



INVASÃO POR GRAMÍNEAS EXÓTICAS EM CAMPOS SOBRE PALEODUNAS: EFEITOS NA DIVERSIDADE FLORÍSTICA

Lua Dallagnol Cezimbra^{1*}, Ana Boeira Porto¹ & Gerhard Ernst Overbeck¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Paulo Gama, nº 110, Bairro Farroupilha, CEP 90040-060, Porto Alegre, RS, Brazil.

E-mails: luacezimbra@gmail.com (* autor correspondente); aanaporto@gmail.com; gerhard.overbeck@ufrgs.br

Resumo: O Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos localiza-se sobre a Coxilha das Lombas, Viamão/RS, e encontra-se em processo de invasão biológica por gramíneas exóticas na área de campo seco. Este fragmento de vegetação campestre sobre paleodunas é habitat da espécie endêmica *Ctenomys lami* (Rodentia, Ctenomyidae) e apresenta composição florística peculiar em relação a maioria das áreas naturais dos Campos Sulinos, com espécies de Asteraceae sendo dominantes em comparação às espécies de Poaceae. Com o objetivo de caracterizar a composição florística e avaliar o grau e efeitos da invasão biológica sobre a comunidade de campo seco foi realizado um levantamento quantitativo. Foram amostradas 31 parcelas de 1 x 1 m e levantados dados de cobertura e altura da vegetação, solo descoberto e serrapilheira. Foram calculados parâmetros fitossociológicos para cada espécie. As parcelas foram classificadas quanto ao nível de invasão por gramíneas exóticas. O efeito da invasão sobre a composição e estrutura da vegetação foi avaliado a partir de Análise de Coordenadas Principais, regressão linear e análise de variância. As gramíneas exóticas invasoras *Urochloa decumbens* e *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* foram dominantes em grande parte da vegetação campestre, modificando a estrutura e composição vegetal conforme o nível de invasão. Cerca de um terço da área encontra-se altamente invadida. Ações de remoção e controle de invasoras se fazem urgentes, considerando que este é um dos poucos fragmentos de ecossistemas naturais abertos na Coxilha das Lombas e abriga espécies ameaçadas de extinção.

Palavras chave: área protegida; campo nativo; *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii*; espécie invasora; *Urochloa decumbens*.

INVASION BY EXOTIC GRASSES IN GRASSLAND ON PALAEODUNES: EFFECTS ON FLORISTIC DIVERSITY. The *Banhado dos Pachecos* Wildlife Refuge, located in the *Coxilha das Lombas*, in Viamão/RS, Brazil, is under a process of invasion by alien grasses in its areas of dry grassland. The grassland on palaeo-dunes is the habitat of the endemic species *Ctenomys lami* (Rodentia, Ctenomyidae) and presents a peculiar floristic composition in relation to most natural grasslands in southern Brazil, with species of the Asteraceae dominating in comparison to grasses. In order to characterize the floristic composition and to evaluate the degree and effects of biological invasion on the grassland community, a quantitative vegetation survey was carried out. In 31 plots of 1 x 1 m, data on cover and height of vegetation, bare soil and litter were collected. Phytosociological parameters were calculated for each species. The plots were classified according to the level of invasion by exotic grasses and Principal Coordinate Analysis, linear regression and Analysis of Variance were performed to observe the species distribution in the community and the effects of the invasion on the richness and structure of the vegetation. The invasive exotic grasses *Urochloa decumbens* and *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* were dominant in grassland vegetation,

modifying plant structure and composition according to the level of invasion. About a third of the area is heavily invaded. Invasive removal and control actions are urgent as this is one of the few fragments of natural grasslands in the *Coxilha das Lombas* and is habitat to species threatened with extinction.

Keywords: protected areas; native grasslands; *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii*; invasive species; *Urochloa decumbens*.

INTRODUÇÃO

Os campos do bioma Pampa são ecossistemas altamente diversos, resultante da combinação de fatores edáficos, relevo, pluviosidade, temperatura e manejo (Boldrini 2009). São descritos oito sistemas ecológicos campestres para o Rio Grande do Sul (RS) (Hasenack *et al.* 2010), refletindo principalmente a variação geomorfológica que condiciona também as fisionomias vegetais. Entretanto, em muitas regiões do Estado, ambientes naturais estão cada vez mais fragmentados pela conversão para atividades altamente degradadoras como as monoculturas de soja e arroz e plantios de árvores exóticas, bem como pela urbanização não planejada. Em 2019, a área de formações campestres convertidas superou as formações nativas (MapBiomias 2020).

Somado a estas perdas, o avanço de espécies exóticas invasoras que se mostram intimamente relacionadas ao uso antrópico é outro fator de degradação dos ambientes naturais. O impacto ocasionado por espécies invasoras é globalmente reconhecido e representa uma das principais ameaças à biodiversidade, influenciando não apenas a riqueza e a composição das espécies, mas também alterando as interações tróficas, os processos ecológicos e os serviços ecossistêmicos (Levine *et al.* 2003, Vilà *et al.* 2010). Diversos estudos demonstram o alto impacto de invasões biológicas por plantas exóticas nos ecossistemas campestres do sul do Brasil (Guido *et al.* 2016, León Cordero *et al.* 2016, Dresseno *et al.* 2018), estando as gramíneas africanas *Eragrostis plana* Nees, *Urochloa decumbens* P. Beauv., e *Melinis minutiflora* P. Beauv. entre as mais problemáticas (Guido *et al.*, 2016, Thomas *et al.* 2019b). Os níveis de invasão nas paisagens campestres são determinados pelos efeitos simultâneos do clima, influenciando a disponibilidade de recursos, e pelas atividades humanas que aumentam a pressão de propágulos e facilitam a invasão (Guido *et al.* 2016).

A exclusão de atividades humanas em unidades de conservação de proteção integral não protege estes ambientes de invasões biológicas. Nesse sentido, a Estratégia Nacional sobre as Espécies Exóticas Invasoras, instituída em 2009 e revisada em 2018 pelo CONAMA (i.e. Resolução Nº 7, DE 29/05/2018), provê um direcionamento estratégico para a gestão e o manejo de invasões biológicas no Brasil. No RS, a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado (Rio Grande Do Sul 2013) estabelece normas de controle e outras providências quanto à prevenção e erradicação dessas espécies. Além disso, esta lista também dispõe sobre a proibição da introdução e a manutenção de espécies exóticas dentro de Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral. Por outro lado, o manejo de vegetação campestre localizada em UCs ainda é tratado como um *tabu* no RS (Pillar & Vélez 2010, Overbeck *et al.* 2016, 2018), apesar do fato que o fogo e o pastejo são processos fundamentais na evolução e para a manutenção dos ecossistemas campestres (Veldman *et al.* 2015). Diversos trabalhos científicos têm demonstrado que a presença de um regime de distúrbios adequado é fundamental para conservação e restauração da biodiversidade campestre (Pillar & Vélez 2010, Overbeck *et al.* 2016, Ferreira *et al.* 2020, Sühs *et al.* 2020, Torchelsen *et al.* 2020).

