos meses mais frios e um déficit hídrico na estação mais quente do ano. Segundo Waechter (1990), esses fatores podem atuar negativamente na migração de espécies tropicais. Além

disso, a diminuição florística também ocorre no componente arbóreo e tal fato, somado à insularização dos fragmentos florestais na porção meridional pode dificultar a dispersão e o estabelecimento das epífitas, tendo em vista sua dependência mecânica de uma planta suporte (Waechter 1992).

No que diz respeito à amplitude de distribuição das espécies na área de estudo, apenas cinco foram registradas em todas as faixas latitudinais: *Microgramma squamulosa*, *Microgramma vacciniifolia*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Vittaria lineata*. As demais podem ser divididas em dois grupos principais: (a) espécies que apresentam seu limite meridional de distribuição no paralelo 30°S; e (b): espécies que estendem-se até o paralelo 31°S. Dentre as 22 espécies restritas às menores latitudes, destacam-se as licófitas *Phlegmariurus acerosus*, *Phlegmariurus fontinaloides* e *Phlegmariurus quadrifariatus*, e as filicíneas *Asplenium mucronatum*, *Hymenophyllum caudiculatum*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Hymenophyllum pulchellum*, *Trichomanes polypodioides* Raddi, *Pecluma truncorum* e todas as espécies do gênero *Elaphoglossum* Schott ex J.Sm. O segundo grupo é constituído por onze espécies, entre elas: *Asplenium scandicinum*, *Campyloneurum austrobrasilianum*, *Didymoglossum hymenoides*, *Pleopeltis macrocarpa*, *Polyphlebium angustatum* e *Polyphlebium pyxidiferum*.

A mata pluvial foi o ambiente que apresentou maior participação taxonômica (Figura 3), compreendendo 37 espécies, 17 gêneros e sete famílias. Sete espécies foram registradas exclusivamente nesse ambiente: *Campyloneurum lapathifolium*, *Campyloneurum rigidum*, *Elaphoglossum glaziovii*, *Elaphoglossum lingua*, *Hymenophyllum pulchellum*, *Phlegmariurus acerosus* e *Polytaenium lineatum*.

A elevada diversidade de espécies nesse ambiente já era esperada, tendo em vista o avançado estágio sucessional dessa formação florestal, que apresenta dossel contínuo, com árvores de grande porte e com maior influência de elementos tropicais (Rambo 1956, Veloso

& Klein 1963, Klein 1984). Dentre as espécies arbóreas presentes nessa formação destacam-se *Euterpe edulis* Mart., *Ficus cestrifolia* Schott ex Spreng, *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Magnolia ovata* (A.St.-Hil.) Spreng, *Nectandra oppositifolia* Nees e *Trichilia lepidota* Mart. De acordo com Waechter (1992), a maior umidade e oferta de substratos (diversidade de forófitos) desses ambientes atuam como fatores importantes no estabelecimento de espécies epifíticas. Ainda, o autor aponta que a maior riqueza nessa formação, quando comparada com matas paludosas e ciliares, indica que o aporte de água proveniente das chuvas regulares é mais favorável para o epifitismo do que o acúmulo de água nas depressões paludosas ou da passagem de um curso d'água nas proximidades.

Para filicíneas e licófitas, a preferência por ambientes úmidos está associada principalmente à ecofisiologia das espécies, uma vez que muitas são sensíveis às flutuações ambientais, devido ao sistema menos eficiente de transporte/retenção de água e menores taxas fotossintéticas do que aqueles presentes em angiospermas (Page 2002). Ademais, estas plantas apresentam alternância de gerações, sendo a fase gametofítica transitória dependente da disponibilidade hídrica para sobrevivência e reprodução (Watkins *et al.* 2007).

Tabela 2. Relação dos principais levantamentos florísticos realizados no Estado do Rio Grande do Sul, indicando o tamanho da área, a formação vegetacional, a altitude, as coordenadas geográficas e o número de epífitas encontradas em cada área estudo. AFP: Áreas de Formações Pioneiras; FED: Floresta Estacional Decidual; FES: Floresta Estacional Semidecidual; FOD: Floresta Ombrófila Densa e FOM: Floresta Ombrófila Mista.

Fonte	Local	Veg.	Área (ha)	Alt. (m)	Lat (°)	Long (°)	N° Epíf.
Bueno & Senna (1992)	P.N. Aparados da Serra, Cambará do Sul	FOM	-	800	29	50	24
Senna & Waechter (1997)	São Francisco de Paula	FOM	400	941	29	50	23
Schmitt <i>et al.</i> (2006)	FLONA Canela	FOM	517.7	770	29	50	16
Goetz <i>et al.</i> (2012)	P.M. da Ronda, São Francisco de Paula	FOM	1.200	910	29	50	29
Santos & Windisch (2008)	APA Morro da Borússia, Osório	FOD	6.900	50-398	29	50	11
Becker <i>et al.</i> (2014)	Caraá	FOD	60	408	29	50	13
Steffens & Windisch (2007)	Morro da Harmonia, Teutônia	FED	120	250-700	29	51	13
Schmitt & Goetz (2010)	P.M.Henrique Luís Roessler, Novo Hamburgo	FES	54	16	29	51	10
Senna & Karzmirczak (1997)	Morro da Extrema, Porto Alegre	FES	1.031	250	30	51	7
Athayde-Filho & Windisch (2006)	Litoral norte, Capão da Canoa	AFP	1	6	29	50	10
Gonzatti <i>et al.</i> (2014)	Litoral médio	AFP	130.000	6	30	50	13
Machado & Senna (dados não publicados)	Litoral norte, Torres	AFP	1.000	6	29	49	30
Presente estudo	Planície Costeira	AFP	3.000.000	6-50			53

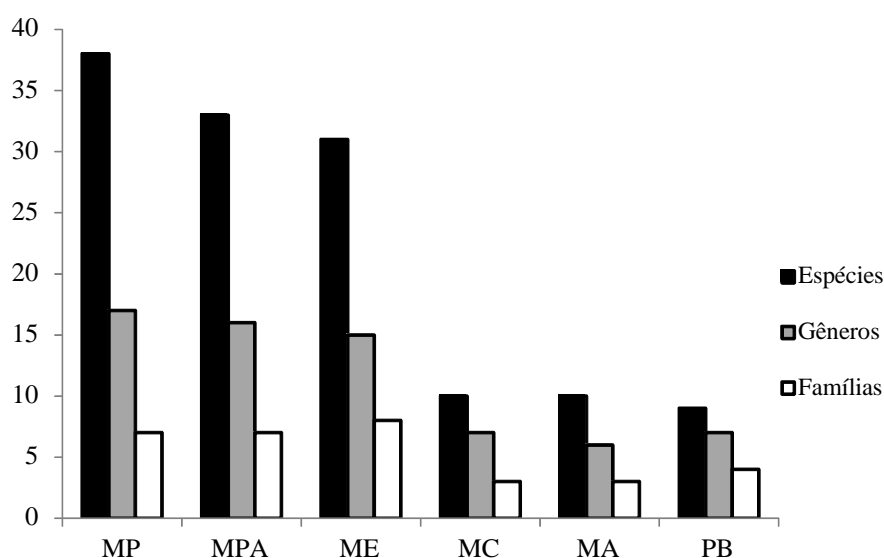


Figura 3: Participação taxonômica nos diferentes ambientes da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil, onde: MA: mata arenosa; MC: mata ciliar; ME: mata de encosta; MPA: mata paludosa; MP: mata pluvial; PB: palmares.

A mata paludosa, segunda formação mais rica (33 spp.), apresentou quatro espécies exclusivas: *Campyloneurum acrocarpon*, *Didymoglossum reptans*, *Hymenophyllum caudiculatum* e *Hymenophyllum polyanthos*. Gonzatti *et al.* (2014) documentaram elevada riqueza de epífitas nas matas paludosas da região centro-norte da área de estudo e atribuíram às condições de maior umidade, sombreamento e oferta de matéria orgânica. Os autores também encontraram indivíduos jovens de *Dicksonia sellowiana* Hook, uma samambaia arbórescente típica da Floresta Ombrófila Mista, que segundo os mesmos, consegue desenvolver-se nesse ambiente em virtude dos fatores edafo-climáticos preponderantes que compensam a baixa altitude.

No presente trabalho, indivíduos de *D. sellowiana* foram encontrados na mata paludosa do Horto Botânico de Pelotas e no município de Tavares, região centro-médio da área de estudo. Acredita-se que a ocorrência da epífita *Polyphlebium angustatum* no Horto

Botânico de Pelotas esteja estreitamente relacionada à presença de *D. sellowiana*. Isso porque tanto nessa área, quanto na porção norte, *Polyphlebium angustatum* foi observada somente sobre cáudices de filicíneas arborescentes, sendo assim, a sua presença numa área mais ao sul pode ser explicada pela disponibilidade de substrato. Isso reforça a importância dessa formação florestal para o estabelecimento de espécies mais exigentes às condições ambientais. Além de *P. angustatum*, outras espécies como *Asplenium mucronatum*, *Pecluma truncorum* e *Trichomanes polypodioides* foram observadas ocupando somente cáudices de filicíneas do gênero *Cyathea* J.Sm. e *Alsophila* R.Br. Essa condição também foi reportada por Sota (1971), Waechter (1992), Schmitt (2005) e Salino *et al.* (2005).

A mata de encosta abrigou 31 espécies, sendo três exclusivas: *Asplenium incurvatum*, *Niphidium crassifolium* e *Pleopeltis polypodioides*. A riqueza intermediária dessa formação pode estar relacionada à estrutura da floresta, tendo em vista o menor porte da vegetação, além da maior influência de elementos da Floresta Estacional Semidecidual.

Em outro extremo, as matas arenosas, ciliares e os palmares foram os ambientes que abrigaram a menor riqueza, comportando espécies com distribuição mais ampla na área de estudo (Tabela 1). Nessas formações, destaca-se *Serpocaulon meniscifolium*, que foi encontrada tanto sobre indivíduos isolados de *Butia* sp., quanto em bordas de florestas arenosas, à pleno sol. *Phlegmariurus fontinaloides* foi registrada somente em palmares do extremo norte da área de estudo. Na mata ciliar do Rio Camaquã (latitude 31°S), foram registradas duas espécies de Hymenophyllaceae que tiveram sua extensão de ocorrência ampliada para a área de estudo: *Didymoglossum hymenoides* e *Polyphlebium pyxidiferum*.

Apenas quatro espécies foram registradas em todas as formações vegetacionais: *Microgramma squamulosa*, *Microgramma vacciniifolia*, *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Vittaria lineata*.

No dendrograma obtido a partir da análise de similaridade florística entre as diferentes formações vegetacionais da área de estudo (Figura 4), foi observada a formação de dois grandes grupos: (I) constituído pelas matas ciliares, arenosas e butiazais, e (II): formado pelas matas de encosta, pluvial e paludosa, apresentando considerável similaridade (>60%). No grupo I, a separação da mata ciliar pode ser explicada pela presença de espécies menos tolerantes ao déficit hídrico, como *Campyloneurum nitidum*, *Didymoglossum hymenoides* e *Polyphlebium pyxidiferum*. No grupo II, a elevada similaridade entre as matas pluviais e paludosas (70%) pode ser atribuída ao compartilhamento de 25 espécies e às condições de maior umidade, complexidade estrutural e conservação desses ambientes.

Quanto aos padrões de distribuição geográfica, 19 espécies (37%) são consideradas sul-americanas, 18 (32%) são americanas, oito (15%) são endêmicas ao Sul e Sudeste do Brasil, cinco (10%) apresentam distribuição circum-antártica e quatro (6%) são endêmicas ao Brasil. Gonzatti *et al.* (2014) relacionam o predomínio de espécies sul americanas com a presença de dois centros de diversidade e endemismos do grupo na América do Sul: o Andino e o Brasileiro. De modo geral, se considerada a distribuição das espécies somente em território nacional, 65% apresentam distribuição restrita à Floresta Atlântica, entre a Bahia e o Rio Grande do Sul (Prado & Sylvestre 2015). Tal fato evidencia que a principal rota migratória das filicíneas e licófitas da Planície Costeira foi no sentido leste-oeste, através da Floresta Pluvial Atlântica (Sehnem 1977).

Dentre as seis espécies do gênero *Elaphoglossum* Schott ex J.Sm. encontradas no presente estudo, três são endêmicas ao Brasil e uma é endêmica às regiões Sudeste e Sul. Labiak e Prado (1998) também citam elevado número de espécies endêmicas desse gênero para uma área de Floresta Ombrófila Densa no litoral norte de Santa Catarina.

