

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

**Caracterização das comunidades vegetais dos ambientes abertos do
Parque Nacional Lagoa do Peixe**

Filipe Ferreira da Silveira

Porto Alegre, 23 de setembro de 2021

Caracterização das comunidades vegetais dos ambientes abertos do Parque
Nacional Lagoa do Peixe

Filipe Ferreira da Silveira

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

Orientador: Prof. Dr. Gerhard Ernst Overbeck

Porto Alegre, 23 de setembro de 2021

Agradecimentos

Refletindo sobre os agradecimentos, não tem como não pensar sobre a atual situação em que nos encontramos, frente ao vislumbre do fim da pandemia. Sou antes de tudo grato por ter tido a sorte de todas as pessoas próximas a mim não terem complicações maiores em decorrência do vírus. A ciência feita pro nós, avaliada por nossos pares e para todos, mostrou-se como o caminho mais seguro a situações de crise como esta.

Gostaria primeiramente de agradecer ao Prof. Dr. Gerhard Overbeck pela paciência, compreensão e confiança destinadas a mim, assim como a prontidão em disponibilizar toda a estrutura possível para a realização dos trabalhos de campo e laboratório. Hoje, sem dúvidas, sou muito mais apaixonado pelos campos do que quando entrei no mestrado.

Agradeço também a Ana Porto, uma pessoa que pretendo levar para minha vida. Tão amiga e confidente quanto professora. Nos enxergarmos um no outro torna o ambiente acadêmico mais amigável e construtivo. Sou muito grato também a Luciana Menezes por todo o apoio em campo, mas principalmente no suporte e na capacidade de ensinar ambientes complexos como o do R a pessoas que nunca tiveram contato antes. Vocês são exemplos de profissionais para mim.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de algum modo com nossos trabalhos de campo, especialmente à Kassiane Helmicki, Lua Cezimbra, Natalia Biscarra, Pedro Thomas, Rosângela Rolim, Valmir Bittencourt. Agradeço também a toda a equipe do PNLP que sempre foi muito receptiva, simpática e solícita com nossas visitas ao parque.

E por último, mas não menos importante, agradeço a todas as pessoas da minha família, que mesmo sem compreender integralmente meu trabalho, me apoiam, torcem por mim e se orgulham: ao meu companheiro Jonathan Nunes, minha irmã Sheron Ferreira e minha mãe Sheila Ferreira. Obrigado por vocês todos fazerem parte da minha história.

Resumo

A composição e estrutura das comunidades de plantas são fortemente influenciadas por fatores ambientais, como disponibilidade de recursos hídricos, nutrientes ou propriedades físicas do solo. Neste estudo, foi avaliada a composição taxonômica das comunidades vegetais dos ambientes abertos assim como sua realação com variáveis abióticas e bióticas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PNLP), Mostardas, RS. O levantamento foi realizado em um total de 85 pontos amostrais distribuídos em diferentes regiões do parque acessíveis para amostragem. Todas as espécies foram identificadas ao mais alto nível taxonômico possível. A análise de agrupamento foi usada para verificar os padrões de composição da comunidade de plantas e análises de redundância para elucidar a relação das comunidades de plantas com as variáveis do solo e a estrutura da vegetação. Além disso, foi conduzida uma análise de espécies indicadoras. O estudo da vegetação revelou sete comunidades de plantas distintas que foram descritas em termos de composição de espécies de plantas e principais características ambientais. Os padrões de composição diferiram claramente entre as comunidades, com forte influência do regime hidrológico. Os resultados são discutidos a partir de uma perspectiva de conservação e servirão de base para o desenvolvimento de estratégias de manejo para as áreas abertos do PNL. Com o objetivo de contribuir para a disseminação do conhecimento sobre os ecossistemas naturais para as populações locais da região e visitantes do parque, foi elaborado um guia das plantas dos ecossistemas abertos do PNL, com informações sobre espécies que são atrativas ao grande público. Com isto, espera-se contribuir para o conhecimento das espécies vegetais do Parque junto do grande público, bem como para valorizar as belezas naturais associadas às fisionomias abertas da região.

Palavras-chave: Campos, banhados, dunas, composição de plantas, mosaicos vegetacionais.