No que tange à restauração ecológica de áreas degradadas invadidas por espécies exóticas, são necessárias ações de remoção e/ou controle de abundância das espécies dominantes, a recuperação da comunidade nativa, bem como, ao longo prazo, a implementação do manejo que beneficia a comunidade nativa ainda presente ou recuperada. Para o planejamento dessas ações, é imprescindível a descrição das comunidades invadidas e a quantificação do efeito da invasão, bem como o conhecimento das comunidades de referência cuja composição e estrutura podem guiar o processo de restauração (Gann

et al. 2019). Nessa perspectiva, nossos objetivos foram caracterizar, através de um levantamento quantitativo, a comunidade vegetal dos campos secos do Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, avaliar o grau de infestação por gramíneas invasoras na área do campo nativo e os efeitos da invasão sobre a comunidade campestre. Com isso, esperamos contribuir com bases científicas para a restauração ecológica e o manejo na UC e em outras áreas na região com problemática semelhante.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Banhado dos Pachecos, localizado no município de Viamão, RS (Figura 1), inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande, bioma Pampa (IBGE 2019), foi criado em 2002 a partir do Decreto Estadual nº 41.559/2002 em uma área de 2.560 hectares. Situa-se na região geomorfológica da Planície Costeira e sobre o Sistema deposicional Laguna-Barreira I, constituído por depósitos de areia que formam coxilhas arredondadas com altitudes de 40 a 150m também conhecido por

“Barreira das Lombas” ou “Coxilha das Lombas” (Villwock & Tomazelli 2007). Apresenta Argissolos Vermelhos Distróficos espessoarênicos/abrupticos (Streck *et al.*, 2018) com espessura do horizonte arenoso em torno de 100 cm. Fitoecologicamente, encontra-se numa região de tensão ecológica entre Formações Pioneiras Costeiras, Floresta Estacional Decidual e a Floresta Estacional Semidecidual da Encosta do Planalto de domínios do bioma Pampa e da Mata Atlântica (Cordeiro & Hasenack 2009). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região está enquadrado na categoria subtropical úmido (Cfa), apresentando temperaturas médias superiores a 22°C no mês mais quente, sem estação seca definida durante o ano e com média pluviométrica mensal entre 100 e 170 mm (Alvares *et al.* 2014).

A grande variedade de ambientes como mata paludosa, mata de restinga, campo e banhado resulta em elevada diversidade biológica no RVSBP (Burger & Ramos 2007). Os banhados presentes no Refúgio são importantes nascentes do Rio Gravataí e servem como abrigos para a fauna residente e migratória. No RVSBP encontram-se os últimos indivíduos de *Blastocerus dichotomus* (cervo-do-pantanal) em todo Estado (SEMA

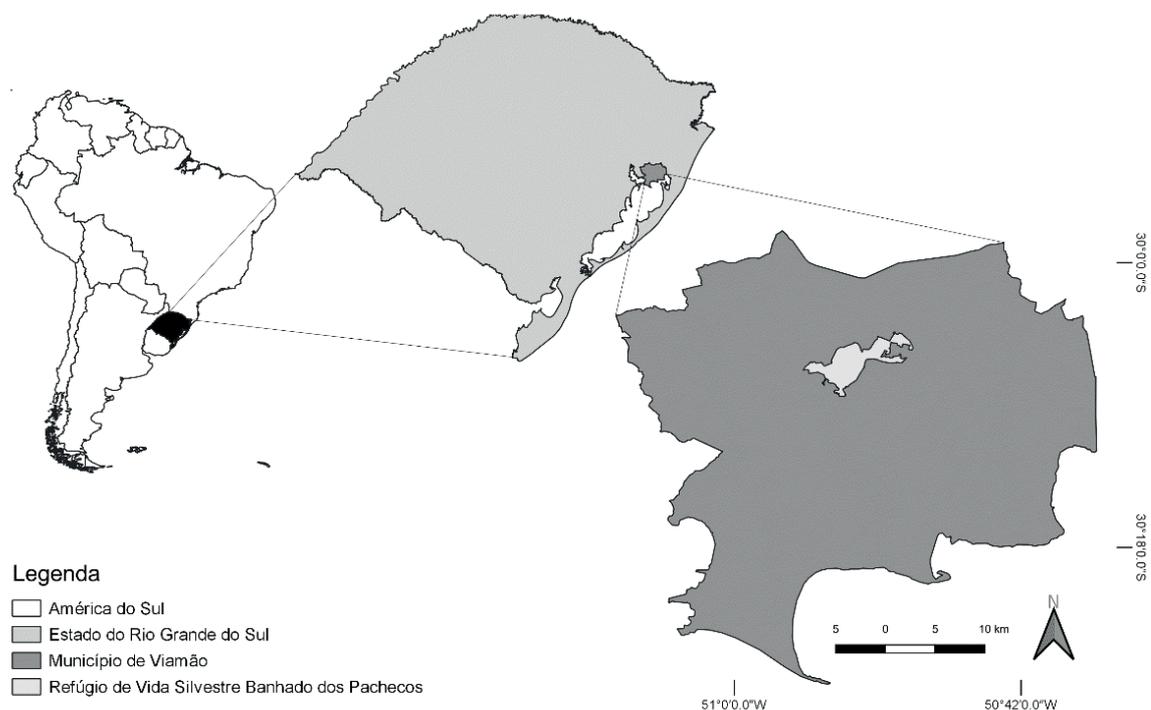


Figura 1. Localização do Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos no município de Viamão, Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE.

Figure 1. Location of the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge in Viamão, Rio Grande do Sul. Source: IBGE.

2019) e a área de campo seco é habitat de pelo menos duas espécies presentes na Lista da Fauna Ameaçada do RS: *Hydropsalis anomala* (curiango-do-banhado) e *Ctenomys lami* (tuco-tuco).

O presente estudo foi realizado nas áreas de campo seco da UC, correspondendo a aproximadamente 27 hectares. A observação

por imagens de satélite (GOOGLE 2020) permite inferir que cerca de 11 hectares apresentam uma estrutura homogênea em consequência da alta cobertura por gramíneas invasoras (Figura 2). Antes do início do trabalho, se sabia da presença da gramínea africana *Urochloa decumbens*; no entanto, ao longo do trabalho também foram

