

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

**CAMPOS DE SOLOS ARENOSOS DO SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL:
ASPECTOS FLORÍSTICOS E ADAPTATIVOS**

Tese de Doutorado

Elisete Maria de Freitas

Porto Alegre, 2010

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

**CAMPOS DE SOLOS ARENOSOS DO SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL:
ASPECTOS FLORÍSTICOS E ADAPTATIVOS**

Elisete Maria de Freitas

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora em Ciências: Botânica.

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Ilsi Iob Boldrini
CO-ORIENTADORA: Prof. Dr^a. Sandra Cristina Müller

Porto Alegre – RS

2010



Campo com arenização e presença de *Butia lallemantii* no município de Manoel Viana (28/09/2008).

“A conservação dos campos tem sido negligenciada, ameaçada ...,
... como se essas formações naturais abertas não tivessem
a mesma importância das florestas”

Valério De Patta Pillar 2003

Dedico este trabalho aos meus amores, Adão e
Cauami, e aos que lutam pela preservação
dos Campos Sulinos.

AGRADECIMENTOS

À professora Dr^a Ilsi Iob Boldrini pela orientação, amizade, confiança, pelos ensinamentos botânicos, pelo seu jeito descontraído e alegre.

À professora Dr^a Sandra Cristina Müller pela orientação, amizade, ensinamentos estatísticos, auxílio e companhia durante os levantamentos fitossociológicos.

Ao Prof. Dr. Roberto Verdum, pela confiança, amizade, apoio e por ter mostrado o caminho dos areais.

Ao Dr. José Pedro Pereira Trindade pelo apoio, confiança e auxílio na obtenção de recursos para financiar a pesquisa.

À EMBRAPA Pecuária Sul – Bagé, pelo financiamento de toda a pesquisa, sem o qual não teria sido possível realizar este trabalho.

Aos fazendeiros que gentilmente permitiram o acesso em suas propriedades.

À direção do Colégio Estadual Presidente Castelo Branco, (Marisa, Sílvia e Lídia), pela amizade, apoio e por permitirem que me ausentasse das atividades de aula sempre que necessitei.

Ao prof. Dr. Claus Haetinger por permitir o meu afastamento das atividades de trabalho para a conclusão do doutorado e também pelas oportunidades oferecidas.

À curadora do Herbário ICN, Mara Ritter, e às funcionárias Joana, Rumi e Camila, pela colaboração prestada durante a realização deste trabalho.

Aos professores do PPG pelos ensinamentos passados.

Aos especialistas que auxiliaram na identificação das espécies: Inês Cordeiro, Joao F. Larocca e Silva, Lilian Auler Mentz, Lilian Eggers, Luís Fernando Paiva Lima, Luis Rios de Moura Baptista, Marcos Sobral, Maria Ana Farinaccio, Maria Salete Marchioretto, Martin Grings, Priscila Porto Alegre Ferreira, Raquel Lüdtke, Sérgio Augusto L. Bordignon e Silvia Teresinha Sfoggia Miotto.

Aos amigos e botânicos, Dr. Rafael Trevisan, Dr. Ângelo Alberto Schneider e Dr. Luís Fernando Paiva Lima, pela amizade, pelos bate-papos e pelo auxílio na identificação das espécies.

A todos os amigos que me acompanharam nas excursões, em especial, ao William Heberle e ao Jonas Bica, incansáveis festeiros e coletores de solo.

Às colegas de trabalho do Museu de Ciências Naturais do Centro Universitário UNIVATES, Ana Paula Ariotti, Bruna Baratto, Cristiane Vanessa Welter, Eloísa Markus, Fernanda Aline Blatt Theves, Miriam Helena Kronhardt, Patrícia Zampol, Úrsula Arend, por assumirem com responsabilidade suas tarefas e sabendo conduzir devidamente o Museu sempre que precisei me ausentar do trabalho.

Aos amigos e colegas de trabalho, Úrsula Arend e Msc. Rafael Rodrigo Eckhardt, pela elaboração dos mapas e das figuras.

Ao amigo Dr. Eduardo Périco pelo exemplo de vida e pelos ensinamentos estatísticos.

Às amigas Maria Helena Herrmann, Cristiane Inês Mallmann, Jaqueline Spellmeier, Emília dos Santos e Ivete Schmitz, pela amizade verdadeira, por terem paciência em ouvir meus desabafos e me incentivar para seguir em frente.

Aos amigos Graciele Bruisma e Everton Mundeleski, pelo auxílio na montagem das exsiccatas, pelos bate-papos, pelo espaço cedido em sua propriedade para o trabalho com o banco de sementes do solo, pela companhia nas excursões, enfim, por estarem sempre disponíveis.

À minha mãe, ao meu irmão Moises e à minha cunhada Cristiane, pelo carinho, apoio e pela atenção sempre prestada à Cauami.

À minha filha Cauami por ser tão especial, responsável, compreensiva e tolerante com a minha ausência.

Ao meu amor Adão, pelo apoio, carinho, amor e atenção que demonstrou desde que nos conhecemos, ajudando a superar as tantas dificuldades que surgiram.

A todos que de alguma forma colaboraram, contribuindo para a realização deste trabalho ...

... MUITO OBRIGADA.

SUMÁRIO

Resumo	09
Abstract	11
1. Introdução geral	13
Objetivos	19
Estrutura da tese.....	20
Referências bibliográficas	21
Artigo 1. Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil	24
Abstract	26
Resumo	26
Introduction	27
Material and methods	29
Results and discussion.....	31
Floristic diversity	31
New records	35
Threatened and restricted species	36
References	40
Legends	45
Artigo 2. Estratégias adaptativas das plantas em campos de solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil	68
Resumo	70

Introdução	71
Material e métodos	73
Área de estudo	73
Coleta de dados	74
Análise dos dados	75
Resultados	77
Discussão	80
Conclusões	88
Referências	89
Artigo 3. Dinâmica da vegetação em campos com arenização no sul do Brasil	107
Resumo	109
Introdução	110
Material e métodos	112
Área de estudo	112
Coleta de dados	113
Análise dos dados	114
Resultados	116
Discussão	121
Referências	126
Considerações finais	145
Bibliografia geral	148
Anexo.....	162

RESUMO

Extensas áreas de campo do sudoeste do Rio Grande do Sul, no Bioma Pampa, ocorrem sobre solos arenosos suscetíveis ao processo de arenização. Nesses campos predominam condições de déficit hídrico, irradiação intensa, temperaturas extremas, baixa fertilidade do solo e uso pecuário. O estudo teve como objetivos, conhecer a diversidade florística dos campos com arenização; analisar os principais tipos de estratégias adaptativas apresentadas pelas espécies e as proporções em que essas adaptações ocorrem nas proximidades do areal, em um campo pastejado e em um campo excluído de pastejo; avaliar as mudanças nas proporções de área ocupada por solo exposto e por vegetação, considerando os fatores tempo (um ano) e cobertura vegetal (alta, intermediária e baixa). Áreas de campos nativos com arenização dos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis foram percorridas para o levantamento florístico. O levantamento quantitativo foi realizado em três áreas de campos sob diferentes manejos (pastejo intenso, pastejo moderado e exclusão de pastejo) em novembro de 2007 e dezembro de 2008. Foram 36 unidades amostrais permanentes no campo excluído e 24 em cada campo pastejado. Para cada espécie amostrada foi registrada a cobertura absoluta, as estratégias adaptativas apresentadas e o respectivo hábito. Foram registradas 343 espécies pertencentes a 52 famílias, com duas novas citações para o Rio Grande do Sul: *Eragrostis articulata* e *Eragrostis leucosticta* e uma para o Brasil: *Croton lorentzii*. 89,5% do total das espécies apresentaram uma ou mais adaptações como resposta aos fatores de estresse. A presença de caracteres adaptativos no campo pastejado e no campo sem pastejo parece caracterizar as espécies dos campos de solos arenosos, cujas condições climáticas e edáficas são comuns. Os três campos diferem em composição e abundância das espécies. O campo com pastejo intermediário apresentou características de ambos os outros, indicando que há influência do pastejo na

composição de espécies e na fisionomia dos campos. A dinâmica da vegetação nos campos pastejados foi influenciada tanto pelo tempo quanto pela cobertura vegetal. No campo excluído ocorreu variação na composição e abundância de espécies apenas conforme o gradiente de cobertura. O processo de arenização avança numa escala maior nas áreas pastejadas que no campo excluído, pois neste as áreas de maior cobertura vegetal tiveram menor influência do processo de arenização. Fatores como chuva e vento também contribuem para o aumento das áreas arenizadas ao longo do tempo, especialmente nos locais de menor cobertura vegetal. Para retardar o processo de arenização desses campos são sugeridas medidas como a retirada do gado das áreas atingidas e a utilização de materiais que impessam o deslocamento do solo, associadas à utilização de espécies nativas com potencial de resistência ao processo.

Palavras-chave: Bioma Pampa; dinâmica da vegetação campestre; arenização; pastejo; estratégias adaptativas; cobertura vegetal.

ABSTRACT

Extensive grassland areas in southwestern Rio grande do Sul, belonging to the Pampa Biome, are found in sandy soils that are susceptible to sandy patch process. In these grasslands, the prevailing conditions are water shortage, excessive irradiation, extreme temperatures, low fertility and cattle grazing. The objectives of this study were: to know the floristic diversity at grassland undergoing sandy patch process; to evaluate changes in exposed and plant-covered soil, considering time (one year) and vegetal cover (high, intermediary and low) as determining factors. Native grassland areas, located at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities, were surveyed for the construction of a floristic list. The quantitative survey was carried out at three grassland areas under different managements (heavy-grazing, moderately-grazing and grazing-excluded) in November 2007 and December 2008, using 36 permanent sampling units at the excluded grassland area and 24 at each grazed grassland area. For each sampled species we registered absolute cover, adaptative strategies and habit. We registered 343 species, pertaining to 52 families, with two new citations for Rio Grande do Sul (*Eragrostis articulata* and *Eragrostis leucosticte*) and one for Brazil (*Croton lorentzii*). Among these species, 89.5% showed one or more adaptations as response to the stress-driving factors. The presence of adaptative characters at grazed grasslands and grazing-excluded grasslands seems to characterize sandy-soil grasslands species, since they share common climatic and edaphic conditions. The three grassland areas differ in species composition and abundance. The moderately-grazed area showed characteristics common to both other areas, indicating the influence of grazing on grassland formation physiognomy and species composition. Vegetation dynamics in grazed grasslands was influenced by time and vegetal cover. At the excluded grassland, variation in species composition and abundance occurred only according to the cover gradient. The sandy

patch process advances faster in grazed areas than in grazing-excluded areas, due to higher soil cover values in the latter. Elements such as rain and wind also contribute to the enlargement of sandy patches over time, especially at sites presenting low soil cover values. In order to hamper the sandy patch process at these grasslands, we suggest measures such as cattle removal and use of soil-fixing equipments, associated to the use of native plant species that potentially resist the process.

Keywords: Pampa Biome; grassland vegetation dynamics; sandy patch process; grazing; adaptative strategies; vegetal cover.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os ecossistemas campestres da região sul do Brasil ocupam cerca de 13,7 milhões de hectares (Overbeck et al. 2007) e incluem os campos subtropicais e os campos de altitude. Os campos subtropicais ocorrem na metade sul e oeste do Rio Grande do Sul (RS) e correspondem ao Bioma Pampa. Os de altitude, inseridos no Bioma Mata Atlântica, ocorrem na região do Planalto Sul-Brasileiro, nos estados do RS, Santa Catarina e Paraná, onde formam mosaicos com a Floresta de Araucária (Behling et al. 2009). No RS, os campos dos dois biomas correspondem a aproximadamente 75% da área total do Estado (Overbeck et al. 2007). Desse total, 63% pertencem ao Bioma Pampa (IBGE 2004).

Estudos realizados apontam para uma alta diversidade florística para os Campos Sulinos, com estimativa de cerca de 3000 espermatófitas, existindo poucas regiões campestres no mundo com tamanha diversidade (Boldrini 2002). Dentre essa diversidade de espécies vegetais, as famílias de maior riqueza são Asteraceae (ca. 600 espécies), Poaceae (ca. 400-500 espécies), Fabaceae (ca. 250) e Cyperaceae (ca. 200) (Overbeck et al. 2007). Para o RS, Boldrini (2009) estima que ocorram 2.200 espécies vegetais. “A diversidade florística dos Campos Sulinos constitui um patrimônio genético notável até então negligenciado. Centenas dessas espécies têm valor forrageiro que permite o desenvolvimento de uma pecuária ecológica, baseada na conservação do campo nativo, ao contrário de outros sistemas fundamentados na produção com espécies forrageiras exóticas e dependentes de insumos” (Ilsi I. Boldrini 2010, comunicação pessoal).

Essa diversidade é consequência da posição geográfica do sul do Brasil, pois ocupa uma região de transição entre os climas tropical e temperado, com verões quentes

e invernos frios, sem estação seca definida (Overbeck et al. 2007). A alta diversidade também é resultado das variações no substrato geológico e na altitude da região (Waechter 2002).

Os campos do sul do Brasil, predominando desde 22 mil anos antes do presente (AP) constituem evidências relictuais de um clima passado mais seco e que mudou para um clima mais úmido, após 5.170 anos A.P. (Behling et al. 2005).

A presença dos Campos no sul do Brasil não coincide com o tipo de cobertura vegetal predita pelos dados das precipitações e das temperaturas atuais (Kern 1991), pois estas favorecem o desenvolvimento de florestas (Behling *et al.* 2005). Há uma contradição entre clima e vegetação (Lindman 1906; Pillar 2003), já que no RS, por exemplo, a precipitação média anual varia de 1.235 mm no sul a 2.162 mm no planalto nordeste e as temperaturas médias anuais variam de 15 a 20°C (a média no mês mais frio varia de 11 a 14°C) (Pillar 2003). Na África do Sul, áreas com precipitação acima de 650 mm e com ausência de fogo deveriam ser cobertas por tipos de vegetação lenhosa, segundo Higgins et al. (2000). Sala et al. (2001) afirmam que é a disponibilidade de água e, indiretamente, a temperatura que definem a distribuição dos ecossistemas campestres no mundo, pois a temperatura modela a demanda de água e consequentemente, a sua disponibilidade. Os campos ocorrem em áreas do mundo onde a precipitação fica entre 150 e 1.200 mm e a temperatura média anual varia de 0 a 25°C (Sala et al. 2001).

Provavelmente, os distúrbios de fogo e pastejo foram os principais fatores que impediram e continuam impedindo a expansão florestal em áreas campestres cujas condições são propícias para o desenvolvimento de vegetação florestal (Overbeck et al. 2007). Se excluídos estes distúrbios, a vegetação tende a um aumento gradativo dos elementos lenhosos e posterior diminuição da cobertura de gramíneas e outras espécies

herbáceas e perda da biodiversidade de espécies campestres (Muller et al. 2007, Overbeck et al. 2005).

Apesar da elevada diversidade florística e de contribuir, através da pecuária, para a economia de vários municípios, a área dos campos vem sendo reduzida constantemente nas últimas décadas (Sosinski Jr. 2005). Para Hasenack et al. (2007), cerca de 50% da cobertura original 2005 foi destruída ou profundamente alterada.

A expansão agrícola, através do plantio de espécies exóticas, e mais recentemente com a introdução de espécies florestais são as principais ameaças à conservação do Pampa (Bilenca & Miñarro 2004), cujos impactos vão além das ameaças a outros biomas brasileiros. “A conservação dos Campos tem sido negligenciada, ameaçada pelo aumento das áreas com agricultura e florestas plantadas (pinus, eucalipto) e por uma aplicação leniente da legislação ambiental, como se essas formações naturais abertas não tivessem a mesma importância das florestas (Pillar 2003).” Provavelmente este seja o reflexo da baixa valorização da sua biodiversidade e da alta valorização como produtor de forragens e como formador de solos férteis que conduzem à substituição por pastagens cultivadas, cultivos anuais e cultivos florestais (Latterra et al. 2009). A atual pressão econômica exercida em prol da eliminação/transformação deste bioma, só pode ser revertida com alternativas também econômicas que assegurem a permanência da atividade pecuária já estabelecida (Nabinger et al. 2009).

A área do presente estudo, localizada no sudoeste do RS, está inserida no Bioma Pampa. Trata-se de um bioma complexo, constituído por várias formações vegetacionais (Boldrini 2009) e alta diversidade de espécies de plantas vasculares de diversas origens, das quais mais de 550 correspondem à gramíneas (Bilenca & Miñarro 2004). Para os

autores, as características climáticas desta região favorecem a coexistência de um grande número de gramíneas com metabolismo C_3 e C_4 .

Os campos estudados ocorrem sobre solos arenosos, de extrema fragilidade pedológica, onde extensas áreas vegetadas são gradualmente substituídas por solo exposto, formando os areais através do processo conhecido como arenização (Suertegaray 1998). Estudos geomorfológicos e sobre a dinâmica hídrica e eólica, realizados pela autora, indicaram que os areais resultam de processos hídricos que atuam no transporte de sedimentos durante chuvas torrenciais e posterior formação de depósitos arenosos em forma de leque. O vento atua na ampliação desses depósitos ao movimentar a areia em todas as direções. O relevo, formado por encostas longas e declivosas, associado a substratos arenosos inconsolidados de deposição recente, favorece o surgimento dos areais, pois potencializam o poder erosivo de chuvas torrenciais (Suertegaray et al. 2001).

Apesar de ser um processo natural, a expansão da agricultura a partir da década de 70, aliada à mecanização nas diferentes etapas do cultivo e à redução das áreas destinadas ao pastejo e conseqüente aumento de lotação nos campos pastejados, provocou a intensificação das áreas atingidas pelo processo (Verdum 2004). Além da problemática natural desses campos, intensificada pelas práticas agro-pecuárias, atualmente as áreas atingidas pela arenização têm sido alvo do aumento desmedido da silvicultura.

Para o levantamento florístico foram percorridos vários campos com arenização localizados nos municípios de São Francisco de Assis, Manoel Viana e Alegrete. Para os levantamentos quantitativos, que permitiram analisar a presença de caracteres adaptativos aos fatores ambientais, quanto para avaliar a dinâmica vegetal e o avanço da arenização nesses campos quando submetidos a diferentes condições de manejo (pastejo

intenso, pastejo moderado e exclusão de pastejo), foram selecionadas três áreas, duas localizadas em São Francisco de Assis (campos pastejados) (Figuras 1, 2 e 3) e uma em Alegrete (campo excluído de pastejo) (Figuras 4 e 5).



Figura 1: Vista de parte do campo com pastejo intenso, localizado em São Francisco de Assis, RS. Em 21/11/2008.



Figura 2: Vista de parte do campo com pastejo moderado, localizado em São Francisco de Assis, RS. Em 21/11/2008.



Figura 3: Imagem de satélite onde é visualizado o areal junto à porção do campo com pastejo intenso (PI) e com pastejo moderado (PM) no município de São Francisco de Assis, RS (em 10/05/2004).



Figura 4: Vista de parte do campo excluído de pastejo, localizado em Alegrete, RS (em 29/11/2008).

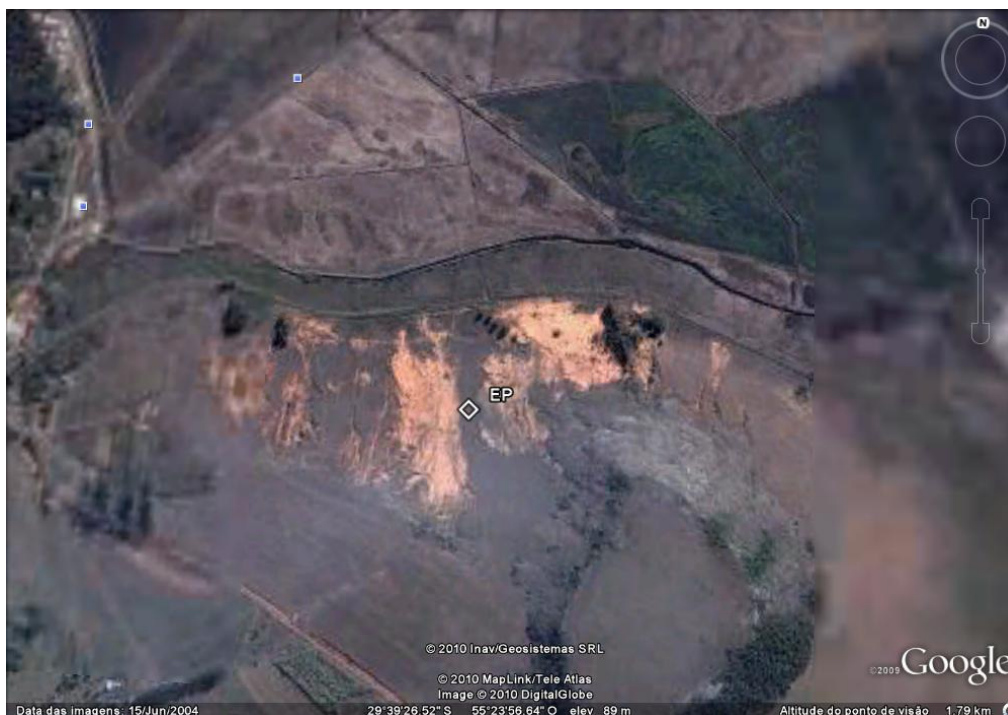


Figura 5: Imagem de satélite onde é visualizado o areal junto ao campo excluído de pastejo (EP) no município de Alegrete, RS (em 15/06/2004).

OBJETIVOS

Diante do interesse de aprofundar o conhecimento existente sobre a vegetação dos campos com arenização do sudoeste do Rio Grande do Sul, foram traçados os seguintes objetivos para a tese: (1) conhecer a diversidade florística dos campos com arenização; (2) analisar os principais tipos de estratégias adaptativas apresentadas pelas espécies, avaliando também as proporções em que essas adaptações ocorrem em diferentes gradientes de cobertura vegetal (cobertura alta, intermediária e baixa), nas proximidades de um areal, em um campo pastejado e em um campo excluído de pastejo; (3) avaliar a dinâmica vegetal e o avanço da arenização em três campos submetidos ao pastejo intenso, ao pastejo moderado e excluído de pastejo, considerando um gradiente cobertura vegetal (cobertura alta, intermediária e baixa), nas proximidades de areas.

ESTRUTURA DA TESE

A tese está estruturada em três artigos científicos. No primeiro artigo (Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil) é apresentada a lista das espécies vegetais vasculares dos campos com arenização, salientando as de ocorrência restrita a essa região, as ameaçadas de extinção e as novas ocorrências para o Estado e para o Brasil.

Diante dos fatores de estresse observados nesses campos, no segundo artigo (Estratégias adaptativas das plantas em campos de solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil) é avaliada a presença de estratégias adaptativas nas espécies, os principais tipos e a proporção em que ocorrem em dois campos sobre solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul

Por fim, no terceiro artigo (Dinâmica da vegetação sob três condições de manejo em campos com arenização no sul do Brasil) procura-se avaliar as mudanças de curto prazo (um ano) nas proporções de área ocupada por areia e por vegetação, considerando composição e riqueza de espécies, ao longo de gradientes de cobertura vegetal, sob três condições distintas de manejo.

Os artigos foram escritos nas normas das revistas. O primeiro já está publicado na Revista Brasileira de Biociências e os outros dois serão submetidos após tradução para a língua inglesa. No apêndice estão as cópias dos laudos das análises de solo realizadas em cada uma das áreas, conforme identificação e observações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Behling, H.; Pillar, V.D. & Bauermann, S.G. 2005. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology* 133: 235-248.
- Behling, H.; Jeske-Pieruschka, V.; Schüler, L. & Pillar, V.P. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. (Ed.) *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 13-25.
- Bilenca, D.N. & Miñarro, F.O. 2004. Áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. *Fundación Vida Silvestre*. Argentina, Buenos Aires.
- Boldrini, I.I. 2002. Campos sulinos: caracterização e biodiversidade. In: Araújo, E.L.; Moura, A.N.; Sampaio, E.S.B.; Gustinari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T. (Org.) *Biodiversidade Conservação e uso Sustentável da Flora Brasileira*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. pp. 95-97.
- 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*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 63-77.
- Hasenack, H.; Cordeiro, J.L.P. & Costa, B.S.C. 2007. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: *Sustentabilidade produtiva no Bioma Pampa*. II Simpósio de Forrageiras e Produção Animal. Dall'Agnol, M.; Nabinger, C.; Sant'Anna, D.M. & Santos, R.J. Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS, Porto Alegre, pp. 15-22.

- Higgins, S.I.; Bond, W.J. & Trollope, W. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology* 88: 213-229.
- IBGE, 2004. Mapa de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>
Acesso em 29 set. 2009.
- Kern, A.A. 1991. Paleopaisagens e o Povoamento Pré-histórico do Rio Grande do Sul.
In: Kern, A.A. (Org.). *Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Mercado Aberto. pp. 13-49.
- Laterra, P.; Orúe, M.E.; Zelaya, D.K.; Booman, G. & Cabria, F. 2009. Jerarquización y mapeo de pastizales según su provisión de servicios ecosistémicos. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.A. (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 128-136.
- Lindman, C.A.M. 1906. *A vegetação do Rio Grande do Sul*. Universal, Porto Alegre. 356 p.
- Müller, S.C.; Overbeck, G.E.; Pfoadenhauer, J. & Pillar, V.D. 2007. Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. *Plant Ecology* 189: 1 - 14.
- Nabinger, C.; Ferreira, E.T.; Freitas, A.K.; Carvalho, P.C.F. & Sant'Anna, D.M. 2009. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.A. (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 175-198.
- Overbeck, G.E.; Müller, S.C.; Pillar, V.D. & Pfoadenhauer, J. 2005. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science* 16: 655-664.

- 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.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (Org.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e conservação*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, pp. 209-216.
- Sala, O.S.; Austin, A.T. & Vivanco, L. 2001. Temperate grassland and shrubland ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity* 5: 627-635.
- Sosinski Jr., E.E. 2005. Modelos de simulação espacial de efeitos de pastejo em vegetação campestre. Tese de doutorado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Biociências. Porto Alegre. 125 p.
- Suertegaray, D.M.A. 1998. *Deserto Grande do Sul: controvérsia*. Porto Alegre: Editora da Universidade. 109 p.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A. & Verdum, R. (org.). 2001. *Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Coordenação e Planejamento. Porto Alegre. 85 p.
- Verdum, R. 2004. Depressão Periférica e Planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: Verdum R, Basso LA, Suertegaray DMA (Orgs.) *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Editora da Universidade/UFRGS Porto Alegre, pp. 39-57
- Waechter, J.L. 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24: 93-108.

Artigo 1



Eupatorium calyculatum

Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in
Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil

Este artigo está publicado na Revista Brasileira de Biociências.

**Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern
Rio Grande do Sul, Brazil**

Elisete Maria de Freitas^{1, 2}

Rafael Trevisan¹

Ângelo Alberto Schneider¹

Ilsi Iob Boldrini³

Título abreviado: **Floristic diversity of sandy soil grasslands**

Autor para correspondência: Elisete Maria de Freitas (elicauf@univates.br)

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

² Museu de Ciências Naturais, Centro Universitário Univates. Av. Avelino Tallini, 171. CEP 95900-000 Lajeado, RS, Brasil. elicauf@univates.br; elicauf@hotmail.com (corresponding author).

³ Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

Abstract – (Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil). Extensive natural grasslands areas in southwestern Rio Grande do Sul occur on sandy soils, which are susceptible to the sandy patch process. This process leads to the formation of large sandy patches, which constitutes a large-scale environmental problem. In grassland areas undergoing sandy patch processes in Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities, we recorded the occurrence of 343 species, 195 genera and 52 botanical families, with two new records for Rio Grande do Sul state (*Eragrostis articulata* (Schrank) Nees and *Eragrostis leucosticta* Nees ex Döll) and one for Brazil (*Croton lorentzii* Müll. Arg. ex Griseb.). The families with higher specific richness were Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Rubiaceae and Myrtaceae. From the whole species set, 19 species show a restricted distribution area, seven of these are exclusive to Rio Grande do Sul's grasslands and 16 are considered as extinction threatened.

Key words: sandy patch process; grassland species; threatened species; restrict occurrence

Resumo – (Diversidade florística em áreas de campos de solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil). Extensas áreas de campo do sudoeste do Rio Grande do Sul ocorrem sobre solos arenosos suscetíveis ao processo de arenização. Esse processo conduz à formação de grandes manchas de areia, constituindo um problema ambiental de grande escala. Em campos com o processo de arenização nos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, foi registrada a ocorrência de 343 espécies, 195 gêneros e 52 famílias botânicas, com duas novas citações para o Rio Grande do Sul: *Eragrostis articulata* (Schrank) Nees e *Eragrostis leucosticta* Nees ex Döll e uma para o Brasil: *Croton lorentzii* Müll. Arg. ex Griseb. As famílias com maior

riqueza foram Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Rubiaceae e Myrtaceae. Do total de espécies, 19 apresentam área de dispersão restrita, sendo sete exclusivas dos campos do Rio Grande do Sul e 16 são consideradas ameaçadas de extinção.

Palavras-chave: arenização; espécies campestres; espécies ameaçadas; ocorrência restrita

INTRODUCTION

Vegetal landscapes are largely determined by soil, relief and climate conditions (Kern 1991). However, although climatic conditions in the South-Brazilian region are typical of forest-covered regions, extensive grassland-covered areas occur. The distribution of the South-Brazilian extant flora is not in agreement with present climate conditions, such as with the annual rainfall and temperature data (Kern 1991), being grasslands the prevailing formations in areas that have wet climate conditions, favoring the forest expansion (Behling *et al.* 2005). These grasslands, formations that had prevailed since 22 thousand years before the present, consist in relictual evidences of a dryer early climate that changed into a more humid one after 5170 years before the present (Behling *et al.* 2005). The existence of plants with attributes related to arid environments is relictual evidence of these changes and of the resulting vegetation adaptation (Marchiori 1995).

In the present time, grasslands are distributed in determined spots of the landscape due to the spatial variation of soil type and water-retaining capacity, usually with above-average water shortage (Cunha 1992).

In Rio Grande do Sul state (RS), grasslands are included in two biomes: Pampa (southern and western halves of the state) and Mata Atlântica (northeastern area, associated to *Araucaria* forests). These grasslands present high floristic diversity, with ca. 3000 spermatophytes (Boldrini 2002), and few grassland regions in the world have diversity such as the one found in the Brazilian subtropics.

The grasslands of RS southwestern region, inserted on Pampa biome, show deep, sandy and permeable soils, where the sandy patch process takes place (Suertegaray 1995, 1998). The sandy patch process is the result of wet climate processes reworking sandstone or superficial sandy deposits through the constant mobility of the sediments. Consequently, the vegetation of extensive areas of these grasslands is buried or removed, leading to the formation of sand-covered areas that are designated as sandy patches (Suertegaray 1995, 1998, Verdum 2004). Therefore, it is a natural process, and its expansion is the consequence of nature dynamics and inadequate use of the ecosystem, particularly through intensive grazing (Suertegaray 1995, 1998). Starting from the decade of 1970, with the implementation of the mechanized extensive monoculture and the consequent reduction in grazing areas, there was an increase in the number of areas undergoing sandy patch process (Verdum 2004). Nowadays, spots undergoing sandy patch process occur in Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis and Unistalda municipalities (Suertegaray *et al.* 2001).

These grasslands, locally named as “campo limpo”, show a flat landscape distinguished by the presence of smooth hills and testimonial (tabular) hills, with sandstone substratum (Verdum 2004). With xeromorphic attributes derived from strong edaphic influences, these grasslands have witnessed a semiarid period that underwent a humidification that started in the Mid Holocene (Kern 1991, Suertegaray 1995, 1998,

Medeiros *et al.* 1995). Vegetation is characterized by species with abundant hairiness in leaves, flowers and other organs, flowers in large and/or colorful inflorescences, presence of volatile oils that grant a strong scent to their green organs, short leaves and the presence of xylopodium or other subterraneous organs (Lindman 1906).

The sandy patch process, alongside the surge in agriculture, the reduction of graze-destined areas, the growing implementation of cultivated forests and the flexible use of environmental laws has progressively contributed to the reduction of biological diversity in grassland formations. The destruction of the Pampa biome is no longer a threat, but a reality, because ca. 50% of the original vegetation cover has been destroyed or deeply altered (Hasenack *et al.* 2007).

The present paper aimed to describe the floristic diversity of natural sandy soil grassland areas in the southwest of Rio Grande do Sul state, at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities.

MATERIAL AND METHODS

The study site, located in the southwest of RS state, between the latitudes 29°00'S and 31°00'S and the longitudes 54°30'W and 58°45'W, is characterized by the occurrence of sandy patches. The study covered natural grassland areas present in sandy soils with traces of sandy patch process, with and without cattle grazing, at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities (Fig. 1).

According to Köppen classification, climate in the region is Cfa type, with 1400 mm mean annual rainfall (Nimer 1979). However, rainfall is poorly distributed, with the occurrence of reduced rainfall periods interposed by heavy rains, often concentrated in only one day (Freitas *et al.* 2009). The region shows great hydric limitation due to the

atmosphere high evaporative uptake, mainly between November and February (Berlato *et al.* 2006). During this period, the probability of hydric deficiency (relationship between rainfall and evapotranspiration) is 41% in November, rising up to 60% in December and decreasing to 47% and 36% in January and February, respectively (Leivas *et al.* 2006). Mean annual temperature is 14.3°C in winter and 26.3°C in summer (Nimer 1979), while maximum and minimum absolutes can reach 40°C and -4°C, respectively (Cordeiro & Soares 1975).

The landscape is smoothly rippled, permeated by flat areas, configuring a surface of unconsolidated arenous deposits cradled over the Botucatu Formation sandstone. The flat areas contrast with the silicified sandstone plateaus in the regional landscape (Suertegaray 1995, 1998). The soil, classified as a typical Ortíc Quartzarenic Neosol (Streck *et al.* 2008), shows arenous and silt-arenous texture, acid pH, lack of phosphor and potassium, aluminum surplus (Verdum 2004), strong natural limitations in fertility, high erosion susceptibility and low cation-exchanging capacity (Azevedo & Kaminski 1995). Besides that, the soil shows water-retaining difficulties, which leads to hydric shortage even in short dry periods (Klamt & Schneider 1995).

For the floristic survey, field expeditions were conducted between 2006 and 2009, covering all months. We collected fertile botanic material of the phanerogamous species present in the grassland areas, including herbs, vines, shrubs and trees occurring in scattered patterns along the grasslands. The collected material was herborized, identified and included in the ICN herbarium collection of the Biosciences Institute of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Botanical families were considered according to APG II (2003). Some species were identified in the field but were not included in the herbarium collection, because they were in vegetative phase. Furthermore, we added to our floristic list the species found in a survey carried out in a

grassland area at São Francisco de Assis municipality during 2004 and 2005. The collected botanical material for this previous survey can be found in the HVAT herbarium (Vale do Taquari Herbarium) of the Natural Sciences Museum, Univates University Center, Lajeado municipality, RS.