Abstract

The composition and structure of plant communities is strongly influenced by environmental factors such as availability of water resources, nutrients or physical soil properties. The aim of this study is to assess the taxonomic and functional composition of plant communities in open environments in the Lagoa do Peixe National Park (PNLP), Mostardas, RS, which up to now are understudied. The survey was carried out in a total of 85 sampling points distributed in different regions of the park that were accessible for sampling. All species were identified to the highest taxonomic level possible. Cluster analysis was used to verify composition patterns of the plant community, and redundancy analysis to elucidate the relationship of plant communities with soil variables and vegetation structure. Additionally, indicator species analysis was conducted. The study of vegetation revealed seven distinct plant communities that were described in terms of plant species composition and principal environmental features. Composition patterns clearly differed among communities, with strong influence of the hydrological regime. The results are discussed from the perspective of conservation and will serve as a basis for the development of management strategies for the open areas of the PNL. In order to contribute to the dissemination of knowledge on natural ecosystems for local population of the region and park visitors, a guide to the plants of the PNL's open ecosystem was prepared, with information on species that are attractive to the general public. By this, we can expect to contribute to knowledge of the Park's plant species in the general public, as well as the enhancement of the natural beauty linked to the open physiognomies of the region.

Key-words: Grasslands, wetlands, dunes, plant composition, vegetation mosaics.

Sumário

Introdução geral	13
Referências	18
Artigo científico - Edaphic drivers as determinants of plant communities in coastal open vegetation in Southern Brazil	22
Abstract.....	23
1. Introduction.....	24
2. Methods	25
2.1. Study site	25
2.2. Sampling design	26
2.3. Vegetation sampling	27
2.4. Sampling of environmental drivers	27
2.5. Data analysis	28
3. Results.....	29
4. Discussion.....	34
Conclusion	44
Acknowledgements.....	45
References.....	46
Appendices	52
Supplementary materials to Edaphic drivers as determinants of plant communities in coastal open vegetation in Southern Brazil	54
Guia da Vegetação aberta do Parque Nacional Lagoa do Peixe.....	68

Introdução geral

Os *Pastizales del Rio de La Plata*, incluem diferentes fisionomias campestres, inseridas nos territórios da Argentina, Uruguai e extremo sul do Brasil (Andrade et al. 2018). Devido a diversidade de composição florística destes campos, em decorrência de fatores climáticos, topográficos e influências geológicas (Dillenburg et al. 2009), Hasenack et al. (2010) classificaram nove *Sistemas ecológicos* campestres dentro desta ecorregião no Rio Grande do Sul, levando em consideração clima e solo. Destes sistemas ecológicos, destacamos aqui os campos litorâneos.

Ocupando aproximadamente 13% das áreas campestres do Rio Grande do Sul, os campos litorâneos estão situados na Planície Costeira, que se estende por uma área de 5700 km² (Menezes et al. 2015) no extremo leste do estado. Por estar localizada na região fitogeográfica Neotropical, apresentam estações quentes e frias bem demarcadas, mas sem uma estação de estiagem marcante (Overbeck et al. 2007). Oriunda de transgressões-regressões, ocorridas na região durante o final do período Terciário e todo o Quaternário, a planície costeira foi modelada pelo avanço do mar, resultando, dentre outras formações, na Barreira IV, presente nos campos litorâneos deste estudo. Durante a formação desta barreira, ao longo do Holoceno, o nível do mar alcançou cerca de quatro metros acima do atual, ocasionando na progradação e formação de cordões litorâneos regressivos (Tomazelli & Villwock 2005). As areias quartzosas da Barreira IV são de granulação fina à muito fina (0,125 à 0,062 mm), colaborando para a frágil estrutura do solo (Strohaecker 2007).

O sistema ecológico dos campos litorâneos não engloba apenas fisionomias campestres, como campos com ou sem manejo, inclui também ambientes de dunas, banhados, mata de restinga. Eles ocorrem de forma constante e respectivamente, do sentido beira-mar para o continente (Becker et al. 2007). Porém em uma escala mais refinada é evidente que há sobreposições e manchas entre esses ambientes, tornando-os muito mais complexos de serem classificados. Devido aos processos geologicamente recentes, de avanço e recuo do mar sobre a costa, Waechter (1985) elucida que esta pode ser a razão para a baixa taxa de endemismo de espécies na região.