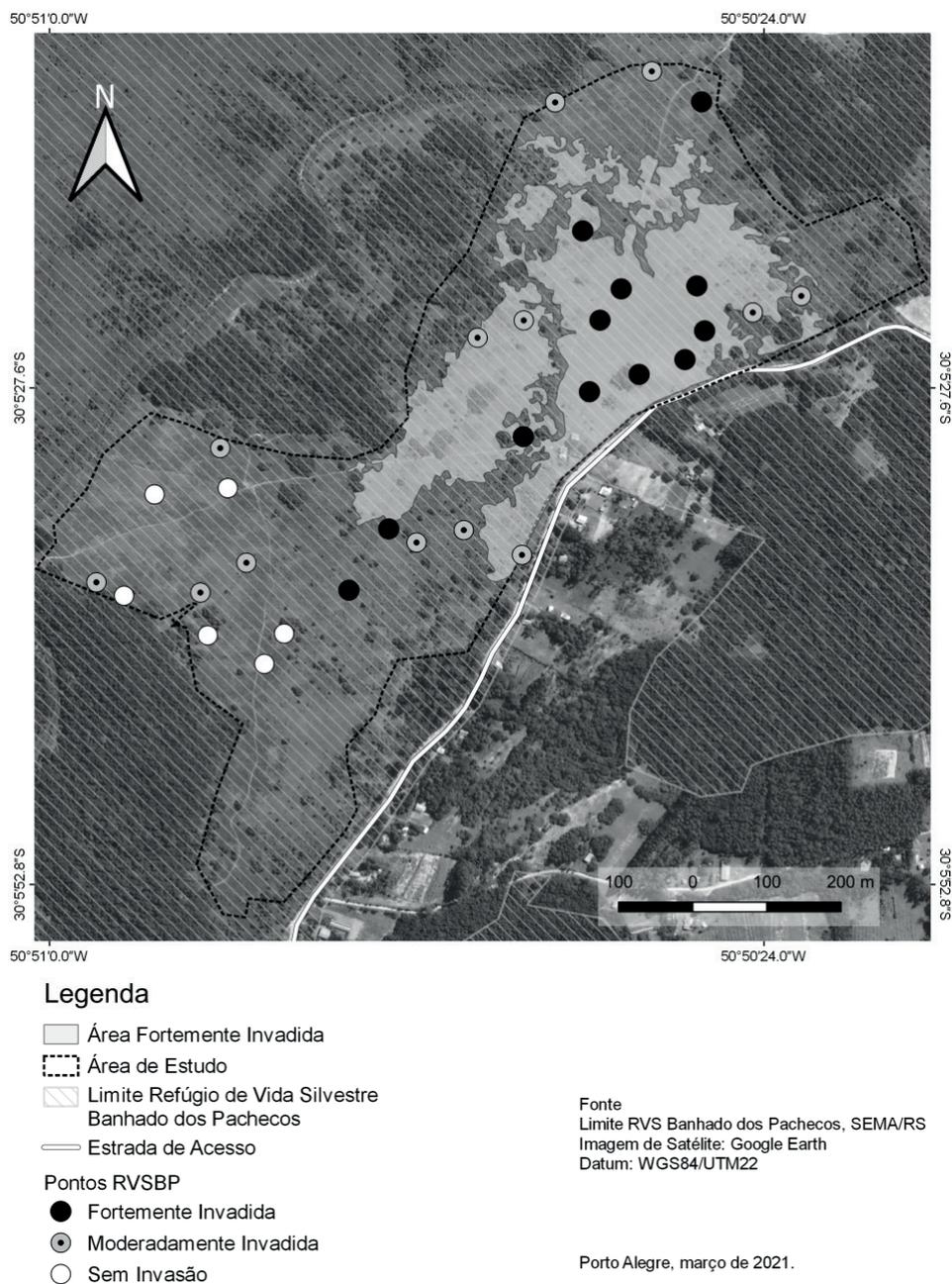


Figura 2. Mapa delimitando a área de estudo (campo seco) e unidades amostrais no Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Viamão, RS. A classificação em áreas com diferentes graus de invasão foi feita posteriormente, com base nos resultados do levantamento da vegetação.

Figure 2. Map delimiting the study area (dry grassland) and sample units at the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge, in Viamão, RS. The classification in areas with different degrees of invasion was made later, based on the results of the vegetation survey.

encontradas as gramíneas *Melinis repens*, a qual consta na Lista de Espécies Exóticas Invasoras do RS (Rio Grande Do Sul 2013), e *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii*, atualmente não listada como invasora no RS, mas, como está considerada invasora no Brasil e em outras regiões do mundo (Zenni & Ziller 2011), aqui incluída no grupo das gramíneas invasoras.

Amostragem quantitativa da vegetação

O primeiro passo para a amostragem foi definir, com base em imagens de Google Earth, uma grade de linhas horizontais e verticais sobre a área de estudo (Figura 2), distando 50 metros uma da outra, e marcar os pontos no cruzamento destas linhas. A partir disso sorteamos pontos para amostragem e, deste conjunto, 31 foram amostrados. Em campo, amostramos a vegetação utilizando o método amostral de superfície, com parcelas de 1 m x 1 m (Andrade *et al.* 2019). Estimamos os valores de cobertura de cada espécie, utilizando a escala decimal proposta por Londo (1976), bem como a porcentagem de solo descoberto e mantilho. Adicionalmente, medimos a altura da vegetação em cinco pontos, nos vértices e no centro da parcela. Plantas que não puderam ser identificadas *in situ* foram coletadas para posterior identificação, utilizando literatura específica e confirmação por especialistas.

Análise dos dados

Para cada espécie nós calculamos os parâmetros de frequência absoluta e relativa (FA, FR), cobertura absoluta e relativa (CA, CR) e índice de valor de importância (IVI). As unidades amostrais foram classificadas conforme o grau da invasão pelas espécies *Urochloa decumbens*, *Melinis repens* e *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* em altamente invadida (cobertura de invasora > 0,5), moderadamente invadida (cobertura de invasora \leq 0,5) e não invadida (cobertura de invasora = 0), totalizando 12 unidades amostrais altamente invadidas, 13 moderadamente invadidas e seis não invadidas.

Ordenamos as parcelas usando a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) a fim de identificar a variação da vegetação na área em estudo, além de examinar e comparar a distribuição das espécies dentro da comunidade. Foram utilizadas, nesta análise, as 31 parcelas

amostradas e as espécies com mais de uma ocorrência, totalizando 77 variáveis. As espécies incluídas no gráfico são aquelas cuja correlação com os dois eixos da ordenação são maiores que 0,40 (positivo ou negativo).

Quanto aos efeitos da invasão, realizamos ANOVA (para dados com distribuição normal) e teste de Kruskal Wallis (para dados sem distribuição normal) com posteriores aplicações de teste *post hoc* Tukey e Nemenyi, respectivamente, para avaliar as diferenças entre os três níveis de invasão, considerando, como variáveis-resposta, a estrutura física da vegetação (altura, cobertura da vegetação, solo descoberto e porcentagem de mantilho) e a cobertura por grupo funcional de planta. A normalidade dos dados foi avaliada através do teste Shapiro-Wilk. As espécies foram classificadas em grupos funcionais (gramínea, erva – excluindo as gramíneas – arbusto, subarbusto, arbórea e trepadeira) conforme a descrição de suas formas de vida indicadas na Flora do Brasil 2020 (Flora do Brasil em construção 2020). Além disso, calculamos uma regressão linear com a cobertura relativa das gramíneas invasoras como variável preditora e a riqueza de espécies como variável resposta, para testar a hipótese que a riqueza de plantas nativas diminui quanto maior a cobertura de espécies invasoras. A PCoA foi realizada no programa MULTIV 2.4.2 (Pillar 2006), enquanto ANOVA, Kruskal Wallis e a regressão linear no ambiente R (R Core Team 2015), utilizando o pacote Vegan (Oksanen *et al.* 2016).