RESULTS AND DISCUSSION

Floristic diversity

In the floristic survey, 343 species were found, pertaining to 194 genera and 52 botanical families (angiosperms and gymnosperms) (Tab. 1). Families with the highest species richness were Asteraceae (77 species), Poaceae (58 species), Fabaceae (31 species), Euphorbiaceae (15 species), Cyperaceae and Rubiaceae (11 species each) and Myrtaceae (10 species) (Fig. 2). Besides these families, Malvaceae (nine species), Amaranthaceae, Apocynaceae and Convolvulaceae (eight species each) also stand out. The eleven families (21.2%) with the highest species richness correspond to 71.6% of the total species number. Of all the families, 21 (40.4%) are represented by only one species, and eight by two species. The genera with the highest species number were *Eupatorium*, *Baccharis*, *Eragrostis*, *Senecio*, *Vernonia*, *Aristida*, *Axonopus*, *Croton*, *Eryngium*, *Oxalis*, *Paspalum*, *Eugenia*, *Pterocaulon* and *Sisyrinchium* (Fig. 3).

For the South-Brazilian grasslands, Boldrini (2002) pointed out Asteraceae (ca. 600 species), Poaceae (400 species) and Fabaceae (150 species) as the most representative families. In the present survey, besides these families, other ones such as Apocynaceae, Euphorbiaceae and Myrtaceae figure among the most species-rich families, making these grasslands floristically different from the remaining grasslands in southern Brazil.

Previous studies focusing on the grassland vegetation distributed in other areas of RS, when compared to our results, indicate differences in floristic composition, mainly concerning the most numerous families (Boldrini & Eggers 1996, Boldrini *et al.* 1998, Boldrini *et al.* 2008). The floristic inventory of the grassland vegetation at São Pedro hill, which presents the higher proportions of dry grassland formations at the granitic hills of Porto Alegre municipality (RS), pointed out the occurrence of 497 native species pertaining to 66 botanical families. Considering the dry grassland areas, the most representative families were Asteraceae (97 spp.), Poaceae (63 spp.), Fabaceae (44 spp.), Rubiaceae (16 spp.), Verbenaceae (13 spp.), Apiaceae (11 spp.), Malvaceae and Cyperaceae (10 spp.) (Setúbal & Boldrini 2009). In these studies, the families Apocynaceae, Euphorbiaceae and Myrtaceae, when represented, showed reduced species number.

The reason for the existing differences in floristic composition between the sandy soil grasslands and the grasslands covering other areas of RS state may be the result of adaptations to edaphic and climatic factors existing in the first ones since dryer climatic times, when grasslands were the prevailing formations in the region. Nowadays, these formations are predominately found on soils of low fertility, high acidity and high susceptibility to hydric and aeolian erosion, associated to high probability of hydric shortage, summer rains and extreme temperatures. Besides that, the direct anthropic action, through cattle treading and grazing, contributes for the selection of grassland species (Boldrini & Eggers 1996).

There is a certain similarity between the most numerous botanical families at the Cerrado biome and at the sandy soil grasslands of RS. In a study accomplished by Silva *et al.* (2002) at Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás state, Apocynaceae and Myrtaceae figured between the families with highest species number.

Tannus & Assis (2004), studying the floristic composition of a Cerrado area at Itapiranga region, São Paulo state, verified that Euphorbiaceae and Myrtaceae were among the richest families. Such resemblance may also be the consequence of climatic and edaphic conditions found at the Cerrado region (rainy periods followed by dry ones, light temperatures during the year and intemperized soils with lack of nutrients and high aluminum concentration) (Klink & Machado 2005).

Studies concerning sandy soil grasslands at RS state are scarce. Trindade *et al.* (2008) evaluated the floristic composition of grassland areas located at the edge of 11 sandy patches at São Francisco de Assis, Manoel Viana and Alegrete municipalities, registering the occurrence of 53 species and 16 families. The most representative families were Poaceae, Asteraceae and Fabaceae. Rovedder *et al.* (2005) also evaluated the floristic composition in the edges and in the core of a sandy patch in a grassland area at Alegrete municipality, southwestern RS, identifying the occurrence of 42 species and 13 families, with Poaceae as the richest family, followed by Fabaceae, Rubiaceae, Asteraceae and Myrtaceae. Euphorbiaceae and Cyperaceae registered few species, probably because the survey focused on edges and cores of sandy patches, whereas our survey encompassed all the sandy soil grassland area. Freitas *et al.* (2009), in a floristic and phytosociological survey of a grassland undergoing sandy patch process at São Francisco de Assis municipality, registered the occurrence of 102 species distributed in 25 families. Among the richest families were Poaceae (29 species), Asteraceae (18 species) and Myrtaceae (six species).

Some species found in the study area are more resistant, surviving the soil removal or the sand burying processes: *Croton subpannosus*, *Elionurus* sp., *Eugenia pitanga*, *E. plurisepala*, *E. arenosa*, *Hexachlamys humilis*, *Psidium luridum*, *Paspalum leptum* (= *Paspalum nicorae*), *P. notatum* and *Vernonia brevifolia*.

Paspalum leptum and *P. notatum* are prostrate rhizomatous species, which allows their vegetative propagation when exposed to cattle treading. Besides that, they show resistance to sand burying processes when the sand is wind-driven. Both species are abundant in grassland areas undergoing sandy patch process where grazing is present. Besides these species, *Elionurus* sp., commonly known as ‘capim-limão’ (‘lemon-grass’) (Fig. 4A), *Vernonia brevifolia* (Fig. 4B) and *Croton subpannosus* (Fig. 4C, 4D) were frequently observed at edges and cores of sandy patches, evidencing resistance to erosive and sand burying processes. *Vernonia brevifolia* shows a well developed lignified base, favouring its survival in adverse environments such as the sandy patches.

Senecio cisplatinus (Fig. 5A, 5B) is another species with marked presence in the grassland areas of southwestern RS. It frequently occurs in edges and cores of sandy patches, and was scarcely found in areas not undergoing sandy patch process. Due to the presence of wax, sand grains lifted by the wind adhere to the plant’s aerial structure. On the other hand, *Senecio selloi* (Fig. 5C, 5D), also frequent in these grasslands, was observed only in grassland areas distant from the sandy patches, showing no evident resistance to the sandy patch process.

Due to the abundance of individuals in their populations, *Vernonia macrocephala* (Fig. 5E, 5D) and *Axonopus argentinus* also stand out in the study area. Both species are frequent, constituting large populations and covering broad grassland areas.

Myrtaceae species, especially *Hexachlamys humilis* (Fig. 6A), *Eugenia arenosa* (Fig. 6B, 6C), *E. pitanga* (Fig. 6D) and *E. plurisepala* (Fig. 6E), probably favoured by their deep roots and coriaceous leaves, survive amidst sandy patches. They were frequently observed in spots with sparse vegetation cover (Fig. 6F).

Other species showed potential for regeneration of grassland areas undergoing sandy patch process. Among them, *Acanthospermum australe* (Fig. 7A, 7B) and *Lupinus albescens* (Fig. 7C, 7D) deserve special attention. The first, due to its capacity to grow on small sand mounds, contributes to the stabilization of the sandy patch process. The latter, occurring only in the grasslands of RS state in Brazil (Pinheiro & Miotto 2001), has been mentioned as an alternative to sandy patch revegetation. It shapes dense populations in areas undergoing advanced sandy patch process (Fig. 7E, 7F), acting as a natural colonizer of this environment, which verifies its adaptation to the region's unfriendly edaphic conditions (Rovedder *et al.* 2005). This species shows high potential for use in recuperation initiatives concerning degraded areas, due to its high seed production and ease in occupying opened communities. Besides these, *Panicum tricholaenoides*, *Pappophorum macrospermum* and *Paspalum polyphyllum* are cespitose-rhizomatous grasses common in sandy areas, contributing for sand fastening.

Among the species registered for the study site, according to Schneider (2007) and Souza & Lorenzi (2005) nine are naturalized: *Cardionema ramosissima*, *Cerastium commersonianum* (Fig. 8A), *Polycarpon tetraphyllum*, *Silene gallica*, *Stellaria media*, *Digitaria ciliaris*, *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii*, *Eragrostis plana* and *Melinis repens*. Among these, *Eragrostis plana* is also characterized as an invasive plant, probably the most aggressive one in RS state due to its high capacity of seed production, allowing dispersion to great distances (Schneider 2007). *Melinis repens* is also mentioned by the author as one of the most aggressive species in the state's herbaceous flora.

New records

Among the species found in the area, *Croton lorentzii* (Fig. 8B) appears as a new record for Brazil. It is a shrub with distribution records for central and NE Argentina and for Uruguay (Burkart & Bacigalupo 2005). In the study area, the species was found in grasslands undergoing sandy patch process at São Francisco de Assis municipality, Taquari district, Passo do Nagel locality.

Eragrostis articulata and *E. leucosticta* appear as new records for RS state. *Eragrostis articulata*, an annual cespituous grass is recorded for Argentina, Bolivia, Brazil and Paraguay. In Brazil it is recorded for many states and its previous southernmost record is for Paraná state. The rocky fields and the cerrado are the predominant habitats for this species (Boechat & Longhi-Wagner 2001). In the study area, it was found in dry and sandy grasslands undergoing sandy patch process, at Manoel Viana municipality, Lajeado locality. *Eragrostis leucosticta*, a cespituous perennial grass, has occurrence records for many states to Brazil, as a typical species of the cerrado biome (Boechat & Longhi-Wagner 2001). In the study area, it was collected in dry and sandy grasslands undergoing sandy patch process, at Alegrete municipality, Cerro do Tigre locality.

Threatened and restricted species

Fifteen taxa found in the study area (Tab. 2) are included in the Final List of the Threatened Flora – RS (State decree n° 42.099; December 31st 2002).: eight are categorized as ‘vulnerable’, five as ‘endangered’, one as ‘critically endangered’ (*Alternanthera praelonga*) and one as ‘probably extinct’ (*Eupatorium angusticeps*) (SEMA 2003). *Eupatorium angusticeps* was found in only one grassland area, in a population with few individuals. Beside these species, *Froelichia tomentosa* (Fig. 8C, 8D) was cited by Marchioretto *et al.* (2005) as ‘critically endangered’. However, this

species was frequently observed in all the areas studied, chiefly in grassland areas heavily affected by the sandy patch process.

From all the species, 20 show a restricted distributional area (Tab. 3). Of these, seven are exclusive to the sandy grasslands found in the southwestern RS state: *Butia lallemantii* (Fig. 8E), *Achyrocline marchiorii*, *Baccharis albolanosa*, *B. multifolia* (Fig. 8F), *B. riograndensis*, *Senecio riograndensis* and *Hesperozygis ringens*. Among the families with higher number of restricted species, Asteraceae stands out with 11 species.

Butia lallemantii, also known as ‘butiá-anão’ due to its reduced height, is among the species that stand out in sandy patches. The species occurs only in the sandy grasslands of southwestern RS, where it usually constitutes populations with large number of individuals, standing out in the landscape (Fig. 9A) (Deble & Marchiori 2006). It was observed in several grassland areas among the surveyed municipalities, where we also found strong interaction between the species and the local fauna.

Achyrocline marchiorii is mentioned as endemic to the ‘Campanha Gaúcha’ region (the southwest of RS state), where it dwells in sandy and rocky grasslands (Deble 2005). In the study area, it was found only at Cerro o Tigre farm, Alegrete municipality, the same place where the species’ type was collected.

Baccharis albolanosa, to the present moment, has occurrence records only for the sandy grasslands of the southwestern RS state, at Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities (Oliveira & Deble 2006). In the grassland areas surveyed during the present study, the species was collected only in an area located near the state road RS 377, km 351.

Baccharis multifolia is another species that, until this moment, is mentioned only for the southwest region of RS state, in sandy grassland areas (Oliveira & Marchiori 2006). The species was observed at Alegrete municipality, Cerro do Tigre locality, and

at São Francisco de Assis municipality, Joaquim Paz farm, where its population is numerous, dominating all the grassland area during the blooming phase (Fig. 9B).

Baccharis riograndensis is considered endemic to RS, with occurrence recorded for dry or rocky grasslands, notably in the southernmost half of the state (Heiden & Schneider 2008). In the study area, the species was found in a grassland undergoing sandy patch process at São Francisco de Assis municipality, Joaquim Paz farm.

Senecio riograndensis is recorded only for the RS state, in coastal grasslands, Central Depression, Campanha and Planalto Médio regions (Matzenbacher 1996). Only a small population was found in a grassland area undergoing sandy patch process at São Francisco de Assis municipality, near Cerro da Esquina locality.

Besides being present in the threatened flora list, *Hesperozygis ringens* (Fig. 9C) is endemic to the grasslands of RS, with distribution in the Serra do Sudeste and the south of the Missões, in sandy and rocky soils at Caçapava do Sul, Alegrete and São Francisco de Assis municipalities. Successive cleaning and burning of pastures, associated with the low gene flow between populations, led the species to the threatened list (Fracaro 2006). In the study area, only two populations were observed, and they were in greatly separated grassland areas (ca. 30 km from each other), which may complicate or even block gene flow between them.

The remaining species considered restricted (Tab. 3) reach grassland areas in RS state, Argentina, Uruguay and, occasionally, Paraguay. Among them, *Asteropsis megapotamica* (Fig. 9D, 9E) is restricted to the sandy soil grasslands of RS and rocky grasslands of Uruguay, where it dwells between scattered shrubs and *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L.H. Bailev (Bonifacino *et al.* 2009). In the study site, it was found in sandy soils at Manoel Viana municipality, among shrubs, cespituous grasses and *Butia lallemantii*. *Gochnatia cordata* grows on sandy soils in RS state,

Paraguay, Uruguay and NE Argentina as far as Entre Ríos province (Burkart 1974). Sobral (2003) mentioned *Myrcia verticillaris* as restricted to the clean and stony grasslands of Uruguai and RS state. *Eryngium ciliatum* is described as endemic to Uruguay and to the dry and graminous grasslands of RS, in the Depressão Central, Missões e Campanha regions (Rambo 1957, Irgang 1974). *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba* (Fig. 9F), restricted to sandy grasslands in RS, also has registers for Paraguay, Argentina and Uruguay. On the other hand, *Ipomoea nitida* occurs in Argentina and Brazil, being restricted to RS state in the latter (Ferreira 2009). In our survey, both species of *Ipomoea* were found at only one location. *Pappophorum macrospermum* is restricted to the sandy grasslands of northern Uruguay, southern RS and northeastern Argentina (Corrientes province) (Pensiero 1986).

The grasslands from southwestern RS have a peculiar flora with significant number of species, including several threatened and endemic species. In addition, many of them present morpho-physiological adaptations that allow their survival in the extreme local environmental conditions.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks to Embrapa Pecuária Sul – Bagé, for funding our research. To Dr. José Pedro Pereira Trindade for support in the search for financial resources and in contacting the local farmers. To colleagues and friends that helped in the field expeditions. To the friends and colleagues Rafael Rodrigo Eckhardt and Úrsula Arend, for map and figures designing. To specialists that helped in the identification of some species. To the local farmers that gently allowed access to their properties.

REFERENCES

- APG II – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399-436.
- AZEVEDO, A.C. & KAMINSKI, J. 1995. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, 11: 65-70.
- BEHLING, H., PILLAR, V.D. & BAUERMANN, S.G. 2005. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 133: 235-248.
- BERLATO, M.A, FARENZENA, H. & LEIVAS, J. F. 2006. Probabilidade de precipitação pluvial decendial ser igual ou superior à evapotranspiração de referência na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 12: 7-16.
- BOECHAT, S.C. & LONGHI-WAGNER, H.M. 2001. O gênero *Eragrostis* (Poaceae) no Brasil. *Iheringia, sér. Bot.*, 55: 23-169.
- BOLDRINI, I.I. 2002. Campos sulinos: caracterização biodiversidade. In: ARAÚJO, E.L., MOURA, A.N., SAMPAIO, E.S.B., GESTINARI, L.M.S. & CARNEIRO, J.M.T. (Org.) *Biodiversidade Conservação e uso Sustentável da Flora Brasileira*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. p. 95-97.
- BOLDRINI, I.I. & EGGERS, L. 1996. Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botânica Brasílica* 10(1): 37-50.
- BOLDRINI, I.I., MIOTTO, S.T.S., LONGHI-WAGNER, H.M., PILLAR, V.D. & MARZALL, K. 1998. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 12(1): 89-100.

- 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(4): 355-367.
- BONIFACINO, J.M., SANCHO, G. & MARCHESI, E.H. 2009. A new combination in *Asteropsis* (Compositae: Astereae), and a synopsis of the genus. *Brittonia*, 61(1): 1-7.
- BURKART, A. 1974. *Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina) Parte VI: Dicotiledoneas Mataclamídeas (Gamopétalas), B: Rubiales, Cucurbitales, Campanulales (incluso Compuestas)*. Tomo 6. Buenos Aires, Colección Científica del INTA. 554 p.
- BURKART, A. & BACIGALUPO, N.M. 2005. *Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina) Parte IV: Dicotiledóneas Arquiclamídeas, B: Geraniales a Umbelliflorales*. Tomo 6. Buenos Aires, Colección Científica del INTA. 627 p.
- CORDEIRO, C. A. & SOARES, L. C. 1975. A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geografia*, 4: 32-50.
- CUNHA, G.R. 1992. Balanço hídrico climático. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Editora da Universidade. p. 11-24.
- DEBLE, L.P. 2005. Novas espécies de *Achyrocline* (Less.) DC. (Asteraceae) para o sul do Brasil. *Balduinia*, 3: 5-9.
- DEBLE, L. P. & MARCHIORI, J.N.C. 2006. *Butia lallemantii*, uma nova Arecaceae do Brasil. *Balduinia*, 9: 1-3.
- FERREIRA, P.P.A. 2009. *O gênero Ipomoea L. (Convolvulaceae) no Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 180p.

- FRACARO, F. 2006. Ecologia molecular, variabilidade genética, química e cultivo *in vitro* de *Hesperozygis ringens* Benth. Tese de Doutorado: Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 89p.
- FREITAS, E.M., BOLDRINI, I.I., MULLER, S.C. & VERDUM, R. 2009. Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 23(2): 414-426.
- HASENACK, H., CORDEIRO, J.L.P., COSTA, B.S.C. 2007. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: ANAIS DO II SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Porto Alegre. p. 15-21.
- HEIDEN, G. & SCHNEIDER, A.A. 2008. Lectotypification and notes on *Baccharis riograndensis* (Asteraceae: Astereae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2(1): 291-295.
- KERN, A.A. 1991. Paleopaisagens e o Povoamento Pré-histórico do Rio Grande do Sul. In: KERN, A.A. (Org.). *Arqueologia Pré-histórica do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Mercado Aberto. p. 13-49.
- KLAMT, E. & SCHNEIDER, P. 1995. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, 11: 71-80.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1): 147-155.
- IRGANG, B.E. 1974. Umbelliferae II: Gênero *Eryngium* L. *Boletim do Instituto de Biociências*, 32(9): 1-86.
- LEIVAS, J.F., BERLATO, M.A. & FONTANA, D.C. 2006. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10: 397-407.

- LINDMAN, C.A.M. 1906. *A vegetação no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. Universal. 356p.
- MARCHIORETTO, M.S., WINDISCH, P.G. & SIQUEIRA, J.C. 2005. Problemas de conservação das espécies dos gêneros *Froelichia* Moench e *Froelichiella* R.E.Fries (Amaranthaceae) no Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 19(2): 215-219.
- MARCHIORI, J.N.C. 1995. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. *Ciência & Ambiente*, 11: 53-64.
- MATZENBACHER, N.I. 1996. Duas novas espécies e uma nova forma do gênero *Senecio* L. (Asteraceae – Senecioneae) no Rio Grande do Sul – Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia – PUCRS. Ser. Bot.*, 2: 3-14.
- MEDEIROS, E.; ROBAINA, L.E. & CABRAL, I.L.L. 1995. Degradação Ambiental na Região Centro-oeste do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, 11: 53-64.
- NIMER, E. 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 422 p.
- OLIVEIRA, A.S. & MARCHIORI, J.N.C. 2006. *Baccharis* L. (Asteraceae-Astereae) no sul do Brasil: Seção *Cylindricae* Heering, Série *Cylindricae* (Heering) Giuliano. *Balduinia*, 7: 1-36.
- OLIVEIRA, A.S. & DEBLE, L.P. 2006. Duas novas espécies Sul-Brasileiras de *Baccharis* L. (Asteraceae-Astereae). *Balduinia*, 9: 4-9.
- PINHEIRO, M. & MIOTTO, S.T.S. 2001. Leguminosae-Faboideae, Gênero *Lupinus* L. *Boletim do Instituto de Biociências, Botânica* 60: 1-100.
- PENSIERO, J.F. 1986. Revisión de las especies argentinas del género *Pappophorum* (Gramineae-Eragrostoideae-Pappophoreae). *Darwiniana*, 17: 65-87.
- RAMBO, B. 1957. O gênero *Eryngium* no Rio Grande do Sul. *Sellowia*, 8: 299-353.

- ROVEDDER, A.P., ELTZ, L.F., GIRARDI-DEIRO, A.M. & DEBLE, L. 2005. Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Agrociência*, 11: 501-503.
- ROVEDDER, A.P., VARGAS, L.K., STROSCHEIN, M.D., ELTZ, F.L.F., BAUMGARDT, J., ROCHA, M. 2005. *Potencial para ciclagem de Nitrogênio do Lupinus albescens em Neossolo Quartzarênico Degradado: Acúmulo na parte aérea e caracterização da estirpe bacteriana*. Recife: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.
- SCHNEIDER, A.A. 2007. A flora naturalizada do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. *Biociências*, 15(2): 257-268.
- SEMA. 2003. *Lista final das espécies da flora ameaçadas - RS*. Disponível em http://www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf. Acessado em 22.02.2009.
- SETÚBAL, R.B. & BOLDRINI, I.I. 2009. Vegetação campestre do morro São Pedro, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* (no prelo).
- SILVA, L.O., COSTA, D.A., FILHO, K.E.S., FERREIRA, H.D. & BRANDÃO, D. 2002. Levantamento Florístico e Fitossociológico em duas áreas de Cerrado *Sensu Stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botânica Brasílica*, 16(1): 43-53.
- SOBRAL, M. 2003. *A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Editora UNISINOS. 215 p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica Sistemática*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 640 p.

- STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C., SCHNEIDER, P., GIASSON, E. & PINTO, L.F.S. 2008. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2ª ed. Porto Alegre: EMATER/RS. 222 p.
- SUERTEGARAY, D.M.A. 1995. O Rio Grande do Sul descobre os seus “desertos”. *Ciência & Ambiente*, 11: 33-52.
- SUERTEGARAY, D.M.A. 1998. *Deserto Grande do Sul: controvérsia*. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 109 p.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. & VERDUM, R. (org.). 2001. *Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento. 84 p.
- TANNUS, J.L.S. & ASSIS, M.A. 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(3): 489-506.
- TRINDADE, J.P.P., QUADROS, F.L.F. & PILLAR, V.D. 2008. Vegetação campestre de areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul sob pastejo e com exclusão do pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(6): 771-779.
- VERDUM, R. 2004. Depressão Periférica e planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: VERDUM, R., BASSO, L.A. & SUERTEGARAY, D.M.A (Org.). *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 319 p.

LEGENDS:

Table 1: Families and species of sandy soil grasslands in southwestern Rio Grande do Sul state, with respective vouchers.

Table 2: Extinction-threatened species of Rio Grande do Sul state with records for grassland areas undergoing sandy patch process at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities.

Table 3: Restricted species registered for grassland areas in southwestern RS state.

Figure 1: Location of Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities in southwestern Rio Grande do Sul.

Figure 2: Percentual distribution of the families with higher richness values in sandy soil grasslands at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities, RS.

Figure 3: Genera with higher species richness, with the respective species number, of the sandy soil grasslands at Alegrete, Manoel Viana and São Francisco de Assis municipalities, RS.

Figure 4: Species frequently found at edges and cores of sandy patches. A - *Elionurus* sp.. B - *Vernonia brevifolia*. C - *Croton subpannosus* (habit). D - *C. subpannosus* (inflorescence detail).

Figure 5: A, B - *Senecio cisplatinus*, occurring in the areas most severely hit by the sandy patch process. C, D - *Senecio selloi*, occurring in grassland portions still untouched by the sandy patch process. E - *Vernonia macrocephala*, represented by a high number of individuals in a grassland area at São Francisco de Assis municipality. F - *V. macrocephala* inflorescence.

Figure 6: A - *Hexachlamys humilis*. B - *Eugenia arenosa*. C - *E. arenosa* individuals in a grassland areas undergoing sandy patch process at Jacaquá, São Francisco de Assis municipality. D - *Eugenia pitanga*. E - *E. plurisejala*. F - Grassland area with sandy patch process in Jacaquá, São Francisco de Assis, with specimens of *E. pitanga*, *E. arenosa* and *H. humilis*.

Figure 7: Species with potential attributes for recovering of grassland areas undergoing sandy patch process. A - *Acanthospermum australe* on exposed sand. B - *A. australe* in the edge of a sandy patch at São Francisco de Assis municipality. C - *Lupinus albescens* (habit). D - *L. albescens* inflorescence. E, F - *L. albescens* individuals in a grassland area undergoing sandy patch process at Cerro do Tigre locality, Alegrete municipality.

Figure 8: A - *Cerastium commersonianum*, exotic species naturalized in Brazil. B - *Croton lorentzii*, new record for Brazil, found at São Francisco de Assis municipality, Taquari district, Passo do Nagel locality. C - *Froelichia tomentosa*, cited as extinction threatened, frequently observed in the study area. D - *F. tomentosa* (inflorescence). E - *Butia lallemantii*, exclusive to the sandy grasslands found in the southwestern RS state. F - *Baccharis multifolia*, exclusive to the sandy grasslands found in the southwestern RS state.

Figure 9: A - *Butia lallemantii* specimens in a sandy patch at Manoel Viana municipality. B. Grassland area at São Francisco de Assis municipality with a large population of *Baccharis multifolia*. C. *Hesperozygis ringens*, endemic to the grasslands of RS. Species with restrict occurrence: D - *Asteropsis megapotamica* (habit). E - *A. megapotamica* (inflorescence). F - *Ipomoea malvaeoides* var. *lineariloba*.