Nos solos arenosos dos campos litorâneos diversos fatores edáficos podem contribuir para a formação de mosaicos vegetacionais. Diminutas alterações na topografia do solo, influenciadas pela drenagem ou acúmulo de água, são apontadas como uma das principais causas dessas variações (Waechter 1985; Menezes 2014) e

podem eliminar algumas espécies intolerantes ao alagamento e disponibilizar nicho a espécies aquáticas. A matéria orgânica em decomposição, especialmente nas áreas úmidas, tende a liberar gases suforosos (Boldrini et al. 2008), devido a processos decompositores anaeróbicos e forma densas camadas sob a vegetação aquática. A água auxilia na distribuição das partículas orgânicas que acabam sendo carreados para as margens e para o lençol freático, que pode ser relativamente próximo da superfície. As partículas orgânicas no solo expõem cargas negativas que tem a capacidade de reter moléculas como água e nitrato ou ricas em fósforo, potássio dentre outros nutrientes (Liang et al. 2010). Essas partículas também podem reter alumínio, componente comum do solo, que se torna tóxico e assimilável a vegetais sob pH ácidos (McLean & McLean 1976). Compostos nitrogenados são assimilados por microorganismos e disponibilizados as plantas sob a forma de nitratos (Vieira, 2017). Diferenças na distribuição desses fatores podem contribuir para que algumas espécies se desenvolvam em lugares específicos, o que conseqüentemente refletirá na comunidade vegetal em questão.

Toda essa diversidade de ambientes, influenciada por propriedades do solo, conta com uma miscelânea de composições vegetacionais. Formando manchas de banhados em meio aos campos, ilhas de cactáceas destoam dos campos pastejados, que podem contribuir para a colonização de arbóreas (Porto et al. 2019) e áreas de grande quantidade de areia exposta. Tudo isso ocorrendo a poucos metros de distância.

As fisionomias campestres destacam-se pela dominância de plantas herbáceas, principalmente constituída de gramíneas, leguminosas e ciperáceas (Burger & Ramos 2007). Boldrini et al. (2008) ao avaliarem as comunidades vegetais de uma região do município de Osório, no litoral norte do RS, constataram a ocorrência de distintos ambientes relacionados a diferentes composições florísticas. Os autores notaram o padrão de três formações: floresta, campo úmido e campo seco. No ambiente de campo úmido foram incluídas espécies características de baixadas úmidas (Caetano 2003) como a *Drosera brevifolia* Pursh e diversas espécies do gênero *Eleocharis* R.Br., assim como espécies recorrentes em campos úmidos como o *Ischaemun minus* J.Presl. Por outro lado, o campo seco, por já ter sido muito impactado pela ação antrópica, demonstrou a ocorrência de diversas espécies exóticas e ruderais. A partir dessas informações é evidente que a comunidade vegetal desses campos é diretamente influenciada pelos recursos disponíveis e que o impacto antrópico pode contribuir com a ocorrência de espécies invasoras como *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

A conversão de complexos ecossistêmicos semelhantes ao dos campos litorâneos no mundo tem sido apontada como a principal causa de degradação ambiental (Tagliani 2018). As atividades degradam o solo, incluindo compactação e acidificação. Além disto, as mudanças do uso podem deixar um legado ambiental que poderá ser perpetuado, impossibilitando a recuperação natural da área degradada (Bonilha et al. 2017). Na planície costeira do RS, os campos têm sido convertidos, em sua maioria, em plantações de arroz, e hoje apenas 11% são considerados pastagens naturais (Andrade et al. 2015). Por outro lado, espécies campestres apresentam coevolução com distúrbios como fogo, pastejo e pisoteio por herbívoros (Quadros & Pillar 2001; Overbeck et al. 2015). Sendo assim, a pecuária, pode ser um exemplo de atividade econômica viável e compatível aos ambientes campestres no estado, colaborando com a preservação dos campos, principalmente quando comparada com outras atividades agrícolas (Cordeiro & Hasenack 2009).

Menezes et al. (2015) debatem sobre indicativos de intensidade de pastejo nos campos litorâneos. Em campos pastejados há alta dominância de gramíneas prostradas e estoloníferas, podendo essa característica ser indicativa de alta pressão de pastejo. Por outro lado, a quantidade de solo exposto ao que tudo indica é uma característica própria do campo litorâneo, não podendo ser utilizada como indicadora de sobrepastejo neste contexto, como em outras regiões (Wagner et al., 201; Jaurena et al., 2021).