RESULTADOS

No levantamento quantitativo, nós encontramos 117 espécies, distribuídas em 24 famílias (Tabela S1). As famílias mais representativas, em termos de número de espécies, foram Asteraceae (38 espécies) e Poaceae (27 espécies), seguidas por Fabaceae (oito espécies) e Rubiaceae (seis espécies). Foram encontradas três gramíneas invasoras: As gramíneas exóticas *U. decumbens* e *D. eriantha* subsp. *pentzii* foram as espécies com maior cobertura relativa, apresentando dominância na área de estudo como um todo. A análise de regressão relacionando a cobertura de invasoras (as três espécies consideradas juntas) e

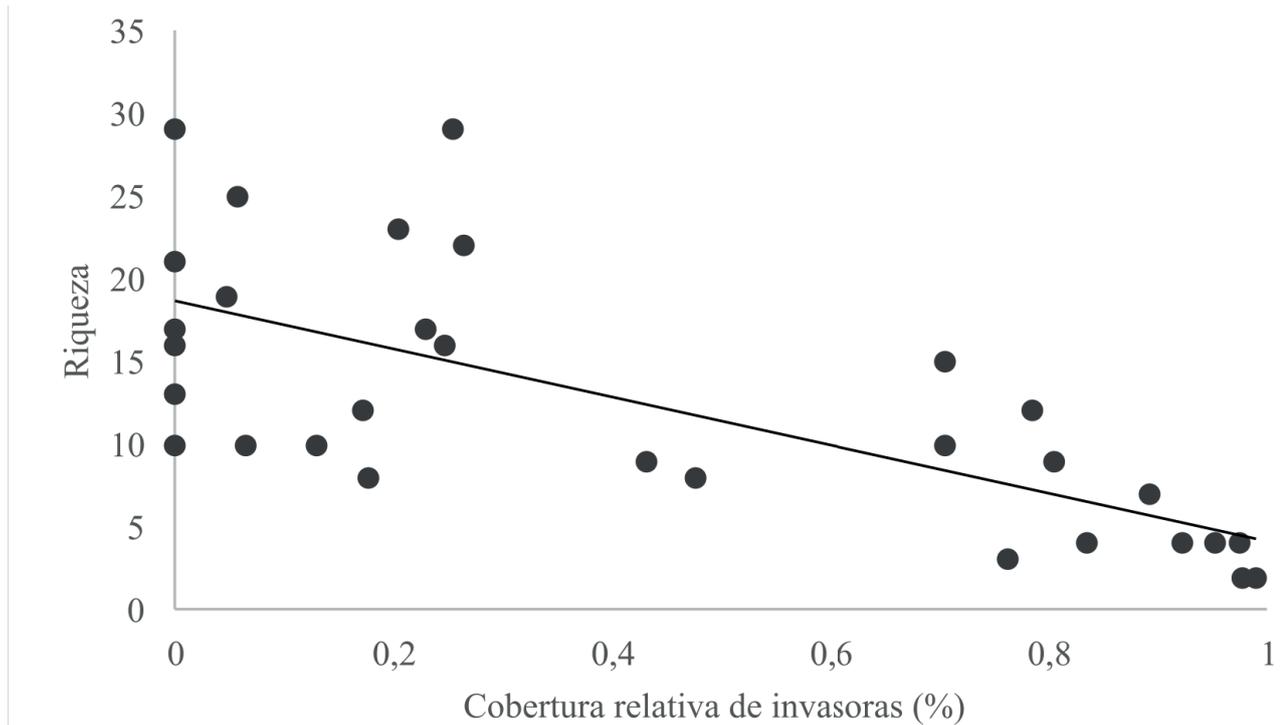


Figura 3. Relação entre a riqueza de espécies nativas e cobertura relativa de espécies invasoras em campo seco no Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Viamão, RS. ($R^2 = 0,47$).

Figure 3. Relationship between the richness of native species and the relative coverage of invasive species in dry grasslands at the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge, Viamão, RS. ($R^2 = 0.47$).

a riqueza média de espécies nativas demonstra o impacto negativo das invasoras (Figura 3).

Com relação à PCoA, as parcelas altamente invadidas foram diferenciadas em dois grupos - um fortemente correlacionado à presença de *U. decumbens* em que os pontos apresentaram-se sobrepostos, e outro grupo mais relacionado com *D. eriantha* subs. *pentzii*, com pontos mais dispersos no gráfico. As parcelas moderadamente invadidas apresentaram dispersão mais ampla no gráfico, aproximando-se também das parcelas não invadidas (Figura 4).

Quanto à estrutura da vegetação e às características ambientais (altura, cobertura da vegetação, solo descoberto e mantilho), apenas as variáveis altura e solo descoberto apresentaram diferença significativa entre os níveis de invasão, sendo a altura da vegetação nas parcelas não invadidas menor que nas parcelas alta e moderadamente invadidas e a porcentagem de solo descoberto menor nas parcelas altamente invadidas.

As parcelas altamente invadidas apresentaram uma alta cobertura de gramíneas, enquanto a cobertura das parcelas não

invadidas foi composta principalmente por ervas (herbáceas não gramíneas). Tanto para a cobertura de gramíneas quanto de ervas, as parcelas altamente invadidas apresentaram valores significativamente distintos das outras duas classes de parcela (ver Figura 5). A cobertura de espécies arbustivas diferiu significativamente entre os três níveis de invasão, sendo plantas deste grupo mais abundantes nas parcelas moderadamente invadidas e menos abundantes nas parcelas altamente invadidas (Figura 5). Nas parcelas sem presença de gramíneas exóticas, as espécies mais dominantes foram *Sommerfeltia spinulosa*, *Varronia curassavica*, *Noticastrum calvatum* e *Noticastrum decumbens* (Figura 6). Chama atenção a baixa participação de gramíneas na cobertura vegetal de forma geral: nas parcelas sem presença de gramíneas exóticas, as gramíneas apresentaram uma cobertura relativa média de apenas 2,75%.

DISCUSSÃO

Nossa pesquisa apresenta dados pioneiros referentes à riqueza de espécies e composição

da comunidade vegetal em campo arenoso no Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (RVSBP), além de avaliar o impacto da invasão por gramíneas exóticas sobre a diversidade e estrutura desta comunidade. Os ecossistemas campestres que se desenvolveram sobre as paleodunas da Coxilha das Lombas, em mosaico com matas de restinga, até agora não foram propriamente estudados e constituem um dos poucos remanescentes da vegetação na região que sofre com a fragmentação e outros impactos antrópicos. As áreas não-impactadas por gramíneas exóticas invasoras no campo seco do

RVSBP apresenta, em sua composição florística, o padrão observado para os campos do RS, com Asteraceae, Poaceae e Fabaceae representando as famílias com maior número de espécies (Boldrini *et al.* 2009). Porém, espécies de Asteraceae são dominantes, o que não é característica comum dos campos, que, de maneira geral, são compostos por uma matriz de gramíneas (Overbeck *et al.* 2009). As gramíneas exóticas *Urochloa decumbens* e *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* são dominantes sobre a comunidade campestre com um todo, indicando um alto grau de invasão, que modifica a estrutura e a composição da vegetação nativa