Table 1

Family/Species	Voucher
ACANTHACEAE	
<i>Justicia axillaris</i> (Nees) Lindau	Freitas s.n. (HVAT1444)
<i>Stenandrium diphyllum</i> Nees	Freitas 576 (ICN)
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	Freitas s.n. (HVAT1721)
<i>Ruellia bulbifera</i> Lindau	Freitas 579 (ICN)
<i>Ruellia</i> sp.	Freitas 645 (ICN)
ALLIACEAE	
<i>Nothoscordum bonariense</i> (Pers.) Beauverd	Freitas 386 (ICN)
AMARANTHACEAE	
<i>Alternanthera hirtula</i> (Mart.) R.E. Fr.	Bruisma 002 (ICN)
<i>Alternanthera praelonga</i> A. St.-Hil.	Bruisma 069 (ICN)
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Freitas 055 (ICN)
<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	Mundeleski 020 (ICN)
<i>Gomphrena graminea</i> Moq.	Freitas 096 (ICN)
<i>Gomphrena perennis</i> L.	Freitas 378 (ICN)
<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L. f.) Mart.	Freitas 056 (ICN)
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Sprengel) Hicken	Freitas 335 (ICN)
ANACARDIACEAE	
<i>Schinus weinmannifolius</i> Engl.	Freitas 656 (ICN)
APIACEAE	
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell. ex Benth.	Freitas 365 (ICN)
<i>Centella hirtella</i> Nannf.	Freitas 649 (ICN)
<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schltdl.	Freitas 451 (ICN)
<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltdl.	Freitas 091 (ICN)
<i>Eryngium eriophorum</i> Cham. & Schltdl.	Mundeleski 051 (ICN)
<i>Eryngium horridum</i> Malme	Bruisma 008 (ICN)
<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Freitas 413 (ICN)
APOCYNACEAE	
<i>Asclepias campestris</i> Vell.	Freitas 387 (ICN)
<i>Asclepias mellodora</i> A. St.-Hil.	Freitas 652 (ICN)
<i>Blepharodon lineare</i> (Decne.) Decne.	Freitas 637 (ICN)
<i>Macrosiphonia longiflora</i> (Desf.) Müll. Arg.	Freitas 087 (ICN)
<i>Oxypetalum glomeratum</i> E. Fourn.	Freitas 516 (ICN)
<i>Oxypetalum</i> sp.	Freitas 333 (ICN)
<i>Oxypetalum solanoides</i> Hook. & Arn.	Freitas 417 (ICN)
<i>Tabernaemontana australis</i> Müll. Arg.	Freitas 385 (ICN)
ARECACEAE	
<i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori	Freitas 098 (ICN)
ARISTOLOCHIACEAE	
<i>Aristolochia sessilifolia</i> (Klotzsch) Duch.	Freitas 415 (ICN)
ASTERACEAE	
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Freitas 392 (ICN)
<i>Achyrocline marchiorii</i> Deble	Muller s.n. (ICN152811)
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Freitas 283 (ICN)
<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	Bruisma 063 (ICN)
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	Freitas 080 (ICN)
<i>Asteropsis megapotamica</i> (Spreng.) Marchesi, Bonifacino & Sancho	Mundeleski 040 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
ASTERACEAE (cont.)	
<i>Baccharis albolanosa</i> A.S. Oliveira & Deble	Freitas 506 (ICN)
<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	Freitas 489 (ICN)
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Bruisma 048 (ICN)
<i>Baccharis leptophylla</i> DC.	Freitas 287 (ICN)
<i>Baccharis multifolia</i> A.S.Oliveira, Deble & Marchiori	Bruisma 051 (ICN)
<i>Baccharis pseudotenuifolia</i> Malag.	Mundeleski 032 (ICN)
<i>Baccharis punctulata</i> DC.	Bruisma 051 (ICN)
<i>Baccharis riograndensis</i> Malag. & J.E. Vidal	Mundeleski 022 (ICN)
<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	Freitas s.n. (HVAT1479)
<i>Calea clematidea</i> Baker	Freitas 513 (ICN)
<i>Calea uniflora</i> Less.	Freitas 101 (ICN)
<i>Centratherum camporum</i> (Hassl.) Malme	Freitas 514 (ICN)
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burk.	Freitas 501 (ICN)
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	Freitas 288 (ICN)
<i>Chaptalia sinuata</i> (DC.) Baker	Heberle s.n.(ICN157298)
<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) S.F. Blake	Freitas 556 (ICN)
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> (Cabrera) Cabrera	Freitas 448 (ICN)
<i>Conyza primulifolia</i> (Lam.) Cuatrec. & Lourteig	Bruisma 064 (ICN)
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Freitas s.n. (HVAT1385)
<i>Eupatorium angusticeps</i> Malme	Freitas 180 (ICN)
<i>Eupatorium calyculatum</i> Hook. & Arn.	Freitas 641 (ICN)
<i>Eupatorium commersonii</i> (Cass.) Hieron.	Freitas 509 (ICN)
<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth	Freitas 493 (ICN)
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	Bruisma 049 (ICN)
<i>Eupatorium macrocephalum</i> Less.	Bruisma 062 (ICN)
<i>Eupatorium squarulosum</i> Hook. & Arn.	Bruisma 042 (ICN)
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. & Arn.	Freitas 099 (ICN)
<i>Eupatorium tanacetifolium</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Freitas 562 (ICN)
<i>Eupatorium tweedianum</i> Hook. & Arn.	Mundeleski 041 (ICN)
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Freitas 397 (ICN)
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Heberle s.n.(ICN157277)
<i>Gamochaeta falcata</i> (Lam.) Cabrera	Freitas 329 (ICN)
<i>Gamochaeta spicata</i> Cabrera	Freitas 391 (ICN)
<i>Gochnatia cordata</i> Less.	Freitas 508 (ICN)
<i>Hieracium commersonii</i> Monnier	Freitas 559 (ICN)
<i>Hypochaeris chillensis</i> (Kunth) Britton	Heberle s.n.(ICN157310)
<i>Hypochaeris megapotamica</i> Cabrera	Freitas 618 (ICN)
<i>Hysterionica filiformis</i> (Spreng.) Cabrera	Freitas 553 (ICN)
<i>Isostigma peucedanifolium</i> (Spreng.) Less.	Freitas 624 (ICN)
<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass.	Bruisma 018 (ICN)
<i>Lucilia nitens</i> Less.	Freitas 400 (ICN)
<i>Mikania thapsoides</i> DC.	Freitas 496 (ICN)
<i>Mikania trachypleura</i> B. L. Rob.	Freitas 426 (ICN)
<i>Noticastrum acuminatum</i> (DC.) Cuatrec.	Freitas 502 (ICN)
<i>Noticastrum diffusum</i> (Pers.) Cabrera	Bruisma 041 (ICN)
<i>Noticastrum gnaphalioides</i> (Baker) Cuatrec.	Freitas 086 (ICN)
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	Freitas 168 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
ASTERACEAE (cont.)	
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	Freitas 174 (ICN)
<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.	Freitas 178 (ICN)
<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	Freitas 108 (ICN)
<i>Pterocaulon polypterum</i> (DC.) Cabrera	Freitas 640 (ICN)
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less. var. <i>brasiliensis</i>	Freitas s.n. (HVAT1636)
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabrera	Freitas 020 (ICN)
<i>Senecio grisebachii</i> var. <i>schyzotus</i> Cabrera	Freitas s.n. (HVAT1633)
<i>Senecio leptolobus</i> DC.	Freitas 014 (ICN)
<i>Senecio oxyphyllus</i> DC.	Freitas 021 (ICN)
<i>Senecio riograndensis</i> Matzenbacher	Freitas s.n. (HVAT1557)
<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	Freitas 568 (ICN)
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Mundaleski 037 (ICN)
<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less.	Freitas 435 (ICN)
<i>Stenachaenium riedelii</i> Baker	Freitas 548 (ICN)
<i>Tagetes osteni</i> Hicken	Bruisma 066 (ICN)
<i>Trixis pallida</i> Less.	Freitas 511 (ICN)
<i>Trixis praestans</i> (Vell.) Cabrera	Freitas 574 (ICN)
<i>Trixis verbascifolia</i> (Gardner) S.F. Blake	Freitas 492 (ICN)
<i>Vernonia brevifolia</i> Less.	Freitas 370 (ICN)
<i>Vernonia cognata</i> Less.	Freitas 176 (ICN)
<i>Vernonia macrocephala</i> Less.	Freitas 436 (ICN)
<i>Vernonia megapotamica</i> Spreng.	Freitas 507 (ICN)
<i>Vernonia nudiflora</i> Less.	Freitas 267 (ICN)
<i>Vernonia sellowii</i> Less.	Spellmeier 094 (ICN)
BORAGINACEAE	
<i>Euploca salicoides</i> (Cham.) J.I.M. Melo & Semir	Freitas 646 (ICN)
<i>Cordia verbenacea</i> DC.	Freitas 557 (ICN)
BRASSICACEAE	
<i>Lepidium aletes</i> J.F. Macbr.	Freitas 577 (ICN)
BROMELIACEAE	
<i>Dyckia vicentensis</i> T. Strehl	Freitas 390 (ICN)
CACTACEAE	
<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman	Freitas 650 (ICN)
<i>Echinopsis oxygona</i> (Link) Zucc.	Freitas 626 (ICN)
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	Freitas 587 (ICN)
<i>Frailea cataphracta</i> (Dams) Britton & Rose	Sem testemunho
CAMPANULACEAE	
<i>Lobelia hederacea</i> Cham.	Freitas 518 (ICN)
<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.	Freitas 456 (ICN)
CARYOPHYLLACEAE	
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Freitas 035 (ICN)
<i>Cerastium commersonianum</i> DC.	Freitas 011 (ICN)
<i>Paronychia brasiliana</i> DC.	Freitas 357 (ICN)
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	Freitas s.n. (HVAT1637)
<i>Silene gallica</i> L.	Heberle s.n. (ICN157287)
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Freitas 332 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
CARYOPHYLLACEAE (cont.)	
CISTACEAE	
<i>Helianthemum brasiliense</i> (Lam.) Pers.	Heberle s.n.(ICN157286)
COMMELINACEAE	
<i>Commelina erecta</i> L.	Freitas 424 (ICN)
<i>Commelina rufipes</i> var. <i>glabrata</i> (D.R.Hunt) Faden & D.R. Hunt	Freitas 079 (ICN)
<i>Tradescantia umbraculifera</i> Hand.-Mazz.	Freitas 657 (ICN)
CONVOLVULACEAE	
<i>Cuscuta xanthochortos</i> Mart.	Freitas 078 (ICN)
<i>Dichondra sericea</i> Swartz	Freitas 434 (ICN)
<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees & C. Mart.	Freitas 423 (ICN)
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	Santos s.n. (ICN148690)
<i>Evolvulus sericeus</i> f. <i>pedunculatus</i> Ooststr.	Freitas 069 (ICN)
<i>Ipomoea kunthiana</i> Meisn.	Freitas 615 (ICN)
<i>Ipomoea malvaeoides</i> var. <i>lineariloba</i> Hallier	Freitas 449 (ICN)
<i>Ipomoea nitida</i> Griseb.	Freitas 616 (ICN)
CYPERACEAE	
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatior</i> Osten	Freitas 351 (ICN)
<i>Bulbostylis major</i> Palla	Freitas 659 (ICN)
<i>Bulbostylis sphaerocephala</i> (Boeck.) C.B. Clarke	Freitas 289 (ICN)
<i>Carex phalaroides</i> Kunth	Freitas 552 (ICN)
<i>Carex sororia</i> Kunth	Freitas 500 (ICN)
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Freitas 272 (ICN)
<i>Cyperus</i> sp.	Spellmeier 090 (ICN)
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	Heberle s.n.(ICN157276)
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	Freitas 376 (ICN)
<i>Lipocarpa humboldtiana</i> Nees	Freitas 175 (ICN)
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Galé	Heberle s.n.(ICN157275)
DROSERACEAE	
<i>Drosera brevifolia</i> Pursh	Freitas 550 (ICN)
ERICACEAE	
<i>Agarista eucalyptoides</i> (Cham. & Schltdl.) G. Don	Freitas 639 (ICN)
EUPHORBIACEAE	
<i>Acalypha communis</i> Müll. Arg.	Freitas 427 (ICN)
<i>Croton echinulatus</i> (Griseb.) Croizat	Freitas 555 (ICN)
<i>Croton glandulosus</i> L.	Freitas 200 (ICN)
<i>Croton lorentzii</i> Müll. Arg. ex Griseb.	Bruisma 006 (ICN)
<i>Croton parvifolius</i> Müll. Arg.	Schneider 1581 (ICN)
<i>Croton subpannosus</i> Müll. Arg. ex Griseb.	Freitas 049 (ICN)
<i>Euphorbia caecorum</i> Mart. ex Boiss.	Freitas 422 (ICN)
<i>Euphorbia papillosa</i> A. St.-Hil.	Freitas 349 (ICN)
<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	Freitas 082 (ICN)
<i>Euphorbia</i> sp.	Freitas 663 (ICN)
<i>Jatropha isabelliae</i> Müll. Arg.	Freitas 377 (ICN)
<i>Manihot</i> sp.	Freitas 564 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
EUPHORBIACEAE (cont.)	
<i>Sapium haemospermum</i> Müll. Arg.	Santos s.n. (ICN156290)
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>graciliramea</i> Pax & K. Hoffm.	Freitas 092 (ICN)
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>intercedens</i> (Müll. Arg.) Pax	Freitas 445 (ICN)
FABACEAE	
<i>Aeschynomene histrix</i> var. <i>incana</i> (Vogel) Benth.	Freitas 044 (ICN)
<i>Arachis burkartii</i> Handro	Freitas 402 (ICN)
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) E. Greene var. <i>flexuosa</i>	Spellmeier 089 (ICN)
<i>Chamaecrista repens</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Bruisma 005 (ICN)
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Freitas 189 (ICN)
<i>Clitoria nana</i> Benth.	Freitas 188 (ICN)
<i>Crotalaria tweediana</i> Benth.	Freitas 421 (ICN)
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Freitas 443 (ICN)
<i>Desmanthus</i> sp.	Muller s.n. (ICN159196)
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Freitas 638 (ICN)
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Santos s.n. (ICN148691)
<i>Eriosema tacuareboense</i> Arechav.	Freitas 094 (ICN)
<i>Galactia benthamiana</i> Micheli	Freitas 623 (ICN)
<i>Galactia gracillima</i> Benth.	Freitas 648 (ICN)
<i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn.	Freitas 317 (ICN)
<i>Lupinus bracteolaris</i> Desr.	Freitas 595 (ICN)
<i>Lupinus lanatus</i> Benth.	Heberle s.n. (ICN158799)
<i>Macropodium heterophyllum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Maréchal & Baudet	Bruisma 072 (ICN)
<i>Macropodium prostratum</i> (Benth.) Urb.	Freitas 116 (ICN)
<i>Mimosa bifurca</i> Benth.	Freitas 575 (ICN)
<i>Pomaria pilosa</i> (Vogel) B.B. Simpson & G.P. Lewis	Sem testemunho
<i>Rhynchosia corylifolia</i> Mart. ex Benth.	Freitas 084 (ICN)
<i>Rhynchosia lineata</i> Benth.	Freitas 085 (ICN)
<i>Senna pillifera</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Freitas 455 (ICN)
<i>Senna scabriuscula</i> (Vogel) H. S. Irwin & Barneby	Lima s.n. (ICN151412)
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>subviscosa</i> Benth.	Spellmeier 099 (ICN)
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Freitas 383 (ICN)
<i>Stylosanthes</i> sp.	Freitas s.n. (HVAT1402)
<i>Vigna peduncularis</i> var. <i>clitorioides</i> (Mart. ex Benth.) Maréchal, Mascherpa & Stainier	Freitas 617 (ICN)
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Freitas 393 (ICN)
<i>Zornia</i> sp.	Freitas 596 (ICN)
GESNERIACEAE	
<i>Sinningia stricta</i> (Hook. & Arn.) Wiehler	Freitas 642 (ICN)
HYPERICACEAE	
<i>Hypericum connatum</i> Lam.	Freitas 177 (ICN)
IRIDACEAE	
<i>Cypella herbertii</i> Kook.	Bruisma 057 (ICN)
<i>Sisyrinchium hasslerianum</i> Baker	Freitas 356 (ICN)
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Freitas 322 (ICN)
<i>Sisyrinchium ostenianum</i> Beauv.	Heberle s.n. (ICN159211)
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	Freitas 573 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
JUNCEAE	
<i>Juncus capillaceus</i> Lam.	Lima s.n. (ICN157268)
<i>Juncus scirpoides</i> Lam.	Spellmeier 110 (ICN)
LAMIACEAE	
<i>Hesperozygis ringens</i> Benth.	Bruisma 007 (ICN)
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.	Freitas 494 (ICN)
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Santos s.n. (ICN159202)
<i>Marsypianthes hassleri</i> Briq.	Freitas 062 (ICN)
<i>Peltodon longipes</i> Kunth ex Benth.	Mundaleski 055 (ICN)
<i>Salvia ovalifolia</i> A. St.-Hil.	Freitas 498 (ICN)
LAURACEAE	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Heberle s.n.(ICN158803)
LOGANIACEAE	
<i>Spigelia stenophylla</i> Progel	Sem testemunho
LYTHRACEAE	
<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng.	Bruisma 060 (ICN)
MALPIGHIACEAE	
<i>Galphimia</i> sp.	Freitas 605 (ICN)
<i>Heteropterys</i> sp.	Freitas 446 (ICN)
MALVACEAE	
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristobal	Spellmeier 092 (ICN)
<i>Hochreutinera hasslerana</i> (Hochr.) Krapov.	Freitas 171 (ICN)
<i>Krapovickasia flavescens</i> (Cav.) Fryxell	Freitas 043 (ICN)
<i>Krapovickasia urticifolia</i> (A. St.-Hil.) Fryxell	Freitas 660 (ICN)
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Freitas 037 (ICN)
<i>Sida vespertina</i> Ekman	Mundaleski 058 (ICN)
<i>Sida viarum</i> A. St.-Hil.	Bruisma 014 (ICN)
<i>Sida</i> sp.	Freitas 619 (ICN)
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Freitas 064 (ICN)
MELASTOMATACEAE	
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	Bruisma 067 (ICN)
MOLLUGINACEAE	
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Freitas 431 (ICN)
MORACEAE	
<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	Freitas 416 (ICN)
MYRTACEAE	
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Freitas 653 (ICN)
<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.	Freitas 352 (ICN)
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	Freitas 581 (ICN)
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	Freitas 572 (ICN)
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	Freitas 105 (ICN)
<i>Eugenia plurisepala</i> Barb. Rodr. ex Chodat & Hassl.	Freitas 042 (ICN)
<i>Hexachlamys humilis</i> O. Berg	Freitas 319 (ICN)
<i>Myrcia verticillaris</i> O. Berg	Freitas 265 (ICN)
<i>Myrceugenia campestris</i> (DC.) D. Legrand & Kausel	Freitas 644 (ICN)
<i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	Freitas 197 (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
ONAGRACEAE	
<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) Hara	<i>Spellmeier 111</i> (ICN)
<i>Oenothera molissima</i> L.	<i>Freitas 419</i> (ICN)
OROBANCHACEAE	
<i>Agalinis communis</i> (Cham. & Schltdl.) D'Arcy	<i>Freitas 661</i> (ICN)
<i>Buchnera longifolia</i> Kunth	<i>Freitas 613</i> (ICN)
OXALIDACEAE	
<i>Oxalis lasiopetala</i> Zucc.	<i>Freitas 488</i> (ICN)
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	<i>Freitas 560</i> (ICN)
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	<i>Freitas 009</i> (ICN)
<i>Oxalis hispidula</i> Zucc.	<i>Freitas s.n.</i> (HVAT1529)
<i>Oxalis perdicaria</i> (Molina) Bertero	<i>Freitas 490</i> (ICN)
PLANTAGINACEAE	
<i>Angelonia integerrima</i> Spreng.	<i>Freitas 077</i> (ICN)
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	<i>Freitas 394</i> (ICN)
<i>Scoparia ericacea</i> Cham. & Schltdl.	<i>Freitas 389</i> (ICN)
<i>Scoparia montevidensis</i> (Kuntze) R.E. Fr.	<i>Freitas 551</i> (ICN)
POACEAE	
<i>Agrostis montevidensis</i> Spreng. ex Nees var. <i>montevidensis</i>	<i>Bruisma 059</i> (ICN)
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	<i>Spellmeier 085</i> (ICN)
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel	<i>Freitas 053</i> (ICN)
<i>Andropogon ternatus</i> (Spreng.) Nees	<i>Freitas 440</i> (ICN)
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	<i>Freitas 274</i> (ICN)
<i>Aristida condylifolia</i> Caro	<i>Spellmeier 091</i> (ICN)
<i>Aristida filifolia</i> (Arechav.) Herter	<i>Muller s.n.</i> (ICN153139)
<i>Aristida glaziowii</i> Hack. ex Henrard	<i>Freitas 277</i> (ICN)
<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	<i>Freitas 109</i> (ICN)
<i>Axonopus affinis</i> Chase	<i>Freitas s.n.</i> (HVAT1639)
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	<i>Freitas 342</i> (ICN)
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhlm.	<i>Freitas 344</i> (ICN)
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlm.	<i>Freitas 182</i> (ICN)
<i>Axonopus suffultus</i> (Mikan ex Trin.) Parodi	<i>Santos s.n.</i> (ICN148682)
<i>Briza subaristata</i> Lam.	<i>Freitas 569</i> (ICN)
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	<i>Freitas s.n.</i> (HVAT1723)
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Mundeleski 027</i> (ICN)
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould et C.A. Clark var. <i>sabulorum</i>	<i>Freitas 345</i> (ICN)
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	<i>Freitas 491</i> (ICN)
<i>Digitaria eriantha</i> subsp. <i>pentzii</i> (Stent) P.D.F.Kok	<i>Mundeleski 040</i> (ICN)
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	<i>Freitas 437</i> (ICN)
<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam.	<i>Mundeleski 028</i> (ICN)
<i>Elionurus</i> sp.	<i>Freitas 338</i> (ICN)
<i>Eragrostis articulata</i> (Schrank) Nees	<i>Freitas 051</i> (ICN)
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	<i>Freitas s.n.</i> (HVAT1473)
<i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees	<i>Freitas 314</i> (ICN)
<i>Eragrostis leucosticta</i> Nees ex Döll	<i>Freitas 089</i> (ICN)
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	<i>Freitas 347</i> (ICN)
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link subsp. <i>mexicana</i>	<i>Freitas 263</i> (ICN)

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
POACEAE (cont.)	
<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	Freitas 047 (ICN)
<i>Eragrostis plana</i> Nees	Freitas 186 (ICN)
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	Freitas 275 (ICN)
<i>Eustachys distichophylla</i> (Lag.) Nees	Freitas 531 (ICN)
<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth	Freitas 075 (ICN)
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	Freitas 280 (ICN)
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees	Freitas 268 (ICN)
<i>Melica eremophila</i> M. A. Torres	Freitas 504 (ICN)
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Freitas 012 (ICN)
<i>Microchloa indica</i> (L. F.) P. Beauv.	Freitas s.n. (HVAT1562)
<i>Panicum olyroides</i> Kunth	Freitas 602 (ICN)
<i>Panicum tricholaenoides</i> Steud.	Freitas 102 (ICN)
<i>Pappophorum macrospermum</i> Roseng., B.R. Arrill. & Izag.	Freitas 264 (ICN)
<i>Paspalum leptum</i> Schult. (= <i>Paspalum nicorae</i> Parodi)	Freitas 033 (ICN)
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Freitas 185 (ICN)
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Freitas 312 (ICN)
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Freitas 534 (ICN)
<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flüggé	Freitas 497 (ICN)
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Freitas 346 (ICN)
<i>Poa lanigera</i> Nees	Freitas 561 (ICN)
<i>Schizachyrium imberbe</i> (Hack.) A. Camus	Freitas 594 (ICN)
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng. B.R. Arrill. & Izag.	Santos s.n. (ICN152719)
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	Freitas 036 (ICN)
<i>Schizachyrium</i> sp.	Freitas 660 (ICN)
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Freitas 066 (ICN)
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. var. <i>indicus</i>	Freitas s.n. (HVAT1466)
<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash	Freitas s.n. (HVAT1406)
<i>Stipa melanosperma</i> J. Presl	Freitas 313 (ICN)
<i>Trachypogon montufarii</i> (Kunth) Nees var. <i>montufarii</i>	Freitas 337 (ICN)
<i>Vulpia australis</i> (Nees ex Steud.) C. H. Blom	Heberle s.n. (ICN157283)
PODOCARPACEAE	
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Freitas 103 (ICN)
POLYGALACEAE	
<i>Monnina cuneata</i> A. St.-Hil.	Freitas 592 (ICN)
<i>Monnina tristaniana</i> A. St.-Hil.	Mundeleski 052 (ICN)
<i>Polygala molluginifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.	Mundeleski 056 (ICN)
<i>Polygala pulchella</i> A. St.-Hil. & Moq.	Freitas 578 (ICN)
PORTULACACEAE	
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Freitas 208 (ICN)
<i>Portulaca</i> sp.	Freitas 432 (ICN)
RUBIACEAE	
<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	Spellmeier 123 (ICN)
<i>Galianthe verbenoides</i> (Cham. & Schlcht.) Griseb.	Fleig 138 (ICN)
<i>Galium atherodes</i> Spreng.	Bruisma 061 (ICN)
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	Freitas 167 (ICN)
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Sem testemunho

Table 1 (cont.)

Family/Species	Voucher
RUBIACEAE (cont.)	
<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	<i>Freitas 371</i> (ICN)
<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	<i>Freitas 398</i> (ICN)
<i>Spermacoce brachystemonoides</i> Cham. & Schltld.	<i>Freitas 040</i> (ICN)
<i>Spermacoce poaya</i> A. St.-Hil.	<i>Freitas 425</i> (ICN)
<i>Spermacoce tenella</i> Kunth	<i>Freitas 520</i> (ICN)
<i>Staelia thymoides</i> Cham. & Schltld.	<i>Santos s.n.</i> (ICN159144)
RUTACEAE	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	<i>Freitas 654</i> (ICN)
SAPOTACEAE	
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	<i>Freitas 535</i> (ICN)
SOLANACEAE	
<i>Calibrachoa thymifolia</i> (A. St.-Hil.) Stehmann & Semir	<i>Freitas 107</i> (ICN)
<i>Petunia integrifolia</i> Schinz & Thell.	<i>Bruisma 054</i> (ICN)
<i>Solanum americanum</i> Mill.	<i>Freitas 285</i> (ICN)
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat	<i>Freitas 038</i> (ICN)
TURNERACEAE	
<i>Piriqueta suborbicularis</i> (A. St.-Hil. & Naudin) Arbo	<i>Freitas 519</i> (ICN)
<i>Turnera sidoides</i> subsp. <i>integrifolia</i> (Griseb.) Arbo	<i>Heberle s.n.</i> (ICN159199)
VERBENACEAE	
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	<i>Freitas 173</i> (ICN)
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small	<i>Freitas 583</i> (ICN)
<i>Glandularia tenera</i> (Spreng.) Cabrera	<i>Freitas 010</i> (ICN)
<i>Glandularia thymoides</i> (Cham.) N. O'Leary	<i>Freitas 503</i> (ICN)
<i>Lantana camara</i> L.	<i>Freitas 571</i> (ICN)
<i>Lippia arechavaletae</i> Moldenke	<i>Freitas 081</i> (ICN)
<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	<i>Mundeleski 044</i> (ICN)
VIOLACEAE	
<i>Hybanthus bicolor</i> (A. St.-Hil.) A. St.-Hil. & Baill.	<i>Freitas 045</i> (ICN)

Table 2

Family/Species	Threat rank
AMARANTHACEAE	
<i>Alternanthera hirtula</i> (Mart.) R.E. Fr.	Endangered
<i>Alternanthera praelonga</i> A. St.-Hil.	Critically endangered
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Critically endangered*
<i>Gomphrena graminea</i> Moq.	Vulnerable
<i>Gomphrena perennis</i> L.	Vulnerable
<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L. f.) Mart.	Vulnerable
ASTERACEAE	
<i>Eupatorium angusticeps</i> Malme	Probably extinct
<i>Gochnatia cordata</i> Less.	Endangered
<i>Trixis pallida</i> Less.	Endangered
CACTACEAE	
<i>Echinopsis oxygona</i> (Link) Zucc.	Vulnerable
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	Vulnerable
LAMIACEAE	
<i>Hesperozygis ringens</i> Benth.	Endangered
MALVACEAE	
<i>Hochreutinera hasslerana</i> (Hochr.) Krapov.	Vulnerable
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Vulnerable
MORACEAE	
<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	Vulnerable
MYRTACEAE	
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	Endangered

Table 3

Family/Species	Geographic distribution
APIACEAE	
<i>Eryngium ciliatum</i>	Uruguay and dry grasslands of RS state (Central Depression, Missões and Campanha regions).
ARECACEAE	
<i>Butia lallemantii</i>	Exclusive to sandy soil grasslands of southwestern RS.
ASTERACEAE	
<i>Achyrocline marchiorii</i>	Endemic to sandy and rocky grasslands of the Campanha Gaúcha region.
<i>Asteropsis megapotamica</i>	Sandy and rocky grasslands of RS state and Uruguay.
<i>Baccharis albolanosa</i>	Sandy soil grasslands of southwestern RS.
<i>Baccharis multifolia</i>	Sandy soil grasslands of southwestern RS.
<i>Baccharis riograndensis</i>	Endemic to RS, in dry or rocky grasslands, especially in the state's southernmost half.
<i>Gochnatia cordata</i>	RS, in sandy soil grasslands, Uruguay and NE Argentina up to Entre Ríos province.
<i>Hysterionica filiformis</i>	Southern Brazil, Uruguay and NE Argentina.
<i>Noticastrum acuminatum</i>	Sandy soil grasslands and coastal dunes in southern Brazil, Uruguay and NE Argentina.
<i>Noticastrum diffusum</i>	Dry and rocky grasslands of southern Brazil, Uruguay and central/NE Argentina.
<i>Senecio cisplatinus</i>	Sandy patches in RS, Uruguay and NE Argentina.
<i>Senecio riograndensis</i>	Endemic to RS, in Coastal grasslands, Central Depression, Campanha and Planalto Médio regions.
CONVOLVULACEAE	
<i>Ipomoea malvaeoides</i> var. <i>lineariloba</i>	Dry grasslands of RS, Paraguay, Argentina and Uruguay.
<i>Ipomoea nitida</i>	RS (Missões and Campanha regions) and Argentina.
EUPHORBIACEAE	
<i>Croton lorentzii</i>	Central/NE Argentina and Uruguay. In Brazil, is found in southwestern RS.
FABACEAE	
<i>Lupinus albescens</i>	Uruguay (W), Argentina and Paraguay. In Brazil, only in RS (Litoral, Campanha and Missões regions).
LAMIACEAE	
<i>Hesperozygis ringens</i>	Endemic to the southern grasslands of RS (Serra do Sudeste and Missões regions).
MYRTACEAE	
<i>Myrcia verticillaris</i>	Clean and stony grasslands of Uruguay and RS (Campanha, Central Depression, Missões and Serra do Sudeste regions).
POACEAE	
<i>Pappophorum macrospermum</i>	Sandy soil grasslands of Central/N Uruguay, southern RS and NE Argentina.

Figure 1

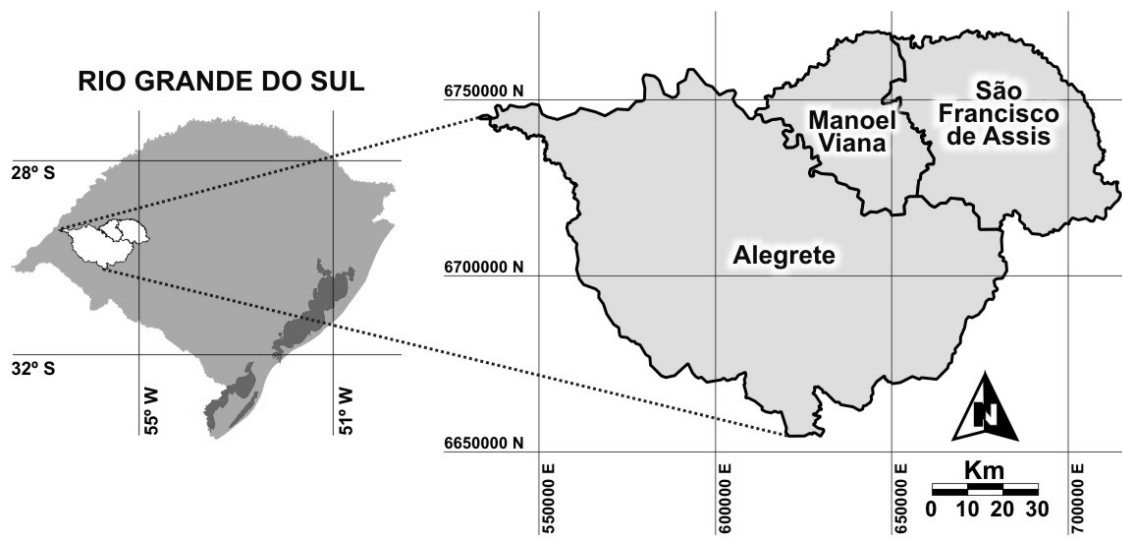


Figure 2

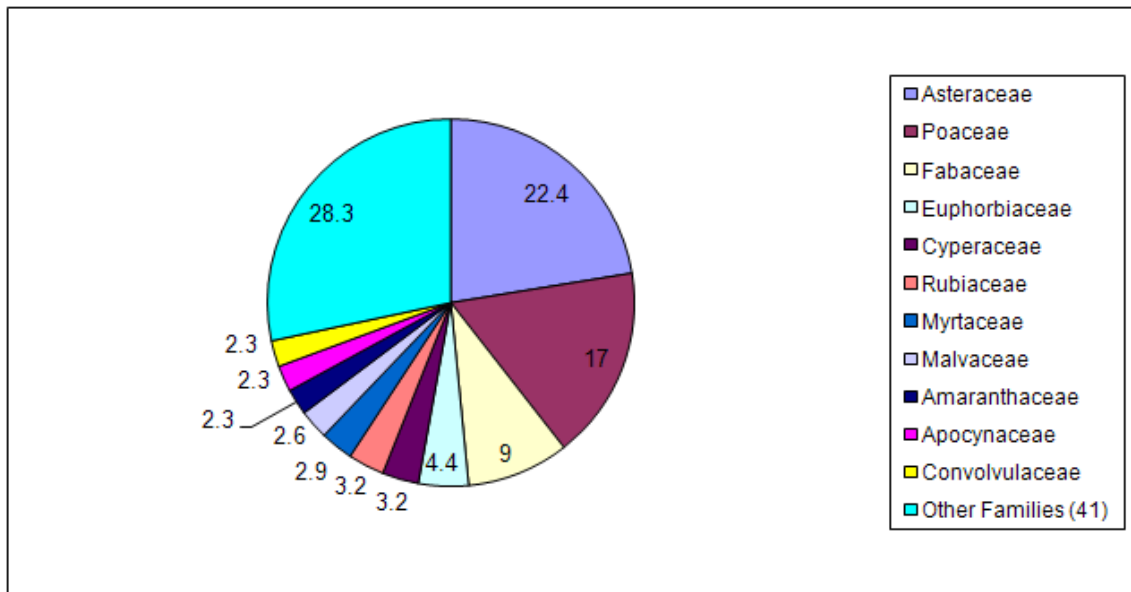


Figure 3

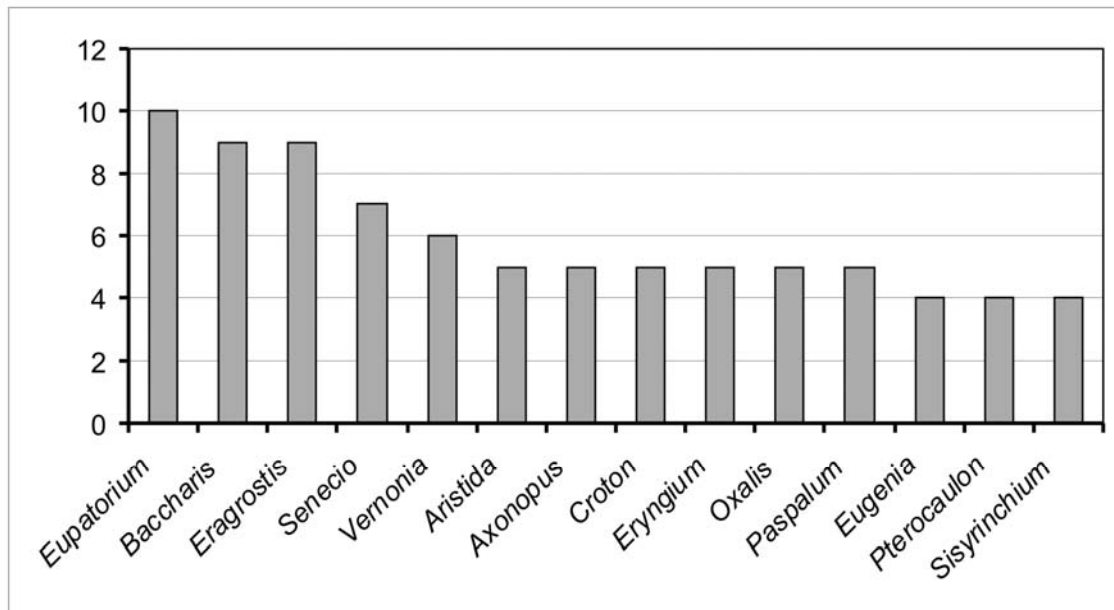


Figure 4



Figure 5



Figure 6



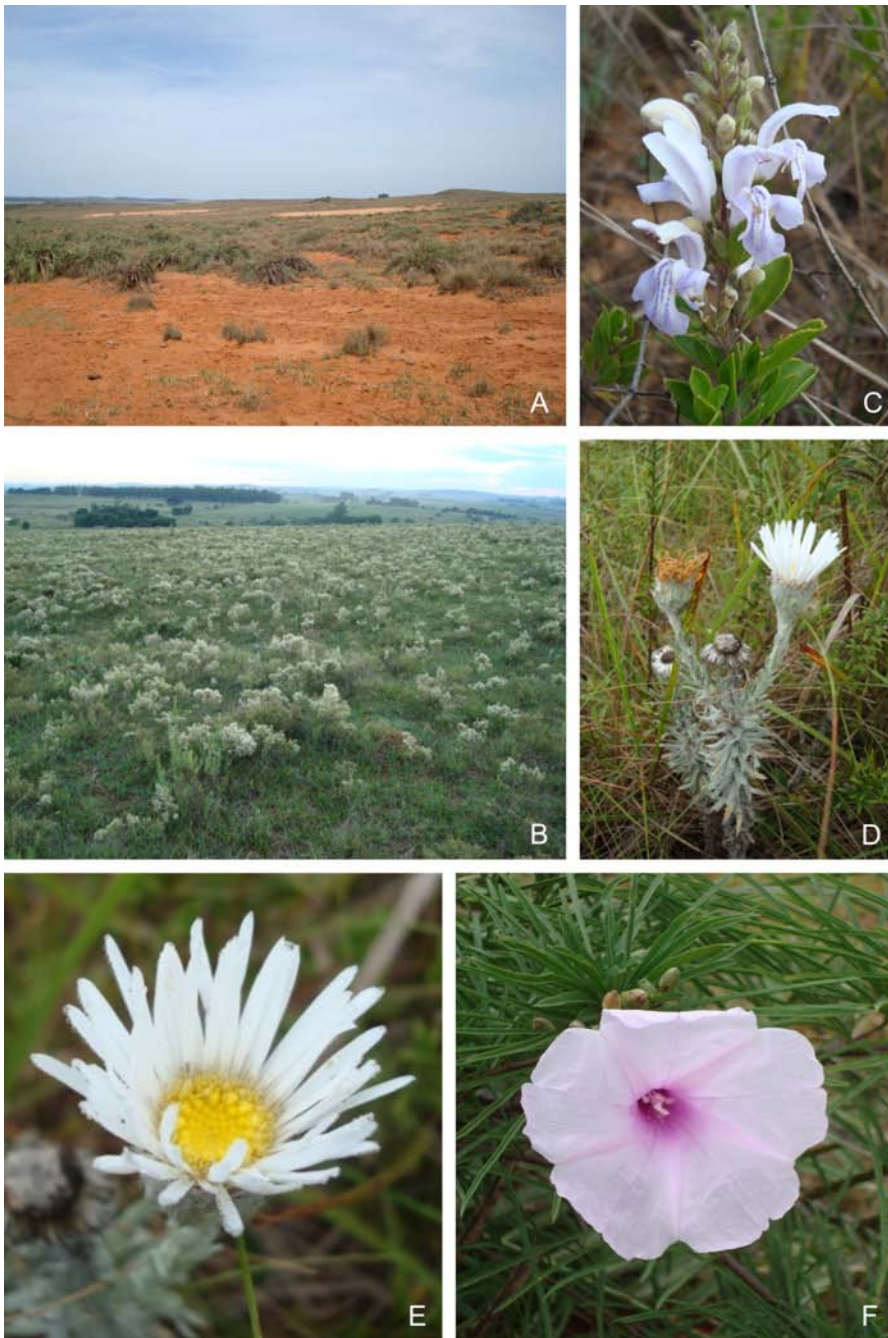
Figure 7



Figure 8



Figure 9



Artigo 2



Calibrachoa thymifolia

Estratégias adaptativas das plantas em campos de solos arenosos
do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil

Este artigo será submetido para publicação na Revista Flora após tradução.

**Estratégias adaptativas das plantas em campos de solos arenosos do sudoeste do
Rio Grande do Sul, Brasil**

Elisete Maria de Freitas^{4, 2}, Rafael Trevisan¹, Ilsi Iob Boldrini¹, Sandra Cristina Müller³

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

²Museu de Ciências Naturais, Centro Universitário Univates. Av. Avelino Tallini, 171. CEP 95900-000 Lajeado, RS, Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43422, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

⁴Corresponding author. E-mail address: elicauf@univates.br

Resumo

Nos campos de solos arenosos no sudoeste do Rio Grande do Sul predominam condições de déficit hídrico, radiação solar intensa, temperaturas extremas, baixa fertilidade do solo, uso das áreas para a pecuária, além do processo de arenização. O presente estudo teve como objetivos avaliar os principais tipos de estratégias adaptativas apresentadas pelas espécies desses campos, verificar suas proporções ao longo de um gradiente de cobertura vegetal (alta, intermediária e baixa) e o padrão de distribuição dos hábitos e adaptações nessas áreas quando sob pastejo e quando excluídas de pastejo. Todas as espécies registradas foram avaliadas quanto à presença de estratégias adaptativas ao estresse. De modo quantitativo, um campo pastejado e um campo com exclusão de pastejo foram levantados quanto à cobertura de suas espécies. As espécies foram classificadas em grupos funcionais (método indutivo) de acordo com suas estratégias. Estes grupos foram submetidos a análises de variância multivariada e de ordenação para avaliação dos padrões de variação dos grupos de acordo com a cobertura vegetal nos dois campos estudados. 89,5% das espécies apresentaram uma ou mais adaptações a fatores de estresse, sendo as adaptações foliares e os órgãos subterrâneos desenvolvidos as estratégias mais frequentes. As espécies do campo excluído de pastejo formaram sete grupos nítidos de acordo com as estratégias mais relacionadas à condição de solo exposto, enquanto que no campo pastejado formaram-se seis grupos. A presença marcante de gramíneas reptantes no campo pastejado e a ausência delas no campo excluído indicam que o regime de pastejo é fator determinante para a alteração da composição e da fisionomia dos campos de solos arenosos. Por outro lado, a presença de caracteres adaptativos, especialmente órgãos subterrâneos, ciclo de vida curto, gemas protegidas e adaptações foliares, nos dois campos, parece caracterizar as espécies dos campos de solos arenosos, cujas condições climáticas e edáficas são comuns.