Diversas espécies invasoras, oriundas de atividades econômicas ou não, tem contribuído para a descaracterização destes ambientes naturais. Uma vez estabelecidas, comportam-se como agressivas e resilientes competidoras (Cordazzo et al. 2006). A extensiva atividade de cultivo de *Pinus* spp. agrava e intensifica a invasão de espécies deste gênero sobre os campos de ambiente costeiros no RS. Espécies deste gênero apresentam crescimento consideravelmente rápido e produzem diásporos anemocóricos, conseguindo colonizar rapidamente extensas áreas. Quando ocorrem em densidade maior, produzem uma densa camada de acículas que liberam substâncias alelopáticas que impede o desenvolvimento da vegetação nativa (Gonçalves 2014), tornando-se agente homogeneizador da paisagem (Signori 2018).

Nos ecossistemas campestres no sul do Brasil, a presença do pastejo tem se mostrado promissora no controle de espécies lenhosas. Oliveira & Pillar (2004), ao avaliarem uma mancha de campo abandonado de distúrbio em um mosaico florestal, perceberam a tendência de colonização por espécies arbóreas e arbustivas no campo. Behling et al. (2007), ao avaliarem o histórico de distúrbios em uma área de campos de

altitude no sul do Brasil, constataram que a supressão do manejo, por fogo ou pastejo, pode resultar na colonização de espécies lenhosas, descaracterizando a fisionomia campestre ao longo do tempo. Evidentemente que a Mata de Restinga não segue esta tendência sobre os campos litorâneos, principalmente devida a baixa capacidade de retenção de água no solo que age como fator limitante. Por outro lado, espécies invasoras como *Pinus* poderiam ser controladas através da presença do gado que pisoteia as novas mudas de que possam vir a germinar (Jiménez-Pérez et al. 2018). Estes estudos, corroboram a ideia de que para a manutenção dos ambientes campestres e da sua biodiversidade como um todo é fundamental permitir a ocorrência de distúrbios ou realizar ações de manejo em algumas áreas específicas, promovendo a heterogeneidade ambiental (Behling et al. 2009; Fidelis & Pivello 2011).

A teoria de heterogeneidade do habitat assume que ambientes naturais complexos estruturalmente podem contribuir com uma maior quantidade de nichos para as espécies ou indivíduos que neles habitam (Tews et al. 2004). A estrutura da comunidade vegetal é essencial nesse processo fornecendo abrigo, recursos e inclusive modificações ambientais que pode tornar o ambiente ainda mais complexo. Por exemplo, em área campestre onde há pastejo extensivo ou intensivo, a altura média do estrato herbáceo é relativamente baixa. Espécies de cactáceas colonizam esses campos e o gado não pasteja os cactos, nem muito próximo deles, para não se espetar. Os cactos desenvolvem-se e em meio a eles arbustos e touceiras prosperam, protegidos pelos espinhos das auréolas dos cactos. Com o tempo, o que inicialmente era apenas uma plântula de cacto, se tornou uma ilha nucleadora de espécies, produtora de biomassa vegetal, abrigo e alimento para uma grande variedade de aves e roedores. A heterogeneidade ambiental pode contribuir ainda com o aumento diversidade beta de comunidades, pois conjuntos de ambientes distintos entre si tende a ser colonizados por espécies que utilizam diferentes recursos ambientais (Zorzal-Almeida et al. 2017).

No litoral médio do RS (Tagliani 2002; Burgueño et al. 2013), o Parque Nacional Lagoa do Peixe (PNLP) está inserido em um contexto paisagístico heterogêneo. Mosaicos de vegetação nativa campestre, dunosa e de áreas úmidas coocorrem a poucos metros de distância em alguns locais. O parque com uma área aproximada de 34.400 ha foi criado em novembro 1986 e foi reconhecido como Sítio Ramsar, em 1993, tamanha a importância da conservação de suas áreas úmidas (Knak 2004). A maior parte dos estudos realizados no parque são referentes a ictiofauna e ornitofauna (Loebmann & Vieira 2005; Pereira & Poerschke 2011). Existem, alguns

estudos sobre a vegetação, com foco nas matas de restinga do parque (Dorneles Pereira & Waechter 2004; Záchia & Waechter 2011), dunas (Hahn 2015) e nas macrófitas aquáticas (Rolon et al. 2011), mas pouco se sabe sobre a diversidade e composição vegetal dos demais tipos de vegetação, especialmente dos ambientes abertos do parque, ou seja, dos ambientes caracterizados por um estrato herbáceo fechado.