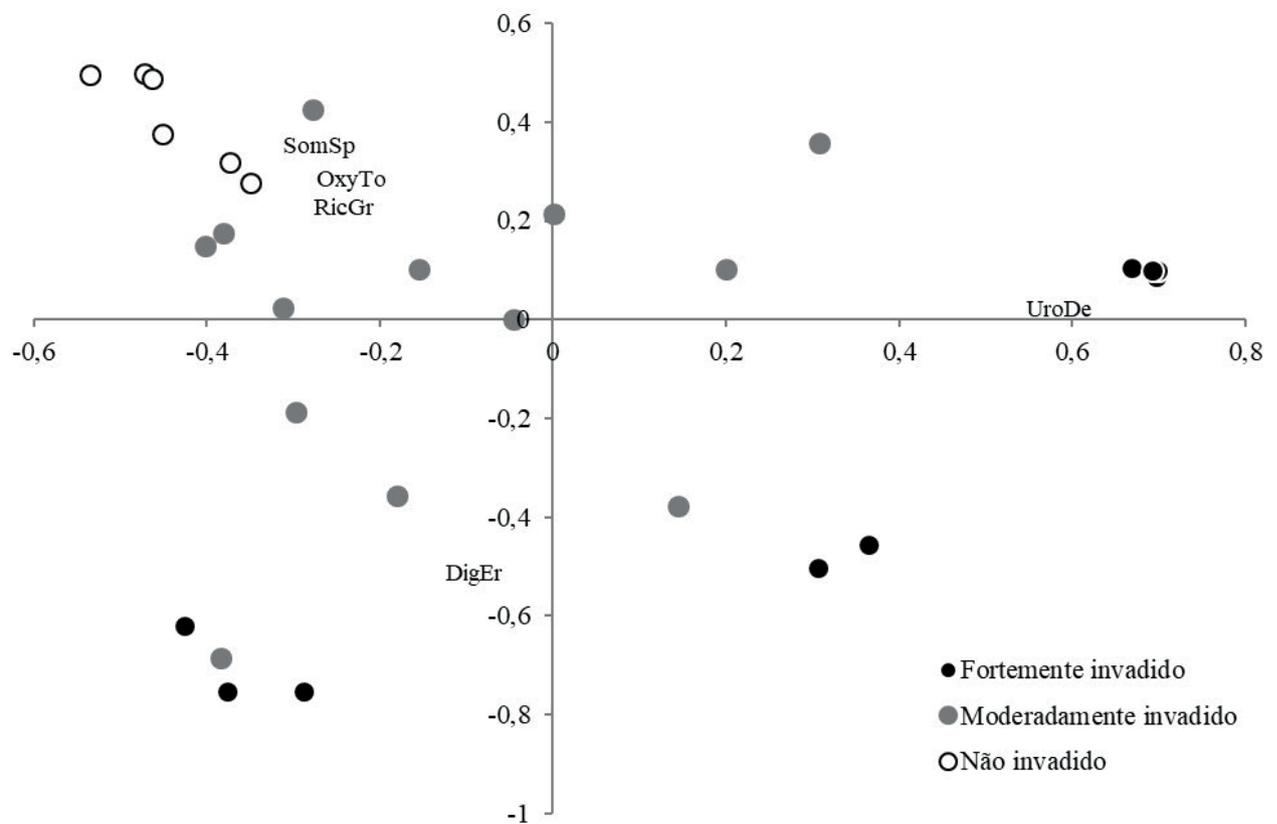


Figura 4. Análises de Coordenadas Principais considerando a composição de espécies nas unidades amostrais na área de campo seco do REVIS Banhado dos Pachecos, Viamão, RS, utilizando a distância de corda como medida de semelhança. As unidades amostrais foram classificadas quanto à cobertura de invasoras (CI) em altamente invadida $CI > 0,5$, moderadamente invadida $0 < CI \leq 5$ e não invadida $CI = 0$. O primeiro e o segundo eixo explicaram, respectivamente, 25,7% e 18,1% da variação dos dados. As espécies destacadas são aquelas com 0,40 ou mais de correlação com um dos dois eixos: UroDe, *Urochloa decumbens*; DigEr, *Digitharia eriantha* subsp. *pentzii*; SomSp, *Sommerfeltia spinulosa*; OxyTo, *Oxypetalum tomentosum*; RicGr, *Richardia grandiflora*; DesIn, *Desmodium incanum*.

Figure 4. Principal Coordinates Analysis considering the species composition in the sampling units in the dry grasslands area at the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge, Viamão, RS, using the Chord distance as a measure of similarity. The sampling units were classified as invasive (CI) coverage in highly invaded $CI > 0.5$, moderately invaded $0 < CI \leq 5$ and non-invaded $CI = 0$. The first and second axes explained, respectively, 25.7% and 18.1% of the data variation. The highlighted species are those with 0.40 or more correlation with one of the two axes: UroDe, *Urochloa decumbens*; DigEr, *Digitharia eriantha* subsp. *pentzii*; SomSp, *Sommerfeltia spinulosa*; OxyTo, *Oxypetalum tomentosum*; RicGr, *Richardia grandiflora*; DesIn, *Desmodium incanum*.