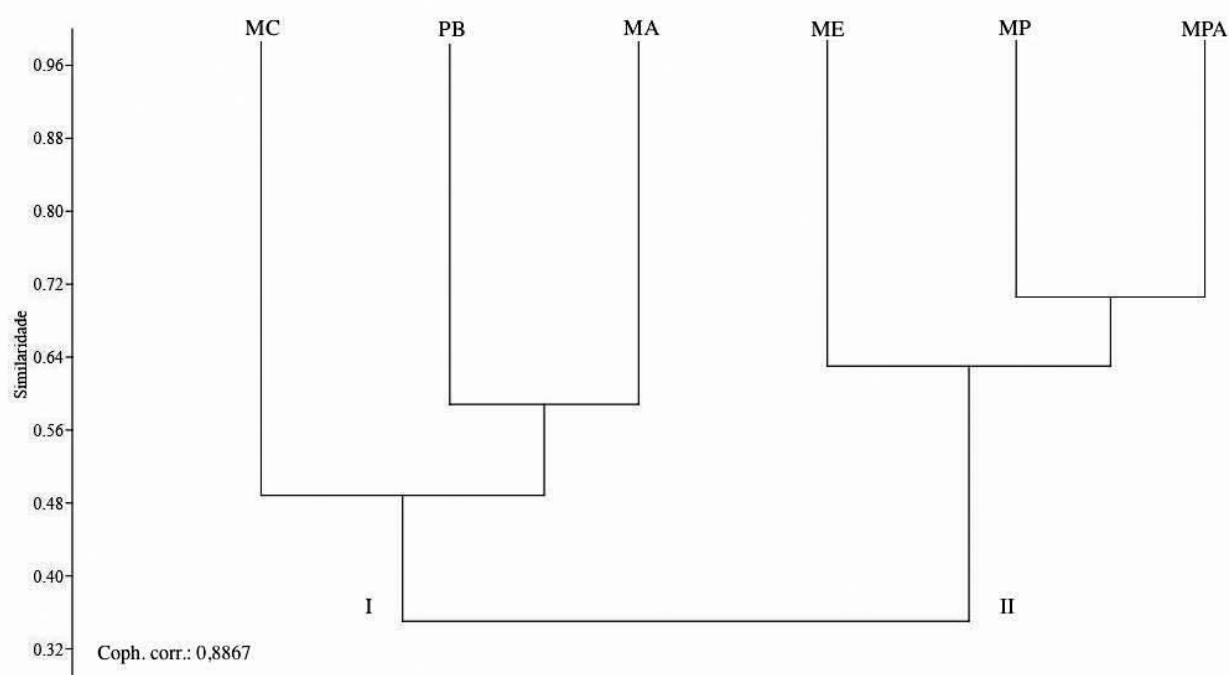


Figura 4: Dendrograma de similaridade florística entre as formações vegetacionais da Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. MA: mata arenosa; MC: mata ciliar; ME: mata de encosta; MP: mata pluvial; MPA: mata paludosa; PB: palmares.

Kieling-Rubio (2012) aponta que muitas espécies de *Elaphoglossum* spp. apresentam seu limite meridional de distribuição no Rio Grande do Sul, entretanto suas populações encontram-se altamente reduzidas e fragmentadas, principalmente na Floresta Atlântica.

A ausência de espécies endêmicas da Planície Costeira pode ser explicada pela sua formação geológica recente, visto que sua flora originou-se a partir de processos migratórios de espécies advindas de formações geológicas adjacentes mais antigas, sendo raros os processos de especiação local (Waechter 1985).

Cinco espécies registradas na área de estudo são consideradas ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul 2014): *Polytaenium lineatum*, na categoria Em perigo (EN), *Asplenium mucronatum*, *Pecluma truncorum*, *Cheiroglossa palmata* e

Elaphoglossum macrophyllum, na categoria Vulnerável (VU). Cabe destacar que *C. palmata* é encontrada preferencialmente sobre *Butia* sp., enquanto que *A. mucronatum* e *P. truncorum* ocorrem essencialmente sobre cáudices de filicíneas arborescentes. Considerando que as epífitas representam uma categoria dependente mecanicamente de seus forófitos, os quais muitas vezes encontram-se ameaçados de extinção (e.g *Dicksonia sellowiana* Hook., *Cyathea phalerata* Mart., *Cyathea corcovandensis* (Raddi) Domin, *Butia* spp.), ou apresentam populações reduzidas (Schmitt 2005), faz-se necessária a implementação de planos de ação para a conservação das espécies, visando a manutenção das interações entre os organismos e os processos evolutivos associados.

Em síntese, os dados obtidos no presente trabalho contribuem para o conhecimento da composição florística das filicíneas e licófitas epífitas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, região de suma importância por abrigar metade da flora epifítica do estado. As matas úmidas da área de estudo concentram a maior riqueza taxonômica e o maior número de espécies sensíveis às alterações ambientais, evidenciando o bom estado de conservação desses fragmentos. Além disso, a presença das espécies ameaçadas de extinção reforça a necessidade de ações e estratégias que visem a conservação desses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela infraestrutura disponibilizada. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida ao primeiro autor. Ao CNPQ, pela bolsa concedida ao terceiro autor. Aos curadores e funcionários dos Herbários consultados. Ao MSc Fernando Lopes, pela elaboração do mapa da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- Agritempo. 2014. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em http://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp?lang=pt_br. Acessado em 10.12.2014
- Athayde-Filho, F. P. & Windisch, P.G. 2006. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 61(2):63-71.
- Barros, I.C.L., Cantarelli, L.C., Farias, R.P., Pereira, A.F.N. & Silva, I.A.A. 2014. Distribuição vertical de filicíneas epífitas em um fragmento de floresta atlântica no nordeste do Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 69(1):143-153.
- Bauer, N.A 2004. Análise da Pteridoflora em um Remanescente de Floresta Estacional Decidual, no Parque Estadual do Turvo, município de Derrubadas, Rio Grande do Sul. 108f. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Becker, D.F.P., Cunha, S., Goetz, M.N.B., Kieling-Rubio, M.A. & Schmitt, J.L. 2013. Florística de samambaias e licófitas em fragmento florestal da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Caraá, RS, Brasil. *Pesquisas: Botânica*, 64: 273-28
- Behar, L. & Viégas, G.M.F. 1992. Pteridophyta da Restinga do Parque Estadual de Setiba, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 1:39-59.
- Benzing, D.H. 1990. *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Blume, M., Fleck, R. & Schmitt, J.L. 2010. Riqueza e composição de filicíneas e licófitas em um hectare de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 8(4): 336-334.
- Bueno, R.M. & Senna, R.M. 1992. Pteridófitas do Parque Nacional dos Aparados da Serra. I. Região do Paradoiro. *Caderno de Pesquisa. Série Botânica* 4(1): 5-12.
- Cabrera, A. L. & Willink, A. 1980. *Biogeografia de America Latina*, 2ª. ed., Washington, OEA.
- Cardelús, C.L., Colwell, R.K. & Watkins, J.E. 2006. Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology* 94:144-156.
- Cortez, L. 2001. Pteridofitas epífitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. *Gayana Botanica* 58: 13-23.

- Falavigna, T.J. 2002. Diversidade, formas de vida e distribuição altitudinal das pteridófitas do Parque da Ferradura, Canela (RS), Brasil. Dissertação 106 f. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Fayle T.M., Chung A.Y.C., Dumbrell A.J., Eggleton P. & Foster W.A. 2009. The Effect of Rain Forest Canopy Architecture on the Distribution of Epiphytic Ferns (*Asplenium* spp.) in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 41: 676-681.
- Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E., Brochado, A.L., Guala II, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências* 12: 39-43.
- Fraga, L.L., Silva, L.B. & Schimitt, J.L. 2008. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. *Biota Neotropica* 8(4):123-129.
- Gentry, A.H. & Dodson C.H. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74(2):205-233.
- Goetz, M.N.B., Fraga, L.L. & Schmitt, J.L. 2012. Florística e aspectos ecológicos de filicíneas e licófitas em um parque urbano do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas Botânica* 63:165-176.
- Gonzatti, F., Valduga, E., Wasum, R.A. & Scur, L. 2014. Florística e aspectos ecológicos de licófitas e filicíneas do litoral médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 12(4):215-225.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9p.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6(5): 719-728.
- Hietz, P. & Briones, O. 1998. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecologia* 114: 305-316.
- Kieling-Rubio, M.A. 2012. O gênero *Elaphoglossum* Schott. J.Sm. (Dryopteridaceae) na região Sul do Brasil. Tese 184f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Klein, R.M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia* 36:5-54.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de vegetação do Brasil. IBGE, Brasília.
- Kersten, R.A. 2010. Epífitas vasculares – histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37:9-38.

- Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S.R. & Acebey, A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32:1799-1809.
- Labiak, P.H. & Prado, J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá – Santa Catarina, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11:1-79.
- Lehn, C.R, Leuchtenberger, C. & Hansen, M.A.F. 2009. Pteridófitas ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Estacional Decidual no Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 64(1):23-31.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Bueno, R.M. & Mosbrugger, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica* 246:1-113.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part II. *Palaeontographica* 251:71-235.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2001. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. *Palaeontographica* 260:1-165.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2002. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. Part IV. *Palaeontographica* 263:1-159.
- Lorscheitter, M.L., Ashraf, A.R., Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. *Palaeontographica* 270:1-180.
- Lorscheitter M.L. 2003. Contribution to the Holocene history of Atlantic rain forest in the Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5(2):261-271.
- Madson, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2(1):1-13.
- Mondin, C.A. & Silveira, N.J.E. 1989. Levantamento florístico do Parque Estadual do Espigão Alto, RS, BR. I- Relação preliminar das pteridófitas. *Loefgrenia* 96:1-5.
- Moran, R.C. & Smith, A.R. 2001. Phytogeographic relationships between Neotropical and African-Madagascan Pteridophytes. *Brittonia* 53:304-351.
- Moran, R.C.; Klimas, S. & Carlsen, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35: 48-56.
- Moran, R.C. 2008. Diversity, biogeography and floristic. *In: Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes* (T. A. Ranker & C.H. Haufler, eds.). Cambridge University Press, Cambridge. p. 367-394.
- Moreno, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre. 42 p.

- Nervo, M.H., Windisch, P.G. & Lorscheitter, M. 2010. Representatividade da base amostral da pteridoflora do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) e novos registros de distribuição. *Pesquisas, Botânica* 61: 245-258.
- Nieder, N.J., Engwald, S. & Barthlott, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* 20:66-75.
- Øllgard, B. 2012. Nomenclatural changes in Brazilian Lycopodiaceae. *Rodriguésia* 63(2): 479-482.
- Page, C. N. 1979. The diversity of ferns: an ecological perspective. *In*: Dyer A. F. (ed.) *The experimental biology of ferns*. Academic Press. London. p. 9-56.
- Page, C.N. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of Palaeobotany and Palynology* 119:1-33.
- Parris, B.S. 2001. Circum-Antarctic continental distribution patterns in pteridophytespecies. *Brittonia* 53: 270-283.
- Prado, J. & Sylvestre, L. 2013. Pteridófitas. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em: 20.04. 2013.
- Prado, J. & Sylvestre, L. 2015. Pteridófitas. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em: 18.02.2015
- Quevedo, T.C., Becker, D.F.P. & Schmitt, J.L. 2014. Estrutura comunitária e distribuição de filicíneas epifíticas em remanescentes de floresta semidecídua no sul do Brasil. *Pesquisas, Botânica* 65:257-271.
- Rambo, B. 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul – Ensaio de monografia natural*. 2^a ed. Livraria Selbach, Porto Alegre. 456 p.
- Ranal, M.A. 1991. Desenvolvimento de *Polypodium pleopeltifolium* Raddi, *Polypodium polypodioides* (L.) Watt. E *Microgramma lindbergii* (Mett.) Sota (Polypodiaceae) em condições naturais. *Hoehnea* 18(2):149-169.
- Ranal, M.A. 1993. Desenvolvimento heteroblástico de *Polypodium hirsutissimum* Raddi (Pteridophyta, Polypodiaceae) em condições naturais. *Acta Botanica Brasilica* 7(2):3-15.
- Ranal, M.A. 1995a. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 2. Natureza dos substratos. *Revista Brasileira de Biologia* 55:583-594.