Palavras-chave: Bioma Pampa, arenização, caracteres adaptativos, estresse em plantas, solos arenosos.

Introdução

O estresse em plantas pode ser entendido como a influência de fatores do ambiente sobre um organismo, diminuindo seu desempenho em processos fisiológicos, como a fotossíntese ou o crescimento, ou ainda, provocando restrições reprodutivas e redução das chances de sobrevivência. Os diversos fatores, tanto bióticos quanto abióticos, capazes de provocar o estresse, estão presentes em qualquer ambiente em que as plantas crescem (Larcher 2000).

Quando em ambientes de estresse, as espécies podem apresentar mecanismos de proteção entre o ambiente e o interior das células. Esses mecanismos de adaptações (fisiológicas, anatômicas ou morfológicas) desenvolvidos por plantas submetidas a limitações impostas pelos habitats onde ocorrem, possibilitam às mesmas obter maior sucesso frente às tensões ambientais (Berry 1975; Larcher 2000; Schlichting 2002).

O surgimento dessas adaptações é estimulado pela exposição aos fatores de estresse e ocorre a partir de mutações casuais e recombinações gênicas, as quais são mantidas numa população por seleção natural (Schlichting 2002). Dessa forma, os fatores de estresse atuam como filtros ambientais, definindo quais espécies, presentes em escala regional, estarão representadas em escala local, favorecidas pelas estratégias adaptativas que apresentam (Ratter e Oliveira-Filho 2002). As adaptações possibilitam maior sucesso de colonização das espécies, pois ambientes adversos dificultam ou impedem a instalação de indivíduos que não possuem determinadas características adaptativas (Faleiro e Saiki 2007).

Bokhari et al. (1987) afirmam que, para lidar com o ambiente inóspito dos desertos, as plantas têm desenvolvido estratégias para ajustar o comportamento estomático, a taxa de transpiração e fotossíntese, o potencial hídrico e o uso eficiente da água disponível. Para os autores, essas estratégias garantem a sobrevivência das espécies ao invés de promover a alta produtividade. As características das plantas podem constituir importantes ferramentas para responder a diferentes condições climáticas (De Bello et al. 2005). Da mesma forma que os desertos, formações vegetais campestres com afloramentos rochosos e restingas são ecossistemas interessantes para estudos sobre estratégias adaptativas ao estresse (p.e. Scarano 2002).

Os campos sobre solos arenosos, localizados no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil, pertencentes ao Bioma Pampa (IBGE 2004, Bilenca e Miñarro 2004), são caracterizados pela alta suscetibilidade a processos erosivos, déficits hídricos após curtos períodos de estiagem, alta evapotranspiração e baixa fertilidade do solo (Klamt e Schneider 1995, Azevedo e Kaminski 1995, Verdum 2004). A esses fatores também se associam as altas taxas de incidência solar por várias horas do dia durante o verão, as temperaturas extremas no verão e no inverno e os distúrbios de pastoreio promovidos pelos rebanhos bovino e ovino. Se as características ambientais dos desertos e outros ambientes semi-áridos são capazes de promover o desenvolvimento de caracteres que garantam a sobrevivência das espécies, é de se supor que as características ambientais desses campos também tenham promovido o surgimento de estratégias adaptativas ao longo do tempo, ou que tenham selecionado as espécies portadoras de caracteres que favoreçam a sobrevivência quando expostas a determinados distúrbios.

O presente estudo tem como objetivos, avaliar a presença de estratégias adaptativas nas espécies, os principais tipos e a proporção em que ocorrem nos campos sobre solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul. Além disso, considerando a

influência dos distúrbios associada às condições adversas do ecossistema para a sobrevivência e performance das espécies vegetais, verificar se as adaptações e a proporção que ocupam variam de acordo com diferentes percentuais de cobertura vegetal em dois campos (com e sem pastejo) com arenização.

Material e métodos

Área de estudo

Situado no sul do Brasil, na região sudoeste de seu estado mais austral, o Rio Grande do Sul, o local de estudo abrange uma área de campo nativo do município de Alegrete e duas de São Francisco de Assis, localizada entre as latitudes 29°00'S e 31°00'S e as longitudes 54°30'W e 58°45'W.

O solo apresenta textura arenosa e silte arenosa, sendo classificado como Neossolo Quartzarênico Órticos típicos (Streck et al. 2008). Estes solos apresentam déficits hídricos mesmo em curtos períodos de estiagem (Klamt e Schneider 1995), alta suscetibilidade à erosão e baixa fertilidade (Azevedo e Kaminski 1995). Através da erosão pluvial e eólica, cujo processo é localmente denominado arenização, a vegetação é removida e/ou soterrada, formando manchas de areia (Suertegaray 1998).

O clima é subtropical úmido (Moreno 1961), com precipitação média anual de 1.400 mm (Nimer 1979), porém com ocorrência de períodos de reduzida precipitação (Freitas et al. 2009) aliada à elevada demanda evaporativa da atmosfera (Leivas et al. 2006). A temperatura média varia de 14,3°C no inverno até 26,3°C no verão (Nimer 1979). As máximas e mínimas absolutas podem chegar a 40°C e -4°C, respectivamente (Cordeiro e Soares 1975), com formação frequente de geadas no inverno. No verão, ocorrem altos níveis de irradiação solar durante várias horas do dia.

A criação de gado ovino e bovino é comum nesses campos desde o século XVII (Porto 1954).

Coleta de dados

Para demonstrar a ocorrência de caracteres adaptativos da flora campestre sobre solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul, foi utilizada a lista florística apresentada por Freitas et al. (2010). Para cada uma das espécies foi verificada a presença ou a ausência das adaptações através de análise das plantas coletadas e incorporadas ao acervo do Herbário ICN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e de observações a campo.

Para avaliar a proporção das estratégias adaptativas de acordo com a proporção de cobertura vegetal das espécies em diferentes comunidades campestres, fez-se um estudo quantitativo em novembro de 2007 em dois campos. Um dos campos se encontrava excluído de pastejo (EP) há cerca de oito anos e o outro estava sob pressão de pastejo (CP) de bovinos e ovinos. No campo excluído foram utilizadas 36 unidades amostrais (UAs) de 0,5 m X 2,5 m (1,25 m²), enquanto que no campo pastejado foram 24 UAs, distribuídas nas proximidades dos areais, de modo a contemplar igualmente unidades com maior e menor proporção de cobertura vegetal (parcelas distribuídas sistematicamente em locais com cobertura alta, intermediária e baixa) nas três condições de manejo.

Em todas as UAs foram levantadas as espécies e sua respectiva cobertura, estimada em classes de intervalo de 10%, sendo as primeiras classes mais refinadas – menor de 1%, entre 1 e 2,5%, entre 2,5 e 5% e entre 5 e 10%. O sistema botânico de classificação segue a APG II (2003).

Foram selecionadas diferentes adaptações que as plantas podem apresentar para resistir aos fatores de estresse desses campos: foliares (AF) (folhas coriáceas, folhas reduzidas ou ausentes, folhas e ramos seríceos, cerosidade em folhas e ramos, pecíolo curto/ausente e abscisão foliar), órgãos subterrâneos desenvolvidos (OS)

(bulbos, rizomas, rizóforos, raízes tuberosas, raízes profundas, xilopódios), suculência em caules e folhas (SC), ciclo de vida curto (CC) (anual ou bianual) e gemas de regeneração protegidas (GP). Esta última foi considerada para àquelas espécies com estruturas de proteção das gemas, porém sem órgãos subterrâneos, que por sua vez também têm suas gemas protegidas. Foi verificada também a ocorrência de espécies com metabolismo C₄ e CAM (ambas representadas pela sigla ME).

Como folhas reduzidas foram consideradas folhas lineares, ausência de folhas, ou área foliar menor ou igual a 4 cm². A área foliar foi obtida a partir da equação $Y = C * L * 0,667$; onde, Y representa a área foliar, C a medida do maior comprimento e L a medida da maior largura da folha, e 0,667 corresponde ao fator de correção da forma (Barros et al. 1973). Essa característica não foi considerada para as espécies da família Poaceae. Foram considerados pecíolo curto aqueles com comprimento menor ou igual a 0,5 cm. Esta característica não foi avaliada para as famílias de Monocotiledoneae.

Além de caracterizadas quanto às adaptações, as espécies foram classificadas de acordo com seus hábitos: gramínea ereta (GE), gramínea reptante (GP), erva (ER), subarbusto (SU) e arbusto (AR).

Análise dos dados

A partir dos dados das adaptações aos fatores de estresse (AF, OS, SC, CC, GP), do metabolismo C₄ ou CAM (ME) e dos diferentes hábitos (GE, GP, ER, SU e AR) foram construídas duas matrizes, uma para o campo pastejado e outra para o excluído, das espécies pela presença/ausência destas 11 características (matriz B). Também para cada campo, foram construídas matrizes das UAs descritas pelas abundâncias das espécies (matriz W) e das UAs descritas pelo percentual de cobertura de areia exposta (matriz E). Com estas matrizes, foi utilizado o método de seleção das características (11

atributos) que maximizam a correlação das comunidades com a variável ambiental, que neste estudo foi o percentual de solo exposto (areia), conforme descrito em Pillar et al. (2009) e em Pillar e Duarte (2010), utilizando-se o software SYNCSA (Pillar e Sosinski 2003). Neste método, primeiramente se realiza uma transferência da informação dos atributos do nível das espécies para o nível das comunidades (um “scaling-up”), a partir da multiplicação das matrizes W e B ($T = B'W$). Assim temos uma matriz das UAs descritas pelos atributos ponderados pela abundância das espécies nas respectivas parcelas. Na análise, é possível selecionar o subconjunto ótimo de atributos (através de um algoritmo de otimização) que maximiza a correlação entre a matriz T e a matriz E , considerando tanto atributos convergentes quanto divergentes (para mais detalhes, veja Pillar et al. 2009). Assim, selecionamos para cada campo o subconjunto que maximizou esta correlação da comunidade expressa pelos atributos funcionais com a variável ambiental de interesse – o solo exposto. A partir destes subconjuntos (os atributos ótimos) fez-se uma classificação das espécies descritas pelos atributos através de análise de agrupamento (cluster), utilizando-se o índice de Gower e o método de incremento da soma de quadrados (Ward), e a análise de *bootstrap* para a definição do número de grupos nítidos (Pillar 2009; Pillar e Sosinski 2003).

Uma vez identificados os grupos funcionais para cada um dos campos estudados, fez-se uma matriz de cobertura dos grupos (considerando o valor médio quando presente), a partir da informação das espécies pertencentes ao mesmo grupo, pelas UAs, considerando cada campo. Estas matrizes foram submetidas a análises de componentes principais (PCA), com base na medida de correlação entre os grupos funcionais. Então, com os diagramas de ordenação, observou-se a variação dos grupos funcionais ao longo do gradiente de cobertura vegetal, ora no campo excluído, ora no

campo pastejado. Estas análises foram realizadas com o *software* MULTIV v.2.6.8 beta (Pillar 2009).

Resultados

Considerando as 343 espécies pertencentes a 52 famílias botânicas, registradas por Freitas et al. (2010), os caracteres adaptativos selecionados para o presente estudo ocorrem em 89,5% das espécies. Dentre as características adaptativas observadas, pecíolo curto ou ausente (PC) (desconsiderando Monocotiledoneae) e área foliar reduzida ou ausente (AR) (desconsiderando Poaceae) foram as mais frequentes (Fig. 1). As características relacionadas às folhas (considerando-as como adaptações foliares - AF) estiveram presentes em 88,56% das espécies portadoras de uma ou mais adaptações.

A via fotossintética C₄ é característica de oito espécies de Cyperaceae e de 51 de Poaceae. Somente oito espécies de Poaceae e três de Cyperaceae são C₃. Já o metabolismo CAM ocorre nas quatro espécies da família Cactaceae, nas duas de Portulacaceae e em *Dyckia vicentensis* (Bromeliaceae). Associado ao mecanismo CAM, as espécies de Cactaceae e Portulacaceae apresentam suculência em folhas e ramos.

As 10 espécies da família Myrtaceae, todas arbustivas, em geral com 10 a 30 cm de altura, apresentam raízes muito profundas (em *Eugenia pitanga*, o comprimento da raiz foi superior a dez vezes o tamanho da copa). Raízes espessas, constituindo xilopódios ou raízes tuberosas, também foram observadas em, por exemplo, *Vernonia macrocephala*, espécie que esteve entre as de maior cobertura no campo pastejado (13,92%). Outro exemplo marcante vem de *Manihot* sp., cuja raiz espessa de um exemplar media 98 cm de comprimento e 28 cm de diâmetro na porção superior, contendo gemas evidentes. Em *Eupatorium tanacetifolium* foi observada a presença de

rizóforos. Os rizomas, embora presentes apenas em *Paspalum leptum* e *P. notatum*, totalizam 51,45% do total de cobertura vegetal do campo pastejado.

A presença de gemas protegidas, característica considerada apenas para as espécies não portadoras de órgãos subterrâneos, foi observada em seis espécies, das quais apenas *Andropogon lateralis* ocorreu no campo pastejado (CP), apresentando cobertura baixa (0,5). As demais, presentes no campo excluído de pastejo (EP), atingiram cobertura de 20,43%.

No levantamento quantitativo foram amostradas 104 espécies, das quais 89 estiveram presentes em EP e 42 em CP, que constituíram as unidades amostrais para a avaliação dos principais atributos presentes nas espécies. Do total de espécies amostradas, nove não apresentaram caracteres adaptativos a fatores de estresse (Tabela 1). Dentre os caracteres adaptativos, adaptações foliares foi mais frequente, ocorrendo em 86 espécies (82,6%) (Anexo 1), seguida por espécies com órgãos subterrâneos desenvolvidos (43,3%) e ciclo de vida curto (16,3%). O metabolismo C₄ ocorre em 26% do total de espécies amostradas e estas representaram o maior percentual de cobertura da vegetação nos três campos: 196 em EP e 94,4 em CP. Dentre as Poaceae amostradas, apenas duas não apresentam metabolismo C₄.

Da lista total de espécies (343) registradas para os campos com arenização, 48 apresentam ciclo de vida curto (espécies anuais ou bianuais, como é o caso de *Eragrostis neesii*). No campo CP foram sete espécies com ciclo de vida curto, atingindo cobertura de 4,23%, enquanto que no campo EP, a cobertura das plantas com ciclo de vida curto, representadas por 12 espécies, foi de 14,25% (Tabela 2).

Quanto aos hábitos, predominaram ervas com 40,4% do total das espécies amostradas no levantamento quantitativo, seguido por subarbustos (25% das espécies), gramíneas eretas (22,1%), arbustos (8,7%) e gramíneas reptantes (2,9%). As gramíneas

reptantes, representadas por apenas duas espécies, apresentou a maior cobertura no campo CP (Tabela 3). Estas foram seguidas por gramíneas eretas e subarbustos. No campo EP, a maior cobertura foi alcançada pelas gramíneas eretas, seguida pelas coberturas das espécies subarbusivas e ervas.

Os atributos ótimos do campo CP foram órgãos subterrâneos desenvolvidos (OS), adaptações foliares (AF), gemas de regeneração protegidas (GP), subarbusto (SA), arbustos (AR), gramíneas eretas (GE) e gramíneas reptantes (GR), que juntos perfizeram 0,49 de correlação com o padrão de variação observado para a variável solo exposto. Já no campo EP foram órgãos subterrâneos desenvolvidos (OS), ervas (ER), subarbusto (SA), arbusto (AR) e metabolismo C4 ou CAM (ME), atingindo 0,36 de máxima correlação com o padrão do solo exposto. A partir dos atributos ótimos de cada área, a análise de cluster reconheceu sete grupos nítidos de espécies para o campo EP (Fig. 2): (T1) espécies subarbusivas portadoras de órgãos subterrâneos desenvolvidos; (T2) ervas, todas portadoras de adaptações foliares, embora este atributo não tenha estado entre os principais; (T3) espécies arbustivas e subarbusivas, em sua maioria, portadoras de adaptações foliares; (T4) ervas portadoras de órgãos subterrâneos desenvolvidos e com adaptações foliares; (T5) espécies com via fotossintética C₄ ou CAM, esta última representada apenas por *Parodia ottonis*; (T6) de metabolismo C4 e com órgãos subterrâneos desenvolvidos; e de (T7) arbustos com órgãos subterrâneos desenvolvidos, todos com adaptações foliares. No campo CP foram seis grupos nítidos constituídos a partir dos atributos ótimos (Fig. 3): (T1) espécies portadoras de adaptações foliares; (T2) gramíneas eretas; (T3) gramíneas eretas com órgãos subterrâneos desenvolvidos; (T4) subarbustos com adaptações foliares; (T5) espécies com órgãos subterrâneos e adaptações foliares; e (T6) gramíneas reptantes com órgãos

subterrâneos, formado por apenas duas espécies, mas que apresentaram os maiores valores de cobertura.

O diagrama de dispersão (Fig. 4A), gerado a partir da análise de ordenação com os valores médios da cobertura das espécies pertencentes a cada um dos sete grupos de atributos ótimos do campo EP mostra que as espécies portadoras desses atributos ocorrem em parte das UAs de cobertura alta e de cobertura intermediária. Da mesma forma, no campo pastejado, as espécies portadoras dos atributos ótimos ocorrem principalmente nas UAs de cobertura alta e intermediária (Fig. 4B). No entanto, dois grupos de atributos (T1 e T4) estão mais restritos às UAs de cobertura baixa.

Discussão

Sala et al. (2001) classificam as espécies campestres em quatro tipos funcionais (gramíneas, arbustos, suculentas e ervas), mas afirmam que esta classificação tem valor apenas epistemológico e com o propósito de facilitar o estudo da vegetação campestre. Esses tipos, para o autor, podem ser subdivididos em subcategorias ou agrupados, reduzindo o número de categorias, dependendo da análise. A contribuição destes tipos funcionais depende da sazonalidade da precipitação e da textura do solo, pois são fatores que controlam a distribuição e a disponibilidade da água nos perfis do solo. Considerando esta abordagem, o presente estudo indicou a presença de cinco macro tipos funcionais (gramíneas eretas, gramíneas reptantes, ervas, subarbustos e arbustos), dos quais as gramíneas apresentam a maior contribuição na cobertura do solo, cujo hábito caracteriza as formações campestres. As espécies arbustivas e subarbustivas apresentam menor contribuição nos dois campos, mas esta é ainda menor no campo pastejado.

Além da classificação em tipos funcionais que considera basicamente o hábito, as espécies campestres podem ser reagrupadas de acordo com sua via fotossintética, C₃ e C₄ (Sala et al. 2001), ou ainda de acordo com métodos analíticos que levam em conta uma série de caracteres morfo-fisiológicos (p.e. Díaz e Cabido 2001, Pillar e Sosinski Jr. 2003). As espécies C₄ são mais eficientes do que as C₃ no uso da água, têm fotossíntese ótima em temperaturas mais elevadas e estão mais adaptadas às condições de baixa disponibilidade de água (Kemp e Williams 1980), condições estas que ocorrem nos campos do presente estudo. A coexistência de espécies C₃ e C₄ já é uma característica marcante dos campos do Rio Grande do Sul (Overbeck et al. 2007). No entanto, nos campos com arenização, a participação de gramíneas C₄ (87,9% do total de Poaceae) foi bem superior a de C₃, diferente do encontrado em outros campos do Estado. Numa área ainda mais ao sul do Rio Grande do Sul, também no Bioma Pampa, o número de gramíneas C₄ foi menor (63,9%) (Boldrini et al., dados não publicados). Nos desertos da China, somente 5,87% das espécies de plantas vasculares, de um total de 1.770 espécies, foram identificadas como plantas C₄ (Wang 2007), enquanto que nos campos de areais, considerando o total de espécies registradas no presente estudo, 17,25% são C₄.

A contribuição das espécies C₄ em termos de cobertura do solo também foi superior a de outros campos, atingindo índices acima de 60% nas três áreas amostradas. Overbeck e Pfadenhauer (2005), noutra área de campo da região sul do Brasil, verificaram que as gramíneas cespitosas e as espécies de Cyperaceae com via fotossintética C₄ representaram mais de 50% da cobertura vegetal. O mecanismo C₄ favorece a sobrevivência dessas espécies nas condições dos campos com areais. Outras gramíneas, como é o caso de *Piptochaetium montevidense*, de mecanismo C₃, tem como estratégia para garantir a sua perpetuação, a elevada produção de sementes.

As espécies CAM amostradas na área de estudo foram apenas duas (*Portulaca* sp. e *Parodia ottonis*) e com reduzida cobertura vegetal. Essas espécies também apresentam elevado teor de água, evitando que sejam queimadas (Overbeck e Pfadenhauer 2005). A presença dessas espécies, assim como do elevado percentual de estratégias adaptativas na flora destes campos (89,5%), reforça a hipótese de que a vegetação dos campos com arenização seja reflexo de uma adaptação relictual a ambientes áridos (Marchiori 1995, Suertegaray 1998). Essa suposição é reforçada por Rambo (1956) e Klein (1984) que afirmam ser o campo, o tipo de vegetação mais antigo e associado a um clima mais seco e mais frio, o que tem sido recentemente corroborado por estudos ecológicos com análises de paleopólen (p.e. Behling et al. 2009).

Quanto à presença de adaptações, Lindman (1906) já afirmava que as espécies dos campos de areia do sudoeste do Rio Grande do Sul apresentam uma ou mais estruturas, consideradas essenciais em condições de estresse. Para Mantovani e Martins (1988), a vegetação do Cerrado, como consequência das condições climáticas e edáficas, também apresenta diversas adaptações morfológicas e fenológicas (sistemas subterrâneos espessados e profundos que possibilitam o alcance de regiões do solo onde há disponibilidade de água mesmo na estação seca, tamanho reduzido das folhas, folhas espessadas, dormência no período seco, abscisão foliar, entre outros). Nos desertos, através das adaptações, as plantas desafiam as condições de escassez de água e radiação solar intensa, associada às altas temperaturas durante o dia com queda drástica à noite (Dimmitt 2009). Para o autor, dentre outras características, as plantas dos desertos possuem, com raras exceções, folhas pequenas, folhas com densa cobertura de tricomas ou com secreção de cera deixando-as com tons mais claros, ou ainda, folhas com

orientação vertical. Dessa forma, reduzem a exposição à luz ou a refletem, reduzem a perda de água e evitam o superaquecimento.

As características relacionadas às folhas foram as mais frequentes entre as espécies dos dois campos avaliados neste estudo. Boldrini (2009) afirma que a vegetação dos campos com areais apresenta coloração acinzentada, como resultado da presença de pelos e cera, corroborando com as constatações em campo. Essas características indicam adaptação a ambientes xeromórficos. Como exemplo, *Miconia sellowiana* (DC.) Naudim, ocorrente em quatro diferentes fitofisionomias do Paraná (Estepe Gramíneo-lenhosa e as Florestas Ombrófilas Densa Montana, Alto-Montana e Mista), apresentou folhas com maior densidade de estômatos e de tricomas, maior espessura da lâmina, menor área e menos massa seca nos indivíduos presentes na estepe e na floresta Alto Montana, cujas características ambientais são mais xéricas em relação às outras (Boeger et al. 2008). Faleiro e Saiki (2007), ao analisar a morfologia foliar de 10 espécies lenhosas ocorrentes em diferentes fisionomias do Bioma Cerrado, constataram que no campo e no cerrado rupestre, as espécies apresentaram maior proporção de folhas sésseis e área foliar menor em relação às observadas nos ambientes de fisionomia mais fechada. A redução do pecíolo é resultado de um ajuste adaptativo para reduzir a exposição do limbo à luz (King e Maindonald 1999).

Uma forma de resposta ao déficit hídrico, observado em plantas do deserto, é a abscisão foliar que reduz a área de transpiração da planta. As espécies com esta capacidade mantêm viva a estrutura subterrânea, garantindo o rebrote quando terminar o período desfavorável (Dimmitt 2009). A queda das folhas ou a dessecação de toda a estrutura aérea foi observada em poucas espécies (2,3%), provavelmente pelo custo elevado para a reconstrução das folhas perdidas em solos pobres em recursos (Pinheiro et al. 2001). Em campos com menor proporção de arbustos e árvores na fisionomia,

como é o caso dos campos com areais, a participação de espécies com abscisão foliar também é reduzida. Já nos campos sujos e no Cerrado *sensu stricto*, a participação de espécies com essa característica deve ser maior, conforme observado por Mantovani e Martins (1988). Várias espécies herbáceas e subarborescentes do Cerrado sobrevivem ao período desfavorável de déficit hídrico e de baixas temperaturas, mantendo apenas a porção subterrânea (Vilhalva e Appezzato-da-Glória 2006). As gemas presentes nessas estruturas garantem a regeneração da planta ao passar o período desfavorável.

Nos campos do sul do Brasil ocorrem espécies com xilopódios associados a raízes tuberosas com capacidade gemífera (Fidelis et al. 2006) e espécies com bulbos (observados em *Oxalis eriocarpa* e *O. hispidula*, por exemplo) ou rizóforos. Estas estruturas garantem proteção não apenas contra o fogo, mas a outros distúrbios como pastejo, secas prolongadas e baixas temperaturas, além de oferecer reserva de nutrientes necessários à rebrota ou à propagação vegetativa a partir das gemas (Melo-de-Pinna e Menezes 2003, Vilhalva e Appezzato-da-Glória 2006). As espécies de Myrtaceae ocorrentes nos campos estudados apresentam raízes extensas, correspondendo há várias vezes o tamanho da copa, conforme observado em *Eugenia arenosa* e em *E. pitanga*, por exemplo. Essas raízes se estendem lateralmente ou em profundidade, reduzindo a competição entre as espécies por recursos hídricos (Reynolds et al. 2000). Isso lhes proporciona capacidade de sustentar os indivíduos em solos arenosos sujeitos à mobilidade por vento e água, tais como os observados no presente estudo.

Os rizomas constituem importantes órgãos subterrâneos nos campos estudados, estando presentes em poucas espécies (todas da família Poaceae), mas que apresentam elevada cobertura. É o caso de *Paspalum lepton*, *P. notatum* e *Axonopus argentinus*, todas abundantes nas áreas estudadas. No campo pastejado ocorrem as três espécies, mas *P. lepton* e *P. notatum*, que integram o grupo T6 de atributos ótimos (gramíneas

reptantes com órgãos subterrâneos), ambas com altos índices de cobertura do solo, apresentam hábito prostrado. *Axonopus argentinus* integra o grupo T6 de atributos ótimos (metabolismo C4 e com órgãos subterrâneos desenvolvidos) no campo excluído de pastejo e o grupo T3 no campo pastejado (gramíneas eretas com órgãos subterrâneos desenvolvidos). No campo excluído, *A. argentinus* está entre as espécies de maior cobertura (80%). O que diferencia os dois grupos de espécies e, conseqüentemente, a fisionomia dos campos, são os hábitos prostrados e cespitosos das espécies, confirmando que a exclusão de pastejo favorece as espécies de hábito cespitoso (Boldrini e Eggers 1996). O pastejo propicia o aumento de formas prostradas, com meristemas protegidos, folhas pequenas e alto potencial para rebrote (Díaz et al. 1992). Estas constatações reforçam que o pastoreio é um distúrbio que molda a estrutura e a funcionalidade das comunidades campestres (McNaughton 1985). Boldrini e Eggers (1996) verificaram que o pastejo intenso promove a alocação e a concentração de biomassa vegetal para a parte mais próxima do solo, favorecendo as espécies prostradas, conforme ocorrido no presente trabalho. Além de ocorrer em menor proporção de cobertura, *P. lepton* em CP foi mais frequente nas UAs com soterramento pela areia movimentada pelo vento. Isso permite a constatação de que os rizomas, além da propagação vegetativa das plantas, oferecem maior resistência à planta aos processos de soterramento.

A proteção às gemas oferecida pelas grandes touceiras das gramíneas cespitosas foi constatada por Overbeck e Pfadenhauer (2005) em campos submetidos ao fogo. Os autores verificaram que os meristemas de gramíneas cespitosas permaneceram vivos na superfície do solo após queimadas. Também observaram que indivíduos de *Eryngium horridum* Malme (Apiaceae), de folhas fibrosas dispostas na forma de rosetas e com alto teor de água, não queimaram completamente quando expostos ao fogo e

recuperaram a biomassa aérea após a queimada através do surgimento de novas rosetas. A proteção das gemas contra adversidades ambientais (geadas, insolação, seca) ou distúrbios antrópicos (fogo, pastejo) parece ser uma estratégia primordial à sobrevivência de espécies de vida longa que ocorrem em ecossistemas suscetíveis a fatores de estresse (Larcher 2000), como é o caso dos campos com arenização.

Acosta et al. (2008) estudaram a composição de espécies campestres ao longo de um gradiente altitudinal no centro da Península Ibérica e constataram que as maiores altitudes onde predominam temperaturas mais baixas e maior disponibilidade de água favorecem as espécies perenes. De forma inversa, em altitudes inferiores, temperaturas mais altas e escassa disponibilidade de água, as espécies anuais têm certa vantagem em detrimento das perenes. As espécies anuais, comuns em ambientes de clima quente e árido, garantem a reposição da população quando tiver passado o período desfavorável, através da alocação de todos os seus recursos na formação de sementes, antes que seus tecidos sejam atingidos pelos fatores de estresse (frio, calor ou déficit hídrico) (Crawley 1997). Apenas 15% das espécies dos campos sob solos arenosos são de ciclo curto, entretanto foi constatado no banco de sementes do solo dessas mesmas três áreas (trabalho em preparação) uma elevada produção de sementes das espécies anuais. No Cerrado, Sampaio (1995) constatou que plantas herbáceas ficavam sob a forma de sementes no solo durante o período seco. Em desertos e semidesertos, o banco de sementes no solo é uma das estratégias de sobrevivência em longo prazo, em resposta à sazonalidade e à irregularidade do regime pluviométrico (Baskin e Baskin 1998).

As espécies anuais apareceram nos dois campos estudados. Como são, em geral, plantas pequenas, tiveram pouca participação na cobertura do solo. Tanto a riqueza quanto a cobertura das anuais foi superior no campo EP. Essa redução provavelmente está relacionada com a ação das chuvas e do vento que promovem a

constante remoção do solo exposto pela arenização e, conseqüentemente, das sementes ou plântulas que tentam se estabelecer.

Dentre as espécies anuais observadas nesses campos, *Lupinus albescens* Hook. & Arn, observada na área excluída do pastejo nos locais de maior percentual de solo exposto, parece ter grande importância na recuperação das áreas arenizadas, atuando como colonizadora natural dessas áreas cobertas por areia (Rovedder et al. 2005).

Quanto aos principais atributos presentes no campo excluído de pastejo (EP), verifica-se que estes estão mais restritos às espécies que ocorrem nas UAs de cobertura alta e intermediária da vegetação. Dentre esses atributos, as ervas são mais frequentes, algumas portadoras de órgãos subterrâneos, como é o caso de *Euphorbia selloi*, ocorrente apenas nas UAs de cobertura alta. Embora a presença de adaptações foliares neste campo não seja um dos atributos ótimos selecionados para separar as espécies em grupos, elas só não ocorrem nas espécies dos grupos T5 (via fotossintética C₄ ou CAM) e T6 (metabolismo C₄ e com órgãos subterrâneos desenvolvidos). É justamente o fato de as adaptações foliares ocorrerem na maioria das espécies que o atributo não foi utilizado para a distinção dos atributos ótimos.

No campo pastejado (CP), verifica-se que a maioria dos grupos de atributos também está localizada nas UAs de cobertura alta e intermediária. No entanto, os grupos T1 (espécies portadoras de adaptações foliares) e T4 (subarbustos com adaptações foliares) se restringem às UAs de cobertura baixa, demonstrando que apresentam maior resistência ao processo de arenização. Dentre essas espécies destacam-se *Froelichia tomentosa* sempre observada nos locais mais atingidos pela arenização; *Portulaca* sp., com elevado potencial ornamental e bastante resistente à arenização, provavelmente em razão dos mecanismos de resistência ao estresse que possui; e ainda, *Croton subpannosus* e *Vernonia macrocephala*, ambas observadas com

frequência nas bordas e no interior dos areais. Também são destaques nesses dois grupos as espécies anuais (*Facelis retusa*, *Gamochaeta falcata*). No campo CP, a presença de adaptações foliares foi um dos atributos selecionados para separar as espécies nos diferentes grupos, estando presente em três dos grupos formados. Isso reforça a importância desta característica na sobrevivência das espécies que ocorrem nos campos com areais.

No campo excluído de pastejo houve maior diversidade de grupos, provavelmente favorecidas pela ausência do pastejo. Além disso, essa condição de manejo também favoreceu as espécies lenhosas (arbustos e subarbustos) que ocorrem em menores proporções no campo pastejado.

Conclusões

As adaptações foliares e os órgãos subterrâneos foram os tipos de adaptações predominantes tanto em termos de riqueza de espécies quanto em cobertura do solo. A dominância de gramíneas de metabolismo C₄ indica adaptação às condições climáticas extremas, especialmente associadas à luz intensa, ao calor e ao déficit hídrico.

O predomínio de gramíneas reptantes no campo com pastejo intenso e a ausência delas no campo excluído de pastejo, indica que o regime de pastejo é fator determinante para a alteração da composição e da fisionomia dos campos de solos arenosos. No entanto, a presença de espécies com caracteres adaptativos, especialmente associados aos órgãos subterrâneos, ao ciclo de vida curto, às gemas protegidas e às adaptações foliares, nos campos pastejados e excluído de pastejo indica que as condições ambientais locais determinam o desenvolvimento de espécies com estratégias adaptativas ao estresse. Essas adaptações são essenciais para a sobrevivência das espécies nas atuais condições ambientais e antrópicas.

Agradecimentos

À Embrapa Pecuária Sul – Bagé, pelo financiamento da pesquisa. Ao Dr. José Pedro Pereira Trindade pelo apoio na busca dos recursos financeiros e nos trabalhos de campo. Aos fazendeiros pela permissão de acesso às suas propriedades. Aos colegas e amigos que acompanharam nos trabalhos de campo.