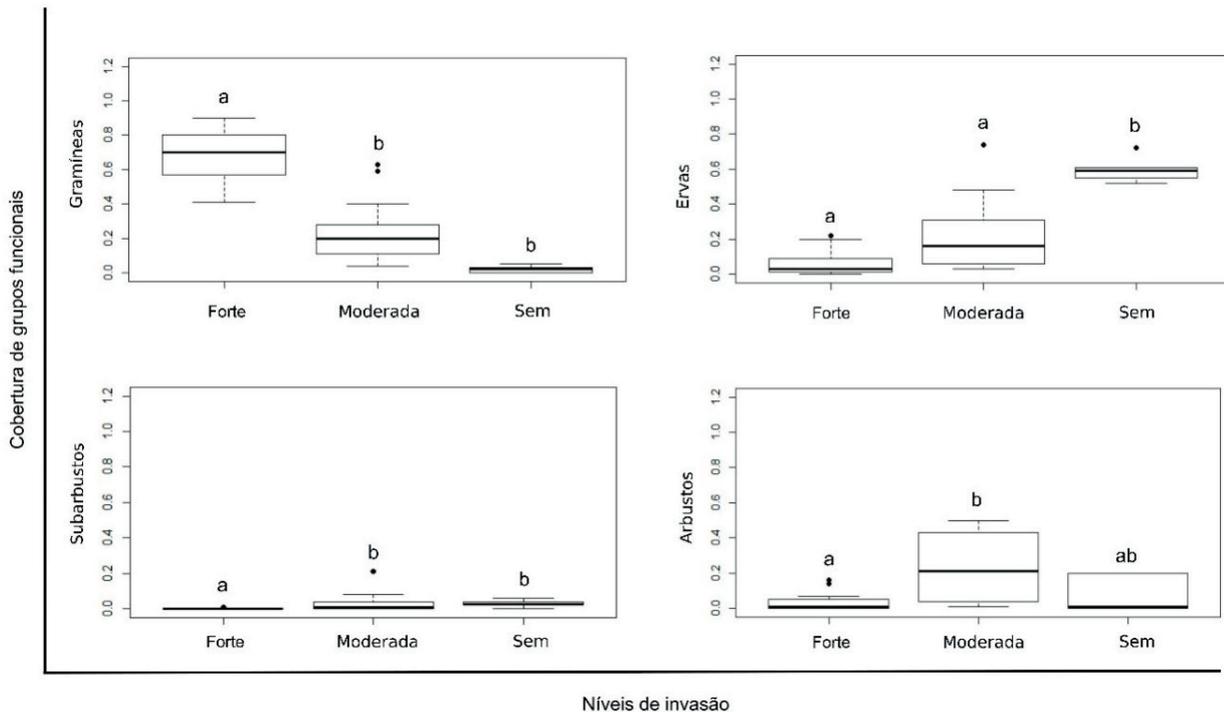


Figura 5. Cobertura de grupos funcionais em parcelas com diferentes níveis de invasão por gramíneas exóticas em área de campo seco no REVIS Banhado dos Pachecos, Viamão-RS. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$).

Figure 5. Coverage of functional groups in plots with different levels of invasion by exotic grasses in a dry grasslands area at the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge, Viamão-RS. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$).

conforme aumenta a cobertura de invasoras (ver Figuras 3-6). As áreas mais afetadas são aquelas mais próximas da estrada e mais distantes do banhado, o que é corroborado por Vilà e Ibáñez (2011), que descrevem o declínio no nível de invasão para o interior de áreas de vegetação em relação às estradas, sendo estas identificadas como vias principais da ocorrência de espécies invasoras devido a alterações nos ecossistemas adjacentes e facilitação da dispersão de sementes (Vilà & Ibáñez 2011, Guido 2016).

As manchas de campo não invadido caracterizam-se por maior dominância de Asteraceae de hábitos herbáceo e subarbusivo, baixa cobertura de gramíneas e grande porcentagem de solo descoberto, contrário ao que é geralmente encontrado nos campos do sul do Brasil (Andrade *et al.* 2019). Aparentemente, o substrato arenoso, com baixa fertilidade e baixa retenção de água é um fator limitante para as gramíneas, já que estas possuem um sistema radicular mais superficial e não possuem estruturas de reservas maiores, diferente de

muitas das espécies arbustivas e herbáceas. Uma proporção relativamente alta de solo descoberto também foi encontrada no sul do Brasil em outros campos com substrato arenoso, como na região costeira do RS (Menezes *et al.* 2015). Fisionômica e geomorfologicamente, a área assemelha-se às restingas herbáceas e subarbusivas descritas por Falkenberg (1999) para o Estado de Santa Catarina, porém sua localização em área de ecótono com influência não apenas da vegetação do Litoral, mas também da Serra do Sudeste, torna esta formação vegetacional única, diferente de outros campos secos descritos, até o momento, para o sul do Brasil e também das demais formações de restinga herbácea sob influência marinha. *Sommerfeltia spinulosa* é a espécie dominante, caracterizando o estrato inferior, juntamente com *Noticastrum decumbens*, *Noticastrum calvatum* e *Senecio ceratophylloides*. O estrato arbustivo é caracterizado por *Varronia curassavica* e espécies do gênero *Baccharis*. Dentre as gramíneas, *Chascolytrum subaristatum* é a espécie com maior valor de importância, enquanto *Axonopus*

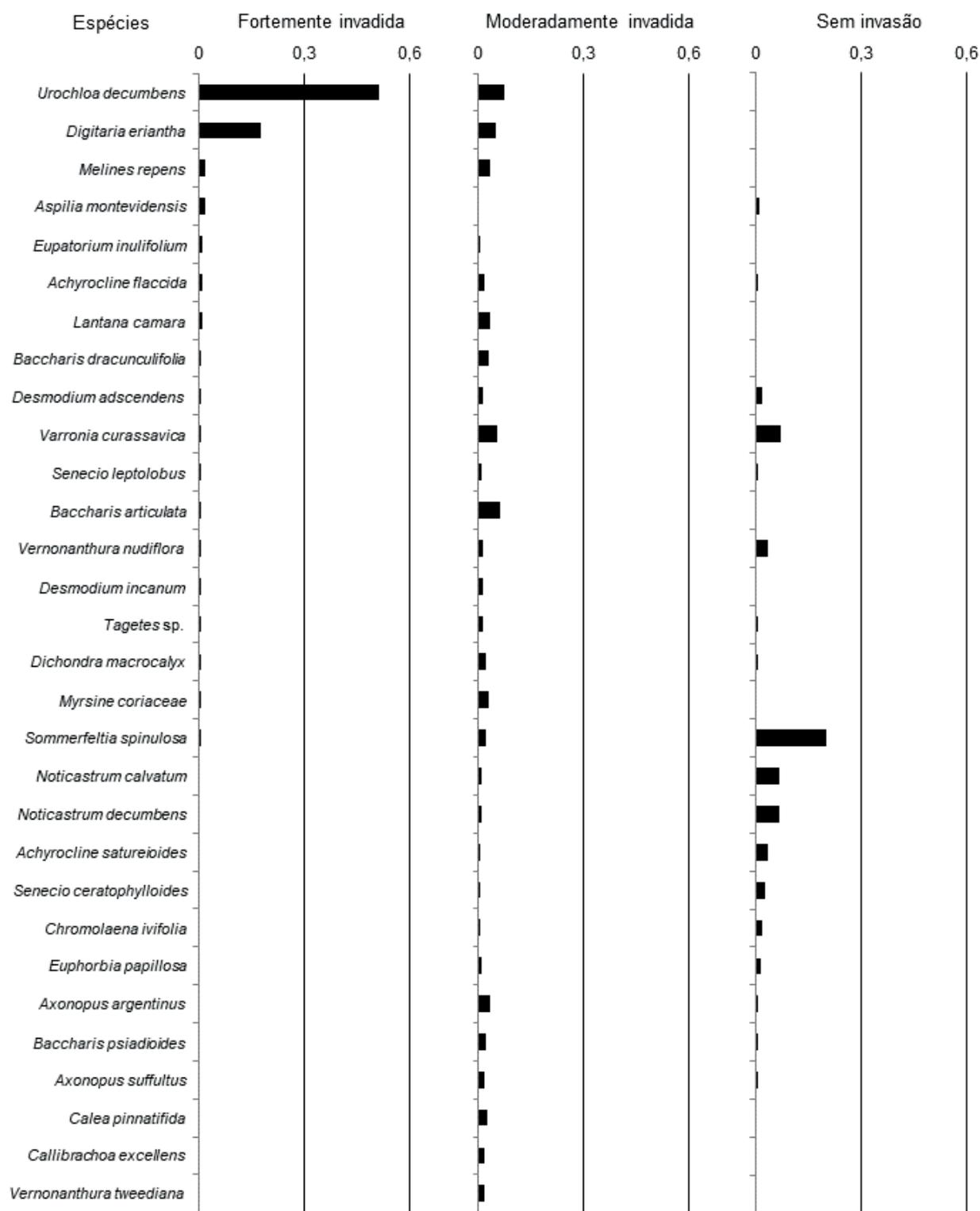


Figura 6. Composição da comunidade campestre na área de campo seco do REVIS Banhado dos Pachecos, Viamão-RS, nas parcelas nos três níveis de invasão por gramíneas exóticas, considerando as espécies com cobertura média relativa maior que 0,005 em um dos três tipos de comunidade. Ver Material Suplementar para lista completa de espécies (Tabela S1).