- Ranal, M.A. 1995b. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. *Revista Brasileira de Biologia* 55:777-787.
- Roberts, N.R.; Dalton, P.J. & Jordan G.J. 2005. Epiphytic ferns and bryophytes of Tasmanian tree-ferns: A comparison of diversity and composition between two host species. *Austral Ecology* 30: 146-154.
- Salino, A., Silva, S.M., Dittrich V.A.O. & Britez, R.M. 2005. Flora pteridofítica. In: Marques, M.C.M. & Britez, R.M. (orgs.). *História natural e conservação da Ilha do Mel*. Editora UFPR, Curitiba, p. 85-101.
- Santos, M.G., Sylvestre, L.S. & Araújo, D.S.D. 2004. Análise florística das pteridófitas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(2): 271-280.
- Santos, A.C. & Windisch, P.G. 2008. Análise da Pteridoflora da Área de Proteção Ambiental do Morro da Borússia, Osório-RS. *Pesquisas, Botânica* 59:237-252.
- Schmitt, J.L. 2005. Estudos florísticos, ecológicos e do desenvolvimento em Cyatheaceae (Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de doutorado. 167f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Schmitt, J.L., Budke, J.C. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 56:161-172.
- Schmitt, J.L., Fleck, R., Burmeister, E.L. & Rubio, M.A.K. 2006. Diversidade e Formas Biológicas de Pteridófitas da Floresta Nacional de Canela, Rio Grande do Sul: Contribuições para o Plano de Manejo. *Pesquisas, Botânica* 57:275-288.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2010. Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Biology* 70(3): 521-528.
- Schmitt, J.L. & Goetz, M.N.B. 2010. Species richness of fern and lycophyte in an urban park in the Rio dos Sinos basin, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70(4):1161-1167.
- Schneider, H., Schuettelpelz, E., Pryer, K.M., Cranfill, R., Magallón, S. & Lupia, R. 2004. Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature* 428:553-557.
- Schneider, P.H. & Schmitt, J.L. 2011. Composition, community structure and vertical distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf., in a Semideciduous Seasonal Forest, Morro Reuter, RS, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 25(3):557-565.

- Schuettpelez, E. & Pryer, K.M. 2009. Evidence for a Cenozoic radiation of ferns in an angiosperm-dominated canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(27): 11200-11205.
- Sehnem, A. 1977. As filicíneas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. *Pesquisas, Botânica* 31:1-108.
- Senna, R.M. & Waechter, J.L. 1997. Pteridófitas de uma Floresta com Araucária: Formas biológicas e padrões de distribuição geográfica. *Iheringia. Série Botânica* 48(1):41-58.
- Senna R.M & Kazmirczak, C. 1997. Pteridófitas de um remanescente florestal no Morro da Extrema, Porto Alegre, RS. *Revista da faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia Uruguaiana* 4(1): 33-48.
- Smith A.R., Pryer, K.M., Schuettpelez, E., Korall, P., Schneider, H. & Wolf, P.G., 2008. Fern Classification. *In: The Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes* (T.A Ranker & C.H. Haufler, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p.417-467.
- Sota, E.R. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (América Central). *Nova Hedwigia* 21: 401-465.
- Sota, E.R. 1972. Las pteridofitas y el epifitismo en el Departamento Del Choco (Colômbia). *Anales de La Sociedad Científica Argentina. Serie II Ciências Aplicadas* 31: 245-278.
- Steffens, C. & Windisch, P.G. 2007. Diversidade e Formas de Vida de Pteridófitas no Morro da Harmonia em Teutônia - RS, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 58:375-382.
- Streck, E. V., Kampf, N., Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E., Nascimento, Schneider, P. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.
- Thiers, B. 2014. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <<http://sweetgum.nybg.org/ih>>. Acessado em 30.01.2014.
- Tomazelli, L.J & Villwock, J.A. 1996. Quaternary geological evolution of Rio Grande do Sul coastal plain. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 68(3):373-382.
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 2000. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. *In Geologia do Rio Grande do Sul* (M. Holz & L.F. De Ros, eds.). CIGO/UFRGS, Porto Alegre, p.375-406.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. Springer, New York. 858p.
- Veloso, H.P & Klein, R.M. 1963. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil: IV. As associações situadas entre o Rio Tubarão e a Lagoa dos Barros. *Sellowia* 15:57-114.

- Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicação do Museu de Ciências PUCRS. Série Botânica* 33:49-68.
- Waechter, J.L. 1990. Comunidades vegetacionais das restingas do Rio Grande do Sul. Pp. 228-248. *In: Anais do Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. ACIESP, Águas de Lindóia*, 71(3) 3.
- Waechter, J.L. 1992. O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tese 163f., Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Waechter, J.L. 1998. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. *Proceedings of the 15th World Orchid Conference*. Rio de Janeiro, Brasil. 494p.
- Watkins, J.E., Mack, M.K. & Mulkey, S.S. 2007. Gametophyte ecology and demography of epiphytic and terrestrial tropical ferns. *American Journal of Botany* 94(4): 701–708.
- Windisch, P.G. 1992. Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões. 2.ed. São José do Rio Preto, UNESP.
- Zotz, G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes – a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171(3):453-481.

Capítulo II

Epiphytic ferns in swamp forest remnants in the coastal plain of southern Brazil

Epiphytic ferns in swamp forest remnants in the coastal plain of southern Brazil

LETÍCIA S. MACHADO¹, FELIPE GONZATTI^{1,2} AND PAULO G. WINDISCH¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Botânica, Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV, Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Universidade de Caxias do Sul, Herbário da Universidade de Caxias do Sul (HUCS), Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bloco N, Caxias do Sul, RS, Brasil.

ABSTRACT

Community structure and spatial distribution of epiphytic ferns in swamp forest remnants along the coastal plain of the State of Rio Grande do Sul were analyzed. A total of 440 trees were sampled in 57 plots of 10 x 10m. Each host tree was divided into five ecological zones (strata), where all epiphytic ferns were recorded. A total of 34 species representing 18 genera in six families were registered. Polypodiaceae was the most representative family with 17 species. *Microgramma vacciniifolia* had the highest epiphytic importance value. Characteristic holoepiphyte was the predominant ecological category, representing 70% of the species. Ordination analysis showed a gradual change in floristic composition between ecological zones with richness differing significantly between strata. In respect to spatial distribution a negative relationship was observed between latitude and species richness. Increase in latitude is related to decrease in temperature and rainfall and to increase in frost occurrences, with a consequent decrease in species richness. The importance of swamps forests remnants in the coastal plain for the diversity of epiphytic ferns is discussed.

Keywords: Community structure, environmental factors, epiphytism, spatial distribution.

INTRODUCTION

Vascular epiphytes correspond to 9% of the world's vascular flora and comprise approximately 27,600 species (Zotz 2013). Their abundance and species diversity vary according to environmental factors along latitudinal, altitudinal and continental gradients (Gentry and Dodson 1987). Spatial distribution of vascular epiphytes varies in two directions: horizontal, between forest formations and host trees and vertical, along each tree (ter Steege and Cornelissen 1989). Vertical distribution is mainly influenced by significant differences in air temperature, relative humidity, amount and quality of light from the ground to the canopy, providing a range of niches that are exploited by different species (ter Steege and Cornelissen 1989, Hietz and Briones 1998, Werneck and Espírito-Santo 2002).

In Brazil, several studies of floristic composition, community structure and spatial distribution of vascular epiphytes have been conducted (Waechter 1986, Aguiar et al. 1981, Cervi et al. 1988, Kersten and Silva 2001, 2002, Borgo et al. 2002, Borgo and Silva 2003, Gonçalves and Waechter 2003, Rogalski and Zanin 2003, Giongo and Waechter 2004, Dettke et al. 2008, Alves et al. 2008, Kersten et al. 2009, Bataghin et al. 2010, Bonnet et al. 2010, Blum et al. 2011, Cagliioni et al. 2012, Oliveira et al. 2013, Padilha et al. 2015). Among the seven works focused in epiphytism of seedless vascular plants (ferns and licophytes), four were carried out exclusively in tree ferns (Schmitt et al. 2005, Fraga et al. 2008, Schmitt and Windisch 2010, Schneider and Schmitt 2011) and the other studies included all host trees (Labiak and Prado 1998, Barros et al. 2014, Quevedo et al. 2014).

As discussed by Tryon and Tryon (1982) ferns are widely distributed in the world. In general, this wide distribution is due to their spores that are lightweight and small sizes (only a few heterosporous genera) that can be dispersed by wind over long distances. Thus, the

establishment of individuals depends more on environmental conditions than on dispersion capacity (Tryon 1972, 1986, Barrington 1993).

Ferns occupy environments from sea level to high altitudes, in alpine and subdesertic areas, but the most species richness is found in tropical rain forests of mountainous terrain (Holttum 1938, Page 1979, Tryon and Tryon 1982). Moran (1995) relates this diversity in mountains to the high environmental heterogeneity of these environments: presence of different types of rocks, soils, slopes, light intensity and microclimate. Sota (1971) points out the climatic conditions conferred by moderate altitudes like mild temperatures, strong thermal oscillation between day and night, cloudiness and rainfall as crucial factors for the development of epiphytism.

There are approximately 12,240 fern species (Moran 2008) of which ca. 20% are epiphytic (Zotz 2013). In Brazil, the greatest diversity of this group occurs in Atlantic Forest and associated ecosystems, which are considered one of the priority areas for biodiversity conservation (Myers et al. 2000, Mittermeier et al. 2004). This biodiversity hotspot is currently reduced to about 7% of its original coverage area (Tabarelli et al. 2005), where much of the remaining remnants are actually secondary forests (Mynssen and Windisch 2004).

In the State of Rio Grande do Sul ca. 330 species of ferns are recognized, 100 of them representing epiphytes (Prado and Sylvestre 2015). In the northern region of the State, the narrow coastal plain between slopes of the Southern Brazilian Plateau (in the west) and the Atlantic Ocean (in the east) forms a gateway for tropical a contingent of species whose distribution extends along the Atlantic coast. Rambo (1950) named this geographic region within the State as "Porta de Torres" ("Torres gateway"). Thus, the State presents a refuge for populations of diverse species in the extreme limits of distribution a fact that should be

considered in conservation strategies aiming the preservation of the genetic diversity of these species (Windisch 2002).

The present study investigates the variation of the richness and species composition of epiphytic ferns in swamp forests along the coastal plain of Southern Brazil, including information on the possible environmental variables influencing their distribution patterns.

MATERIALS AND METHODS

STUDY SITE

The Coastal Plain of the Rio Grande do Sul occupies 33.000 km² of State area (from 29°17' to 33°41'S and from 49°43' to 53°31'W; Fig. 1) and extends over 620 km from the municipalities of Torres to Chui (Rambo 1956). It represents the most recent geomorphological unit in the State, formed by sediments of depositional system originated from marine transgressions and regressions during Quaternary period (Tomazelli and Villwock 2000).

Soils vary between well-drained sandy soils, in small elevations (dystrophic quartz sands and red-yellow podzolic soils) and poorly-drained sandy, clay or peat soils, in the lowlands. Poorly-drained soils are more diversified, comprising organic, alluvial, eutrophic humic glei, planosols and hydromorphic quartz sands (Waechter 1985).

The climate in the region is *Cfa*, humid mesothermal (Nimer 1977). According to the INMET database (National Institute for Meteorology), in the northern portion of the study area, the mean temperature in the coldest month varies between 16 and 18° C and that in the warmest month, between 22 and 24° C. In the southern portion, mean temperatures in the coldest month vary between 12 and 15° C and in the warmest month, between 22 and 24° C. The total annual rainfall is approximately 1,600 mm in the north and 1,250 mm in the southern portion (see Fig. 2). Frosts may occur in Winter from a single day in the North, to

more than 15 days in the South (Moreno 1961, Nimer 1977).

Differences in soil structure and variation in climatic factors and successional stage in the coastal plain result in a vegetation mosaic including: sandy forests, swamp, rain and riparian forests, dunes, fields, palm formations (“butiazais”, genus *Butia* (Becc.) Becc.), wetlands and a large number of lagoons (Waechter 1985). The region is classified under Pioneer Formation Areas with fluvial-lacustrine-marine influence by the Brazilian Geographical Institute - IBGE (2004).

Among the forest types of Coastal Plain, swamp forests were chosen to sample because they extend along the study area and provide optimal conditions for occurrence of epiphytes. In the north, typical tree species include *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg., *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos, *Myrcia multiflora* (Lam.) DC., *Myrcia brasiliensis* Kiaersk, *Ocotea pulchela* (Nees & Mart.) Mez and the palms *Euterpe edulis* Mart., *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, *Geonoma schottiana* Mart. and *Bactris setosa* Mart. In the south, the dominant trees are *Erythrina crista-galli* L. and *Ficus cestrifolia* Schott. For more information see Waechter (1985).

SAMPLING

The data were collected between July 2013 and July 2014, during 12 expeditions. To analyze the structure and distribution of epiphytic ferns, the study area was divided into four latitudinal bands (Waechter 1998a): extreme-north (EN): 29°17' - 29°59' S; central-north (CN): 30°0' - 30°59' S; central (C): 31°0' - 31°59' S and central-south (CS): 32°0' - 32°59' S.

Eleven remnants in nine localities were studied (Fig. 1). In each patch, 10x10 m² sample plots were established. Sample plots ranged from four in smaller fragments to ten in larger fragments, totaling 57 (5,700 m²).

All live trees with epiphytic ferns within each plot were considered. This represents an average of eight trees per sample plot ($SD \pm 1.45$), varying between seven and 11. In addition, each host tree was divided in five ecological zones according to Braun-Blanquet (1932): lower trunk (LT); median trunk (MT); crown base (CB), inner crown (IC) and outer crown (OC).