Referências

- Acosta, B., Sanches-Jardón, L., Pozo, A.D., García-Ibáñez, E., Casado, M.A., Montalvo, J., Pineda, F.D., 2008. Grassland species composition and morpho-functional traits along an altitudinal gradient in a Mediterranean environment: relationship with soil water availability and evaporative dynamic. *Acta Oecologica* 34, 26-47.
- APG II – Angiosperm Phylogeny Group, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141, 399-436.
- Azevedo, A.C., Kaminski, J., 1995. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11, 65-70.
- Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M., Braga-Filho, L.J., 1973. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres* 107, 44-52.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York.
- Behling, H., Jeske-Pieruschka, V., Schüler, L., Pillar, V.P., 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In.: Pillar, V.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S. (Ed.), *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 13-25.

- Berry, J.A., 1975. Adaptation of photosynthetic processes to stress. *Science* 188, 644-650.
- Bilenca, D.N., Miñarro, F.O., 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal em las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Bokhari, U.G., Alyaeesh, F., Al-Nori, M., 1987. Adaptive strategies of Deserts Grasses in Saudi Arabia. *Journal of Range Management* 40, 19-22.
- Boeger, M.R.T., Gluzezak, R.M., Pil, M.W., Goldenberg, R., Medri, M., 2008. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Botânica* 31, 443-452.
- Boldrini, I.I., Eggers, L., 1996. Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botânica Brasílica* 10, 37-50.
- 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*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 63-77.
- Cordeiro, C. A., Soares, L. C., 1975. A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geografia* 4, 32-50.
- Crawley, M.J., 1997. *Plant ecology*. Brackwell Science, Oxford.
- De Bello, F., Leps, J., Sebastià, M-T., 2005. Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in de Mediterranean climatic gradient in de Mediterranean. *Journal of Applied Ecology* 42, 824-833.
- Díaz, S., Acosta, A., Cabido, M., 1992. Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. *Journal of Vegetation Science* 10, 651-660.

- Díaz, S., Cabido M., 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38, 497-508.
- Dimmitt, M., 2009. Adaptation of deserts plants. In: *The encyclopedia of eath*. http://www.eoearth.org/article/Adaptations_of_desert_plants. Acessado em 18 de fevereiro de 2010.
- Faleiro, W., Saiki, P.T.O., 2007. Morfologia foliar em cinco fitofisionomias de Cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. *Revista Brasileira de Biociências* 5, 687-689.
- Fidelis, A., Müller, S.C., Pillar, V.D., Pfadenhauer, J., 2006. Efeito do fogo na biomassa aérea e subterrânea dos Campos Sulinos. In: *Desafios e oportunidades do Bioma Campos frente à expansão e intensificação agrícola (Ed. Campos XRG)*. Embrapa – Clima Temperado Pelotas.
- Fidelis, A., Apezato-da-Glória, B., Pfadenhauer, J., 2009. A importância da biomassa e das estruturas subterrâneas nos Campos Sulinos. In: *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, pp. 88-100.
- Freitas, E.M., Boldrini, I.I., Müller, S.C., Verdum, R., 2009. Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 23, 414-426.
- Freitas, E.M., Trevisan, R., Schneider, A.A., Boldrini, I.I., 2010. Floristic diversity of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 8, 112-130.
- IBGE 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de biomas do Brasil. IBGE, Brasília. (<http://www.ibge.gov.br>). Acessado em 19 de setembro de 2009.

- Kemp, P.R., Williams, G.J., 1980. A physiological basis for niche separation between *Agropyron smith* (C₃) and *Bouteloua gracilia* (C₄). *Ecology* 61, 846-858.
- King, D.A., Maindonald, J.H., 1999. Tree architecture in relation to leaf dimensions and tree stature in temperate forest saplings. *Journal of ecology* 87, 1012-1024.
- Klamt, E., Schneider, P., 1995. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11, 71-80.
- Klein, R.M., 1984. Aspectos Dinâmicos da Vegetação do Sul do Brasil. *Sellowia: Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 36, 5-54.
- Larcher, W., 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Rima Artes e Textos, São Carlos.
- Leivas, J.F., Berlato, M.A. e Fontana, D.C., 2006. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10, 397-407.
- Lindman, C.A.M., 1906. *A vegetação do Rio Grande do Sul*. Universal, Porto Alegre.
- Mantovani, W., Martins, F.R., 1988. Variações fenológicas das espécies de Cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11, 101-112.
- Marchiori, J.N.C., 1995. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. *Ciência & Ambiente* 11, 53-64.
- McNaughton, S.J. 1985. *Ecology of a Grazing Ecosystem: The Serengeti*. *Ecological Monographs* 55, 259-294.
- Melo-de-Pinna, G.F.A., Menezes, N.L., 2003. Meristematic endodermis and secretory structures in adventitious roots of *Richterago* Kuntze (Mutisieae-Asteraceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26, 1-10.
- Moreno, J.A., 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.

- Nimer, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro.
- Overbeck, G.E., Pfadenhauer, J., 2005. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. *Flora* 202, 27-49.
- 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.
- Pillar, V.D., 2009. MULTIV, software for multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Version Beta 2.6.8. Departamento de Ecologia – UFRGS, Porto Alegre.
- Pillar, V.D., Duarte, L.D.S., 2010. A framework for metacommunity analysis of phylogenetic structure. *Ecology Letters* 13, 587-596.
- Pillar, V.D., Duarte, L.d.S., Sosinski, E.E. & Joner, F. 2009. Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *Journal of Vegetation Science* 20: 334-348.
- Pillar, V.D., Sosinski Jr., E.E., 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14, 323–332.
- Pinheiro, P.S., Melo, E.P., Ferreira, F.F., Bueno, P.A., 2001. *Estratégias adaptativas em plantas ao longo de um gradiente ambiental, Ecologia do Pantanal: curso de campo, Campo Grande, MS. Editora Oeste.*
- Porto, A., 1954. *História das Missões Orientais do Uruguai*. Livraria Selbach, Porto Alegre.
- Rambo, B., 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ed. Livraria Selbach, Porto Alegre.

- Ratter, J.M. & Oliveira-Filho, A.T., 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of Cerrado Biome. In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna: Columbia University Press, New York, pp. 91-120.
- Reynolds, J.F., Kemp, P.R., Tenhunen, J.D., 2000. Effects of long-term rainfall variability on evapotranspiration and soil water distribution in the Chihuahuan Desert: a modeling analysis. *Plant Ecology* 150, 145–159.
- Rovedder, A.P, Vargas, L.K., Stroschein, M.D., Eltz, F.L.F., Baumgardt, J., Rocha, M., 2005. Potencial para ciclagem de Nitrogênio do *Lupinus albus* em Neossolo Quatzarênico Degradado: Acúmulo na parte aérea e caracterização da estirpe bacteriana. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife.
- Sala, O.S., Austin, A.T., Vivanco, L., 2001. Temperate Grassland and shrubland ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity* 5, 627-635.
- Sampaio, E.V.S.B., 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. University Press, Cambridge.
- Scarano, F.R., 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90, 517-524.
- Schlichting, C.D., 2002. Phenotypic plasticity in plants. *Plant Species Biology* 17, 85-88.
- Sosinski Jr., E.E., Pillar, V.D., 2004. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39, 1-9.

- Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P., Giasson, E., Pinto, L.F.S., 2008. Solos do Rio Grande do Sul. EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre.
- Suertegaray, D.M.A., 1998. Deserto Grande do Sul: controvérsia. Editora da UFRGS, Porto Alegre.
- Vilhalva, D.A.A., Appezzato-da-Glória, B., 2006. Morfoanatomia da raiz tuberosa de *Vernonia oxylepis* Sch. Bip. in Mart. ex Baker - Asteraceae. Acta Botânica Brasílica 20, 591-598.
- Verdum, R., 2004. Depressão Periférica e planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: Verdum, R., Basso, L.A., Suertegaray, D.M.A (Org.). Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, pp. 39-57.
- Wang, R.Z., 2007. C₄ plants in the deserts of China: occurrence of C₄ photosynthesis and its morphological functional types. Photosynthetica 45, 167-171.

Lista de Figuras:

Figura 1: Porcentagem de espécies da flora dos campos de solos arenosos do nordeste do Rio Grande do Sul, de acordo com as características adaptativas aos fatores de estresse. (PC= pecíolo curto ou ausente; AR= área foliar reduzida ou ausente (exceção de Poaceae); FS= folhas e ramos seríceos (exceção de Monocotyledonae); OS= órgãos subterrâneos desenvolvidos; C4= metabolismo C₄; CC= ciclo de vida curto; FC= folhas coriáceas; GP= gemas de regeneração protegidas; CF= cerosidade em folhas e ramos; CA= metabolismo CAM; SC= suculência em caules e folhas; FD= folhas decíduas).

Figura 2: Grupos de espécies do campo excluído de pastejo (EP), formados a partir da análise de cluster com os atributos das espécies. Os nomes das espécies correspondem aos acrônimos do gênero e do epíteto (veja a Tabela 1).

Figura 3: Grupos de espécies do campo pastejado (CP), formados a partir da análise de cluster com os atributos das espécies. Os nomes das espécies correspondem aos acrônimos do gênero e do epíteto (veja a Tabela 1).

Tabela 1: Espécies amostradas no levantamento quantitativo das áreas de campo pastejado (CP) e no campo excluído de pastejo (EP), com seus respectivos valores de cobertura, presença (1 = presença; 0 = ausência) de adaptações e hábito (CSP = código da espécie; CC = Ciclo de vida curto; OS = Órgãos subterrâneos desenvolvidos; AF = Adaptações foliares; SC = suculência em caules e folhas; GP = gemas de regeneração protegidas; Háb. = hábito; GE = gramínea ereta; GR = gramínea reptante; E = erva; A = arbusto; S = subarbusto; * espécies de metabolismo C4; ** espécies com metabolismo CAM).

Espécie	CSP	CP	EP	CC	OS	AF	SC	GP	Háb.
Amaranthaceae									
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Albr	0,00	1,13	0	1	1	0	0	E
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Frto	3,99	1,58	0	0	1	0	0	E
<i>Gomphrena perennis</i> L.	Gope	0,50	0,00	0	1	1	0	0	E
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Sprengel) Hicken	Pftu	0,00	1,65	0	1	1	0	0	E
Apiaceae									
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell. ex Benth.	Aple	0,00	0,20	1	0	1	0	0	E
<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schltldl.	Erci	0,00	1,54	0	0	1	0	0	E
<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Ernu	0,00	2,03	0	0	1	0	0	E
Apocynaceae									
<i>Oxypetalum</i> sp.	Oxsp	0,00	0,90	0	0	1	0	0	E
Areaceae									
<i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori	Bula	0,00	0,80	0	0	1	0	1	A
Asteraceae									
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Acau	1,10	0,25	0	0	1	0	0	E
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Acsa	0,00	1,05	1	0	1	0	0	S
<i>Baccharis multifolia</i> A.S. Oliveira, Deble & Marchiori	Bamu	4,80	0,00	0	1	1	0	0	S
<i>Calea uniflora</i> Less.	Caun	0,00	4,32	0	1	1	0	0	E
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burk.	Chin	0,00	0,18	0	0	1	0	0	E
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> (Cabrera) Cabrera	Cobo	0,00	0,45	1	0	1	0	0	S
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. & Arn.	Eusu	0,00	1,43	0	1	1	0	0	S
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Fare	1,03	0,00	1	0	1	0	0	E
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Gaam	0,00	0,58	1	0	1	0	0	E
<i>Gamochaeta falcata</i> (Lam.) Cabrera	GAfa	1,36	3,59	1	0	1	0	0	E
<i>Gamochaeta spicata</i> Cabrera	Gasp	0,00	1,59	1	0	1	0	0	E
<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	Ptlo	0,10	0,00	0	1	1	0	0	S
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabrera	Seci	0,00	4,08	1	0	1	0	0	S
<i>Senecio oxyphyllus</i> DC.	Seox	0,10	0,50	1	0	1	0	0	S
<i>Vernonia brevifolia</i> Less.	Vebr	0,00	3,20	0	1	1	0	0	S
<i>Vernonia macrocephala</i> Less.	Vema	13,9	0,00	0	1	1	0	0	S
Cactaceae									
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor**	Paot	0,50	0,80	0	0	1	1	0	E

Continuação da tabela 1:

Espécie	CSP	CP	EP	CC	OS	AF	SC	GP	Háb.
Caryophyllaceae									
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Cara	3,28	0,55	0	0	1	0	0	E
<i>Paronychia brasiliana</i> DC.	Pabr	1,38	0,00	0	0	1	0	0	E
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Stme	0,00	0,10	1	0	1	0	0	E
Cistaceae									
<i>Helianthemum brasiliense</i> (Lam.) Pers.	Hebr	0,28	0,00	1	0	1	0	0	E
Commelinaceae									
<i>Commelina erecta</i> L.	Coer	0,00	1,35	0	0	1	0	0	E
Convolvulaceae									
<i>Dichondra sericea</i> Swartz	Dise	0,00	0,10	0	0	1	0	0	E
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	Evse	1,24	0,50	0	0	1	0	0	E
Cyperaceae									
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatior</i> Osten*	Buca	3,85	8,54	0	0	1	0	0	E
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.*	Cyag	1,89	2,25	0	1	1	0	0	E
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.*	Kyva	0,50	0,00	0	1	1	0	0	E
Euphorbiaceae									
<i>Acalypha communis</i> Müll. Arg.	Acco	0,00	4,77	0	1	1	0	0	S
<i>Croton subpannosus</i> Müll. Arg. Ex Griseb.	Crsu	3,45	0,63	0	1	1	0	0	S
<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	Euse	0,00	0,20	0	1	1	0	0	E
<i>Jatropha isabelliae</i> Müll. Arg.	Jais	0,00	0,50	0	1	1	0	0	E
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>graciliramea</i> Pax & K. Hoffm.	Sehi	0,00	3,83	0	1	1	0	0	A
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>interceedens</i> (Müll. Arg.) Pax	SEhi	0,00	4,39	0	1	1	0	0	A
Fabaceae									
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) E. Greene	Chfl	0,10	1,38	0	1	1	0	0	S
<i>Clitoria nana</i> Benth.	Clna	0,00	2,98	0	1	1	0	0	S
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Devi	0,00	0,85	0	1	1	0	0	A
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Dein	0,00	4,60	0	1	0	0	0	S
<i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn.	Lual	0,00	0,25	1	0	1	0	0	E
<i>Pomaria pilosa</i> (Vogel) B.B. Simpson & G.P. Lewis	Popi	0,00	0,10	0	0	1	0	0	S
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Stmo	1,00	0,30	0	1	1	0	0	S
<i>Zornia reticulata</i> sp.	Zore	1,05	1,05	0	1	1	0	0	S
<i>Zornia</i> sp.	Zosp	0,00	0,40	0	0	1	0	0	S
Iridaceae									
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Simi	0,35	1,47	1	0	1	0	0	E
Lamiaceae									
<i>Marsypianthes hassleri</i> Briq.	Maha	0,00	12,4	0	0	1	0	0	S
<i>Salvia ovalifolia</i> A. St.-Hil.	Saov	0,00	1,19	0	0	1	0	0	S

Continuação da tabela 1:

Espécie	CSP	CP	EP	CC	OS	AF	SC	GP	Háb.
Malvaceae									
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristobal	Ayma	1,89	2,03	0	0	1	0	0	E
<i>Krapovickasia flavescens</i> (Cav.) Fryxell	Krfl	0,00	2,17	0	0	1	0	0	S
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Wado	2,30	0,40	0	1	1	0	0	S
Molluginaceae									
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Move	0,50	0,00	1	0	1	0	0	E
Moraceae									
<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	Dobr	0,35	0,60	0	0	1	0	0	E
Myrtaceae									
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	Euar	0,00	1,06	0	1	1	0	0	A
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	Eupi	0,00	1,07	0	1	1	0	0	A
<i>Eugenia plurisejala</i> Barb. Rodr. ex Chodat & Hassl.	Eupl	0,00	5,69	0	1	1	0	0	A
<i>Hexachlamys humilis</i> O. Berg	Hehu	0,00	0,36	0	1	1	0	0	A
<i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	Pslu	0,00	2,06	0	1	1	0	0	A
Oxalidaceae									
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	Oxco	0,00	0,55	0	1	1	0	0	E
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	Oxer	0,00	0,30	0	0	1	0	0	E
Plantaginaceae									
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plto	0,00	0,25	0	0	1	0	0	E
Poaceae									
<i>Andropogon lateralis</i> Nees*	Anla	0,50	5,10	0	0	0	0	1	GE
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel*	Anse	0,00	6,00	0	0	0	0	0	GE
<i>Andropogon ternatus</i> (Spreng.) Nees*	Ante	0,00	2,55	0	0	1	0	0	GE
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.*	Arci	0,10	17,4	0	0	0	0	0	GE
<i>Aristida filifolia</i> (Arechav.) Herter*	Arfi	0,00	4,00	0	0	0	0	1	GE
<i>Axonopus affinis</i> Chase*	Axaf	0,00	4,00	0	0	0	0	1	GR
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi*	Axar	11,4	62,2	0	1	0	0	1	GE
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde*	Diin	0,25	6,25	0	1	0	0	0	GE
<i>Eragrostis curvula</i> (Schrud.) Nees*	Ercu	0,00	1,00	0	0	0	0	1	GE
<i>Eragrostis lugens</i> Nees*	Erlu	2,98	0,30	0	0	0	0	0	GE
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees*	Erpo	0,00	0,30	0	0	0	0	0	GE
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze *	Gysp	8,23	0,34	0	1	0	0	0	GE
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees*	Lela	0,00	6,33	0	0	0	0	1	GE
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka*	Mere	1,14	3,41	0	0	0	0	0	GE
<i>Panicum tricholaenoides</i> Steud.*	Patr	0,00	17,2	0	1	0	0	0	GE
<i>Pappophorum macrospermum</i> Roseng., B.R. Arrill. & Izag.*	Pama	0,00	15,8	0	0	1	0	0	GE
<i>Paspalum leptum</i> Schult. (= <i>P. Nicorae</i> Parodi)	Pale	37,6	0,00	0	1	0	0	0	GR
<i>Paspalum notatum</i> Flügge*	Pano	13,8	0,00	0	1	0	0	0	GR
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.*	Papl	0,00	5,80	0	0	1	0	0	GE
<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge*	Past	3,35	11,8	0	1	1	0	0	GE

Continuação da tabela 1:

Espécie	CSP	CP	EP	CC	OS	AF	SC	GP	Háb.
Poaceae (continuação)									
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Pimo	0,00	0,10	0	0	0	0	0	GE
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng. B.R. Arrill. & Izag.*	Semi	0,00	14,1	0	0	0	0	0	GE
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter*	Scsp	8,81	0,50	0	0	0	0	0	GE
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen*	Sepa	0,00	0,35	1	0	0	0	0	GE
<i>Stipa melanosperma</i> J. Presl	STme	0,00	0,87	0	0	0	0	0	GE
<i>Trachypogon montufarii</i> (Kunth) Nees*	Trmo	0,00	0,63	0	1	0	0	0	GE
Portulacaceae									
<i>Portulaca</i> sp.**	Posp	0,20	0,00	0	0	1	1	0	E
Rubiaceae									
<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	Gafa	0,00	0,25	0	0	1	0	0	E
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	Mime	1,33	0,10	0	0	1	0	0	E
<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltldl) Steud.	Rihu	0,80	0,00	0	0	1	0	0	E
<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schltldl.) Steud.	Rist	0,10	4,23	0	0	1	0	0	E
<i>Spermacoce brachystemonoides</i> Cham. & Schltldl.	Spbr	0,00	0,10	0	0	1	0	0	E
Solanaceae									
<i>Calibrachoa thymifolia</i> (A. St.-Hil.) Stehmann & Semir	Cath	0,00	2,08	0	0	1	0	0	S
<i>Petunia integrifolia</i> Schinz & Thell.	Pein	0,00	0,58	0	0	1	0	0	S
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat	Soha	0,60	0,00	1	0	1	0	0	S
Verbenaceae									
<i>Lippia arechavaletae</i> Moldenke	Liar	0,00	9,11	0	1	1	0	0	S
Total		142	306	17	45	86	2	7	

Tabela 2: Espécies anuais ocorrentes no campo excluído de pastejo e no campo pastejado com as respectivas coberturas absolutas:

Espécie	Excluído de pastejo	Pastejado
<i>Achyrocline satureioides</i>	1,05	0
<i>Apium leptophyllum</i>	0,2	0
<i>Conyza bonariensis</i>	0,45	0
<i>Facelis retusa</i>	0	1,03
<i>Gamochaeta americana</i>	0,58	0
<i>Gamochaeta falcata</i>	3,59	1,36
<i>Gamochaeta spicata</i>	1,59	0
<i>Helianthemum brasiliense</i>	0	0,28
<i>Lupinus albescens</i>	0,25	0
<i>Mollugo verticillata</i>	0	0,5
<i>Senecio cisplatinus</i>	4,08	0
<i>Senecio oxyphyllus</i>	0,5	0,1
<i>Setaria parviflora</i>	0,35	0
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	1,47	0,35
<i>Solanum hasslerianum</i>	0	0,6
<i>Stellaria media</i>	0,10	0
TOTAL	14,25	4,23

Tabela 3: Coberturas absolutas e relativas das espécies no campo excluído de pastejo e no campo pastejado, agrupadas de acordo com as formas de crescimento:

Formas de crescimento	Excluído de pastejo		Pastejo intenso	
	CA (%)	CR (%)	CA (%)	CR (%)
Arbusto	20,12	6,58	0	0
Subarbusto	59,12	19,34	27,42	19,31
Erva	40,21	13,15	26,39	18,59
Gramínea ereta	182,24	59,62	36,73	25,87
Gramínea reptante	4,00	1,31	51,45	36,23

Figura 1

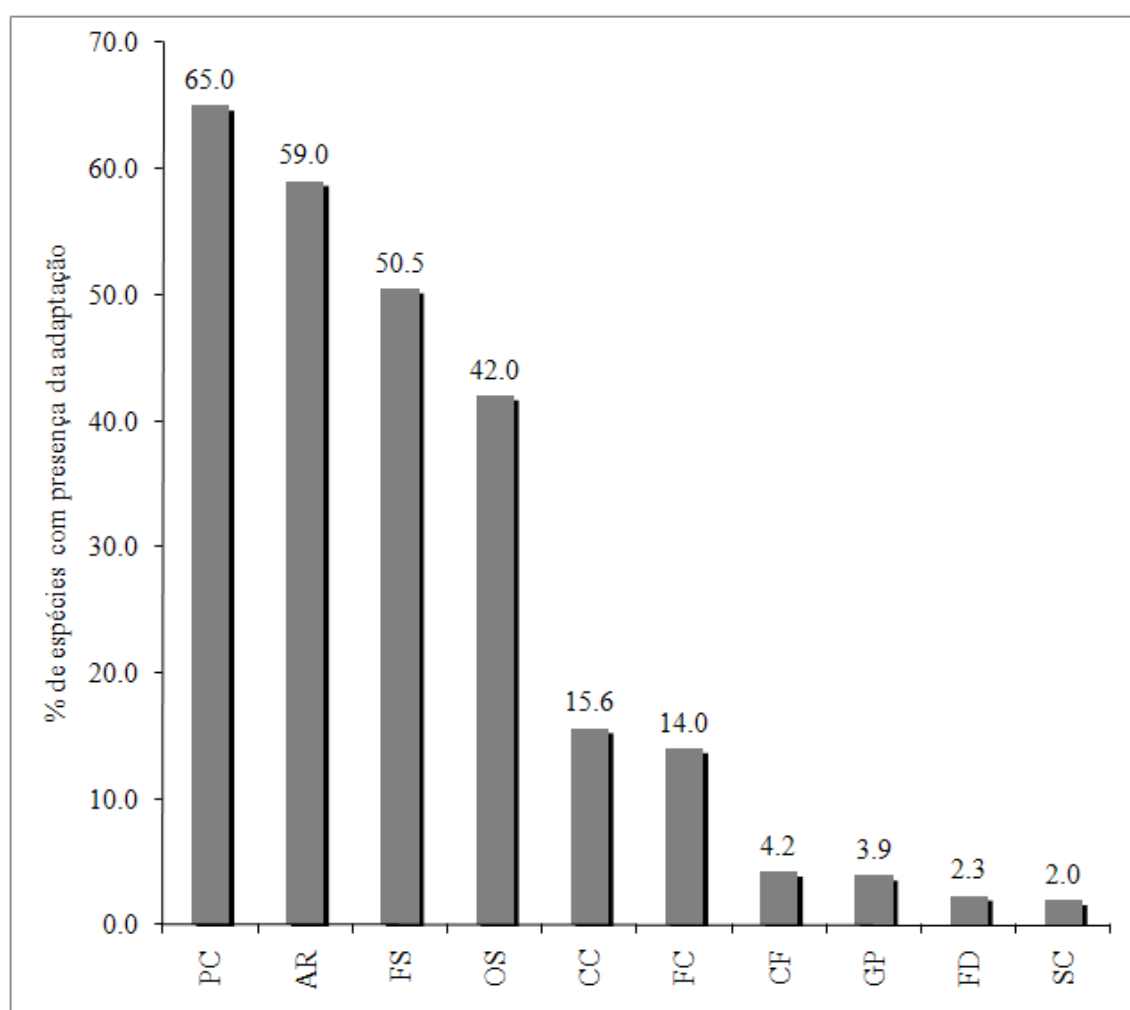
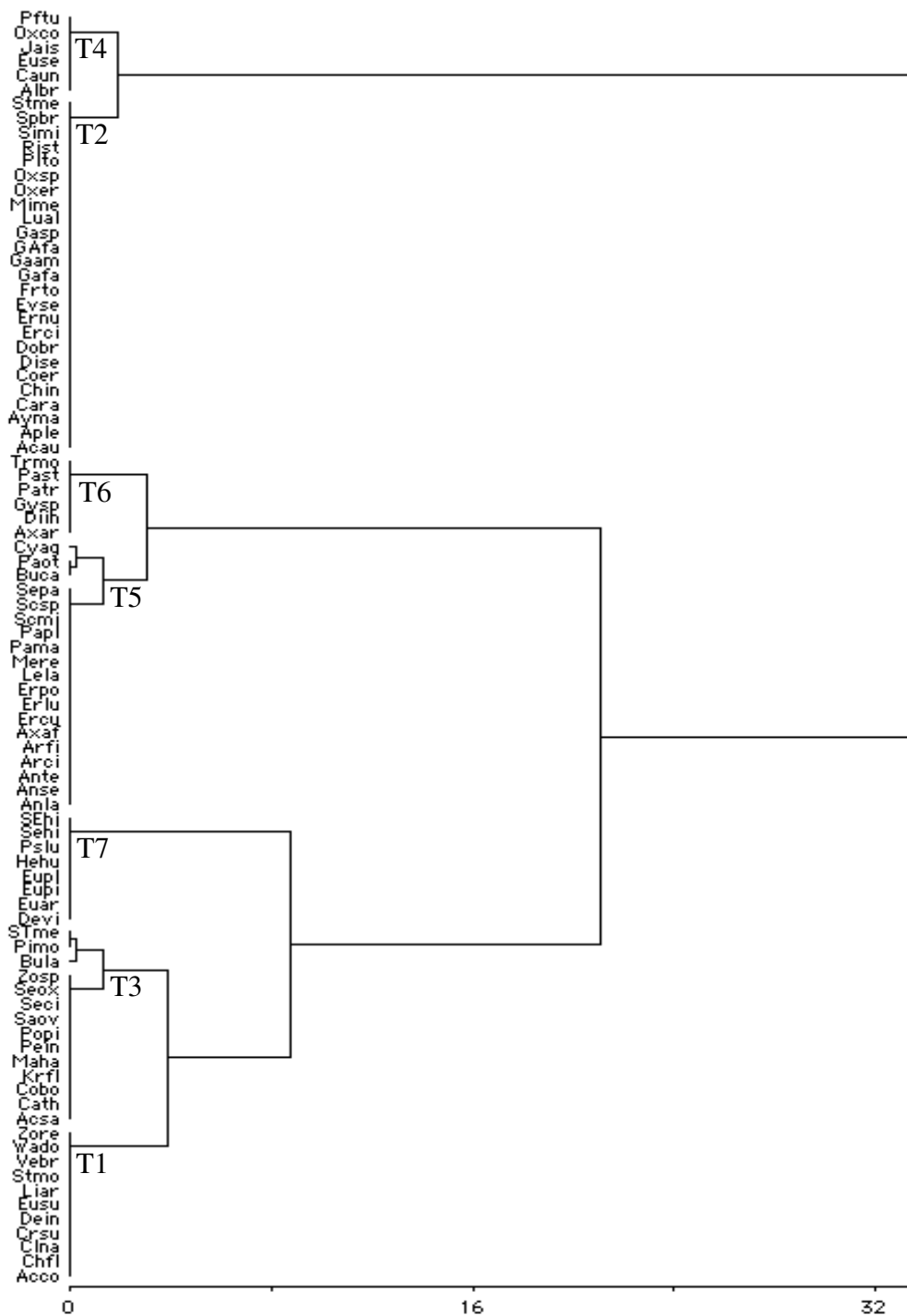
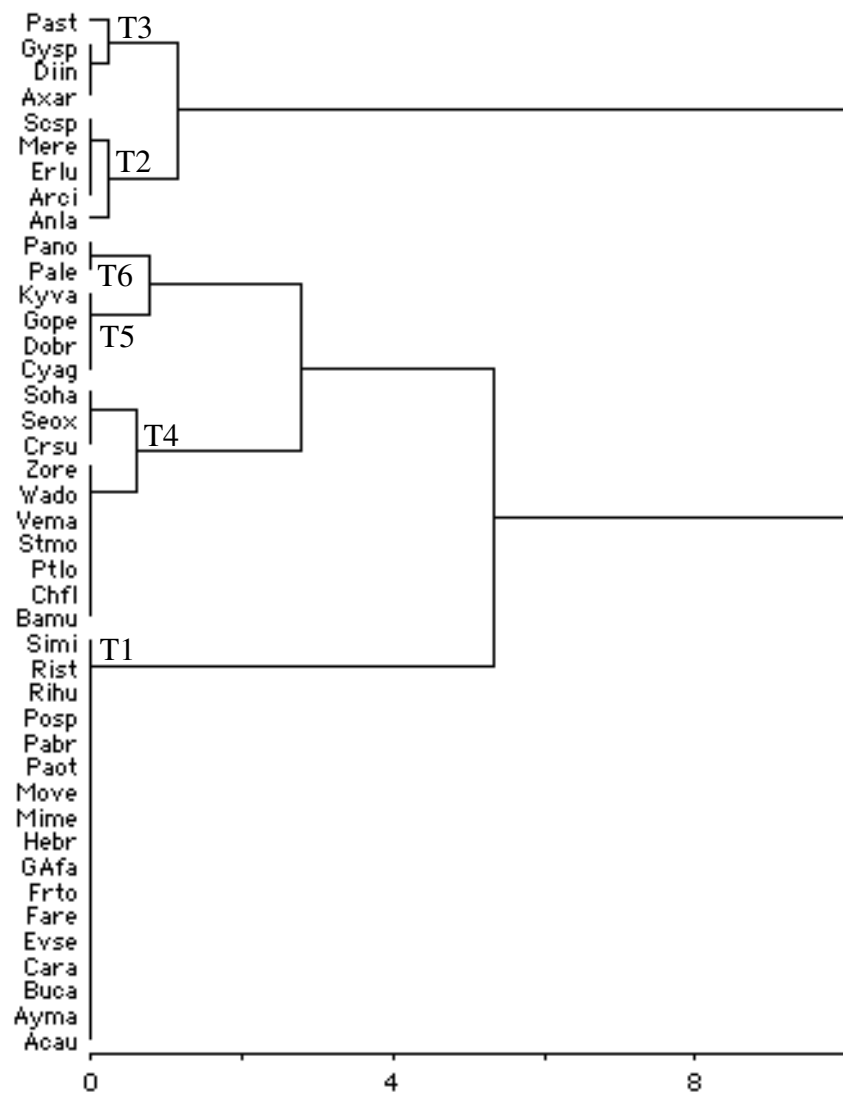


Figura 2



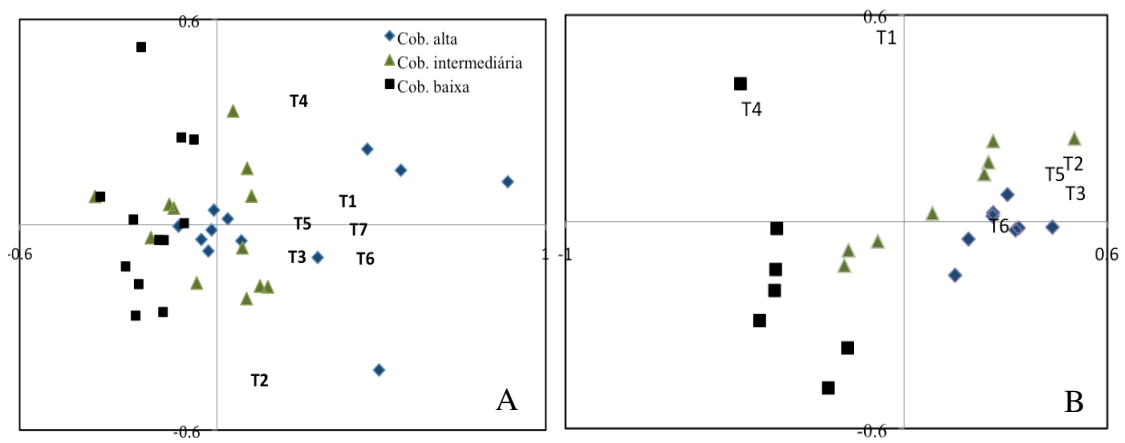
Data: Atr_lot89sp5at Type: (4) binary 89 units, 5 var.
 Clustering of units
 Scalar transf.: (0)none
 Vector transf.: (0)none
 Resemblance: (5)Gower index, (1)between sampling units
 Clustering: (3)incremental sum of squares (Ward)
 Fri May 14 12:11:34 2010

Figura 3



Data: Atr_lot_42sp7at Type: (4) binary 42 units, 7 var.
 Clustering of units
 Scalar transf.: (0)none
 Vector transf.: (0)none
 Resemblance: (5)Gower index, (1)between sampling units
 Clustering: (3)incremental sum of squares (Ward)
 Fri May 14 11:31:18 2010

Figura 4



Artigo 3



Eugenia arenosa e *Portulaca* sp. em campo com arenização (Jacaquá, São Francisco de Assis).

Dinâmica da vegetação em campos com arenização no sul do Brasil

Este artigo será submetido para publicação na Revista Plant Ecology após tradução.