Para que medidas de conservação sejam eficazes, é imprescindível a compreensão de técnicas de manejo para sua implementação. Este conhecimento técnico, atrelado com a compreensão das comunidades biodiversas inseridas nos mosaicos vegetacionais do PNLN, pode colaborar com a perpetuação dessa heterogeneidade ambiental ao longo dos anos e das futuras gerações.

Levando em consideração a falta de informações acerca da biodiversidade de ambientes abertos dos campos litorâneos propomos descrever, compreender e classificar as diferentes fisionomias destes ambientes na região do PNLN. Para isso utilizamos informações acerca da composição e estruturas das comunidades vegetais e verificamos se há relação com diferentes variáveis ambientais, incluindo as propriedades físico-químicas dos solos, o nível de água e a intensidade do pastoreio. Além disso, foi realizada a elaboração de um guia de campo para visitantes do parque mostrando a exuberância dos ambientes abertos da região, visando a conscientização e a preservação da vegetação nativa.

Essa dissertação será subdividida em dois capítulos: um deles referente ao artigo científico que trata sobre a caracterização das paisagens abertas do PNLN, assim como a relação entre essas comunidades vegetais e variáveis de solo e estrutura dessas comunidades. O outro capítulo é sobre o guia da vegetação aberta do PNLN visando a divulgação e conscientização da população da região.

Referências:

- Andrade, B.O., Koch, C., Boldrini, I.I., Vélez-Martin, E., Hasenack, H., Hermann, J.M., Kollmann, J., Pillar, V.D., & Overbeck, G.E. 2015. Grassland degradation and restoration: A conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. *Natureza e Conservação* 13: 95–104.
- Andrade, B.O., Marchesi, E., Burkart, S., Setubal, R.B., Lezama, F., Perelman, S., Schneider, A.A., Trevisan, R., Overbeck, G.E., & Boldrini, I.I. 2018. Vascular plant species richness and distribution in the Río de la Plata grasslands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 188: 250–256.
- Becker, F.G., Ramos, R.A., & de Azevedo Moura, L. 2007. Biodiversidade: regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul. Ministério do Meio Ambiente Brazil.
- Behling, H., Jeske-Pieruschka, V., Schüller, L., & Pillar, V.D.P. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*.
- Behling, H., Pillar, V.D., Müller, S.C., & Overbeck, G.E. 2007. Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brasil: Implications for conservation. *Applied Vegetation Science* 10: 81–90.
- Boldrini, I.I., Trevisan, R., & Schneider, A.A. 2008. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 6.
- Burger, M., & Ramos, R. 2007. Áreas importantes para a conservação na planície costeira do Rio Grande do Sul. In ... planície costeira do Rio Grande do Sul (FG Becker, RA ..., pp. 46–58.
- Burgueño, L.E.T., Quadro, M.S., Barcelos, A.A., Saldo, P.A., Weber, F.S., Kolland Junior, M., & de Souza, L.H. 2013. Impactos ambientais de plantios de *Pinus* sp. em zonas úmidas: o caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 3: 192–206.
- Caetano, V.L. 2003. Dinâmica sazonal e fitossociologia da vegetação herbácea de uma baixada úmida entre dunas, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série botânica* 58: 81–102.
- Cordazzo, C. V, Paiva, J.B. de, & Seeliger, U. 2006. Guia ilustrado: plantas das dunas da costa sudoeste Atlântica. Pelotas: Useb
- Cordeiro, J.L.P., & Hasenack, H. 2009. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Hesp, P.A., Clerot, L.C.P., & Ayup-Zouain, R.N. 2009. The holocene coastal barriers of Rio Grande do Sul.