In each zone, epiphytic ferns were recorded with the help of binoculars or climbing, vouchers were prepared following methods described by Windisch (1992). Taxa were determined based on literature and comparison with the herbarium specimens identified by specialists. The vouchers were deposited in the Herbarium of the Biosciences Institute at the Federal University of Rio Grande do Sul (ICN), and duplicates sent to Alarich Schultz Herbarium at the Museum of Natural Science of the Zoobotanical Foundation of the state of Rio Grande do Sul (HAS) and Herbarium of the University of Caxias do Sul (HUCS). Acronyms of herbaria follow Thiers (2014). Species author's names are based on the Species List of Brazil Flora edited by Prado and Sylvestre (2015). The classification system adopted follows Smith et al. (2008).

Regarding the type of epiphyte-phanophyte relationship, epiphytes were classified according Benzing (1990): characteristic holoepiphytes (CHA) - exclusively found in epiphytic environment; facultative holoepiphytes (FAC) - observed both in epiphyte and terrestrial environment; accidental holoepiphytes (ACC) - preferably terrestrial, and secondary hemiepiphytes (HEM) - starting on the ground and after settling on a tree, losing contact with the soil due to the degeneration of the basal parts.

The environmental variables were acquired from National Institute for Meteorology (INMET) and Agrometeorological Monitoring System (Agrimeto) database. Annual averages of the last 10 years precipitation (Precip) and temperature – minimum (Tmin), mean (Tmed) and maximum were obtained for Torres (extreme-north), Porto Alegre (central-north),

Pelotas (central) and Rio Grande (central-south). Frost records were based on literature (Mota et al. 1970, Nimer 1977).

DATA ANALYSIS

Sampling sufficiency was tested using the collector curve (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974). Phytosociological parameters to evaluate epiphytic community structure were: absolute frequency (AFi) and relative frequency (RFi) of each species on trees (Waechter 1998b); absolute frequency (AFe) and relative frequency (RFe) of each species in the ecological zones (Kersten and Silva 2001). Epiphytic importance value (IVe) was based on the average of the relative frequencies ($IVe = (RFi + RFe) / 2$).

Differences of species richness between ecological zones were tested with variance analysis (One-way ANOVA) using the SYSTAT 12.0 software (Systat Software Inc 2007). The floristic composition in relation to ecological zones was evaluated by ordination analysis with a non-metric multidimensional scaling (NMDS), based on a dissimilarity matrix using the coefficient of Bray-Curtis, where each ecological zone was considered a sample unit (lines), and variables were described by presence/absence of species (columns). Species with less than eight records were excluded from analysis in order to reduce the inaccuracy of the data. More similar sample units in relation to species composition are positioned closer to each other in the graph (Melo and Hepp 2008). NMDS calculates distortion (stress) between the ordination produced in graphical representation of axes and the dissimilarity matrix, to evaluate the NMDS reliability. Stress value ranges from 0 to 1 and the best adjustment results have stress closer to 0 (Clarke and Warwick 2001).

The NMDS ordination was also used to access relationships between sample plot composition and climatic variables. For this purpose, a dissimilarity matrix between plots was produced, describing the presence and absence of species, adopting the distance measure of

Bray-Curtis. The generated matrix was correlated with environmental variables and the significance of relationship was tested by 1000 permutations. The R Program was used to perform NMDS and test relationship between community composition and climatic variables, using MDS and envfit functions, respectively, of the Vegan package (Oksanen et al. 2011).

RESULTS

A total of 1,583 individuals were found, representing 34 species, six families and 18 genera (Tab. 2). Polypodiaceae was the richest family, with 17 species; followed by Hymenophyllaceae with six, Dryopteridaceae with five and Aspleniaceae with four species. Blechnaceae and Pteridaceae only had one species each. *Pecluma* M.G. Price was the richest genera (five spp.), followed by *Pleopeltis* Humb. & Bonpl. ex Willd. (four spp.) and *Asplenium* L. (four spp.).

Regarding epiphyte-phorophyte relationships, 24 species (70%) were classified as characteristic holoepiphytes; five (15%) as accidental holoepiphytes; three (9%) as secondary hemiepiphytes and two (3%) as facultative holoepiphytes (Tab. 2).

Average diameter (DBH) of the trees was 25.7 cm (SD \pm 16.3), ranging between 3 and 100 cm. Average tree height was 9.5 m (SD \pm 2.83), ranging between 2 and 16 m. The average number of species per plot was five (SD \pm 2.6), varying between two and 11 and average number of species per tree was 4.2 (\pm 2.1 SD) ranging between one and nine. The collector curve stabilized at 33 plots (254 phorophytes), indicating that the sampling was sufficient to represent floristic composition of the study area (Fig. 3).

Trees with DBH between 5 and 20 cm presented most epiphytes. More restricted species in the study area, such as *Asplenium mucronatum*, *Pecluma truncorum* and all

Hymenophyllaceae species (except *Didymoglossum hymenoides*) were recorded only on trees with DBH less than 20 cm.

The three most common species with the greatest IVE belong to Polypodiaceae (*Microgramma vacciniifolia*, *Pleopeltis pleopeltifolia*) and Dryopteridaceae (*Polybotrya cylindrica*). *Microgramma vacciniifolia* corresponds to 50% of IVE (47) and occurred in 80% of phorophytes and 41% of the sampled ecological zones. Another species had lower IVE (Tab. 3).

Latitudinal influence on floristic composition was observed (NMDS, *stress*= 0,14; *K*=3; Fig. 4). For example, despite the high frequency *Serpocaulon catharinae* and *Elaphoglossum luridum* were recorded only in the northern portions of study area. *Niphidium rufosquamatum* was found throughout the study area, becoming more frequent in the southern plots. Hymenophyllaceae species were registered only in the northern portions, occupying few host trees (except *Didymoglossum hymenoides*). *Asplenium martianum*, *Asplenium mucronatum*, *Campyloneurum acrocarpon*, *Elaphoglossum luridum*, *Elaphoglossum vagans*, *Didymoglossum hymenoides*, *Didymoglossum reptans*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Pecluma chnoophora*, *Pecluma pectinatiformis*, *Pecluma sicca*, *Pecluma truncorum*, *Polyphlebium angustatum*, *Trichomanes polypodioides* and *Vandenboschia radicans* were associated with plots at lower latitudes. At the other extreme, *Asplenium gastonis*, *Niphidium rufosquamatum* and *Vittaria lineata* were correlated to portions at higher latitudes. There was a North to South decrease in species richness in the study area.

The highest species richness was observed in the extreme-north (32), followed by central-north (17), central (10) and central-south (7). Among the 34 species recorded, 16 (50%) are restricted to forest fragments in the north of the study area and only seven (20%) occur throughout the region. This changes in floristic composition was associated with the incidence of frost ($r^2 = 0.61$; $P < 0.01$), rainfall ($r^2 = 0.49$; $P < 0.001$), lower temperatures ($r^2 =$

0.60; $P < 0.001$) and mean temperatures ($r^2 = 0.59$; $P < 0.58$). Localities in lower latitudes presented greater rainfall, higher temperatures and lower incidence of frost. In higher latitudes, lower rainfall, lower temperatures and higher incidence of frost are important factors (Fig. 4).

As to vertical distribution on the phorophytes, *Microgramma vacciniifolia*, *Serpocaulon catharinae* e *Vittaria lineata* were recorded in all ecological zones. *Campyloneurum nitidum*, *Didymoglossum hymenoides*, *Pleopeltis pleopeltifolia*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Polybotrya cylindrica* and *Ruhmora adiantiformis* occupied at least four zones. Species considered rare in study area (with the lowest frequencies) were recorded mainly on the median trunk, especially *Asplenium mucronatum*, *Didymoglossum reptans*, *Polyphlebium angustatum*, *Pechluma truncorum* and *Trichomanes polypodioides* (Tab. 2).

A gradual variation of floristic composition from the lower trunk to the crown (NMDS, $stress=0,035$; $K=3$; Fig.5) was observed. Base, inner and outer crown shared many species, while differing more at the lower trunk. The median trunk floristic composition is intermediate between that of the crown and the lower trunk. Ferns occurred more on the lower and median trunk (18 and 29 species, respectively) while only five species inhabited outer crown ($F= 129,42$, $P < 0.001$). The number of individuals varied between ecological zones (Tab. 2). Median trunk presented the highest abundance (486), followed by inner crown (468), base of crown (271), outer crown (221) and lower trunk (72).

DISCUSSION

The richness of epiphytic ferns on angiosperms and tree ferns was similar to that found by Schmitt (unpublished data) on 281 tree ferns in different vegetation formations of Rio Grande do Sul. However, the average species number per tree fern (2,34) was lower than

that observed in the present work (4,1). Schmitt and Windisch (2010) inventoried a similar number of species (31 spp.) on 160 individuals of *Alsophila setosa* Kaulf., in different forest types in the State. In the Forest with *Araucaria* of State of Rio Grande do Sul, Schmitt et al. (2005) sampled 40 tree ferns of *Dicksonia sellowiana* Hook. and found 11 species of epiphytic ferns, while Fraga et al. (2008) found 20 fern species on 164 individuals.

The 15 tree fern individuals found in the sample plots, presented nine epiphytic species: *Asplenium mucronatum*, *Asplenium serra*, *Blechnum acutum*, *Campyloneurum nitidum*, *Pecluma chnoophora*, *Pecluma pectinatiformis*, *Pecluma truncorum*, *Polybotrya cylindrica*, *Trichomanes polypodioides*. The trunks of arborescent ferns provide optimal conditions of humidity and porosity for the establishment and development of epiphytic species (e.g. Cortez 2001). Both facts (humidity and porosity) may explain the high richness of epiphytes in studies considered only tree ferns. Moreover, epiphyte-phanophyte specificity is common (Cortez 2001, Windisch 2002, Schmitt et al. 2005).

The most representative fern families in this study also are the world's species richest in the epiphytic environment (Madison 1977, Kress 1986, Kersten 2010, Zotz 2013). In addition, dominance of Polypodiaceae was recorded in other studies with ferns epiphytes in the Neotropical region (Sota 1971, Labiak and Prado 1998, Moran et al. 2003, Schmitt et al. 2005, Schmitt and Windisch 2010, Schneider and Schmitt 2011, Barros et al. 2014, Quevedo et al. 2014). Polypodiaceae is considered one of the richest Neotropical vascular epiphytic flora, amongst Orchidaceae and Bromeliaceae (Gentry and Dodson 1987, Kersten 2010). Zotz (2013) estimates there are approximately 2,700 ferns epiphytes, which 50% is Polypodiaceae (broad sense).

The highest number of characteristic holoepiphytes is a commonly tagged pattern in papers with ferns epiphytes (Labiak and Prado 1998, Schmitt et al. 2005, Fraga et al 2008, Schmitt and Windisch 2010, Barros et al. 2014) and vascular epiphytes in general (Kersten

and Silva 2001, 2002, Borgo and Silva 2003, Rogalski and Zanin 2003, Gonçalves and Waechter 2003, Dettke et al. 2008, Bataghin et al. 2010, Blum et al. 2011, Cagliioni et al. 2012, Staudt et al. 2012, Oliveira et al. 2013). This pattern suggests that most species found in epiphytic synusiae present a set of morphological and physiological adaptations to occupy this environment (Fraga et al. 2008). However, participation of accidental holoeiphytes was also notable in the study area where typically terrestrial species (*Asplenium serra*, *Asplenium martianum*, *Pecluma chnoophora*, *Pecluma paradisae* e *Serpocaulon latipes*) were also observed at the base of the trunk of certain trees. Water saturation of soil in the swamp forests can restrict the occurrence of many species (Citadini-Zanette 1984, Záchia and Waechter 2011), consequently an accumulated thick humus layer in basal portion of trees serves as a better substrate for establishment and development of these plants.

Inclusion of all trees with fern epiphytes increased the chances of registering rare and more restricted species, as they were found on trees with smaller diameters. This result demonstrates the importance of the criteria used in quantitative studies with fern epiphytes, as the richness of a region may be underestimated if we considered only larger diameter trees. Zotz (2007) indicates that the epiphyte sampling only on large trees may lead to a biased representation of the community.

Part of the variation in species composition between different ecological zones can be attributed to microclimate changes along the phorophytes (Johansson 1974, Dickinson et al. 1993, ter Steege and Cornelissen 1989, Freiberg 1997, Nieder et al. 1999, Nieder et al. 2001, Werneck and Espírito-Santo 2002, Kersten and Waechter 2011). Werneck and Espírito-Santo (2002) emphasize that the vertical zonation is observed only in forests with a closed canopy. Moisture tends to decrease from the ground up to the crown, while the temperature and light intensity tend to increase (Benzing 1990, Parker 1995). Thus, species susceptible to desiccation present limitations under long periods of solar radiation, preferably being found in

more humid and shady areas of forests (Dubuisson et al. 2009). Moreover, several species may tolerate extreme conditions, because of their morphological and physiological adaptations (Benzing 1990, Rana 1991, 1993, 1995 a, b).

Ecological zones closer to the ground (lower and median trunk) had higher species richness, with some species occurring preferably in these ranges. In general, ferns prefer for more humid environments due to less efficient system for conveying / holding water, and lower photosynthetic rates than those present in angiosperms (Page 2002).