**Dinâmica da vegetação em campos com
arenização no sul do Brasil**

Elisete Maria de Freitas^{1,2,*}, Sandra Cristina Müller³, Ilsi Iob Boldrini¹

¹*Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil*

²*Museu de Ciências Naturais, Centro Universitário Univates. Av. Avelino Tallini, 171. CEP 95900-000 Lajeado, RS, Brasil. Autor para correspondência: elicauf@univates.br; Telefone: 51-3714 7000; Fax: 51-3714 7001;*

³*Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43422, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil;*

**Autor para correspondência (e-mail: elicauf@univates.br)*

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a vegetação dos campos com arenização do sudoeste do Rio Grande do Sul, considerando a dinâmica destes campos em relação ao processo de arenização. No período de um ano, foram avaliadas mudanças na proporção de área ocupada por areia e vegetação, considerando composição e riqueza de espécies, ao longo de gradientes de cobertura vegetal. Foram selecionadas três áreas, uma excluída de pastejo e duas em diferentes situações de pastejo (moderado e intenso). Em cada campo foram realizados dois levantamentos, 2007 e 2008, em unidades amostrais (UAs) permanentes, com estimativa da cobertura aérea das espécies, solo exposto, material morto e musgo. O padrão da vegetação ao longo de gradientes de cobertura vegetal alta, intermediária e baixa, nos três campos, foi avaliado com os dados de 2007, através da análise de coordenadas principais das UAs descritas pelas espécies e posterior correlação dos eixos com solo exposto e material morto. A dinâmica da vegetação no período de um ano foi avaliada a partir de MANOVAs, onde a variância das comunidades foi testada em relação ao ano de levantamento (fator tempo) e ao gradiente de cobertura vegetal (intensidade do processo de arenização). Diagramas de ordenação foram construídos para expressar a dinâmica nos três campos. A correlação entre vegetação e as variáveis do solo foi verificada através do teste de Mantel. Foram amostradas 111 espécies pertencentes a 26 famílias. O padrão geral indicou que os três campos diferem em composição e abundância das espécies, sendo que a diversidade diminui e a composição muda à medida que aumenta o percentual de solo exposto. O campo com pastejo intermediário apresentou características de ambos os outros, indicando que há a influência do pastejo na composição de espécies e na fisionomia dos campos. A dinâmica da vegetação nos campos pastejados foi influenciada tanto pelo tempo quanto pela cobertura vegetal. Já

no campo excluído não houve interação entre os fatores, ocorrendo variação na composição e abundância de espécies apenas conforme o gradiente de cobertura. O processo de arenização avança numa escala maior nas áreas pastejadas que no campo excluído, pois neste as áreas de maior cobertura vegetal tiveram menor influência do processo de arenização. No entanto, fatores como chuva e vento também contribuem para o aumento das áreas arenizadas ao longo do tempo, especialmente nos locais de menor cobertura vegetal. São sugeridas medidas gerais para retardar o processo de arenização desses campos.

Palavras-chave: Bioma Pampa; pastejo; areais; vegetação campestre; cobertura vegetal

INTRODUÇÃO

Os campos do Bioma Pampa, situados na Argentina, Uruguai e no extremo sul do Brasil (metade sul e oeste do estado do Rio Grande do Sul) ocupam aproximadamente 700.000 km², abrangendo a maior área de pastagem natural de clima temperado do mundo (Bilenca e Miñarro 2004). No Rio Grande do Sul, o Pampa ocupa 63% do território (IBGE 2004) e compartilha espécies com o Pampa da Argentina e do Uruguai (Boldrini 2009). É formado por um conjunto de ecossistemas muito antigos, com fauna e flora próprios, grande biodiversidade e um considerável patrimônio genético, raramente encontrado em outros ecossistemas pastoris do planeta (Nabinger 2006, Quadros et al. 2009, Valls et al. 2009). Dentre as formações vegetacionais, o campo dominado por gramíneas, com associação de espécies C₃ e C₄, é o mais representativo (Maraschin 1998, Boldrini 2009).

Na porção sudoeste do Rio Grande do Sul (RS), conhecida como região dos areais, se destacam os campos limpos assentados em substrato arenítico (Suertegaray

1998). A fisionomia desses campos é determinada pela presença marcante de *Axonopus argentinus*, *Elionurus* sp. e *Paspalum leptum* (Boldrini 2009).

Em meio a esses campos, de solo profundo, arenoso, permeável e de extrema fragilidade, frequentemente são observadas manchas de areia exposta. Essas manchas (areais) se formam a partir da remoção do solo e da cobertura vegetal pela ação do escoamento superficial concentrado da água das chuvas, seguida pela deposição do solo removido em áreas mais planas e posterior soterramento da vegetação pela ação do vento (Suertegaray 1998). O processo de formação dos areais (arenização) é natural, mas a sua expansão foi acentuada a partir de 1970, quando foi implantada a monocultura extensiva. É consequência do uso inadequado desse ecossistema, especialmente através do pastejo intensivo e da conversão de áreas para culturas anuais (Verdum 2004). Nesses campos, fatores ambientais como chuvas torrenciais, déficits hídricos, solos arenosos não consolidados, associados ao manejo, em especial com pastejo, tem promovido o aumento das áreas atingidas pela arenização e, conseqüentemente, a redução da diversidade vegetal e da produtividade primária.

O pastejo é um dos fatores mais comuns associados à dinâmica espacial e temporal na estrutura de comunidades vegetais (Pandey e Singh 1991). Segundo esses autores, o pastejo tem como principal efeito a remoção do material verde que abre espaços na comunidade vegetal, permitindo a colonização e o estabelecimento de indivíduos de diferentes espécies. É um distúrbio chave que molda a estrutura e a função das comunidades campestres, modifica a composição e a riqueza de espécies, o perfil vertical e as características das plantas (como porte e variações fenotípicas), além de alterar o fluxo de energia e a ciclagem de materiais (McNaughton 1985, Noy-Meier et al. 1989, Aguiar et al. 1996). Desta forma, o pastejo é considerado o principal fator

mantenedor das propriedades ecológicas e das características fisionômicas dos campos (Pillar e Quadros 1997).

Este trabalho avaliou a vegetação em três áreas de campo nativo com arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. Considerando que a dinâmica destes campos está associada ao processo de arenização em si, ou seja, ao aumento das áreas com solo exposto, foram avaliadas mudanças de curto prazo (um ano) nas proporções de área ocupada por areia e por vegetação, considerando composição e riqueza de espécies, ao longo de gradientes de cobertura vegetal, sob três condições distintas de manejo. Além da vegetação, foram avaliadas as características edáficas locais e suas relações com a cobertura vegetal e a composição de espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, em campos com arenização. Os solos desses campos são de textura arenosa e silte-arenosa com déficits hídricos mesmo em curtos períodos de estiagem, alta suscetibilidade à erosão e baixa fertilidade (Azevedo e Kaminski 1995, Klamt e Schneider 1995, Streck et al. 2008). O clima é subtropical úmido (Moreno 1961) do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1.400 mm (Nimer 1979) com probabilidade de ocorrência de déficit hídrico, especialmente no período de novembro a fevereiro, como resultado da elevada demanda evaporativa da atmosfera (Leivas et al. 2006).

Coleta de dados

Foram selecionadas três áreas de campo com areais, duas pastejadas no município de São Francisco de Assis e uma excluída de pastejo há cerca de oito anos, localizada no município de Alegrete (Figura 1). As duas áreas com pastejo foram denominadas pastejo intenso (PI) e pastejo moderado (PM). A área PI apresentava, visualmente, maior pressão de pastejo, sendo pastejada por bovinos e ovinos com livre acesso por todos os lados. A área de PM apresentava menor pressão de pastejo, sendo frequentada apenas por poucos bovinos, devido à dificuldade de acesso ao local (por um lado havia uma encosta de cerro, por outro uma cerca e no restante, ravinas profundas).

Em cada área foram realizados dois levantamentos quantitativos da vegetação, um em novembro de 2007 e outro em dezembro de 2008. Os levantamentos foram realizados em 84 unidades amostrais (UAs) permanentes de 0,5 m x 2,5 m (1,25 m²), sendo 36 no campo excluído e 24 em cada um dos campos pastejados. As UAs foram distribuídas nas proximidades dos areais, de modo a contemplar igualmente unidades com maior e menor proporção de cobertura vegetal (parcelas distribuídas sistematicamente em locais com cobertura alta, intermediária e baixa) nas três condições de manejo. Como cobertura alta foi definido um percentual mínimo de 80% de vegetação na UA, enquanto que a cobertura média deveria estar entre 50% e 80% e na baixa as parcelas deveriam apresentar pelo menos 10% de cobertura vegetal. Nos campos PI e PM, foram dois blocos com quatro parcelas em cada tipo de cobertura inicial (24 UAs= 2x3x4), e no EP foram três blocos (36 UAs= 3x3x4).

As UAs foram descritas quanto à composição da vegetação, por meio da estimativa da cobertura aérea de cada espécie vascular, do solo exposto, material morto e de musgo. A cobertura foi estimada visualmente em classes de intervalo de 10%,

sendo as primeiras classes mais refinadas: menor de 1%, entre 1 e 2,5%, entre 2,5 e 5% e entre 5 e 10%.

Entre o levantamento de 2007 e o de 2008 foram perdidas por soterramento duas UAs no campo PI (uma de cobertura intermediária e uma de cobertura baixa), quatro no campo PM (três de cobertura alta e uma de cobertura intermediária) e seis no campo EP (uma de cobertura intermediária e cinco de cobertura baixa).

Durante o inventário de 2007, em cada conjunto de quatro UAs pertencentes à mesma categoria de cobertura da vegetação (alta, intermediária e baixa), foram coletadas amostras de solo em diversos pontos, na profundidade de 0 a 5 cm, formando uma amostra composta. Estas amostras foram encaminhadas para análise da fertilidade no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As variáveis analisadas foram percentual de argila e matéria orgânica, pH, índice de SMP (capacidade de correção da acidez do solo), P, K, capacidade de trocas de Al, Ca e Mg, capacidade de trocas catiônicas (CTC), acidez potencial (Al + H), percentual de saturação da CTC de bases e de Al, relações entre Ca/Mg, Ca/K e Mg/K. Entre os locais de estudo, não há diferenças significativas ($p= 0,3732$) quanto a estas características edáficas (Anexo 2 e 3).

Análise dos dados

Para os cálculos e análises foi considerado o valor da escala de cobertura. Foram calculados os parâmetros de cobertura e frequência, absolutas e relativas, o índice de valor de importância (IVI) e o índice de diversidade específica de Shannon (H').

Com o objetivo de identificar o padrão geral de variação da estrutura das comunidades vegetais nos campos estudados, foi construída uma matriz geral das UAs descritas pelos valores de cobertura de cada uma das variáveis (espécies), obtidos no

levantamento quantitativo de 2007. Esta matriz foi submetida a uma análise de ordenação por coordenadas principais (PCoA), sendo utilizada a distância de corda como medida de similaridade (Podani, 1994). Em seguida, para visualização da relação do padrão de distribuição das espécies com a cobertura de solo exposto e de material morto das mesmas UAs, os valores de ambos foram correlacionados aos eixos 1 e 2 da ordenação e então dispostos nos diagramas.

Visando detalhar a dinâmica de curto prazo da vegetação em cada situação de manejo (PI, PM e EP), a mesma análise de ordenação foi realizada individualmente para os dados de cada área em cada ano (2007 e 2008). Como forma de avaliar a significância de mudanças na composição e abundância das espécies entre os anos (dinâmica da vegetação), considerando cada área, foram realizadas análises de variância multivariada (MANOVA), com teste de aleatorização baseado em 1000 iterações (Pillar e Orlóci 1996), considerando os fatores tempo (levantamento 2007 *versus* 2008) e percentual de cobertura vegetal (alto, intermediário e baixo), além de sua interação.

A correlação existente entre a vegetação (espécies descritas pela cobertura) e as variáveis do solo foi verificada através da aplicação do teste de Mantel, o qual avalia a correlação de Pearson entre as respectivas matrizes de dissimilaridade (Legendre e Legendre 1998). Nesta análise, os dados da vegetação foram agrupados a cada conjunto de quatro parcelas (cobertura média da espécie), para corresponder às coletas de amostras de solo, totalizando assim 21 unidades. Para a vegetação foi utilizada a medida de distância de corda e para as variáveis de solo foi utilizado o complemento da medida de similaridade de Gower (Podani 1994). Além disso, as variáveis edáficas foram testadas quanto à sua variância em relação às três classes de cobertura vegetal pré-determinadas, considerando as áreas de campo como blocos. Para tanto, também foi

utilizado teste de aleatorização com 1000 iterações. Todas as análises foram realizadas com o aplicativo Multiv v. 2.6.8b (Pillar 2009).

RESULTADOS

No levantamento de 2007, considerando as três áreas, foram amostradas 111 espécies pertencentes a 26 famílias, enquanto que em 2008 foram 102 espécies e 30 famílias (Tabelas 1, 2 e 3). Nos dois levantamentos foram 120 espécies e 30 famílias. As famílias mais numerosas foram Poaceae (30 espécies), Asteraceae (16) e Fabaceae (11). Desse total, 42 espécies foram amostradas em PI, 51 em PM e 89 em EP. Esses números reduziram em 2008 nas três áreas, sendo 39 em PI, 44 em PM e 82 em EP. Os índices de diversidade de Shannon (H'), em relação ao ano de 2007, também foram menores em 2008, especialmente pela redução na riqueza específica, uma vez que os valores de Equabilidade (E) tiveram um ligeiro aumento de um ano para o outro (Tabela 4). Também houve variação nos valores de diversidade das espécies e nos valores de cobertura dentro de cada área, ao considerar os diferentes gradientes de cobertura vegetal (alta, intermediária e baixa) (Tabela 5).

A cobertura de material morto, como esperado, apresentou os maiores percentuais no campo EP, justamente nas parcelas onde havia maior cobertura vegetal (cobertura alta). Entre os campos pastejados houve mais material morto no campo PM (Tabela 6).

Os percentuais de solo exposto foram superiores aos valores de cobertura das espécies nos três campos estudados nos dois levantamentos (2007 e 2008) e apresentaram as maiores variações durante o período do estudo. No campo PI, a cobertura média de solo exposto em 2007 foi de 28,7%, 58% e 94,3% nas UAs com

cobertura alta, cobertura intermediária e cobertura baixa da vegetação, respectivamente, mostrando que a área de pastejo intenso apresentou o maior percentual de solo exposto em 2007 (cobertura absoluta= 181%). Em 2008, as médias passaram para 46,7%, 71,1% e 78,8%. Houve redução de solo exposto e aumento da cobertura de *Paspalum lepton* nas porções de cobertura baixa. Paralelo a isso, o solo exposto passou a caracterizar esse campo também nas porções de cobertura intermediária e alta, onde houve aumento do seu percentual. Já no campo PM, a cobertura média do solo exposto em 2007 foi de 22,5%, 46,7% e 90,5% nas UAs de cobertura alta, intermediária e baixa, respectivamente. Esses valores aumentaram em 2008 nos três gradientes de cobertura da vegetação, passando para 57,2%, 76% e 99%, sendo este o campo onde houve o maior aumento de solo exposto de um ano para o outro. No campo EP, nas porções de cobertura alta não houve variação significativa do percentual de solo exposto no período do estudo (10% em 2007 e 11,3% em 2008). Já na porção de cobertura intermediária, o percentual de solo exposto aumentou (de 50% para 57%), enquanto que nas parcelas de menor cobertura vegetal, houve uma leve redução de solo exposto (de 81% para 77%), possivelmente em razão da perda de quatro UAs por completo soterramento.

Em 2007, as espécies de maior IVI no campo EP foram *Axonopus argentinus* (11,37), *Aristida circinalis* (5,16), *Pappophorum macrospermum* (4,82), *Panicum tricholaenoides* (4,46) e *Schizachyrium microstachyum* (4,09). No campo PM, as espécies de maior IVI foram *A. argentinus* (11,55), *Paspalum stellatum* (11,28), *Elionurus* sp. (6,82), *Croton subpannosus* (5,81) e *Paspalum lepton* (5,20). Em PI foram *P. lepton* (17,24), *Vernonia macrocephala* (7,57), *Paspalum notatum* (7,54), *A. argentinus* (6,50), *Gymnopogon spicatus* (5,56) e *Schizachyrium spicatum* (5,43).

O diagrama de dispersão, gerado a partir da análise de ordenação dos dados de cobertura do levantamento quantitativo de 2007, explicou 39,66% da variação total dos

dados nos dois primeiros eixos (Figura 2). O diagrama demonstra uma clara distinção na composição de espécies entre os campos avaliados, especialmente entre os extremos de PI e EP, estando o PM numa posição intermediária, com espécies características de ambos os outros (variação expressa ao longo do eixo 1). O eixo 2 distingue os locais quanto à cobertura vegetal. Os pontos situados nos quadrantes superiores indicam as parcelas com maior percentual de solo exposto. No campo PI, estes locais estão associados às espécies *Gymnopogon spicatus*, *Paspalum lepton*, *P. notatum* e *Vernonia macrocephala*. No campo EP, as áreas de cobertura baixa estão associadas às gramíneas *Panicum tricholaenoides*, *Aristida circinalis*, *Pappophorum macrospermum* e *Schizachyrium microstachyum*, além de *Sebastiania hispida* var. *interceedens*. Na porção inferior do diagrama, estão as parcelas que se caracterizam pela maior quantidade de material morto, associado às espécies *Axonopus argentinus*, *Paspalum stellatum*, *Marsypianthes hassleri*, *Clitoria nana* e *Commelina erecta*, caracterizando especialmente os campos EP e PM.

O diagrama de dispersão, gerado a partir dos dados de 2007 do campo PI, explicou 59,07% nos dois primeiros eixos. A partir desse diagrama, percebe-se que a porção do campo com menor cobertura da vegetação foi caracterizada por *Vernonia macrocephala* (Figura 3A). Houve maior similaridade entre as porções de vegetação com cobertura intermediária e alta, marcadas pela presença de *Axonopus argentinus*, *Ayenia mansfeldiana*, *Bulbostylis capillaris* var. *elatior*, *Cardionema ramosissima*, *Croton subpannosus*, *Cyperus aggregatus*, *Eragrostis lugens*, *Facelis retusa*, *Gamochoaeta falcata*, *Gymnopogon spicatus*, *Paspalum lepton*, *P. notatum* e *Schizachyrium spicatum*. Em 2008, o diagrama de dispersão explicou 55,6% dos dados em seus dois primeiros eixos, mostrando que as UAs de menor cobertura foram marcadas pela presença de *P. lepton*, cuja cobertura aumentou de 2007 para 2008. Nas

porções de cobertura intermediária e alta houve similaridade, sendo caracterizadas por: *Axonopus argentinus*, *Ayenia mansfeldiana*, *Bulbostylis capillaris* var. *elator*, *Cardionema ramosissima*, *Eragrostis lugens*, *Evolvulus sericeus*, *Gymnopogon spicatus*, *Melinis repens*, *Parodia ottonis*, *Portulaca grandiflora*, *Paronychia brasiliana*, *Paspalum stellatum*, *Schizachyrium spicatum* e *Zornia reticulata* (Figura 3B). Neste campo, a MANOVA indicou que houve variação significativa entre os anos, entre todos os percentuais de cobertura vegetal, além de haver interação entre ambos os fatores (Tabela 7).

No campo PM, *Croton subpannosus*, *Eugenia arenosa* e *Elionurus* sp. foram as espécies que caracterizaram as UAs de cobertura baixa, conforme o diagrama de dispersão de 2007 (Figura 3C), o qual explica 51,5% da variação total dos dados nos dois primeiros eixos. Porém, em 2008, a falta de cobertura das espécies caracterizou as parcelas originalmente dispostas em locais de cobertura baixa (a média de solo exposto foi de 99%), conforme pode ser observado no diagrama de dispersão, que sintetiza 50,7% da variação dos dados (Figura 3D). Quanto às espécies características das porções de campo com maior cobertura da vegetação (alta e intermediária), o diagrama demonstra que permanece a semelhança observada entre elas em 2007, especialmente devido à presença de *Axonopus argentinus*, *Bulbostylis capillaris* var. *elator*, *Marsypianthes hassleri*, *Paspalum stellatum* e *Chamaecrista flexuosa*. *Paspalum leptoneuron* foi mais importante em cobertura intermediária. Conforme constatado através da MANOVA, houve variação entre os anos e também entre os percentuais de cobertura, além da interação entre estes fatores, apesar desta estar no limiar de 0,05.

No campo EP, de forma inversa aos outros dois campos, conforme demonstra o diagrama de dispersão (Figura 3E) com 48,2% de explicação nos seus dois primeiros eixos, em 2007 a maioria das UAs de cobertura intermediária se assemelhou mais com

as UAs de cobertura baixa devido à existência de solo exposto e das espécies *Aristida circinalis*, *Bulbostylis capillaris* var. *elator*, *Gamochoaeta falcata*, *Panicum tricholaenoides* e *Pappophorum macrospermum*. As espécies características da vegetação na porção do campo com cobertura vegetal alta foram *Axonopus argentinus*, *Acalypha communis*, *Clitoria nana*, *Commelina erecta*, *Desmodium incanum*, *Eryngium nudicaule* e *Psidium luridum*, além do material morto apresentar elevada correlação. Na avaliação de 2008, o diagrama de dispersão, representando 46,9% da variação nos dois primeiros eixos, mostra que as porções de campo de cobertura intermediária e baixa foram caracterizadas por *Digitaria insularis*, *Vernonia brevifolia* e *Zornia reticulata*, além de solo exposto e das espécies de 2007 (Figura 3F). Da mesma forma, a fração do campo com cobertura alta e parte das parcelas com cobertura intermediária permanece caracterizada pelas mesmas variáveis do ano de 2007, exceto *Krapovickasia flavescens* que aparece em 2008. *A. argentinus* apresentou a maior cobertura nos dois levantamentos, com coberturas de 62,2% (2007) e 58,2% (2008). A espécie não ocorreu nas UAs mais próximas do areal, onde a cobertura vegetal era baixa. Neste campo, a composição e abundância de espécies não variaram entre os anos, mas variaram conforme os percentuais de cobertura (alta, intermediária e baixa), sendo que a interação entre os fatores não foi significativa.

O teste de Mantel mostrou uma correlação significativa entre a vegetação e as variáveis do solo ($p= 0,22$; $p= 0,016$). Ao mesmo tempo, o conjunto de variáveis de solo apresentou variações significativas com relação aos percentuais de cobertura vegetal, diferindo significativamente ($p= 0,002$) entre todos os tratamentos deste fator (alta, intermediária e baixa), nos três campos avaliados.

DISCUSSÃO

A composição florística é bastante distinta entre os campos. Tanto a riqueza quanto os índices de Shannon e equabilidade foram superiores no campo excluído de pastejo. De forma inversa, Altesor et al. (2005), ao estudarem os efeitos do pastejo em campos do sul do Rio de la Plata, obtiveram índices de diversidade mais elevados em campos pastejados. Overbeck e Pfadenhauer (2005), a partir do estudo de campos não pastejados e sujeitos ao fogo na região de Porto Alegre, afirmam que campos excluídos de pastejo e sem queimadas tendem a apresentar alta dominância de poucas espécies de gramíneas entouceiradas e baixa diversidade de herbáceas. Boldrini e Eggers (1996), ao comparar campo natural pastejado e excluído de pastejo após oito anos, verificaram que houve redução na diversidade e substituição das espécies dominantes de estoloníferas e rizomatosas por cespitosas. No entanto, Olff e Ritchie (1998) afirmam que nem sempre a diversidade de comunidades vegetais campestres aumenta quando sob a ação de herbívoros, pois os efeitos do pastejo sobre a diversidade variam de acordo com gradientes ambientais de fertilidade do solo e de precipitação.

Além de apresentar diferenças entre os campos, os valores de riqueza de espécies e de diversidade de Shannon dentro de cada área reduziram gradualmente na medida em que aumentou o percentual de solo exposto nas UAs acompanhado da redução do percentual de cobertura vegetal atingido pelas espécies. Isso mostra que a arenização é um fator determinante para a alteração da diversidade vegetal dos campos com arenização.

O solo, em termos de fertilidade, dos três campos não difere, apresentando baixo percentual de argila e matéria orgânica, capacidade de trocas catiônicas muito abaixo do ideal, alta acidez, saturação de alumínio muito maior que a saturação de bases, além de baixas quantidades de P e K. Já a composição florística é bastante distinta entre os

campos. Existe relação entre vegetação e solo, tendo em vista que ambos variaram de acordo com o aumento de solo exposto, ou seja, quanto maior o percentual de solo exposto, menor a composição e a abundância das espécies nos três campos estudados. Isso indica que a presença ou a ausência da vegetação reflete nas características do solo e não o inverso, considerando a profundidade avaliada.

Ao considerar o período de um ano (fator tempo), constatou-se que este só não foi significativo no campo EP. Nos dois campos pastejados, houve variação significativa, mas com menos significância no campo PM. Em ambos, tanto o fator ano quanto o fator cobertura vegetal influenciam na alteração da composição florística.

A redução do solo exposto no campo PI, nas porções de campo com cobertura baixa de vegetação, ocorreu em consequência do aumento da cobertura de *Paspalum notatum* (0,3 para 8,3%) e *P. lepton* (5,3 para 26%). Por outro lado, nas áreas de maior cobertura de vegetação houve aumento de solo exposto de um ano para o outro, demonstrando que o processo de arenização avança sobre toda a extensão da área, de modo não-direcional, através da abertura de manchas de areia em meio à vegetação. Isso pode ser em consequência do pastejo intenso, pois promove a remoção da parte aérea das plantas, que abre espaços na comunidade vegetal. Pandey e Singh (1991) afirmam que esses espaços abertos na comunidade favorecem a colonização e o estabelecimento de diferentes espécies. No entanto, nos campos com arenização, os espaços abertos são focos para o início de novas manchas de areia, conforme também foi constatado por Trindade et al. (2008).

A ausência de diferenças significativas na cobertura vegetal no campo EP durante o período do estudo, em contrapartida às diferenças constatadas nos dois campos pastejados, indicam que o pastejo pode intensificar o processo de arenização, mesmo sendo considerado um processo natural (Suertegaray 1998). Por outro lado, a

ausência do pastejo promove o aumento de material senescente e o desenvolvimento de áreas com alto teor de material morto (Nabinger 1998), bem como a dominância de algumas gramíneas que formam touceiras de grande porte (Overbeck et al., 2005). Ambas as características foram observadas no campo excluído há oito anos. Nas áreas de maior cobertura vegetal predominou *Axonopus argentinus* (espécie que forma grandes touceiras) e a cobertura morta foi bastante elevada. As áreas de maior cobertura vegetal e material morto sofrem menor influência do processo de arenização, tanto que não houve aumento de solo exposto durante o período de observação. Já nas bordas desse areal (cobertura baixa), a ação do escoamento superficial da água resultou na perda de quatro parcelas por soterramento, ou seja, a redução na porcentagem de solo exposto em 2008 com relação a 2007 é aparente e errônea, pois não considera estas parcelas que foram totalmente “cobertas” por solo exposto. Estas evidências indicam que apesar da exclusão do pastejo, o areal continuou a se expandir, embora somente a partir das bordas e em menor proporção, principalmente como resultado da ação da água de chuvas torrenciais (Figura 4A).

No campo PM, o aumento de solo exposto nas UAs de cobertura alta e intermediária pode ser uma consequência do pastejo. Já nas UAs de cobertura baixa, esse aumento ocorreu principalmente pela ação do vento que movimentou a areia provocando o soterramento da vegetação. Foi possível chegar a essa constatação em razão de ter ocorrido o soterramento das estacas dispostas em 2007, restando poucos centímetros acima do solo por ocasião do levantamento em 2008 (Figura 4B).

Esses resultados reforçam as conclusões de Suertegaray (1998), Suertegaray et al. (2001) e de Verdum (2004), de que a chuva e o vento, além do pastejo, contribuem no aumento das áreas arenizadas. Em campos suscetíveis ao processo de arenização, o

pastejo intenso aumenta o potencial dos efeitos erosivos da chuva e do vento (Trindade et al. 2008).

Axonopus argentinus aparece nas três áreas entre as principais espécies, confirmando ser esta uma das espécies que determina a fisionomia dos campos com areais (Boldrini 2009). No campo EP, *A. argentinus* atingiu cobertura bem superior às demais, demonstrando que a ausência de pastejo tem beneficiado a espécie em detrimento das outras. Nos três campos a espécie esteve entre as mais importantes nas UAs de cobertura alta e intermediária e nos campos PI e PM ocorreu também nas UAs de cobertura baixa, mas com percentuais bem reduzidos, possivelmente porque apresenta pouca resistência ao processo de arenização ou porque apresenta sucesso reprodutivo onde o substrato é mais estável. Além desta, aparece com destaque *Paspalum lepton*, outra espécie apontada por Boldrini (2009) como característica desses campos. No entanto, foi observada apenas nos campos pastejados.

Verifica-se que no campo com pastejo intenso predominam, em termos de cobertura, as gramíneas prostradas enquanto que no campo com exclusão de pastejo predominam as gramíneas eretas. Já no campo com pastejo moderado ocorrem gramíneas eretas e, com menor participação, espécies prostradas (*P. lepton* e *P. notatum*), mostrando a influência do pastejo na composição de espécies e na fisionomia dos campos. Girardi-Deiro e Gonçalves (1987) verificaram um aumento na cobertura de *P. notatum* de 26,9% para 62,9% quando passaram de uma baixa carga animal para uma carga alta, como resultado do seu hábito rizomatoso, altamente adaptado ao pastejo. O pastejo favorece as espécies prostradas que são mais sensíveis à competição por luz do que as eretas, enquanto que sob exclusão de pastejo, as espécies de crescimento ereto têm vantagem competitiva em relação às prostradas (Milot 1991).

Vernonia macrocephala também esteve entre as principais espécies no campo de pastejo intenso, sendo outra espécie predominante desses campos, conforme apontado por Boldrini (2009). A sua elevada contribuição no campo de pastejo intenso e, em menor proporção no campo de pastejo moderado, aliada a sua ausência no campo excluído de pastejo, pode ser uma indicação de adaptação da espécie ao pastejo, possivelmente pela abertura da comunidade, favorecendo a germinação de suas numerosas sementes, por não ser pastejada e por apresentar estrutura subterrânea desenvolvida. Essa hipótese é reforçada com o experimento realizado por Quadros e Pillar (2001) num campo natural de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Os autores observaram que apesar de haver composição inicial bem diversa nas parcelas pastejadas, elas foram direcionadas a uma redução de espécies cespitosas como *Andropogon lateralis* e *Erianthus angustifolius* Nees e aumento na participação de *Paspalum notatum* e *Vernonia nudiflora*, favorecidas por apresentarem os pontos de crescimento protegidos (rizomas e xilopódios). Os autores acreditam que o pastejo tenha efeito mais importante que o fogo, pois reduz o material verde de lâminas foliares ao longo de toda a estação de crescimento, afetando sua taxa de acumulação.

A melhor forma de preservação dos campos é, sem dúvida, a forma como atualmente ele se apresenta, obtendo como produto final a produção pecuária (Quadros et al. 2009). No entanto, nas porções dos campos onde o processo de arenização está instalado, é preciso tomar como primeira medida, a retirada do gado. O avanço da arenização nas bordas do areal do campo excluído de pastejo demonstra a necessidade de associar a esta medida, ações para a contenção da erosão eólica e pluvial, bem como, de selecionar espécies que demonstrem resistência ao processo. Diante disso, salienta-se a necessidade da realização de mais estudos sobre os campos com areais do sudoeste do

RS, comparando áreas pastejadas e não pastejadas, com o intuito específico de definir formas de contenção do avanço da arenização sobre os mesmos.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Pecuária Sul – Bagé, pelo financiamento da pesquisa. Ao Dr. José Pedro Pereira Trindade pelo apoio na busca dos recursos financeiros e nos trabalhos de campo. Aos Drs. Rafael Trevisan e Ângelo Alberto Schneider pelo auxílio na identificação das espécies. Aos fazendeiros pela permissão de acesso às suas propriedades. A Rafael Rodrigo Eckhardt pela elaboração do mapa. Aos colegas e amigos que acompanharam nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- Aguiar MR, Paruelo, JM, Sala OE e Lauenroth WK (1996) Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: an example from the Patagonian steppe. *Journal Vegetation Science* 7: 381-390.
- Altosor A, Oesterheld M, Leoni E, Lezama F e Rodriguez C (2005) Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan Grassland. *Plant Ecology* 179: 83-91.
- Azevedo AC e Kaminski J (1995) Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11: 65-70.
- Bilenca DN e Miñarro FO (2004) Identificación de áreas valiosas de pastizal em las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. *Fundación Vida Silvestre Argentina*, Buenos Aires.

- Boldrini II (2009) A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS e Jacques AVA (eds). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 63-77.
- Boldrini II e Eggers L (1996) Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botânica Brasílica* 10: 37-50.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) Mapa de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 29 de setembro de 2009.
- Girardi-Deiro AM e Gonçalves JON (1987) Estrutura da vegetação de um campo natural submetido a três cargas animais na Região Sudeste do Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA/CNPO. Coletânea das Pesquisas Forrageiras 1: 33-62.
- Gotelli NJ e Ellison AM (2004) A primer of ecological statistics. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- Klamt E (1994) Solos arenosos da região da campanha do Rio Grande do Sul. In: solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp 19-37.
- Klamt E e Schneider P (1995) Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11: 71-80.
- Legendre P e Legendre L (1998) Numerical ecology: developments in environmental modeling 20. Elsevier Science, Amsterdam.
- Leivas JF, Berlatto MA e Fontana DC (2006) Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10: 397-407.
- Maraschin GE (1998) Manejo de pastagens nativas, produtividade animal e dinâmica da vegetação em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. In: Nuernberg NJ e Gomes

- IPO (Eds.) XVII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul – Zona Campos. (Anais). Epagri/UDESC, Lages, pp 47-54.
- McNaughton SJ (1985) Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs* 55: 259-294.
- Millot JC (1991) Manejo Del pastoreo y su incidencia sobre la composicion botanica y productividad del campo natural: Pasturas y produccion animal em áreas de ganaderia extensiva. Montevideo, Uruguay: INIA (Série técnica 13).
- Moreno JA (1961) Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nabinger C (1998) Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: Gottschal, C.S. et al. (Orgs.). Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos de corte 3: 40-105.
- Nabinger C (2006) Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: I Simpósio de Forrageiras e Produção Animal (Anais...). UFRGS Porto Alegre, pp 25-76.
- Nimer E (1979) Climatologia do Brasil. IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro.
- Noy-Meier I, Gutman M e Kaplan Y (1989) Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* 77: 290-310.
- Olf H e Ritchie ME (1998) Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution*: 13:261-264.
- Overbeck GE e Pfadenhauer J (2005) Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. *Flora* 202: 27-49.
- Pandey CB e Singh JS (1991) Influence of grazing and soil conditions on secondary savanna vegetation in Índia. *Journal of vegetation Science*. Uppsala 2: 95-102.