- Dorneles, L.P.P., & Waechter, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 815–824.
- Fidelis, A., & Pivello, V.R. 2011. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil* 12–25.
- Gonçalves, A. de O. 2014. Sucessão secundária inicial em restinga após retirada de plantio de *Pinus elliottii* Engelm., uma espécie exótica invasora no Brasil.
- Hahn, A.R.O. 2015. Evolução do campo de dunas transgressivo da margem leste da Lagoa do Peixe, Litoral Médio do Rio Grande Do Sul, de 1948 a 2010.
- Hasenack, H., Weber, E., Boldrini, I.I., & Trevisan, R. 2010. Mapa de sistemas ecológicos da correção das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior.
- Jiménez-Pérez, J., Yerena-Yamallel, J.I., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O., & Martínez-Barrón, R. 2018. Effect of cattle and wildlife exclusion areas on the survival and growth of *Pinus culminicola* Andresen & Beaman. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 5: 157–163.
- Knak, R.B. 2004. Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.
- Liang, X., Liu, J., Chen, Y., Li, H., Ye, Y., Nie, Z., Su, M., & Xu, Z. 2010. Effect of pH on the release of soil colloidal phosphorus. *Journal of Soils and Sediments* 10: 1548–1556.
- McLean, E.O., & McLean, E.O. 1976. Chemistry of soil aluminum. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 7: 619–636.
- M. Jaurena, M. Durante, T. Devincenzi, J.V. Savian, D. Bendersky, F.G. Moojen, M. Pereira, P. Soca, F.L.F. Quadros, R. Pizzio, C. Nabinger, P.C.F. Carvalho, F.A. Lattanzi. 2021. Native grasslands at the core: a new paradigm of intensification for the campos of Southern South America to increase economic and environmental sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5: 11.
- Loebmann, D., & Vieira, J.P. 2005. Relação dos anfíbios do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 339–341.
- Menezes, L. da S. 2014. Variação na composição de comunidades vegetais campestres ao longo do litoral sul do Brasil.
- Menezes, L.S., Müller, S.C., & Overbeck, G.E. 2015. Floristic and structural patterns in South Brazilian coastal grasslands. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87: 2081–2090.
- Oliveira, J.M., & Pillar, V.D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5: 197–202.

- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., & Forneck, E.D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101–116.
- Overbeck, G.E., Vélez-Martin, E., Scarano, F.R., Lewinsohn, T.M., Fonseca, C.R., Meyer, S.T., Müller, S.C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M.M., Guadagnin, D.L., Lorenzen, K., Jacobi, C.M., Weisser, W.W., & Pillar, V.D. 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions* 21: 1455–1460.
- Pereira, M.D.S., & Poerschke, F. 2011. New bird records from Lagoa do Peixe National Park, southern Brazil. *Biotemas* 23: 241–246.
- Pillar, V.D.P.; Velez, E. 2010. Extinction of the southern plains in conservation areas: a natural phenomenon or an ethical problem? *Natureza & Conservação* 8 :84-86.
- Porto, A.B., Melo, E.A., & Waechter, J.L. 2019. Woody islands in South Brazilian coastal grasslands: effects of spatial variations on the structure of plant communities. *Brazilian Journal of Botany* 42: 295–305.
- Quadros, F.L.F.; Pillar, V.D.P. 2001. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural* 31: 863-868.
- Rolon, A.S., Rocha, O., & Maltchik, L. 2011. Diversidade de macrófitas aquáticas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. *Neotropical Biology and Conservation* 6: 5–12.
- Signori, L.M. 2018. Mapeamento espaço temporal da exótica invasora *Pinus* spp na área norte do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.
- Strohaecker, T.M. 2007. A urbanização no Litoral Norte do estado do Rio Grande do Sul: contribuição para a gestão urbana ambiental do município de Capão da Canoa.
- Tagliani, C.R.A. 2002. A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado.
- Tagliani, P.R.A. 2018. Base ecossistêmica para o ordenamento territorial na planície costeira do Rio Grande do Sul. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 44.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M., & Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of biogeography* 31: 79–92.
- Tomazelli, L.J., & Villwock, J.A. 2005. Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras: o Exemplo da Costa do Rio Grande do Sul. *Gravel* 3: 109–115.
- Vieira, R. F. 2007. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. *Embrapa* 1: 1–165.
- Waechter, J.L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, série Botânica* 33: 49–68.

- Wagner, A.P.L, Fontana, D.C., Fraisse, C., Weber, E.J., & Hasenack, H. 2013. Tendências temporais de índices de vegetação nos campos do Pampa do Brasil e do Uruguai. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48: 1192-1200.
- Záchia, R.A., & Waechter, J.L. 2011a. Diferenciação espacial de comunidades herbáceo-arbustivas em florestas costeiras do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Botânica* 62: 211–238.
- Zorzal-Almeida, S., Bini, L.M., & Bicudo, D.C. 2017. Beta diversity of diatoms is driven by environmental heterogeneity, spatial extent and productivity. *Hydrobiologia* 800: 7–16.