Among species observed only in the lower vertical zone, those of Hymenophyllaceae stand out, but restricted to more humid and shady locations. This distribution pattern was also found by Zotz and Bueche (2000), Schmitt et al. (2005) and Parra et al. (2009). As mentioned by several authors, including Dubuisson et al. (2003), the hygrophilous condition of Hymenophyllaceae is due to absence of cuticle and presence of only one layer of cells in the laminar blade. Since there is no specialized structure controlling water loss, these species depend on the environmental humidity for their hydric balance. Moreover, they present spores with chloroplasts and short viability (2-3 days), which can germinate even before release (Nayar and Kaur 1971), thus representing a limiting factor in long-distance dispersal. Dubuisson et al. (2009) point out the small size and the form of colonial growth strategies are important to the success of epiphytism in Hymenophyllaceae. Susceptibility to environmental changes and greater dependence on the substrate of Hymenophyllaceae species indicate that the presence of such species in our study area may be correlated with the conservation state of these forest patches.

The upper ecological zones were occupied by species with greater vertical amplitude and frequency. In the outer crown only Polypodiaceae was registered. *Microgramma vacciniifolia* was the most representative species of the canopy. *Microgramma squamulosa*, *Niphidium rufosquamatum*, *Pleopeltis hirsutissima* and *P. pleopeltifolia* had high frequency

in the inner crown. According Tryon (1964), approximately 10% of fern epiphytes grow in tropical xeric environments, and that several species have morphological characteristics and mechanisms that allow them to tolerate water stress, such as reducing leaf surface and laminar leathery texture.

Ranal (1995 a,b) studying the establishment of epiphytic ferns in semideciduous forest, found that *Microgramma squamulosa*, *Pleopeltis hisrsutissima* e *Pleopeltis pleopeltifolia* are commonly found on substrates with less water holding capacity, still occurring in wetter substrates. The presence of scales on leaves and on rhizomes and curling of the fronds in response to water deficit (poikilohydry) are highlighted by this author. In *Microgramma squamulosa*, the creeping habit and scaly rhizome promote water and debris retention (Ranal 1995a), while other species of the genus present leaf abscission in the dry season, only the scaly stem remaining (Ranal 1991).

Microgramma vacciniifolia was observed occupying even very small trees, from understory, up to canopy and emergent trees. This species is widely distributed in tropical America (Sehnem 1977) and has high ecological plasticity, being able to withstand high luminosity index (Terceiro et al. 2012). In southern Brazil, several studies of vascular epiphytes indicate *Microgramma vacciniifolia* as one of the species with the highest epiphytic importance value (Waechter 1998b, Kersten and Silva 2001, Gonçalves and Waechter 2003, Giongo and Waechter 2004, Oliveira et al. 2013).

The present study corroborates the observation by Waechter (unpublished data) for vascular epiphytes of the coastal plain of the State of Rio Grande do Sul, as to the decrease in the number of families and species of epiphytic ferns with increase of latitude. The same author points out this decrease is even more pronounced around the 30th parallel and assigns the fact to climate differentiation which coincides with the biogeographic boundary between the Atlantic and the Pampa provinces, determining this distribution pattern. While in the

extreme-north of the study area average temperature remains constant throughout the year, in the southern part there is a downward trend in the colder months as well as the increase of days with frosts. With regard to rainfall, while the extreme-north features a water surplus in the warmer months, in the south there are periods of drought (Mota 1970). According to Farrar et al. (2008), despite the adaptations of gametophytes of certain epiphytic species, being more resistant to desiccation than the terrestrial species (*e.g.* thicker cell-walls), low water availability plus the excess exposure (light and air movement) can be lethal for the development of gametophytes. In addition, dominant canopy trees of the southern portion of the study area (*Erythrina cristagalli* L. and *Ficus cestrifolia* Schott ex Spreng.) lose their leaves partially or completely in the winter months, attributing a seasonal character to these forests (Waechter and Jarenkow 1998). Opening of the canopy, amongst low temperature, greater exposure to winds and incidence of frost may limit the occurrence tropical species.

An example of the effect of climate on the development of tropical ferns can be found in Farrar (1978), citing the occurrence of a population of *Vittaria* Sm. in a mountainous region in the southeastern United States, where only the gametophyte can survive to temperature of -10°C , while the sporophyte succumbs to freezing. Sato (1982) points out that the vegetative propagation allows these gametophytes to colonize habitats without the establishment of sporophytes, However, the establishment of the individuals depends on climatic conditions under which the propagules were dispersed, and the distribution of species responds to environmental conditions in each stage of the life cycle.

The results obtained indicate high species richness in swamp forests of the Coastal Plain of State of Rio Grande do Sul, especially considering the recent geological history of the formation. Vertical zonation of epiphytic ferns on the phorophytes, and the recognition of the more species sensitive to environmental variations are indicative of a reasonably good conservation status of the studied vegetation patches. According to our results, the latitudinal

gradient of species richness and composition is mainly due to influence of different climate conditions throughout the study area. Thus, the decrease of species richness toward higher latitudes is related to the increase in number of days when frosts occur, as well as to the decrease in temperature and precipitation.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Dra. Maria Luisa Lorscheitter, Dra. Claudine Mynssen, Dra. Vanilde Citadini-Zanette and Dr. Ruy Valka for their constructive comments; MSc Gabriela Ávila for revising the text and helping with statistical analysis; Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) for the granting scholarship to the first author; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the research fellowship of the third author; and UFRGS for the opportunity of carrying out the master degree.

RESUMO

Foi analisada a estrutura comunitária e a distribuição espacial de filicíneas epifíticas em fragmentos de floresta paludosa ao longo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Um total de 440 forófitos foram amostrados, com base na demarcação de 57 parcelas de 10x10m. Cada indivíduo forofítico foi dividido em cinco zonas ecológicas, onde todas as filicíneas epifíticas foram registradas. Foram encontradas 34 espécies representando 18 gêneros e seis famílias. Polypodiaceae foi a família mais representativa (17 spp). Houve predomínio de holoepifitas habituais, compreendendo 70% das espécies. *Microgramma vacciniifolia* apresentou o maior valor de importância epifítico. Com relação às categorias ecológicas, as

holoepífitas características foram predominantes, representando 70% das espécies. A análise de ordenação evidenciou uma gradual variação da composição florística entre as zonas ecológicas, sendo que a riqueza diferiu significativamente entre os intervalos de altura. Foi evidenciado decréscimo da riqueza específica com o aumento da latitude, em resposta à diminuição da temperatura e da pluviosidade e o aumento da incidência de geadas. É discutida a importância dos fragmentos de floresta paludosa para a diversidade de filicíneas epifíticas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: distribuição espacial, epifitismo, estrutura comunitária, fatores ambientais.

REFERENCES

- AGUIAR LW, CITADINI-ZANETTE V, MARTAU L AND BACKES A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér Bot* 28:55-93.
- ALVES RJA, KOLBEC J AND BECKER J. 2008. Vascular epiphyte vegetation in rocky savannas of southeastern Brazil. *Nord J Bot* 26:101-117.
- BARRINGTON DS. 1993. Ecological and historical factors in fern biogeography. *J Biogeogr* 20(3): 275-280.
- BARROS ICL, CANTARELLI LC, FARIAS RP, PEREIRA AFN AND SILVA, IAA. 2014. Distribuição vertical de samambaias epífitas em um fragmento de floresta atlântica no nordeste do Brasil. *Iheringia Sér Bot* 69(1):143-153.
- BATAGHIN FA, BARROS F AND PIRES JSR. 2010. Distribuição de comunidades de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. *Rev Brasil Bot* 33(3):501-512.

- BENZING DH. 1990. Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge: Cambridge University Press, 354 p.
- BLUM CT, RODERJAN CV AND GALVÃO F. 2011. Composição florística e distribuição altitudinal de epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná, Brasil. *Biota Neotrop* 11(4):141-159.
- BONNET A, CURCIO GR, LAVORANTI OJ AND GALVÃO F. 2010. Relações de epífitos vasculares com fatores ambientais nas florestas do Rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Biotemas* 23: 37-47.
- BORGIO M, PETEAN M AND SILVA SM. 2002. Epífitos vasculares em um remanescente de floresta estacional semidecidual, município de Fênix, PR, Brasil. *Acta Biol Leopold* 24:121-130.
- BORGIO M AND SILVA S.M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev Bras Bot* 26(3):391-401.
- BRAUN-BLANQUET J. 1932. *Plant Sociology: The study of plant communities*. McGraw-Hill. New York.
- CAGLIONI E, BONNET A, SCHMITT JL, CRISTOFOLINI C, ANDRADE S, CADORIN TJ, OLIVEIRA CPL, GROSCH B, GASPER AL, UHLMANN A, SEVEGNANI L AND VIBRANS AC. 2012. Epífitos vasculares predominantes em zonas ecológicas de forófitos, Santa Catarina, Brasil. *Rev Est Amb* 14(1):28-42.
- CERVI AC, ACRA LA, RODRIGUES L, TRAIN S, IVANCHECHEN SL AND MOREIRA ALR. 1988. Contribuição ao conhecimento das epífitas (exclusive Bromeliaceae) de uma floresta de araucária do primeiro planalto paranaense. *Insula* 18:75-82.
- CITADINI-ZANETTE V. 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Sér Bot* 32:23-62.

- CLARKE KR AND WARWICK RM. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2 ed. Plymouth, PRIMER-E Ltd., Plymouth.
- CORTEZ L. 2001. Pteridofitas epifitas encontradas en Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. *Gayana* 58: 13-23.
- DETTKE GA, ORFRINI AC AND MILANEZE-GUTIERRE MA. 2008. Composição Florística e Distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional. *Rodriguésia* 59(4):859-872.
- DICKINSON KJM 1993. Ecology of lianoid/epiphitic communities in coastal podocarp rain forest, Haast Ecological District, New Zeland. *J Biogeogr* 20(6):687-705.
- DUBUISSON J, HENNEQUIN S, RAKOTONDRAINIBE F AND SCHNEIDER H. 2003. Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. *Bot J Linn Soc* 142:41-63.
- DUBUISSON J, SCHNEIDER H AND HENNEQUIN S. 2009. Epiphytism in ferns: diversity and history. *C R Biol* 322:120-128.
- FARRAR DR. 1978. Problems in identity and origin of the Appalachian *Vittaria* gametophyte, a sporophyteless fern of the Eastern United States. *Am J Bot* 65:1-12.
- FARRAR DR, DASSLER C, WATKINS JE AND SKELTON C. 2008. Gametophyte ecology. In: RANKER TA AND HAUFLER CH (Eds), *Biology and evolution of ferns and lycophytes.*, Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, p. 222–256.
- FRAGA LL, SILVA LB AND SCHMITT JL. 2008. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. *Biota neotrop* 8(4):123-129.
- FREIBERG M. 1997. Spatial and temporal pattern of temperature and humidity of a tropical premontane rain forest tree in Costa Rica. *Selbyana* 18:77-84.

- GENTRY AH AND DODSON CH. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann Missouri Bot Gard* 74(2):205-233.
- GIONGO C AND WAECHTER JL. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Rev Bras Bot* 27(3): 563-572.
- GONÇALVES CN AND WAECHTER JL. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Bot Bras* 17(1):89-100.
- HIETZ P AND BRIONES O. 1998. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecol* 114: 305-316.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004. Mapa de vegetação do Brasil. Brasília.
- JOHANSSON D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeogr Suec* 59:1-136.
- KERSTEN RA AND SILVA SM. 2001. Composição florística do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Rev Bras Bot* 24(2):213-226.
- KERSTEN RA AND SILVA SM. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Birigüi, Paraná, Brasil. *Rev Bras Bot* 25(3):259-267.
- KERSTEN RA, KUNIYOSHI YS AND RODERJAN CV. 2009. Comunidade epífita em duas formações florestais do Rio São Jerônimo, Bacia do Rio Iguaçu, municípios de Guarapuava e Pinhão, Paraná. *Iheringia, Sér Bot* 64:33-43.
- KERSTEN RA. 2010. Epífitas vasculares – histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37:9-38.

- KERSTEN RA AND WAECHTER JL. 2011. Florística e estrutura de epífitas vasculares na transição entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista da vertente oeste da Serra do Mar Paranaense, Brasil. In: FELFILI JM ET AL. (Eds), *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso*, Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 479-503.
- KRESS WJ. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9(1): 2-22.
- LABIAK PH AND PRADO J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá – Santa Catarina, Brasil. *Bol Inst Bot* 11:1-79.
- MADISON M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2(1):1-13.
- MELO AS AND HEPP LU. 2008. Ferramentas estatísticas para análise de dados provenientes de biomonitoramento. *Oecol Bras* 12(3):463-486.
- MITTERMEIER RA., FONSECA, GAB, RYLANDS AB AND BRANDON K. 2005. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19(3): 601-611.
- MORAN RC. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical montane forest. In: CHURCHILL SP, BASLEV H, FORERO E AND JLUTEYN JL (Eds), *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. New York Botanical Garden Press, New York, USA, p. 359-363.
- MORAN RC, KLIMAS S AND CARLSEN M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35(1):48-56.
- MORAN RC. 2008. Diversity, biogeography and floristic. In: RANKER TA AND HAUFLER CH (Eds) *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, p. 367-394.