- Pillar VD (2009) MULTIV, software for multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Version Beta 2.6.8. Departamento de Ecologia – UFRGS, Porto Alegre.
- Pillar VD e Orlóci L (1996) On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Pillar VD e Quadros FLF (1997) Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12: 119-126.
- Podani J (1994) *Multivariate data analysis in ecology and systematics*. The Hague, SPB.
- Quadros FLF e Pillar VD (2001) Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural* 31: 863-868.
- Quadros FLF, Trindade JPP e Borba M (2009) Abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS e Jacques AVA (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 206-213.
- Streck EV, Kämpf N, Dalmolin RSD, Klamt E, Nascimento PC, Schneider P, Giasson E e Pinto LFS (2008) *Solos do Rio Grande do Sul*. EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre.
- Suertegaray DMA (1998) *Deserto Grande do Sul: controvérsia*. Editora da Universidade, Porto Alegre.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A. & Verdum, R. (org.). 2001. *Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Coordenação e Planejamento. Porto Alegre. 85 p.

- Trindade JPP, Quadros FLF e Pillar VD (2008) Vegetação campestre de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul sob pastejo e com exclusão de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 771-779.
- Valls JFM, Boldrini II, Longhi-Wagner HM e Miotto STS (2009) O patrimônio florístico dos campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS e Jacques AVA (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 129-154.
- Verdum R (2004) Depressão Periférica e planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: Verdum R, Basso LA e Suertegaray DMA (Orgs.) *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Editora da Universidade/UFRGS Porto Alegre, pp 39-57.

Tabela 1: Cobertura relativa (CRi), frequência relativa (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies, obtidos nos levantamentos quantitativos de 2007 e 2008 no campo de pastejo intenso (PI), localizado em São Francisco de Assis, RS.

Espécies	Código variável	CRi % 2007	FRi% 2007	CRi % 2008	FRi% 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Paspalum leptum</i> Schult. (= <i>P. nicorae</i> Parodi)	Pale	12,37	6,98	14,01	5,98	9,83
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Pano	4,55	4,65	6,78	5,71	5,42
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	Axar	3,74	4,36	5,42	4,35	4,47
<i>Vernonia macrocephala</i> Less.	Vema	4,58	4,65	2,78	3,8	3,95
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	Gysp	2,71	4,65	3,07	3,8	3,56
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	Scsp	2,9	4,07	2,12	4,08	3,29
<i>Croton subpannosus</i> Müll. Arg. ex Griseb.	Crsu	1,13	3,2	2,52	4,89	2,94
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatio</i> Osten	Buca	1,27	4,65	1,16	4,62	2,93
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Frto	1,31	4,36	1,39	3,53	2,65
<i>Gamochoeta falcata</i> (Lam.) Cabrera	GAfa	0,45	3,2	0,93	5,43	2,5
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Cara	1,08	3,78	1,22	3,8	2,47
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyag	0,62	3,78	0,82	3,53	2,19
<i>Baccharis multifolia</i> A.S.Oliveira, Deble & Marchiori	Bamu	1,58	1,16	1,48	3,8	2,01
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Erlu	0,98	3,2	0,85	2,17	1,8
<i>Paronychia brasiliiana</i> DC.	Pabr	0,45	2,33	1,18	2,72	1,67
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristobal	Ayma	0,62	2,33	0,9	2,45	1,57
<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge	Past	1,1	1,45	2,16	1,36	1,52
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	Mime	0,44	2,33	0,7	2,17	1,41
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	Evse	0,41	1,74	0,73	2,72	1,4
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Mere	0,37	1,45	1,46	1,9	1,3
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Zore	0,35	1,74	0,51	1,63	1,06
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Wado	0,76	2,62	0,14	0,27	0,95
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Move	0,16	1,45	0,23	1,9	0,94
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Stmo	0,33	1,74	0,55	1,09	0,93
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	Arci	0,03	0,29	0,74	1,9	0,74
<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltdl) Steud.	Rihu	0,26	1,45	0,2	0,82	0,68
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Fare	0,34	2,33	0	0	0,67
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Acau	0,36	1,16	0,24	0,82	0,64
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Simi	0,12	0,87	0,08	0,82	0,47
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Diin	0,08	0,29	0,28	0,82	0,37
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat	Soha	0,2	0,58	0,14	0,54	0,37
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	Paot	0,16	0,58	0,14	0,54	0,36
<i>Portulaca</i> sp.	Posp	0,07	0,58	0,1	0,54	0,32
<i>Helianthemum brasiliense</i> (Lam.) Pers.	Hebr	0,09	0,58	0,06	0,54	0,32
<i>Gomphrena perennis</i> L.	Gope	0,16	0,29	0,15	0,54	0,29
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Pimo	0	0	0,17	0,82	0,25

Tabela 2: Cobertura relativa (CRi), frequência relativa (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies, obtidos nos levantamentos quantitativos de 2007 e 2008 no campo de pastejo moderado (PM), localizado em São Francisco de Assis, RS.

Espécies	Código variável	CRi % 2007	FRi% 2007	CRi % 2008	FRi% 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. Ex Flüggé	Past	9,32	4,91	7,31	4,35	6,47
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	Axar	9,31	5,41	4,72	4,35	5,95
<i>Elionurus</i> sp.	Elsp	4,58	4,67	3,97	4,71	4,48
<i>Croton subpannosus</i> Müll. Arg. Ex Griseb.	Crsu	3,16	5,16	2,14	5,07	3,88
<i>Marsypianthes hassleri</i> Briq.	Maha	2,71	3,93	2,29	4,35	3,32
<i>Paspalum leptum</i> Schult.	Pale	3,11	4,18	2,35	3,26	3,22
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Frto	1,35	3,93	1,32	3,62	2,56
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatior</i> Osten	Buca	1,02	3,93	0,75	3,99	2,42
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Mere	1,21	3,69	1,4	2,9	2,3
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) E. Greene	Chfl	0,98	3,19	0,69	3,26	2,03
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Cara	1,44	2,21	1	3,26	1,98
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	Arci	1	2,7	0,81	3,26	1,94
<i>Vernonia macrocephala</i> Less.	Vema	1,62	1,97	1,47	2,17	1,81
<i>Spermacoce brachystemonoides</i> Cham. & Schldtl.	Spbr	0,84	2,7	0,72	2,9	1,79
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	Gysp	0,95	1,97	1,59	2,54	1,76
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Stmo	0,96	2,7	0,65	1,81	1,53
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel	Anse	0,91	1,97	1,01	2,17	1,52
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. Ex Ham.) Roseng. B.R. Arril. & Izag.	Scmi	1,26	3,19	0,25	0,72	1,36
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Acau	0,83	1,23	1,35	1,81	1,31
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Zore	0,52	1,97	0,48	1,81	1,19
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	Evse	0,6	1,97	0,39	1,81	1,19
<i>Baccharis multifolia</i> A.S.Oliveira, Deble & Marchiori	Bamu	0,84	1,47	1,31	1,09	1,18
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristobal	Ayma	0,45	1,97	0,36	1,81	1,15
<i>Gamochoeta falcata</i> (Lam.) Cabrera	Gafa	0,24	0,98	0,45	2,9	1,14
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	Scsp	0,63	2,46	0,37	1,09	1,14
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyag	0,55	1,97	0,28	1,09	0,97
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabrera	Seci	0,9	1,47	0,1	1,09	0,89
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Papo	0	0	1,54	1,81	0,84
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Erlu	0,32	1,23	0,22	1,09	0,71
<i>Gomphrena graminea</i> Moq.	Gogr	0,28	0,74	0,25	1,09	0,59
<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.	Caau	0,55	0,25	0,57	0,72	0,52
Musgo	Mu	0,9	0,74	0,03	0,36	0,51
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Diin	0,28	0,98	0,16	0,36	0,45
<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schldtl) Steud.	Rihu	0,08	0,74	0,2	0,72	0,44

Continuação da tabela 2:

Espécies	Código variável	CRi % 2007	FRi% 2007	CRi % 2008	FRi% 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	Mime	0,14	0,25	0,12	1,09	0,4
<i>Paronychia brasiliiana</i> DC.	Pabr	0	0	0,23	1,09	0,33
<i>Asclepias campestris</i> Vell.	Asca	0,35	0,49	0,03	0,36	0,31
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>intercedens</i> (Müll. Arg.) Pax	SEhi	0,03	0,25	0,11	0,72	0,28
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Sepa	0,17	0,25	0,25	0,36	0,26
<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schltldl.) Steud.	Rist	0,17	0,74	0	0	0,23
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Move	0	0	0,11	0,72	0,21
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Wado	0,03	0,25	0,16	0,36	0,2
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat	Soha	0,28	0,49	0	0	0,19
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	Eupi	0,07	0,25	0,08	0,36	0,19
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Pano	0	0	0,08	0,36	0,11
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Pogr	0	0	0,03	0,36	0,1
<i>Portulaca</i> sp.	Posp	0	0	0,03	0,36	0,1
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Sprengel) Hicken	Pftu	0,14	0,25	0	0	0,1
<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	Erne	0,1	0,25	0	0	0,09
<i>Aeschynomene histrix</i> var. <i>incana</i> (Vogel) Benth.	Aehi	0,08	0,25	0	0	0,08
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. & Arn.	Eusu	0,08	0,25	0	0	0,08
<i>Cyperus incomtus</i> Kunth	Cyin	0,07	0,25	0	0	0,08
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	Euar	0,07	0,25	0	0	0,08
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	Paot	0,07	0,25	0	0	0,08
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plto	0,07	0,25	0	0	0,08
<i>Senecio oxyphyllus</i> DC.	Seox	0,07	0,25	0	0	0,08
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> (Cabrera) Cabrera	Cobo	0,03	0,25	0	0	0,07
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	Kyva	0,03	0,25	0	0	0,07

Tabela 3: Cobertura relativa (CRi), frequência relativa (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies, obtidos nos levantamentos quantitativos de 2007 e 2008 no campo excluído de pastejo (EP), localizado em Alegrete, RS.

Espécies	Código	CRi % 2007	FRi % 2007	CRi % 2008	FRi % 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	Axar	11,12	2,16	11,96	2,98	7,06
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	Arci	3,10	4,19	2,76	3,45	3,38
<i>Pappophorum macrospermum</i> Roseng., B.R. Arrill. & Izag.	Pama	2,82	4,05	2,48	3,92	3,32
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng. B.R. Arril. & Izag.	Scmi	2,51	3,24	2,89	3,3	2,98
<i>Marsypianthes hassleri</i> Briq.	Maha	2,21	2,84	2,96	3,45	2,87
<i>Panicum tricholaenoides</i> Steud.	Patr	3,08	2,97	2,62	2,04	2,68
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatio</i> r Osten Musgo	Buca Mu	1,53 2,8	4,19 1,49	1,04 3,01	3,3 2,04	2,51 2,33
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Diin	1,12	2,57	1,44	2,98	2,03
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>intercedens</i> (Müll. Arg.) Pax	SEhi	0,78	2,97	0,96	3,14	1,97
<i>Gamochoa falcata</i> (Lam.) Cabrera	GAfa	0,64	2,97	0,54	2,98	1,78
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabrera	Seci	0,73	1,35	1,63	1,73	1,36
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Papl	1,04	1,35	1,6	1,26	1,31
<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge	Past	2,11	1,89	0,25	0,63	1,22
<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees	Lela	1,13	0,41	2,01	1,26	1,2
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Mere	0,61	1,62	0,9	1,26	1,1
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Dein	0,82	1,49	0,51	1,41	1,06
<i>Spermacoce brachystemonoides</i> Cham. & Schldtl.	Spbr	0,02	0,14	0,9	3,14	1,05
<i>Calea uniflora</i> Less.	Caun	0,77	1,35	0,49	1,57	1,05
<i>Clitoria nana</i> Benth.	Clna	0,53	1,35	0,85	1,41	1,04
<i>Krapovickasia flavescens</i> (Cav.) Fryxell	Krfl	0,39	1,89	0,26	1,57	1,03
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristobal	Ayma	0,36	1,76	0,31	1,57	1
<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schldtl.) Steud.	Rist	0,76	3,24	0	0	1
<i>Commelina erecta</i> L.	Coer	0,24	1,35	0,51	1,88	1
<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Ernu	0,36	1,08	1,11	1,26	0,95
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hook. & Arn.	Eusu	0,25	1,49	0,32	1,41	0,87
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Frto	0,28	1,62	0,47	1,1	0,87
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) E. Greene	Chfl	0,25	1,76	0,21	1,26	0,87
<i>Eugenia plurisejala</i> Barb. Rodr. ex Chodat & Hassl.	Eupl	1,02	0,95	0,57	0,78	0,83
<i>Lippia arechavaletae</i> Moldenke	Liar	1,63	0,81	0,17	0,63	0,81
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Papo	0	0	1,48	1,73	0,8
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel	Anse	1,07	0,68	0,96	0,47	0,79
<i>Calibrachoa thymifolia</i> (A. St.-Hil.) Stehmann & Semir	Cath	0,37	1,08	0,48	1,1	0,76
<i>Vernonia brevifolia</i> Less.	Vebr	0,57	1,22	0,26	0,94	0,75

Continuação da tabela 3:

Espécies	Código variável	CRi % 2007	FRi% 2007	CRi % 2008	FRi% 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	Pslu	0,37	0,95	0,7	0,94	0,74
<i>Aristida filifolia</i> (Arechav.) Herter	Arfi	0,72	0,41	1,34	0,47	0,73
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Simi	0,26	1,08	0,24	1,26	0,71
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Sprengel) Hicken	Pftu	0,3	0,95	0,3	1,26	0,7
<i>Acalypha communis</i> Müll. Arg.	Acco	0,85	1,89	0,48	1,73	0,69
<i>Oxypetalum</i> sp	Oxre	0,16	1,22	0,24	1,1	0,68
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Zore	0,19	1,22	0,17	1,1	0,67
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyag	0,4	1,49	0,08	0,63	0,65
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>graciliramea</i> Pax & K. Hoffm.	Sehi	0,69	1,62	0,02	0,16	0,62
<i>Gamochoaeta spicata</i> Cabrera	Gasp	0,28	1,49	0,09	0,47	0,58
<i>Andropogon ternatus</i> (Spreng.) Nees	Ante	0,46	0,54	0,5	0,63	0,53
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Fare	0	0	0,27	1,73	0,5
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	Paot	0,14	0,68	0,21	0,94	0,49
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	Anla	0,91	0,27	0,62	0,16	0,49
<i>Gamochoaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Gaam	0,1	0,68	0,15	0,94	0,47
<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schltldl.	Erci	0,27	0,41	0,52	0,63	0,46
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	Evse	0,09	0,68	0,1	0,78	0,41
<i>Salvia ovalifolia</i> A. St.-Hil.	Saov	0,21	0,41	0,39	0,63	0,41
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Devi	0,15	0,41	0,11	0,63	0,32
<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	Dobr	0,11	0,54	0,15	0,47	0,32
<i>Stipa melanosperma</i> J. Presl	STme	0,15	0,14	0,82	0,16	0,32
<i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori	Bula	0,14	0,68	0,1	0,31	0,31
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Stmo	0,05	0,14	0,25	0,78	0,31
<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	Euse	0,04	0,27	0,1	0,78	0,3
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell. ex Benth.	Aple	0,04	0,27	0,18	0,63	0,28
<i>Zornia</i> sp.	Zosp	0,07	0,54	0,04	0,31	0,24
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	Eupi	0,19	0,41	0,21	0,16	0,24
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	Euar	0,19	0,27	0,12	0,31	0,22
<i>Hexachlamys humilis</i> O. Berg	Hehu	0,06	0,14	0,19	0,47	0,22
<i>Axonopus affinis</i> Chase	Axaf	0,72	0,14	0	0	0,21
<i>Croton subpannosus</i> Müll. Arg. ex Griseb.	Crsu	0,11	0,14	0,12	0,47	0,21
<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	Erne	0	0	0,18	0,63	0,2
<i>Schizachyrium imberbe</i> (Hack.) A. Camus	Scim	0	0	0,46	0,31	0,19
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	Scsp	0,09	0,14	0,22	0,31	0,19
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	Gysp	0,06	0,27	0,07	0,31	0,18
<i>Spigelia stenophylla</i> Progel	Spst	0	0	0,08	0,63	0,18
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Acsa	0,19	0,14	0,21	0,16	0,17
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> (Cabrera) Cabrera	Cobo	0,08	0,41	0,04	0,16	0,17
<i>Elionurus</i> sp.	Elspe	0	0	0,17	0,47	0,16
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Cara	0,1	0,54	0	0	0,16

Continuação da tabela 3:

Espécies	Código variável	CRi % 2007	FRi% 2007	CRi % 2008	FRi% 2008	IVI médio (07 e 08)
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	Oxco	0,1	0,54	0	0	0,16
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Albr	0,2	0,41	0	0	0,15
<i>Waltheria douradinha</i> A. St.-Hil.	Wado	0,07	0,27	0,1	0,16	0,15
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Pimo	0,02	0,14	0,1	0,31	0,14
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plto	0,04	0,14	0,04	0,31	0,13
<i>Petunia integrifolia</i> Schinz & Thell.	Pein	0,1	0,41	0	0	0,13
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Erlu	0,05	0,41	0	0	0,11
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	Erpo	0,05	0,41	0	0	0,11
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	Oxer	0,05	0,41	0	0	0,11
<i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees	Ercu	0,18	0,27	0	0	0,11
<i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn.	Lual	0,04	0,14	0,05	0,16	0,1
<i>Trachypogon montufarii</i> (Kunth) Nees var. <i>montufarii</i>	Trmo	0,11	0,27	0	0	0,1
<i>Oxalis lasiopetala</i> Zucc.	Oxla	0	0	0,04	0,31	0,09
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Sepa	0,06	0,27	0	0	0,08
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	Mime	0,02	0,14	0,02	0,16	0,08
<i>Pomaria pilosa</i> (Vogel) B.B. Simpson & G.P. Lewis	Popi	0,02	0,14	0,02	0,16	0,08
<i>Lupinus bracteolaris</i> Desr.	Lubr	0	0	0,1	0,16	0,06
<i>Jatropha isabelliae</i> Müll. Arg.	Jais	0,09	0,14	0	0	0,06
<i>Senecio oxyphyllus</i> DC.	Seox	0,09	0,14	0	0	0,06
<i>Nothoscordum bonariense</i> (Pers.) Beauverd	Nobo	0	0	0,05	0,16	0,05
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Acau	0,04	0,14	0	0	0,04
<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	Gafa	0,04	0,14	0	0	0,04
<i>Oenothera molissima</i> L.	Oemo	0	0	0,02	0,16	0,04
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burk.	Chin	0,03	0,14	0	0	0,04
<i>Dichondra sericea</i> Swartz	Dise	0,02	0,14	0	0	0,04
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Stme	0,02	0,14	0	0	0,04

Tabela 4: Riqueza de espécies (S), índice de diversidade de Shannon (H') e equabilidade (E) nos campos de pastejo intenso (PI), pastejo moderado (PM) e excluído de pastejo (EP) nos anos de 2007 e 2008.

Variável	PI		PM		EP	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
S	42	39	51	44	89	83
H'	2,78	2,81	3,04	3,12	3,51	3,50
E	0,74	0,77	0,77	0,82	0,78	0,79

Tabela 5: Riqueza de espécies (S), somatório da cobertura das espécies (Σ Cob) e índice de diversidade de Shanon (H') nas porções do campo com cobertura vegetal alta, intermediária e baixa, em cada um dos campos (EP, PM e PI).

Campo	Ano	Cob. alta			Cob. intermediária			Cob. baixa		
		Σ Cob	S	H'	Σ Cob	S	H'	Σ Cob	S	H'
EP	2007	163,4	74	3,13	92,4	50	3,26	49,9	31	2,83
	2008	160,6	69	3,22	80,8	41	3,02	35,8	27	2,87
PM	2007	96,2	45	3,05	77,1	35	2,87	25,2	17	2,19
	2008	60,5	39	3,03	63,8	34	2,93	8,9	5	1,41
PI	2007	68,9	37	2,61	55,3	31	2,82	17,7	13	1,69
	2008	99,4	37	2,84	61,5	30	2,95	37,1	14	1,77

Tabela 6: Cobertura relativa de solo exposto e de material morto nos campos de pastejo intenso (PI), pastejo moderado (PM) e excluído de pastejo (EP) nos anos de 2007 e 2008 nas UAs com cobertura alta de vegetação (CA), cobertura intermediária (CI) e de cobertura baixa (CB).

Variável	Ano	PI			PM			EP		
		CA	CI	CB	CA	CI	CB	CA	CI	CB
Solo exposto	2007	28,7	58,0	94,3	22,5	46,7	90,5	10,0	50,0	82,5
	2008	46,7	71,1	78,8	57,2	76,0	99,0	11,3	57,0	76,8
Material morto	2007	11,4	9,5	0,64	18,0	17,0	5,2	32,0	16,9	8,6
	2008	8,0	8,0	3,9	7,0	5,9	2,6	36,0	14,1	8,4

Tabela 7: Correlação entre o fator ano (2007 e 2008), entre os diferentes percentuais de cobertura vegetal (alta, intermediária e baixa) e entre os fatores ano e percentual de cobertura vegetal com os respectivos valores de soma de quadrados (Q) e probabilidade (P).

Fatores	PI		PM		EP	
	Q	P	Q	P	Q	P
Fator ano 07 x 08	0,87	0,016	0,95	0,0103	0,81	0,1412
Fator % cobertura vegetal						
Alta x Baixa	2,54	0,0001	3,98	0,0001	10,18	0,0001
Alta x Intermediária	0,92	0,0161	1,19	0,0009	6,75	0,0001
Intermediária x Baixa	2,28	0,0002	3,11	0,0001	2,07	0,0004
Ano x % cobertura vegetal	1,43	0,013	0,93	0,0489	0,67	0,70

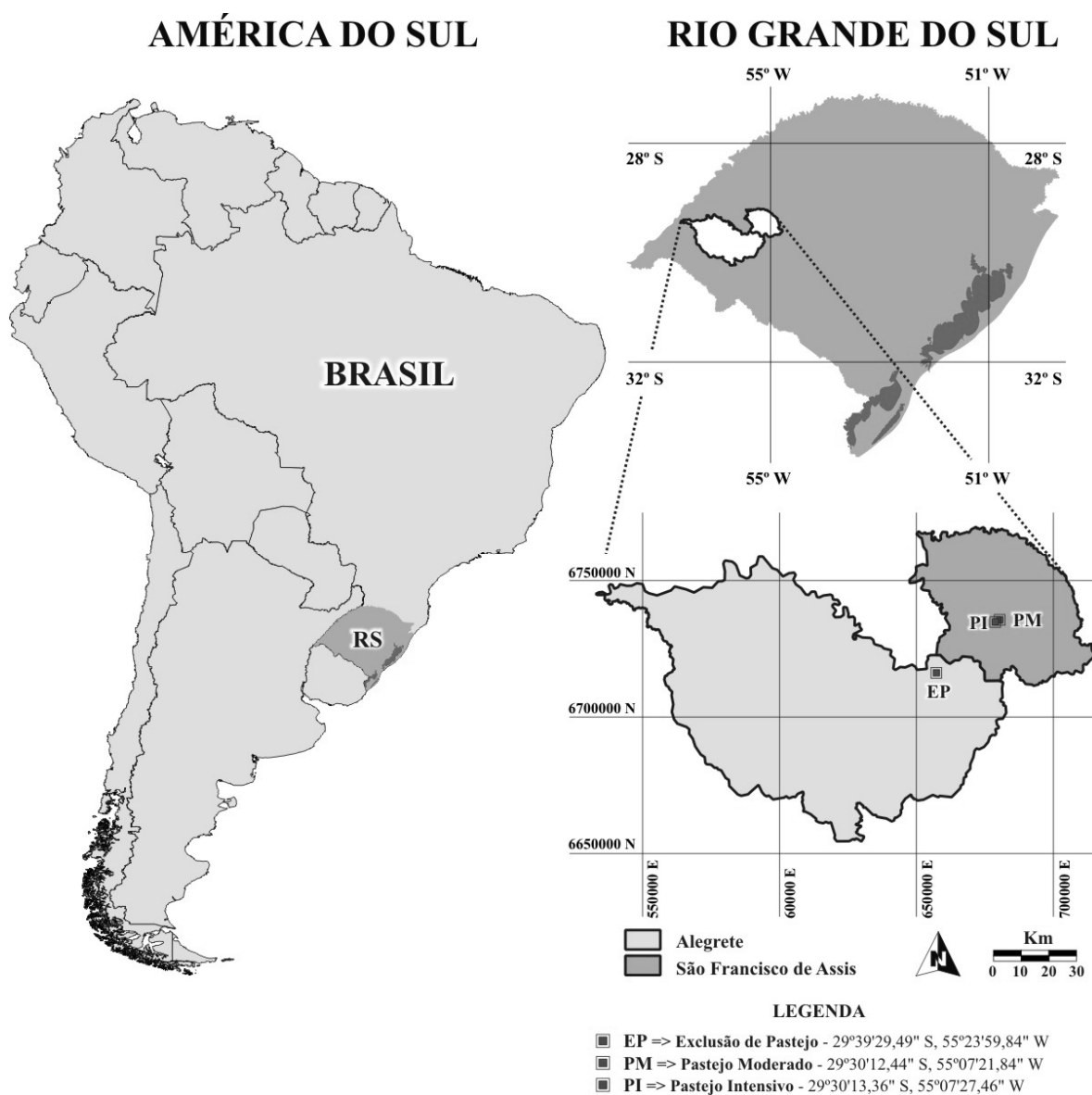


Figura 1: Localização das áreas de estudo nos municípios de Alegrete (EP= campo excluído de pastejo) e São Francisco de Assis (PI= pastejo intenso e PM= pastejo moderado) no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil e América do Sul.

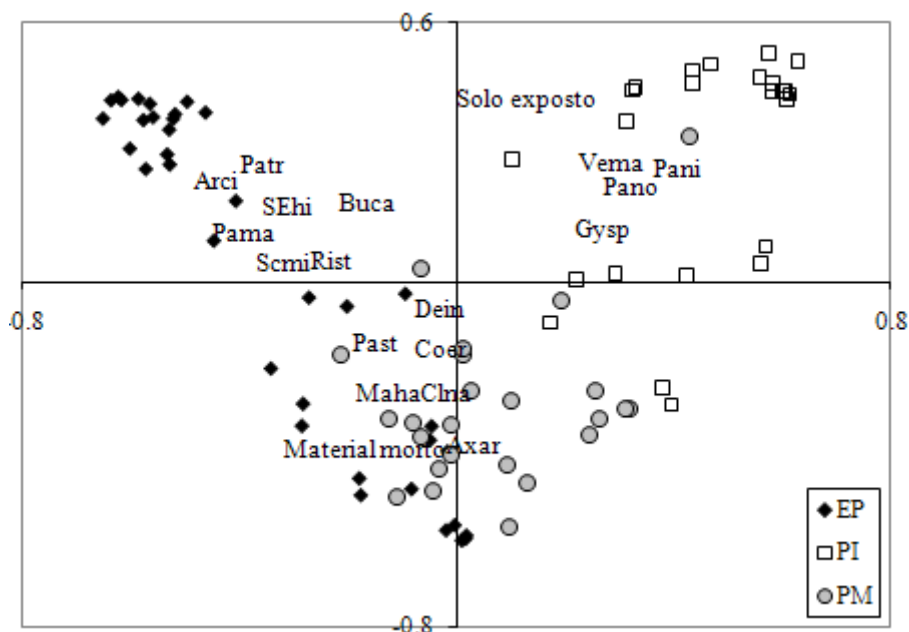


Figura 2: Diagrama de dispersão, gerado a partir dos dados de cobertura das espécies do levantamento quantitativo de 2007 nos campos de pastejo intenso (PI), pastejo moderado (PM) e excluído de pastejo (EP). As variáveis solo exposto e material morto foram posteriormente inseridas no diagrama, de acordo com sua correlação com os eixos de ordenação. Os nomes das espécies correspondem aos acrônimos do gênero e do epíteto (veja nas Tabelas 1, 2 e 3).

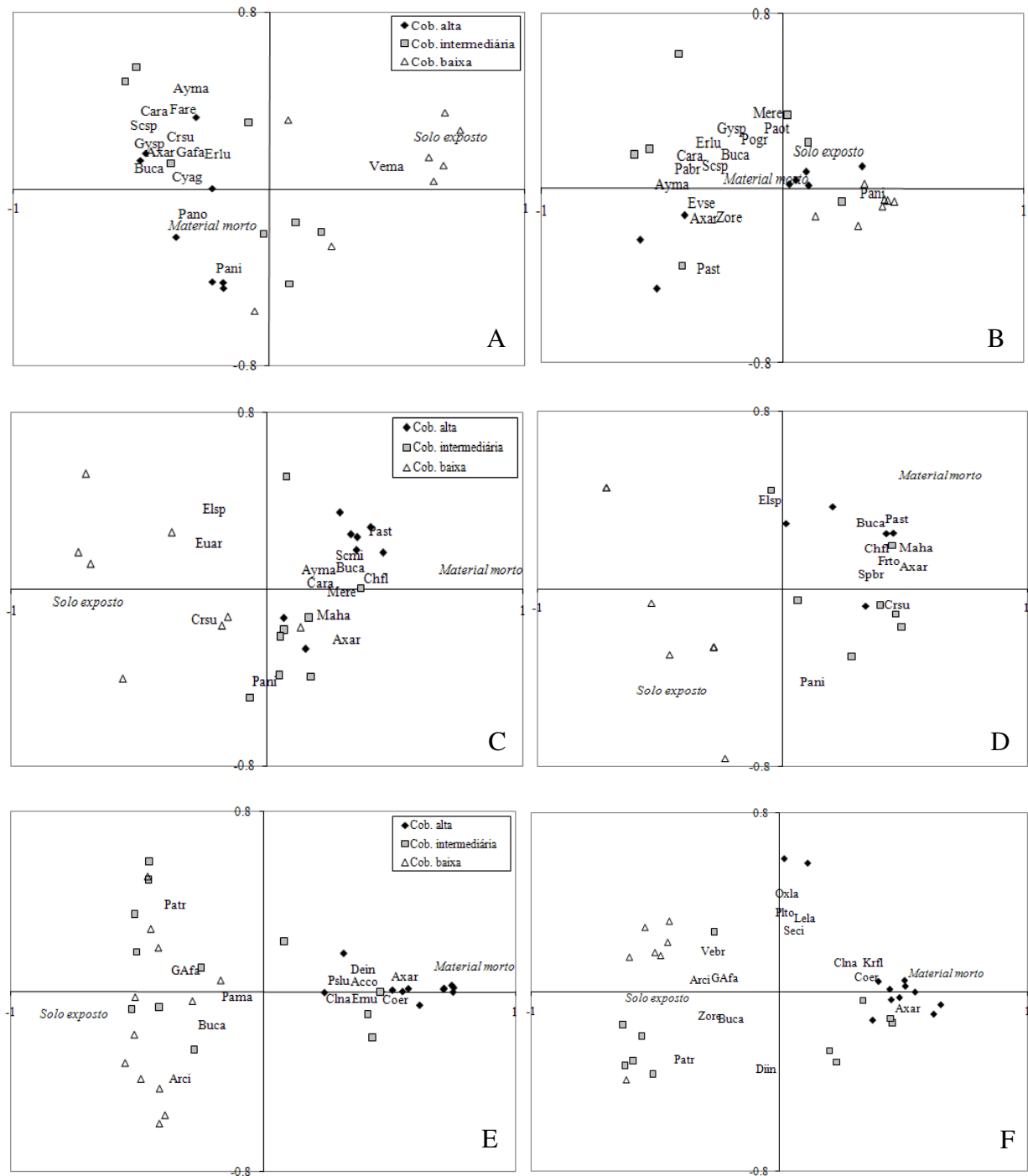


Figura 3: Diagramas de dispersão gerados a partir de análises de coordenadas principais, com base nas matrizes de distância de corda entre as UAs descritas pela cobertura das espécies dos levantamentos quantitativos de 2007 e de 2008 em cada um dos campos (A- pastejo intenso em 2007; B- pastejo intenso em 2008; C- pastejo moderado em 2007; D- pastejo moderado em 2008; E- excluído de pastejo em 2007; F- excluído de pastejo em 2008).

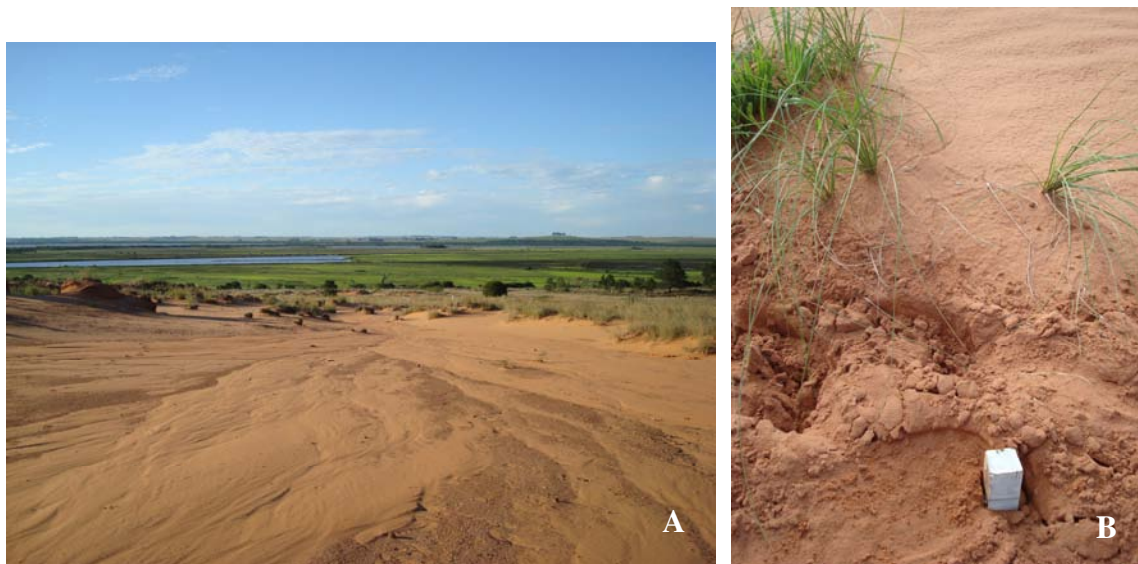


Figura 4: Ação da chuva e do vento no processo de arenização. A – Efeito da água da chuva no areal existente no campo excluído de pastejo (EP) que derrubou as estacas das UAs de cobertura baixa da vegetação (Foto em 23/11/2008); B – Efeito da ação do vento que soterrou as estacas das UAs de cobertura baixa da vegetação no campo de pastejo moderado (Foto em 29/11/2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse em desenvolver a pesquisa abordando a vegetação dos campos com areais do Rio Grande do Sul partiu da necessidade de aprofundar o pouco conhecimento existente sobre as comunidades vegetais dessa região do Estado e a necessidade de gerar resultados que servissem de base para tomadas de decisões políticas sobre a conservação dos campos.