Figure 6. Composition of the dry grasslands community at the Banhado dos Pachecos Wildlife Refuge, Viamão-RS, in the plots in the three levels of invasion by exotic grasses, considering the species with relative average coverage greater than 0.005 in one of the three types of community. See Appendix for a complete list of species (Table S1).

argentinus e *Axonopus suffultus* apresentam a maior cobertura relativa. Já *Schizachyrium* e *Aristida* são, entre as gramíneas, os gêneros com maior número de espécies.

No nível moderadamente invadido, as herbáceas, características de ambientes de campo limpo e solos arenosos, são substituídas por espécies capazes de competir com as gramíneas por luz, aumentando a altura da vegetação, como as espécies arbustivas (e.g. *Baccharis articulata*, *Lantana camara*, *Baccharis dracunculifolia*, *Myrsine coriacea*). Estas espécies indicam também o avanço de plantas lenhosas na área de campo, o que é esperado para ecossistemas campestres na ausência de um regime de distúrbios ou de atividades de manejo, por exemplo, a partir do uso de queimadas ou do pastejo (ver Müller *et al.* 2007, Overbeck *et al.* 2005, 2007, Pillar & Vélez 2010).

Quando a cobertura das invasoras é maior que 50%, poucas espécies nativas ocorrem na matriz de gramíneas exóticas. No presente estudo, *U. decumbens* e *D. eriantha* ssp. *pentzii* apresentaram ocupação maior em termos de área. As gramíneas africanas possuem maior alocação de biomassa para a produção de folhas, maior capacidade fotossintética, produzem mais sementes, com maior e mais rápida capacidade de germinação em comparação com as espécies nativas (Klink 1996, Pivello *et al.* 1999) e, uma vez estabelecidas, tendem a substituir a vegetação campestre típica, alterando as interações tróficas e os serviços do ecossistema (Vilà *et al.* 2010). No entanto, atualmente não se sabe até que ponto as gramíneas exóticas *U. decumbens* e *D. eriantai* subsp. *pentzii*, com sua forte alteração da composição e estrutura da vegetação, influenciam negativamente a fauna nativa do RVSBP. *Ctenomys lami*, espécie considerada ameaçada de extinção no Estado, tem sua área de ocorrência restrita à Coxilha das Lombas. Segundo Galiano (2015), poucas populações foram encontradas fora das duas Unidades de Conservação localizadas na sua faixa de distribuição (i.e. REVIS Banhado dos Pachecos e Parque Estadual de Itapuã) e dentro destas unidades apenas parte da área de proteção se sobrepõe ao território ocupado pela espécie. Durante o levantamento da vegetação, observamos atividade de forrageamento do tuco-tuco principalmente em áreas com

manchas de campo não invadidas ou pouco invadidas, indicando assim que um possível avanço das espécies invasoras poderia impactar negativamente as populações do tuco-tuco. Estudos específicos sobre a relação do tuco-tuco com as gramíneas invasoras parecem prioritários.

O grau e a extensão da invasão na área seca do RVSBP exigem ações de manejo com planejamento a curto, médio e longo prazo. Em curto prazo, o controle manual de *U. decumbens* que já é realizado na área relativamente bem conservada (retirada manual da invasora em novos focos de invasão) deve ser continuado, acompanhado por monitoramento para avaliar a resposta da vegetação nativa e a necessidade de novas intervenções. Com base na alta cobertura da espécie *D. eriantha* subsp. *pentzii*, recomendamos a inclusão da espécie, utilizada como gramínea forrageira na região, na lista das espécies invasoras do Estado. As áreas altamente invadidas exigem ações de controle (curto prazo) associadas a atividades de restauração das áreas degradadas (médio e longo prazo). Considerando as imensas lacunas nas técnicas de restauração ecológica nos ecossistemas campestres do RS (Overbeck *et al.* 2013, Thomas *et al.* 2019a, b), são necessários estudos experimentais para escolha das estratégias e ações que se adaptem à realidade ecológica desta UC. O desenvolvimento de estratégias de restauração deve também incluir o desenvolvimento de estratégias de manejo da vegetação em longo prazo, visando a manutenção das comunidades vegetais e da fauna típica neste ambiente, e de um monitoramento da dinâmica da vegetação. Considerando que o RVSBP possui um dos poucos fragmentos de ecossistemas naturais abertos na Coxilha das Lombas, a manutenção deste habitat parece prioritária para a conservação da biodiversidade na região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos biólogos Rosângela Rolim e Filipe Ferreira da Silveira pelo auxílio nas saídas de campo, à Winnie Ludmila Mathias Dobal pela produção dos mapas, à Professora Ilsi Iob Boldrini e ao Professor Andreas Kindel pelos comentários ao manuscrito e à equipe do RVSBP pelo apoio. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e com apoio do CNPq (processo 432356/2018-5). GEO é apoiado pelo CNPq (310345/2018-9)

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift*, 22, 711–728. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Andrade, B. O., Boldrini, I. I., Cadenazzi, M., Pillar, V. D., & Overbeck, G. E. 2019. Grassland vegetation sampling – a practical guide for sampling and data analysis. *Acta Botanica Brasilica*, 33(4), 786–795. DOI: 10.1590/0102-33062019abb0160
- Becker, F. G., Ramos, R. A., & Moura, L. A. 2007. Biodiversidade: região da lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície costeira do Rio Grande do Sul. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Beretta, M. E., Fernandes, A. C., Schneider, A. A., & Ritter, M. R. 2008. A família Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6, 189–216.
- Boldrini, I. I. 2009. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. D., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. S., & Jacques, A. V. A (Eds.), *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. pp. 65–87. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Burguer, M. I., & Ramos, R. A. 2007. Áreas importantes para conservação na planície costeira. In: Becker, F. G.; Ramos, R. A.; Moura, L. A. (Eds.), *Biodiversidade: região da lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície costeira do Rio Grande do Sul*. pp. 46–57. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília.
- Cordeiro, J. L. P., & Hasenack, H. 2009. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. D., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. S., & Jacques, A. V. A (Eds.), *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. pp. 285–299. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Dresseno, A. L. P., Guido, A., Balogianni, V., & Overbeck, G. E. 2018. Negative effects of an invasive grass, but not of native grasses, on plant species richness along a cover gradient. *Austral Ecology*, 43, 949–954. DOI:10.1111/aec.12644
- Falkenberg, D. B. 1999. Aspectos da flora e vegetação de restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula*, 28, 1–30.
- Ferreira, P. M. A., Andrade B. O., Podgaiski L. R., Dias A. C., Pillar V. D., Overbeck G. E., Mendonça Jr, M. S., Boldrini, I. I. 2020. Long-term ecological research in southern Brazil grasslands: Effects of grazing exclusion and deferred grazing on plant and arthropod communities. *PLoS ONE*, 15(1), e0227706. DOI: 10.1371/journal.pone.0227706
- Flora Do Brasil 2020 em construção. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Retirado de <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 30 de março de 2021.
- Galiano, D., Bernardo-Silva, J., & Freitas, T. R. O. 2014. Genetic Pool Information Reflects Highly Suitable Areas: The Case of Two Parapatric Endangered Species of Tuco-tucos (Rodentia: Ctenomiyidae). *PLoS ONE* 9(5), e97301. DOI: 10.1371/journal.pone.0097301
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverria, C., Gonzalez, E., Shaw, N., Decler, K., & Dixon, K. W. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, S1, S1–S46. DOI: 10.1111/rec.13035
- Garcia, E. N., & Boldrini, I. I. 2007. Estado de conservação de um campo alterado na Planície Costeira, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2), 1044–1046.
- Guido, A., & Guadagnin, D. 2015. Espécies exóticas invasoras. In: Pillar, V. D., & Lange, O. (Eds.) *Os campos do Sul*. pp 133–141. Porto Alegre: UFRGS.
- Guido, A. C., Vélez-Martin, E., Overbeck, G. E., & Pillar, V. D. 2016. Landscape structure and climate affect plant invasion in subtropical grasslands. *Applied Vegetation Science*, 19, 600–610. DOI: 10.1111/avsc.12263