- MORENO JA. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, 42 p.
- MOTA FS, GOEDERT CO, LOPES NF, GARCEZ JRB AND GOMES AS. 1970. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. *Pesq Agropec Bras* 5:1-27.
- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, FONSECA GAB AND KENT J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- MYNSEN CM AND WINDISCH PG. 2004. Pteridófitas da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Rodriguésia* 55:125-156.
- MUELLER-DOMBOIS D AND ELLENBERG H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York, 547 p.
- NAYAR BK AND KAUR S. 1971. Gametophytes of homosporous ferns. *Bot Rev* 37: 295–396.
- NIEDER J, ENGWALD S AND BARTHLOTT W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* 20:66-75.
- NIEDER J, PROSPERI J AND MICHALOUD G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecol* 153:51-63.
- NYMER E. 1977. Clima. In: *Geografia do Brasil, região sul*. Instituto Brasileiro de Geografia. IBGE, Rio de Janeiro, p. 35-79.
- OKSANEN J, BLANCHET FG, KINDT R, LEGENDRE P, O'HARA RB, SIMPSON GL, STEVENS MHH AND WAGNER H. 2011. *Vegan: community ecology package*. Version 1.17-11. <http://vegan.r-forge.r-project.org>
- OLIVEIRA LC, PETERSON TP, DALMOLIN EB, AZEREDO TEV AND CITADINI-ZANETTE V. 2013. Componente epifítico vascular de um fragmento florestal urbano, município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 26(2):33-44.

PADILHA TP, SANTOS JR R, CUSTÓDIO SZ, OLIVEIRA LC, SANTOS R AND

CITADINI-ZANETTE V. 2015. Comunidade epifítica vascular do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina. *Brasil Ciênc Nat* 37(1):64-78.

PAGE CN. 1979. The diversity of ferns: an ecological perspective. In: DYER AF (Ed), *The experimental biology of ferns*, London: Academic Press, p. 9-56.

PAGE CN. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Rev Palaeobot Palynol* 119:1-33.

PARKER GG. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. In *Forest canopies – a review of research on biological frontier*. In: LOWMAN M AND NADKARNI N (Eds), San Diego: Academic Press, p.73-106.

PRADO J AND SYLVESTRE L. 2015. Pteridófitas. *In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Available in: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

PARRA MJ, ACUÑA K, CORCUERA LJ AND SALDAÑA A. 2009. Vertical distribution of Hymenophyllaceae species among host tree microhabitats in a temperate rain forest in Southern Chile. *J Veg Sci* 20:588-595.

QUEVEDO, TC, BECKER DFP AND SCHMITT JL. 2014. Estrutura comunitária e distribuição de samambaias epifíticas em remanescentes de floresta semidecídua no sul do Brasil. *Pesquisas, Bot* 65:257-271.

RAMBO B. 1950. A porta de Torres. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*. v. 2, p. 9-20.

RAMBO B. 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul – Ensaio de monografia natural*. 2^a ed. Porto Alegre: Selbach, 456 p.

RANAL MA. 1991. Desenvolvimento de *Polypodium pleopeltifolium* Raddi, *Polypodium polypodioides* (L.) Watt. E *Micrograma lindbergii* (Mett.) Sota (Polypodiaceae) em condições naturais. *Hoehnea* 18(2):149-169.

- RANAL MA. 1993. Desenvolvimento heteroblástico de *Polypodium hirsutissimum* Raddi (Pteridophyta, Polypodiaceae) em condições naturais. Acta Bot Bras 7(2):3-15.
- RANAL MA. 1995a. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 2. Natureza dos substratos. Rev Bras Biol 55:583-594.
- RANAL MA. 1995b. Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. Rev Bras Biol 55:777-787.
- ROGALSKI JM AND ZANIN EM. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. Rev Bras Bot 26(4):551-556.
- SATO T. 1982. Phenology and wintering capacity of sporophytes and gametophytes of ferns native to Northern Japan. Oecol 55:53-61.
- SCHMITT JL, BUDKE JC AND WINDISCH PG. 2005. Aspectos florísticos e ecológicos de pteridófitas epifíticas em cáudices de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Pteridophyta, Dicksoniaceae), São Francisco de Paula, RS, Brasil. Pesquisas, Bot. 56:161-172.
- SCHMITT JL AND WINDISCH PG. 2010. Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul. Braz J Biol 70(3): 521-528.
- SCHNEIDER PH AND SCHMITT JL. 2011. Composition, community structure and vertical distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf., in a Semideciduous Seasonal Forest, Morro Reuter, RS, Brazil. Acta Bot Bras 25(3):557-565.
- SEHNEM A. 1977. As filicíneas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. Pesquisas 31:1-108.
- SMITH AR, PRYER KM, SCHUETTPELZ E, KORALL P, SCHNEIDER H AND WOLF PG. 2008. Fern Classification. In: RANKER TA AND HAUFLER CH (Eds), The

- Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes, Cambridge: University Press, Cambridge, p.417-467.
- SOTA ER. 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (América Central). *Nova Hedwig* 21: 401-465
- STAUDT MG, LIPPERT APU, CUNHA S, BECKER DF, MARCHIORETTO MS AND SCHMITT JL. 2012. Composição Florística de epífitos vasculares do Parque Natural Municipal Tupancy, Arroio do Sal, RS, Brasil. *São Leopoldo. Pesquisas, Bot* 63:177-188.
- SYSTAT. 2002. SYSTAT for Windows, Version 12. SYSTAT Software Inc., California.
- TABARELLI M, PINTO LP, SILVA JMC, HIROTA M, BEDE L. 2005. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19 (3):695-700.
- TER STEEGE H AND CORNELISSEN JHC. 1989. Distribution and Ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21(4):331-339.
- TERCEIRO RGD, PEIXOTO GM, GOMES VS, FABRICANTE JS AND ALBUQUERQUE M. 2012. Estrutura populacional de *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. and Fisch.) Copel em um fragmento de Floresta Ombrófila Aberta no Nordeste Brasileiro. *Rev Bras Bioc* 10(1): 5-12.
- THIERS B. 2014. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available in <<http://sweetgum.nybg.org/ih>>.
- TOMAZELLI, L.J. AND VILLWOCK, J.A. 2000. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: HOLZ M and DE ROS LF (Eds), *Geologia do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, p.375-406.
- TRYON RM. 1964. Evolution in the leaf of living ferns. *Bull Torrey Bot Club* 21(5):73-85.

- TRYON RM. 1972. Endemic Areas and Geographical Speciation in Tropical American Ferns. *Biotropica* 4(3):121-131.
- TRYON RM AND TRYON AF. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. Springer, New York.
- TRYON RM. 1986. The biogeography of species, with special reference to ferns. *Botanical review* 52: 117-156.
- WAECHTER JL. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun Mus Ciênc PUCRS, Sér Bot* 33:49-68.
- WAECHTER JL. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér Bot* 34:39-49.
- WAECHTER JL. 1998a. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. *Proceedings of the 15th World Orchid Conference, Rio de Janeiro, Brasil*. p.332-341.
- WAECHTER JL. 1998b. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Rev Cien Nat* 20:43-66.
- WAECHTER JL AND JARENKOW JA. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim, Rio Grande do Sul. *Biotemas* 11:45-69.
- WERNECK MS AND ESPÍRITO-SANTO MM. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica* 34(1):51-57.
- WINDISCH PG. 1992. Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões. 2.ed. São José do Rio Preto, UNESP.
- WINDISCH PG. 2002. Fern conservation in Brazil. *Fern Gaz* 16(6-8):295-300.
- ZÁCHIA RA AND WAECHTER JL. 2011. Diferenciação especial de comunidades herbáceo-arbustivas em florestas costeiras do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Bot* 62:211-238.

ZOTZ G AND BÜCHE M. 2000. The epiphytic filmy ferns of a tropical lowland forest - species occurrence and habitat preferences. *Ecotropica* 6:203-206.

ZOTZ G. 2007. Johansson revisited: the spatial structure of epiphyte assemblages. *J Veg Sci* 18: 123-130.

ZOTZ G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes – a critical update. *Bot J Linn Soc* 171(3):453-481.

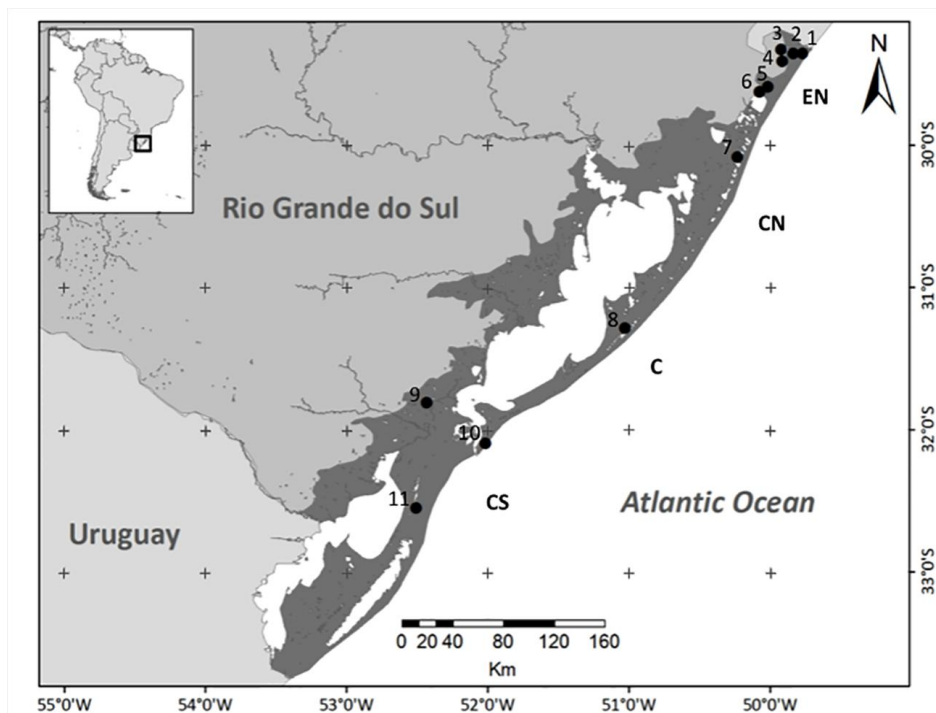


Fig. 1 - Study area, coastal plain of State of Rio Grande do Sul (dark grey), and sampled locations (dots). 1: Torres; 2: Dom Pedro de Alcântara; 3-4: Morrinhos do Sul; 5-6: Terra de Cidreira; 7: Cidreira; 8: Tavares; 9: Pelotas; 10-11: Rio Grande.

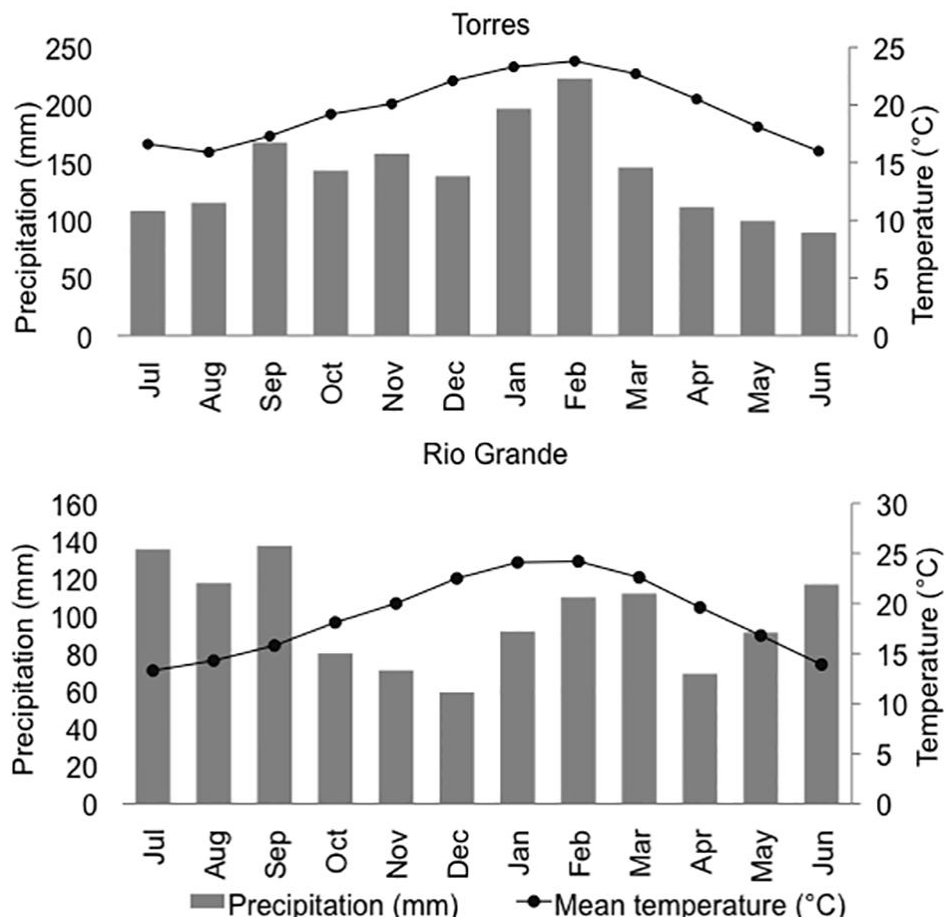


Fig. 2 - Climate diagrams of northern (Torres, above) and southern (Rio Grande, below) study area, coastal plain of Rio Grande do Sul state. Values are mensal average of climatic variables in period of 2004-2014 (INMET).

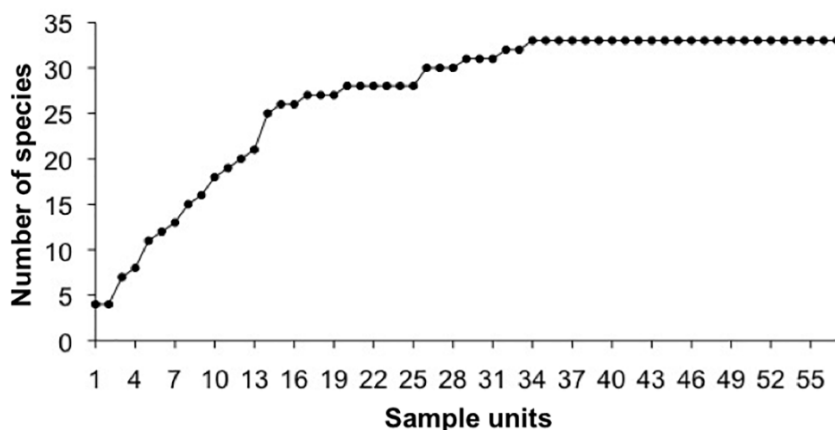


Fig. 3 - Accumulative curve of ferns epiphytes in swamp forests patches of coastal plain of Rio Grande do Sul state.

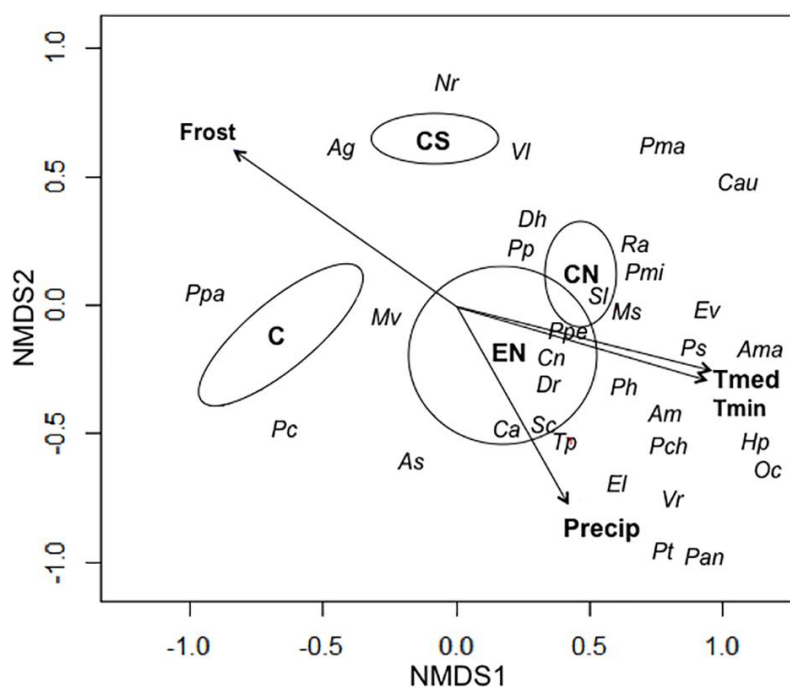


Fig. 4 - Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of 57 sample plots (ellipse) described by presence/absence of fern species and relationship with environmental variables (vectors) in Coastal Plain of Rio Grande do Sul state. Species names and environmental variables abbreviation are in Table 2 and 3, respectively.

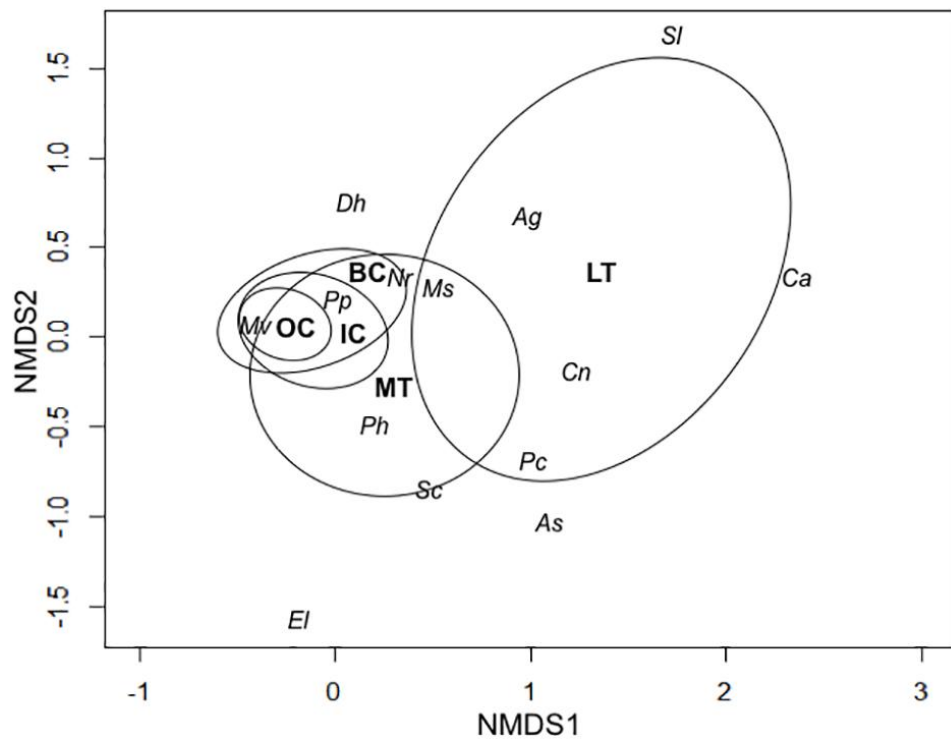


Fig. 5 - Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of ecological zones (ellipse) described by presence/absence of fern species in coastal plain of Rio Grande do Sul state.

Tab. 1 - Climatic variables utilized in the non-metric multidimensional scaling (NMDS) of municipalities along latitudinal bands of coastal plain of Rio Grande do Sul state. Environmental variables: Tmin: minimum temperature; Tmax: maximum temperature; Tmed: mean temperature; Precip: precipitation. Values are annual means of last ten years (2004-2014).

	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Precip(mm)	Frost (n°days)
Torres (EN)	15,2	19	22,7	1,600	1-3
Porto Alegre (CN)	15	18,8	22.2	1,420	1-3
Pelotas (C)	13,7	18,3	23,3	1,260	6-7
Rio Grande (CS)	14	18	22,7	1,200	6-7

Tab. 2 - List of families and species recorded in swamp forest patches of coastal plain of Rio Grande do Sul. Species name abbreviation, number of records in ecological zones and latitudinal bands, and type of epiphyte-phanophyte relationship are also showed.

Family/Species	Abbrev	Ecological zones					Latitudinal bands				Epiphyte-tree
		LT	MT	BC	IC	OC	EN	CN	C	CS	
Aspleniaceae (4)											
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	<i>Ag</i>	1	12	2	7	0	1	1	1	1	CHA
<i>Asplenium martianum</i> C.Chr.	<i>Ama</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0	ACC
<i>Asplenium mucronatum</i> C.Presl	<i>Am</i>	0	4	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	<i>As</i>	2	16	0	0	0	1	0	0	0	ACC
Blechnaceae (1)											
<i>Blechnum acutum</i> (Desv.) Mett.	<i>Ba</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	HEM
Dryopteridaceae (5)											
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) Christ	<i>El</i>	5	35	4	4	0	1	0	0	0	CHA
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	<i>Ev</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	<i>Oc</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	HEM
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	<i>Pc</i>	4	70	1	10	0	1	0	1	0	HEM
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	<i>Ra</i>	1	5	1	1	0	1	1	1	1	FAC
Hymenophyllaceae (6)											
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	<i>Dh</i>	3	6	2	1	0	1	1	0	0	CHA
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C.Presl	<i>Dr</i>	3	0	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	<i>1</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0

Tab 2

<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	<i>Pan</i>	2	2	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	<i>Tp</i>	1	3	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	<i>Vr</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	CHA
Polypodiaceae (17)											
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	<i>Ca</i>	8	7	0	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	<i>Cau</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	CHA
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	<i>Cn</i>	5	23	7	13	0	1	1	1	0	FAC
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	<i>Ms</i>	0	4	4	31	13	1	1	1	1	CHA
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	<i>Mv</i>	12	194	206	286	187	1	1	1	1	CHA
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	<i>Nr</i>	0	23	19	19	0	1	1	1	1	CHA
<i>Pecluma chnoophora</i> (Kunze) Salino & Costa Assis	<i>Pch</i>	8	0	0	0	0	1	0	0	0	ACC
<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	<i>Ppa</i>	4	1	0	0	0	1	1	1	0	ACC
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	<i>Ppe</i>	0	5	0	0	0	1	1	0	0	CHA
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G.Price	<i>Ps</i>	0	4	0	1	0	1	0	0	0	CHA
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	<i>Pt</i>	0	2	1	0	0	1	0	0	0	CHA
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	<i>Ph</i>	0	1	6	16	2	1	1	0	0	CHA
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	<i>Pma</i>	0	1	2	0	0	0	1	0	0	CHA
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	<i>Pmi</i>	0	0	0	2	0	1	1	0	0	CHA
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	<i>Pp</i>	0	41	11	54	15	1	1	1	1	CHA
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	<i>Sc</i>	2	35	6	30	4	1	1	0	0	CHA
<i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	<i>Sl</i>	12	1	0	0	0	1	1	0	0	ACC
Pteridaceae (1)											
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	<i>Vt</i>	3	20	8	6	0	1	1	1	1	CHA
Total		72	486	271	468	221	32	17	10	7	

Tab. 3 - Ferns epiphytes recorded in phytosociological survey in swamp forest patches of coastal plain of Rio Grande do Sul. Species are listed in decreasing order of epiphytic importance value (IVe). Ni: total number of trees where species occurred, Ne: total number of ecological zones where species occurred, AFi: absolute frequency in trees, RFi: relative frequency in trees, AFe absolute frequency in ecological zones, RFe: relative frequency in ecological zone. Voucher ICN.

Species	Ni	Ne	AFi	RFi	AFe	RFe	IVe	Voucher
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	356	885	80,9	38,4	40,2	56	47,22	178363
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	90	121	20,5	9,6	5,5	7,6	8,61	178376
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	77	85	17,5	8,3	3,9	5,4	6,84	176730
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	61	77	13,9	6,6	3,5	4,9	5,75	178383
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	45	61	10,2	4,9	2,8	3,8	4,36	184449
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	44	48	10	4,8	2,2	3	3,91	178305
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) Christ	44	48	10	4,8	2,2	3	3,88	178330
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	34	52	7,7	3,7	2,4	3,3	3,48	178360
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	27	37	6,1	2,9	1,7	2,3	2,62	184468
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	22	25	5	2,4	1,1	1,6	1,97	178390
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	19	18	4,3	2	0,8	1,1	1,59	161391
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	16	22	3,6	1,7	1	1,4	1,56	178331
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	15	15	3,4	1,6	0,7	0,9	1,28	178310
<i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	12	13	2,7	1,3	0,6	0,8	1,06	178379
<i>Pecluma chnoophora</i> (Kunze) Salino & Costa Assis	8	8	1,8	0,9	0,4	0,5	0,68	184461
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	7	12	1,6	0,8	0,5	0,8	0,76	178338
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	7	8	1,6	0,8	0,4	0,5	0,63	166405
<i>Pecluma paradiseae</i> (Langsd. & Fisch.) M.G.Price	5	5	1,1	0,5	0,2	0,3	0,43	
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G.Price	5	5	1,1	0,5	0,2	0,3	0,43	184456
<i>Asplenium mucronatum</i> C.Presl	4	4	0,9	0,4	0,2	0,3	0,34	178335
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	1	1	1	1	0	0	1	1

Tab. 3

<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C.Presl	3	3	0,7	0,3	0,1	0,2	0,26	178345
<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	3	4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,29	178353
<i>Asplenium martianum</i> C.Chr.	2	2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,17	176747
<i>Blechnum acutum</i> (Desv.) Mett.	2	2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,17	
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	2	2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,17	184462
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	2	3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	184452
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	2	3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	178372
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	2	2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,17	176217
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	2	4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,23	178353
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	1	1	0,2	0,1	0	0,1	0,09	178313
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	1	1	0,2	0,1	0	0,1	0,09	178328
<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	1	1	0,2	0,1	0	0,1	0,09	
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	1	1	0,2	0,1	0	0,1	0,09	184454
Total	926	1583	210,5	100	71,9	100	100	

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos no presente trabalho contribuíram para o conhecimento da composição de filicíneas e licófitas epífitas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, região de suma importância por abrigar 50% da flora epifítica do grupo no Estado.