- GOOGLE. Google Earth website 2020, Retirado de <http://earth.google.com>
- Hasenack, H., Weber, E., Boldrini, I., & Trevisan, R. 2010. Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia. PROJETO IB/CECOL/TNC, PRODUTO 4. ISBN 978-85-63843-16-6.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2019. Biomas e Sistemas Costeiro-Marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000. Série Relatórios Metodológicos. 45, 63–74.
- Klink, C. A. 1996 Competition between the African grass *Andropogon gayanus* Kunth and the native cerrado grass *Schizachyrium tenerum* Nees. *Revista Brasileira de Botânica* São Paulo, 19, 11–15.
- León Cordero, R., Torchelsen, F. P., & Overbeck, G. E. 2016. Invasive gorse (*Ulex europaeus*, Fabaceae) changes plant community structure in subtropical forest–grassland mosaics of southern Brazil. *Biological Invasions*, 18, 1629–1643. DOI: 10.1007/s10530-016-1106-5
- Levine, J. M., Vilà, M., D’antonio, C. M., Dukes, J. S., Grigulis, K., & Lavorel, S. 2003. Mechanisms underlying the impact of exotic plant invasions. *Proceeding of the Royal Society*, 270, 775–781. DOI: 10.1098/rspb.2003.2327
- Londo, G. 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33, 61–64.
- 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 (4), 2081–2090. DOI: 10.1590/0001-3765201520140555
- Oksanen, J. F., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O’Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E. & Wagner, Z. H. 2017. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2, 4–3. <https://CRAN.Rproject.org/package=vegan>
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Pillar, V. D., & Pfadenhauer, J. 2005. Fine-scale postfire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science*, 16, 655–664. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2005.tb02408.x
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J. 2007. Brazil’s neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9, 101–116. DOI: 10.1016/j.ppees.2007.07.005
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., Boldrini, I. I., Both, R., & Forneck, E. D. 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: Pillar, V. D., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. S., & Jacques, A. V. A (Eds.), *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. pp. 65–87. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Overbeck, G. E., Ferreira P. M. A., & Pillar V. D. 2016. Conservation of mosaics calls for a perspective that considers all types of mosaic-patches. Reply to Luza *et al.* *Natureza & Conservação*, 14, 152–154. DOI: 10.1016/j.ncon.2016.05.002
- Pillar, V. D. 2006. MULTIV software para análise multivariada multivariada, teste de aleatorização e autoreamostragem “bootstrap”, v.2.4.2. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pillar, V. D., & Duarte, L. S. 2010. A framework for metacommunity analysis of phylogenetic structure. *Ecology Letters*, 13, 587–596. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2010.01456.x
- Pivello, V. R., Shida, A. C., & Meirelles, S. T. 1999. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 8, 1281–1294.
- Rio Grande Do Sul, Portaria Sema nº 79, 2013. Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras do estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>
- Streck, E. V., Kämpf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Giasson, E., Pinto, L.F.S. 2018. Solos do Rio Grande do Sul. 251 p. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RS-ASCAR.
- Sühs, R. B., Giehl, E. L. H. & Peroni, N. 2020. Preventing traditional management can cause grassland loss within 30 years in southern Brazil. *Scientific Reports* 10, 783. DOI: 10.1038/s41598-020-57564-z

- Thomas, P. A., Overbeck, G. E., Müller, S. C. 2019a. Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botanica Brasilica*, 33(3), 405–411. DOI: 10.1590/0102-33062018abb0377
- Thomas, P. A., Schüller, J., Boavista, L. R., Torchelsen, F. P., Overbeck, G. E., & Müller, S. C. 2019b. Controlling the invader *Urochloa decumbens*: Subsidies for ecological restoration in subtropical Campos grassland. *Applied Vegetation Science*. 22, 96–104. DOI: 10.1111/avsc.12407
- Torchelsen, F. P., Cordero, R. L., & Overbeck, G. E. 2020. Conservation of species-rich subtropical grasslands: traditional management vs. legal conservation requirements in primary and secondary grasslands. *Acta Botanica Brasilica*. 34(2), 342–351. DOI: 10.1590/0102-33062019abb0306
- Vilà, M., & Ibáñez, I. 2011. Plant invasion in the landscape. *Landscape Ecology*. 26, 461–472. DOI: 10.1007/s10980-011-9585-3
- Villwock, J. A., & Tomazelli, L. J. 2007. Planície costeira do Rio Grande do Sul: gênese e paisagem atual. In: Becker FG, Ramos RA, Moura LA (Eds.), *Biodiversidade: Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul*. pp. 20–33. Brasília: MMA /SB.
- Zenni, R. D., & Ziller, S.R. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica [online]*. 34 (3), 431–446. DOI: 10.1590/S0100-84042011000300016

Material Suplementar

Tabela S1. Lista de espécies¹ encontradas durante levantamento florístico em campo seco no REVIS Banhado dos Pachecos, Viamão, RS, Brasil com valor de cobertura relativa (CR), frequência relativa (FR) e valor de importância (IVI) para cada nível de invasão: NI: não invadido, MI: moderadamente invadido, AI: altamente invadido.

Table S1. List of species¹ found during floristic survey in dry grassland at REVIS Banhado dos Pachecos, Viamão, RS, Brazil with relative coverage value (CR), relative frequency (FR) and importance value (IVI) for each level of invasion: NI: not invaded, MI: moderately invaded, AI: highly invaded.

Submitted: 23 January 2021

Accepted: 01 May 2021

Publicado on line: 02 June 2021

Associate Editor: Bianca Andrade