As matas úmidas concentraram a maior riqueza taxonômica, incluindo o maior número de espécies com ocorrência mais pontual na área de estudo, principalmente àquelas mais exigentes às condições ambientais. Ainda, a composição de espécies epifíticas difere entre os ambientes analisados e tal fato pode ser atribuído às diferenças estruturais dessas formações vegetacionais.

O registro de cinco espécies consideradas ameaçadas de extinção no Estado reforça a necessidade de ações e estratégias que visem a conservação desses ambientes para a manutenção da biodiversidade do grupo.

Mesmo considerando somente as espécies mais frequentes sobre os indivíduos forofíticos, foi observada uma diferença na riqueza e na composição de filicíneas epífitas ao longo dos forófitos, sendo que as espécies com maior plasticidade ecológica ocuparam diferentes estratos, enquanto que as menos tolerantes às condições extremas ocorreram preferencialmente nos estratos inferiores.

O gradiente latitudinal da riqueza de espécies evidenciado no presente trabalho deve-se principalmente à influência das variações das condições climáticas ao longo da área de estudo. Assim, o decréscimo de espécies em direção às maiores latitudes decorre do déficit hídrico estival, da diminuição da temperatura e do incremento de dias com ocorrência de geadas no inverno na porção meridional da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

ANEXO I - Normas para formatação de manuscrito conforme a Revista Iheringia, Série Botânica

Iheringia, Série Botânica, periódico editado pelo Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se à publicação semestral de artigos, revisões e notas científicas originais sobre assuntos relacionados a diferentes áreas da Botânica. O manuscrito pode ser redigido em português, espanhol e inglês, recebendo este último idioma prioridade de publicação e será avaliado por no mínimo dois revisores e corpo editorial.

Os artigos após publicação ficarão disponíveis em formato digital (pdf) no site da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/2135/?Iheringia_S%C3%A9rie_Bot%C3%A2nica) e no portal da CAPES. A revista encontra-se indexada no Web of Science – Institute for Scientific Information (ISI).

O encaminhamento do manuscrito deverá ser feito em uma via impressa e uma cópia em CDRW para a editora-chefe no endereço: Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do RS, Rua Salvador França, 1427, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS.

O manuscrito deve ser escrito em fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço 1,5, em páginas numeradas (máximo de 40 páginas incluindo figuras). A apresentação dos tópicos Título, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências **deve seguir o estilo dos artigos publicados no último número da revista, encontrado no site**. A nota (no máximo seis páginas) destina-se a comunicações breves de resultados originais, não sendo necessário apresentar todos os tópicos de um artigo. O nome dos autores é seguido apenas pelo endereço profissional e e-mail. Menção de parte de dissertação de mestrado ou tese de doutorado é indicada por número sobrescrito, abaixo do título do manuscrito.

O Resumo, com no máximo 150 palavras, deve conter as mesmas informações que o Abstract. Palavras-chave e key words devem ter no máximo cinco palavras em ordem alfabética, separadas por vírgulas, e não podem ser as mesmas que se encontram no título. O resumo em inglês (abstract) deve ser precedido pelo título do manuscrito, também em inglês. Quando o manuscrito for escrito em inglês ou espanhol deverá conter um resumo em português precedido pelo título em português.

Nomes taxonômicos de qualquer categoria são escritos em itálico. Os nomes genéricos e específicos, ao serem citados pela primeira vez no texto, são acompanhados pelo(s) nome(s) seu(s) autor(es). Para as abreviaturas de autores, livros e periódicos deve-se seguir “The International Plant Names Index” (<http://www.ipni.org/index.html>), “The Taxonomic Literature (TL-2)”, “Word List of Scientific Periodicals” ou “Journal Title Abbreviations” (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations>).

Nos manuscritos de abordagem taxonômica, as chaves de identificação devem ser preferencialmente indentadas e os autores dos táxons não devem ser citados. No texto, os táxons são apresentados em ordem alfabética e citados como segue (basônimo e sinônimo não são obrigatórios).

Bouteloua megapotamica (Spreng.) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 3 (3): 341. 1898. *Pappophorum megapotamicum* Spreng., Syst. Veg. 4: 34. 1827. *Eutriana multiseta* Nees, Fl. Bras. 2(1): 413. 1829. *Pappophorum eutrianoides* Trin. ex Nees, Fl. Bras. Enum. Pl. 2(1): 414. 1829. *Bouteloua multiseta* Griseb., Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen 24: 303. 1879.

(Figs. 31-33)

O material examinado é apresentado em tabela ou citado na seguinte sequência: país, estado, município, local específico listado em ordem alfabética, seguindo-se a data, nome e número do coletor e sigla do Herbário, ou o número de registro no herbário, na inexistência do número de coletor, conforme os exemplos:

Material examinado: ARGENTINA, MISIONES, Depto. Capital, Posadas, 11.I.1907, C. *Spegazzini s/n*^o (BAB 18962). BRASIL, ACRE, Cruzeiro do Sul, 24.V.1978, S. *Winkler 698* (HAS); RIO GRANDE DO SUL, Santa Maria, Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim, 10.XII.1992, M.L. *Abruzzi 2681* (HAS); Uruguaiana, 12.III.1964, J. *Mattos & N. Mattos, 5345* (HAS, ICN). VENEZUELA, Caracas, 15.III.1989, J. C. *Lindeman 3657* (VEN).

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Mato Leitão, arroio Sampaio, estação 1, 10.V.1995, lâmina nº 4899 (HAS 34015); arroio Sampaio, estação 2, 5.VIII.1994, lâmina nº 4903 (HAS 34017).

Palavras de origem latina (*et al.*, *apud*, *in*, *ex*, *in vivo*, *in loco*, *in vitro* ...) são escritas em itálico e as palavras estrangeiras entre aspas. As citações de literatura no texto são dispostas em ordem alfabética e cronológica da seguinte forma: Crawford (1979) ou (Crawford 1979); (Bawa 1990, Free 1993); (Smith & Browse 1986) ou Smith & Browse (1986); Round *et al.* (1992) ou (Round *et al.* 1992).

As Referências Bibliográficas devem conter todos os autores e ser apresentadas sem justificar, obedecendo os espaços simples ou duplos, entre os autores, ano, título do artigo ou livro e do periódico (citado por extenso). As citações de dissertações e teses são incluídas somente em casos estritamente necessários. O seguinte estilo deve ser usado para as Referências Bibliográficas:

Capítulo de livro

Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A. & Lima, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. *In* Ecologia e conservação da Caatinga (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.C.M. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 657-693.

Livro

Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. Frutos e Sementes. Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443 p.

Obra seriada

Bentham, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, part. 1, p. 1-349.

Artigos em anais de congresso

Döbereiner, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). Anais da Academia de Ciências de São Paulo, São Paulo, p. 1-6.

Smith, A.B. 1996. Diatom investigation. *In* Proceedings of the Nth International Diatom Symposium (X.Y. Brown, ed.). Biopress, Bristol, p.1-20.

Livro de uma serie

Förster, K. 1982. Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae). *In* Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (G. Huber-Pestalozzi, ed.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Band 16, Teil 8, Hälfte 1, p. 1-543.

Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodriguez, F. 2005. Diatoms of Uruguay. *In* Iconographia Diatomologica. Annotated diatom micrographs. (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Ruggell, v. 15, 736 p.

Referência via eletrônica

Guiry, M.D. & Dornoch, E. 2004. AlgaeBase. World eletronic publication. Disponível em: <http://www.algaebase.com>. Acessado em 18.02.2005.

Periódico

Nervo, M.H. & Windisch, P.G. 2010. Ocorrência de *Pityrogramma trifoliata* (L.) R. M. Tryon (*Pteridaceae*) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 65(2):291-293.

Tese ou dissertação

Werner, V. 2002. Cyanophyceae/Cyanobacteria no sistema de lagoas e lagunas da Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese 363 f., Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.

Siglas e abreviaturas, quando mencionadas pela primeira vez, são precedidas por seu significado por extenso. Na escrita de dados numéricos, os números não inteiros, sempre que possível, deverão ser referidos com apenas uma casa decimal e as unidades de medida abreviadas, com um espaço entre o número e a unidade (Ex. 25 km; 3 cm, 2-2,4 µm). Os números de um a dez são escritos por extenso (excetuando-se medidas e quantificação de caracteres) e para os números com mais de três dígitos o ponto deve ser utilizado.

As tabelas e figuras são numeradas sequencialmente com algarismos arábicos e suas citações no texto devem ser abreviadas como (Tab. ou Tabs.) e (Fig. ou Figs.) ou escritas por extenso, quando pertinente. Devem vir intercaladas no texto com seus títulos e legendas, respectivamente.

As figuras (imagens e desenhos) devem ser de alta resolução e salvas em formato TIF. A disposição das ilustrações deve ser proporcional ao espaço disponível (23 x 8,1 ou 17,2 cm, no caso de uma ou duas colunas, respectivamente), incluindo o espaço a ser ocupado pela legenda. As escalas (barras) deve estar graficamente representada ao lado das ilustrações e seu valor

referenciado na legenda. As legendas das figuras são apresentadas em folha à parte. A citação do(s) nome(s) do(s) autor(es) do(s) táxon(s) é opcional. Veja exemplos abaixo:

Figs. 1-6.

1, 2. *Navicula radiosa*: vista interna (MEV); **2.** Vista externa (MEV); **3.** *Pinnularia borealis* (MO); **4.** *P. viridis*; **5.** *Surirella ovalis* (MO); **6.** *S. tenuis* (MET). Barras: **Figs. 1, 2, 6** = 5 µm; **Figs. 3-5** = 10 µm.

Figs. 1-5. *Paspalum pumilum* Nees. **1.** Hábito; **2.** Gluma II (vista dorsal); **3.** Lema I (vista dorsal); **4.** Antécio II (vista dorsal); **5.** Antécio II (vista ventral). (Canto-Dorow 24 – ICN).

Figs. 1-3. Padrão de venação dos folíolos. **1.** *Lonchocarpus muehlbergianus* (J. A. Jarenkow 2386 - ICN); **2.** *L. nitidus* (A. Schultz 529 ICN); **3.** *L. torrensis* (N. Silveira *et al.* 1329 - HAS).

Figs. 3 A-C. *Eragrostis guianensis*. **A.** Hábito; **B.** Espigueta; **C.** Antécio inferior reduzido ao lema e semelhante às glumas (Coradin & Cordeiro 772 - CEN). Barras = 1 mm.

Em 12 de junho de 2014
Lezilda Carvalho Torgan
Editora-chefe

ANEXO II - Normas para formatação de manuscrito conforme a Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências



ISSN 0001-3765 printed version
ISSN 1678-2690 online version

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- [Aim and editorial policy](#)
- [Preparation of manuscripts](#)

The journal ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS now strongly encourages online submissions. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below, please visit the online submission Web site, <http://aabc.abc.org.br>.

Please read these instructions carefully and follow them strictly. In this way you will help ensure that the review and publication of your paper are as efficient and quick as possible. The editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. Papers must be clearly and concisely written in English.

Preparation of manuscripts

All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only correction of typographical errors.

The authors should send their manuscript in electronic version only.

Length of manuscript. While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability.

Tables and Illustrations. Only high-quality illustrations will be accepted. All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs as well as tables with more than 12 columns or more than 24 lines (**maximum of 5 figures free of charge**). Their tentative placement in the text should be indicated. Only high-quality illustrations will be accepted.

Digitalized figures. Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each **figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm**. The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Only black and white figures will be accepted; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTeX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or WORD for Windows.

Front page. The front page of the manuscript should present the following items: 1. Title of the article (the title should be short, specific, and informative); 2. Full name(s) of the author(s); 3. Professional address of each author; 4. Key words (four to six in alphabetical order); 5. Running title (up to 50 characters); 6. Academy Section to which the content of the work belongs; 7. Name, address, fax number, phone number and e-mail address of the author to whom all correspondence, and proofs should be provided.

Acknowledgments. These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to grants and scholarships, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis) should be added to the Acknowledgments section.

Abbreviations. These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the ABNT or by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

References. Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al. unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) or, for three or more authors, (Smith et al. 2006). Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication.

References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

Articles

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Books and book chapters

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polypeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.