Inicialmente, acreditava-se que os campos expostos ao processo de arenização apresentassem baixa diversidade florística. Várias áreas foram percorridas com o objetivo de elaborar a lista florística, o que nos permitiu concluir que os campos com areais do sudoeste do RS apresentam significativa diversidade florística, com o registro de 343 espécies pertencentes a 195 gêneros e 52 famílias. Essa diversidade inclui 19 espécies de ocorrência restrita, das quais sete são exclusivas dos campos do RS, 16 ameaçadas de extinção, duas novas citações para o Estado e uma para o Brasil. As famílias de maior riqueza foram Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Rubiaceae e Myrtaceae.

O conhecimento da diversidade florística e das condições ambientais locais (déficit hídrico ocasionado pela elevada permeabilidade do solo e períodos de reduzida precipitação, temperaturas extremas no verão e no inverno, radiação solar intensa, baixa fertilidade do solo, pastoreio de rebanhos bovino e ovino e o próprio processo de arenização) nos motivou a investigar a possibilidade de que essas espécies apresentassem adaptações, as quais favoreceriam a sua sobrevivência. Constatou-se que a grande maioria das espécies é portadora de caracteres adaptativos a fatores de estresse e que esses caracteres são essenciais para a sua sobrevivência nas atuais condições ambientais e antrópicas locais. A riqueza florística, aliada às adaptações morfo-fisiológicas apresentadas, torna os campos sobre solos arenosos diferentes dos demais

campos do RS e salientam a importância da sua conservação. A presença de caracteres adaptativos, especialmente órgãos subterrâneos, ciclo de vida curto, gemas protegidas e adaptações foliares, tanto em campo pastejado quanto em campo excluído de pastejo, parece caracterizar as espécies dos campos de solos arenosos, cujas condições climáticas e edáficas são comuns.

O levantamento quantitativo da vegetação em dois campos pastejados, em diferentes intensidades de pastejo, e em outro excluído de pastejo, com o objetivo de avaliar as mudanças na proporção de área ocupada por areia e vegetação, considerando composição e riqueza de espécies, ao longo de gradientes de cobertura vegetal no período de um ano. As espécies de maior cobertura foram *Axonopus argentinus*, *Paspalum lepton* e *P. notatum*, as quais determinam a fisionomia dos campos com arenização. No campo excluído de pastejo destacaram-se as gramíneas de hábito ereto, enquanto que no campo de maior pressão de pastejo predominaram *Paspalum lepton* e *P. notatum*, ambas de hábito prostrado. Já no campo com menor pressão de pastejo, a presença de *P. lepton* dentre as gramíneas eretas, mostrou a influência do pastejo na determinação da fisionomia desses campos. Os três campos diferem em composição e abundância das espécies, sendo que a diversidade diminui e a composição muda à medida que aumenta o percentual de solo exposto. A dinâmica da vegetação nos campos pastejados foi influenciada tanto pelo tempo quanto pela cobertura vegetal, enquanto que no campo excluído não houve interação entre os fatores, ocorrendo variação na composição e abundância de espécies apenas conforme o gradiente de cobertura.

O processo de arenização avança numa escala maior nas áreas pastejadas que no campo excluído, pois neste as áreas de maior cobertura vegetal tiveram menor influência do processo de arenização. Fatores como chuva e vento também contribuem

para o aumento das áreas arenizadas ao longo do tempo, especialmente nos locais de menor cobertura vegetal.

O trabalho nos permitiu concluir que as porções dos campos com arenização devem ser excluídas do pastejo, mas esta medida deve ser associada a outras que impeçam o movimento do solo pela ação do escoamento superficial da água das chuvas e do vento. Outra medida essencial para a redução do avanço da arenização é, associar a estas medidas, a utilização de espécies nativas nos programas de recuperação das áreas atingidas pelo processo, diferente do praticado até o momento. As espécies nativas são totalmente adaptadas às condições edafoclimáticas da região. Dentre estas espécies, destacam-se *Acanthospermum australe* e *Lupinus albescens*. A primeira, pela sua capacidade de se instalar e crescer sobre pequenos montes de areia, contribuindo para a estabilização do processo da arenização e a segunda, além de ter sido apresentada como alternativa de revegetação, também é indicada para recuperação da fertilidade destes solos. Além destas, outras demonstraram apresentar resistência e capacidade de sobreviver ao processo de remoção do solo ou ao soterramento pela areia, ocorrendo com frequência nas bordas e no núcleo dos areais: *Croton subpannosus*, *Elionurus* sp., *Eugenia pitanga*, *E. plurisepala*, *E. arenosa*, *Psidium luridum*, *Paspalum lepton*, *P. notatum* e *Vernonia brevifolia*.

BIBLIOGRAFIA GERAL:

- Acosta, B.; Sánchez-Jardón, L.; Pozo, A.D.; García-Ibáñez, E.; Casado, M.A.; Montalvo, J. & Pineda, F.D. 2008. Grassland species composition and morpho-functional traits along an altitudinal gradient in a Mediterranean environment: relationship with soil water availability and evaporative dynamic. *Acta Oecologica* 34: 26-47.
- Aguiar, M.R.; Paruelo, J.M.; Sala, O.E. & Lauenroth, W.K. 1996. Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: an example from the Patagonian steppe. *Journal Vegetation Science* 7: 381-390.
- Altesor, A.; Oesterheld, M.; Leoni, E.; Lezama, F. & Rodriguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan Grassland. *Plant Ecology* 179: 83-91.
- APG II – Angiosperm Phylogeny Group, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Azevedo, A.C. & Kaminski, J. 1995. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11: 65-70.
- Barros, R.S.; Maestri, M.; Vieira, M. & Braga-Filho, L.J. 1973. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres* 107: 44-52.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 1998. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York. 666p.
- Behling, H.; Jeske-Pieruschka, V.; Schüler, L. & Pillar, V.P. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.

- & Castilhos, Z.M.S. (Ed.) Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 13-25.
- Behling, H.; Pillar, V.D. & Bauermann, S.G. 2005. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology* 133: 235-248.
- Berlato, M.A.; Farenzena, H. & Leivas, J. F. 2006. Probabilidade de precipitação pluvial decenal ser igual ou superior à evapotranspiração de referência na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* 12: 7-16.
- Berry, J.A. 1975. Adaptation of photosynthetic processes to stress. *Science* 188: 644-650.
- Bilenca, D.N. & Miñarro, F.O. 2004. Áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. *Fundación Vida Silvestre*. Argentina, Buenos Aires.
- Boechat, S.C. & Longhi-Wagner, H.M. 2001. O gênero *Eragrostis* (Poaceae) no Brasil. *Iheringia, sér. Bot.* 55: 23-169.
- Boeger, M.R.T.; Gluzezak, R.M.; Pil, M.W.; Goldenberg, R. & Medri, M. 2008. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 443-452.
- Bokhari, U.G.; Alyaesh, F. & Al-Nori, M. 1987. Adaptive strategies of Deserts Grasses in Saudi Arabia. *Journal of Range Management* 40: 19-22.
- Boldrini, I.I. 2002. Campos sulinos: caracterização e biodiversidade. In: Araújo, E.L.; Moura, A.N.; Sampaio, E.S.B.; Gustinari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T. (Org.)

- Biodiversidade, Conservação e uso Sustentável da Flora Brasileira. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, pp. 95-97.
- Boldrini, I.I. 2009. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C. & Castilhos, Z.M.S. (Ed.) Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 63-77
- Boldrini, I.I. & Eggers, L. 1996. Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botânica Brasílica* 10: 37-50.
- Boldrini, I.I.; Miotto, S.T.S.; Longhi-Wagner, H.M.; Pillar, V.D. & Marzall, K. 1998. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 12: 89-100.
- 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: 355-367.
- Bonifacino, J.M.; Sancho, G. & Marchesi, E.H. 2009. A new combination in *Asteropsis* (Compositae: Astereae) and a synopsis of the genus. *Brittonia* 61: 1-7.
- Burkart, A. 1974. Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina). Buenos Aires, Colecion Cientifica del INTA 6: 106-554.
- Burkart, A. & Bacinalupo, N.M. 2005. Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina). Buenos Aires, Colecion Cientifica del INTA 6. 627 p.
- Cordeiro, C. A. & Soares, L. C. 1975. A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geografia* 4: 32-50.
- Crawley, M.J. 1997. Plant ecology. Brackwell Science, Oxford. 717 p.
- Cunha, G.R. 1992. Balanço hídrico climático. In: Bergamaschi, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Editora da Universidade. pp. 11-24.

- De Bello, F.; Leps, J. & Sebastià, M-T. 2005. Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in de Mediterranean climatic gradient in de Mediterranean. *Journal of Applied Ecology* 42: 824–833.
- Deble, L. P. & Marchiori, J.N.C. 2006. *Butia Lallemandii*, uma nova Arecaceae do Brasil. *Balduinia* 9: 1-3.
- Deble, L.P. 2005. Novas espécies de *Achyrocline* (Less.) DC. (Asteraceae) para o sul do Brasil. *Balduinia* 3: 5-9.
- Díaz, S.; Acosta, A. & Cabido, M. 1992. Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. *Journal of Vegetation Science* 10: 651-660.
- Díaz, S. & Cabido, M. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38: 497-508.
- Dimmitt, M. 2009. Adaptation of deserts plants. In: *The encyclopedia of eath*. http://www.eoearth.org/article/Adaptations_of_desert_plants. Acessado em 18 de fevereiro de 2010.
- Faleiro, W. & Saiki, P.T.O. 2007. Morfologia foliar em cinco fitofisionomias de Cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 687-689.
- Ferreira, P.P.A. 2009. O gênero *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 180 p.
- Fidelis, A.; Apezato-da-Glória, B. & Pfadenhauer, J. 2009. A importância da biomassa e das estruturas subterrâneas nos Campos Sulinos. In: *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, pp. 88-100.

- Fidelis, A.; Müller, S.C.; Pillar, V.D. & Pfadenhauer, J. 2006. Efeito do fogo na biomassa aérea e subterrânea dos Campos Sulinos. In: Desafios e oportunidades do Bioma Campos frente à expansão e intensificação agrícola (Ed. Campos XRG). Embrapa – Clima Temperado Pelotas.
- Fracaro, F. 2006. Ecologia molecular, variabilidade genética, química e cultivo *in vitro* de *Hesperozygis ringens* Benth. Tese de Doutorado: Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 89 p.
- Freitas, E.M.; Boldrini, I.I.; Müller, S.C. & Verdum, R. 2009. Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Botânica Brasílica 23: 414-426.
- Freitas, E.M.; Trevisan, R.; Schneider, A.A. & Boldrini, I.I. Floristic diversity of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. Revista Brasileira de Biociências 8: 112-130
- Girardi-Deiro, A.M. & Gonçalves, J.O.N. 1987. Estrutura da vegetação de um campo natural submetido a três cargas animais na Região Sudeste do Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA/CNPO. Coletânea das Pesquisas Forrageiras 1: 33-62.
- Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. 2004. A primer of ecological statistics. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, 510 p.
- Hasenack, H.; Cordeiro, J.L.P. & Costa, B.S.C. 2007. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Sustentabilidade produtiva no Bioma Pampa. II Simpósio de Forrageiras e Produção Animal. Dall’Agnol, M.; Nabinger, C.; Sant’Anna, D.M. & Santos, R.J. Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS, Porto Alegre, pp. 15-22.

- Heiden, G. & Schneider, A.A. 2008. Lectotypification and notes on *Baccharis riograndensis* (Asteraceae: Astereae). Journal of the Botanical Research Institute of Texas 2: 291-295.
- Higgins, S.I.; Bond, W.J. & Trollope, W. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. Journal of Ecology 88: 213-229.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) Mapa de Biomas e de Vegetação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 29 de setembro de 2009
- Irgang, B.E. 1974. Umbelliferae II. *Boletim do Instituto de Biociências*, 32(9): 1-86.
- Kemp, P.R. & Williams, G.J., 1980. A physiological basis for niche separation between *Agropyron smith* (C₃) and *Bouteloua gracilia* (C₄). Ecology 61: 846-858.
- Kern, A.A. 1991. Paleopaisagens e o Povoamento Pré-histórico do Rio Grande do Sul. In: Kern, A.A. (Org.). Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Mercado Aberto, pp. 13-49.
- King, D.A. & Maindonald, J.H., 1999. Tree architecture in relation to leaf dimensions and tree stature in temperate forest sapmlings. Journal of ecology 87: 1012-1024.
- Klamt, E. 1994. Solos arenosos da região da campanha do Rio Grande do Sul. In: solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp. 19-37.
- Klamt, E. & Schneider, P. 1995. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 11: 71-80.
- Klein, R.M. 1984. Aspectos Dinâmicos da Vegetação do Sul do Brasil. *Sellowia: Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 36: 5-54.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1: 147-155.

- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Rima Artes e Textos, São Carlos. 531 p.
- Lattera, P.; Orúe, M.E.; Zelaya, D.K.; Booman, G. & Cabria, F. 2009. Jerarquización y mapeo de pastizales según su provisión de servicios ecosistémicos. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.A. (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 128-136.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. *Numerical ecology: developments in environmental modeling* 20. Elsevier Science, Amsterdam, 853 p.
- Leivas, J.F.; Berlato, M.A. & Fontana, D.C. 2006. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10: 397-407.
- Lindman, C.A.M. 1906. *A vegetação do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. Universal. 356 p.
- Mantovani, W. & Martins, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies de Cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- Maraschin, G.E. 1998. Manejo de pastagens nativas, produtividade animal e dinâmica da vegetação em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. In: Nuernberg NJ e Gomes IPO (Eds.) XVII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul – Zona Campos. (Anais). Epagri/UFES, Lages, pp. 47-54.
- Marchioretto, M.S., Windisch, P.G. & Siqueira, J.C. 2005. Problemas de conservação das espécies dos gêneros *Froelichia* Moench e *Froelichiella* R.E.Fries (Amaranthaceae) no Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 19: 215-219.
- Marchiori, J.N.C. 1995. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. *Ciência & Ambiente* 11: 53-64.

- Matzenbacher, N.I. 1996. Duas novas espécies e uma nova forma do gênero *Senecio* L. (Asteraceae – Senecioneae) no Rio Grande do Sul – Brasil. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia – PUCRS. Ser. Bot. 2: 3-14.
- McNaughton, S.J. 1985. Ecology of a Grazing Ecosystem: The Serengeti. Ecological Monographs 55: 259-294.
- Medeiros, E.; Robaina, L.E. & Cabral, I.L.L. 1995. Degradação Ambiental na Região Centro-oeste do Rio Grande do Sul. Ciência & Ambiente 11: 53-64.
- Melo-de-Pinna, G.F.A. & Menezes, N.L. 2003. Meristematic endodermis and secretory structures in adventitious roots of *Richtera* Kuntze (Mutisieae-Asteraceae). Revista Brasileira de Botânica 26: 1-10.
- Millot, J.C. 1991. Manejo Del pastoreo y su incidencia sobre la composicion botanica y productividad del campo natural: Pasturas y produccion animal em áreas de ganaderia extensiva. Montevideo, Uruguai: INIA (Série técnica 13). 266 p.
- Moreno, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre. 38 p.
- Müller, S.C.; Overbeck, G.E.; Pfadenhauer, J. & Pillar, V.D. 2007. Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. Plant Ecology 189: 1 - 14.
- Nabinger, C. 1998. Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: Gottschal, C.S. et al. (Orgs.). Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos de corte 3: 40-105
- Nabinger, C. 2006. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: I Simpósio de Forrageiras e Produção Animal (Anais...). UFRGS Porto Alegre, pp. 25-76.
- Nabinger, C.; Ferreira, E.T.; Freitas, A.K.; Carvalho, P.C.F. & Sant'Anna, D.M. 2009. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa.

- In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.A. (eds). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 175-198.
- Nimer, E. 1979. Climatologia do Brasil. IBGE - Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 421 p.
- Noy-Meier, I.; Gutman, M. & Kaplan, Y. 1989. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* 77: 290-310.
- Olf, H. & Ritchie, M.E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 13: 261-264.
- Oliveira, A.S. & Deble, L.P. 2006. Duas novas espécies Sul-Brasileiras de *Baccharis* L. (Asteraceae-Astereae). *Balduinia* 9: 4-9.
- Oliveira, A.S. & Marchiori, J.N.C. 2006. *Baccharis* L. (Asteraceae-Astereae) no sul do Brasil: Seção *Cylindricae* Heering, Série *Cylindricae* (Heering) Giuliano. *Balduinia* 7: 1-36.
- 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.; Müller, S.C.; Pillar, V.D. & Pfadenhauer, J. 2005. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science* 16: 655-664.
- Overbeck, G.E. & Pfadenhauer, J. 2005. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. *Flora* 202: 27-49.
- Pandey, C.B. & Singh, J.S. 1991. Influence of grazing and soil conditions on secondary savanna vegetation in Índia. *Journal of vegetation Science*. Uppsala 2: 95-102.

- Pensiero, J.F. 1986. Revisión de las especies argentinas del género *Pappophorum* (Gramineae-Eragrostoideae-Pappophoreae). *Darwiniana* 17: 65-87.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (Org.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e conservação*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, pp. 209-216.
- Pillar, V.D. 2009. MULTIV, software for multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Version Beta 2.6.8. Departamento de Ecologia – UFRGS, Porto Alegre.
- Pillar, V.D. & Duarte, L.D.S. 2010. A framework for metacommunity analysis of phylogenetic structure. *Ecology Letters* 13, 587-596.
- Pillar, V.D.; Duarte, L.D.S.; Sosinski, E.E. & Joner, F. 2009. Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *Journal of Vegetation Science* 20: 334-348.
- Pillar, V.D. & Orlóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Pillar, V.D. & Quadros, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12: 119-126.
- Pillar, V.D. & Sosinski Jr., E.E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14: 323-332.
- Pinheiro, M. & Miotto, S.T.S. 2001. Leguminosae-Faboideae, Gênero *Lupinus* L. *Boletim do Instituto de Biociências, Botânica* 60: 1-100.
- Pinheiro, P.S.; Melo, E.P.; Ferreira, F.F. & Bueno, P.A. 2001. Estratégias adaptativas em plantas ao longo de um gradiente ambiental, *Ecologia do Pantanal: curso de campo*, Campo Grande, MS. Editora Oeste. 236 p.

- Podani, J. 1994. Multivariate data analysis in ecology and systematics. The Hague, SPB. 180 p.
- Porto, A. 1954. História das Missões Orientais do Uruguai. Livraria Selbach, Porto Alegre. 435 p.
- Quadros, F.L.F. & Pillar, V.D. 2001. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural* 31: 863-868.
- Quadros, F.L.F.; Trindade, J.P.P. & Borba, M. 2009. Abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS e Jacques AVA (eds). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 206-213.
- Rambo, B. 1957. O gênero *Eryngium* no Rio Grande do Sul. *Sellowia* 8: 299-353.
- Rambo, B. 1956. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. 2ed. Livraria Selbach, Porto Alegre. 473 p.
- Ratter, J.M. & Oliveira-Filho, A.T. 2002. Vegetation physionomies and woody flora of Cerrado Biome. In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna: Columbia University Press, New York, pp. 91-120.
- Reynolds, J.F.; Kemp, P.R. & Tenhunen, J.D. 2000. Effects of long-term rainfall variability on evapotranspiration and soil water distribution in the Chihuahuan Desert: a modeling analysis. *Plant Ecology* 150:145–159.
- Rovedder, A.P, Vargas, L.K., Stroschein, M.D., Eltz, F.L.F., Baumgardt, J. & Rocha, M. 2005. Potencial para ciclagem de Nitrogênio do *Lupinus albescens* em Neossolo Quatzarênico Degradado: Acúmulo na parte aérea e caracterização da estirpe bacteriana. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife.

- Rovedder, A.P.; Eltz, L.F.; Girardi-Deiro, A.M. & Deble, L. 2005. Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Agrociência* 11: 501-503.
- Sala, O.S.; Austin, A.T. & Vivanco, L. 2001. Temperate Grassland and shrubland ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity* 5: 627-635.
- Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. University Press, Cambridge, pp. 35-63.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- Schlichting, C.D. 2002. Phenotypic plasticity in plants. *Plant Species Biology* 17: 85-88.
- Schneider, A.A. 2007. A flora naturalizada do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. *Biociências* 15: 257-268.
- SEMA. 2003. Lista final das espécies da flora ameaçadas - RS. Disponível em http://www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf. Acessado em 22.02.2009.
- Setúbal, R.B. & Boldrini, I.I. 2009. Vegetação campestre do morro São Pedro, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* (no prelo).
- Silva, L.O.; Costa, D.A.; Filho, K.E.S., Ferreira, H.D. & Brandão, D. 2002. Levantamento Florístico e Fitossociológico em duas áreas de Cerrado *Sensu Stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botânica Brasílica* 16: 43-53.
- Sobral, M. 2003. A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul. São Leopoldo: Editora UNISINOS. 215 p.

- Sociedade Brasileira de Ciência do solo. Comissão de química e fertilidade de solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.
- Sosinski Jr., E.E. 2005. Modelos de simulação espacial de efeitos de pastejo em vegetação campestre. Tese de doutorado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Biociências. Porto Alegre. 125 p.
- Sosinski Jr., E.E. & Pillar, V.D. 2004. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39: 1-9.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica Sistemática. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 640 p.
- Streck, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P.; Giasson, E. & Pinto, L.F.S. (2008) Solos do Rio Grande do Sul. EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre. 222 p.
- Suertegaray, D.M.A. 1995. O Rio Grande do Sul descobre os seus “desertos”. Ciência & Ambiente 11: 33-52.
- Suertegaray, D.M.A. 1998. Deserto Grande do Sul: controvérsia. Editora da Universidade, Porto Alegre. 84 p.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A. & Verdum, R. (org.). 2001. Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento. Porto Alegre. 85 p.
- Tannus, J.L.S. & Assis, M.A. 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 27: 489-506.

- Trindade, J.P.P., Quadros, F.L.F. & Pillar, V.D. 2008. Vegetação campestre de areas do sudoeste do Rio Grande do Sul sob pastejo e com exclusão de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 771-779.
- Valls, J.F.M.; Boldrini, I.I.; Longhi-Wagner, H.M. & Miotto, S.T.S. 2009. O patrimônio florístico dos campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS e Jacques AVA (eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 129-154.
- Verdum, R. 2004. Depressão Periférica e planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: Verdum, R.; Basso, L.A.; Suertegaray, D.M.A (Org.). *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, pp. 39-57.
- Vilhalva, D.A.A. & Appezzato-da-Glória, B. 2006. Morfoanatomia da raiz tuberosa de *Vernonia oxylepis* Sch. Bip. in Mart. ex Baker - Asteraceae. *Acta Botânica Brasílica* 20: 591-598.
- Waechter, J.L. 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24: 93-108.
- Wang, R.Z. 2007. C₄ plants in the deserts of China: occurrence of C₄ photosynthesis and its morphological functional types. *Photosynthetica* 45: 167-171.

ANEXOS

Anexo 1

Tabela com as adaptações foliares apresentadas pelas espécies amostradas no levantamento quantitativo das três áreas com arenização (PC = pecíolo curto; AR = área foliar reduzida; FS = folhas seríceas; FC = folhas coriáceas; CF = cerosidade em folhas e ramos; FD = folhas decíduas).

Espécie	PC	AR	FS	FC	CF	FD
<i>Acalypha communis</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Acanthospermum australe</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Achyrocline satureioides</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Aeschynomene histrix</i> var. <i>incana</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Alternanthera brasiliana</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Andropogon ternatus</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Apium leptophyllum</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Asclepias campestris</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ayenia mansfeldiana</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Baccharis multifolia</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatior</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Butia lallemantii</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Calea uniflora</i>	1	0	1	1	0	0
<i>Calibrachoa thymifolia</i>	1	1	1	0	1	0
<i>Campomanesia aurea</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Cardionema ramosissima</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Chaptalia integerrima</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Clitoria nana</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Commelina erecta</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Croton subpannosus</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Cyperus aggregatus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cyperus incomtus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Desmanthus virgatus</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Dichondra sericea</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Dorstenia brasiliensis</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Eragrostis neesii</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Eryngium ciliatum</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Eryngium nudicaule</i>	0	0	0	1	0	0

Continuação do anexo 1:

Espécie	PC	AR	FS	FC	CF	FD
<i>Eugenia arenosa</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Eugenia pitanga</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Eugenia plurisepala</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Eupatorium subhastatum</i>	1	1	1	1	0	0
<i>Euphorbia selloi</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Evolvulus sericeus</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Facelis retusa</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Froelichia tomentosa</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Galianthe fastigiata</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Gamochaeta americana</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Gamochaeta falcata</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Gamochaeta spicata</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Gomphrena graminea</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Gomphrena perennis</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Helianthemum brasiliense</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Hexachlamys humilis</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Jatropha isabelliae</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Krapovickasia flavescens</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Kyllinga vaginata</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Lippia arechavaletae</i>	1	1	1	1	0	0
<i>Lupinus albescens</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Marsypianthes hassleri</i>	1	1	1	0	1	0
<i>Mitracarpus megapotamicus</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Mollugo verticillata</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Oxalis conorrhiza</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Oxalis eriocarpa</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Oxypetalum</i> sp.	1	1	0	0	0	0
<i>Pappophorum macrospermum</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Parodia ottonis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Paronychia brasiliiana</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Paspalum plicatulum</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Paspalum stellatum</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Petunia integrifolia</i>	1	1	1	0	1	0
<i>Pfaffia tuberosa</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Plantago tomentosa</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Pomaria pilosa</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Portulaca</i> sp.	1	1	0	0	0	0
<i>Psidium luridum</i>	1	1	0	1	0	1

Continuação do anexo 1:

Espécie	PC	AR	FS	FC	CF	FD
<i>Pterocaulon lorentzii</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Richardia humistrata</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Richardia stellaris</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Salvia ovalifolia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>graciliramea</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>interceedens</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Senecio cisplatinus</i>	1	1	0	0	1	0
<i>Senecio oxyphyllus</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Solanum hasslerianum</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Spermacoce brachystemonoides</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Stellaria media</i>	1	1	1	0	1	0
<i>Stylosanthes montevidensis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Vernonia brevifolia</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Vernonia macrocephala</i>	0	0	1	1	0	0
<i>Waltheria douradinha</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Zornia reticulata</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Zornia</i> sp.	0	1	1	0	0	0

Anexo 2

Tabela com os valores médios de cada variável de solo nos campos excluído de pastejo (EP), pastejo intenso (PI) e pastejo moderado (PM) conforme laudo do Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, expedidas em 18/04/2008. (Variáveis analisadas: ARG = argila; pH; SMP = capacidade de correção da acidez do solo; P = fósforo; K = potássio; MO = matéria orgânica; Al = Al_{troc.}; Ca = Ca_{troc.}; Mg = Mg_{troc.}; AlH = Al + H; CTC = capacidade de trocas catiônicas; SatB = saturação da CTC de bases; SatAl = saturação da CTC de Alumínio; CaMg = relações entre Ca/Mg; CaK = relações entre Ca/K; relações entre Mg/K).

Variável de solo	EP	PI	PM
ARG (%)	8	7,5	8,83
pH (H ₂ O)	4,85	5,02	4,95
SMP	6,71	6,77	6,67
P (mg/dm ³)	8,27	9,48	6,65
K (mg/dm ³)	23,00	20,33	20,00
MO (%)	0,79	0,62	0,68
Al (cmol _c /dm ³)	0,61	0,45	0,57
Ca (cmol _c /dm ³)	0,43	0,30	0,23
Mg (cmol _c /dm ³)	0,20	0,12	0,07
AlH (cmol _c /dm ³)	1,88	1,67	1,92
CTC (cmol _c /dm ³)	2,65	2,30	2,25
SatB (%)	20,56	19,5	13,67
SatAl (%)	59,18	51,33	64,78
CaMg	0,54	1,30	1,25
CaK	6,11	7,02	5,37
MgK	1,92	1,97	0,90

Anexo 3

Cópias dos laudos das análises de solo realizadas no Laboratório de Análises da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos.

Observações:

Na identificação das amostras:

- As siglas ETA, EMA, EBA, EMI, ETI, EBI, EBB, BEM e ETB correspondem às amostras de solos coletados no campo excluído de pastejo, localizado em Alegrete.
- ETA, EMA e EBA correspondem às UAs com cobertura alta de vegetação.
- EMI, ETI e EBI correspondem às UAs com cobertura intermediária de vegetação.
- EBB, BEM e ETB correspondem às UAs com cobertura intermediária de vegetação.

- As siglas PIA/A, PIA/B, PIM/A, PIM/B, PIB/A e PIB/B, correspondem às amostras de solos coletados no campo de pastejo intenso, localizado em São Francisco de Assis.
- PIA/A e PIAB correspondem às UAs de cobertura alta de vegetação.
- PIM/A e PIM/B correspondem às UAs de cobertura intermediária de vegetação.
- PIB/A e PIB/B correspondem às UAs de cobertura intermediária de vegetação.

- As siglas PMA/A, PMA/B, PMM/A, PMM/B, PMB/A e PMB/B, correspondem às amostras de solos coletados no campo de pastejo moderado, localizado em São Francisco de Assis.
- PMA/A e PMAB correspondem às UAs de cobertura alta de vegetação.
- PMM/A e PMM/B correspondem às UAs de cobertura intermediária de vegetação.
- PMB/A e PMB/B correspondem às UAs de cobertura intermediária de vegetação.



Laudo de Análise de Solo

NOME: Embrapa CPPSul/ Ilse Boldrini
MUNICÍPIO: Alegrete
ESTADO: RS
LOCALIDADE: Cerro do Tigre

DATA DO RECEBIMENTO: 08/04/08
DATA DA EXPEDIÇÃO: 18/04/08

NUM	REGISTRO	ARGILA	pH	Índice	P	K	M.O.	Al _{trac.}	Ca _{trac.}	Mg _{trac.}
		%	H ₂ O	SMP	mg/dm ³	mg/dm ³	%	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³
1	197/24	9	5.2	6.6	5.6	42	1.3	0.3	0.9	0.6
2	197/25	8	4.7	6.9	9.1	8	0.2	0.6	0.0	0.0
3	197/26	10	4.8	6.6	13	17	0.5	0.7	0.2	0.0
4	197/27	8	4.9	6.5	5.1	45	1.1	0.4	0.9	0.5
5	197/28	7	4.8	6.9	9.1	9	1.5	0.7	0.1	0.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

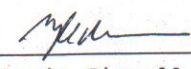
NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	2.2	3.8	42	15.7	1.5	8	6				
2	1.6	1.6	1	96.7	0.0	0.0	0.0				
3	2.2	2.4	10	74.2	0.0	4.6	0.0				
4	2.5	4.0	38	20.9	1.8	8	4.3				
5	1.6	1.7	7	85.1	0.0	4.3	0.0				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S	Zn	Cu	B	Mn	Fe	Na	OUTRAS DETERMINAÇÕES
	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	g/dm ³	mg/dm ³	
1								
2								
3								
4								
5								

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	EBA
2	EBB
3	EBI
4	EMA
5	BEM → EMB


Clesio Gianello
Eng^o Ag^o CREA 825642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51) 3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labsolos@bol.com.br

Análise 1: Análise de solos das amostras coletadas no campo com exclusão de pastejo, localizado em Alegrete: EBA, EBB, EBI (cobertura alta, baixa e intermediária de vegetação), EMA (cobertura alta) e EMB (cobertura baixa).



Laudo de Análise de Solo

NOME: Embrapa CPPSul/ Ilse Boldrini
MUNICÍPIO: Alegrete
ESTADO: RS
LOCALIDADE: Cerro do Tigre

DATA DO RECEBIMENTO: 08/04/08
DATA DA EXPEDIÇÃO: 18/04/08

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troc.} cmol/dm ³	Ca _{troc.} cmol/dm ³	Mg _{troc.} cmol/dm ³
1	197/29	7	4.7	6.7	9.8	14	0.3	0.8	0.2	0.0
2	197/30	8	5.2	6.6	4.3	41	1.2	0.3	1.1	0.7
3	197/31	8	4.8	6.9	7.4	12	0.2	0.8	0.3	0.0
4	197/32	7	4.6	6.7	11	19	0.8	0.9	0.2	0.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.


NUM	Al+H cmol/dm ³	CTC cmol/dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	2.0	2.2	11	77.2	0.0	6	0.0				
2	2.2	4.1	47	13.6	1.6	10	7				
3	1.6	1.9	18	70.8	0.0	10	0.0				
4	2.0	2.2	11	78.4	0.0	4.1	0.0				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	EMI
2	ATA → ETA
3	ATB → ETB
4	ETI


Clesio Gianello
Eng^o Ag^o CREA 8256 642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51) 3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labsolos@bol.com.br

Análise 2: Análise de solos das amostras coletadas no campo com exclusão de pastejo, localizado em Alegrete: EMI (cobertura intermediária), ETA (cobertura alta), ETB (cobertura baixa) e ETI (cobertura intermediária).



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES



Laudo de Análise de Solo

NOME: Embrapa CPPSul/ Ilse Boldrini
MUNICÍPIO: São Francisco de Assis
ESTADO: RS
LOCALIDADE: Fazenda Joaquim Paz

DATA DO RECEBIMENTO: 08/04/08
DATA DA EXPEDIÇÃO: 18/04/08

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{trac.}	Ca _{trac.}	Mg _{trac.}
								cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³
1	197/12	7	5.3	6.8	12	45	0.8	0.2	0.4	0.3
2	197/13	7	5.1	6.7	11	25	0.7	0.4	0.3	0.2
3	197/14	8	4.8	6.8	5.8	5	0.2	0.5	0.1	0.0
4	197/15	8	5.2	6.8	7.9	41	1.0	0.3	0.5	0.2
5	197/16	7	4.9	6.8	6.6	9	0.6	0.5	0.2	0.1

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	1.7	2.6	32	19.7	1.3	3.5	2.6				
2	2.0	2.5	22	41.5	1.5	4.7	3.1				
3	1.7	1.9	6	81.6	0.0	8	0.0				
4	1.7	2.5	32	27.2	2.5	4.8	1.9				
5	1.7	2.1	16	60.8	2.0	9	4.3				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1											
2											
3											
4											
5											

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	SFA - PIA/ A ✓
2	SFA - PIA/ B ✓
3	SFA - PMB/ A
4	SFA - PMB/ B
5	SFA - PIB/ A ✓

Clesio Gianello
Clesio Gianello
Engº Agº CREA 8245 642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51) 3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labsolos@bol.com.br

Análise 3: Análise de solos das amostras coletadas no campo com pastejo intenso e moderado, localizado em São Francisco de Assis: PIA/A PIA/B (pastejo intenso, cobertura alta), PMB/A e PMB/B (pastejo moderado, cobertura intermediária) e PIB/A (pastejo intenso, cobertura baixa).



Laudo de Análise de Solo

NOME: Embrapa CPPSul/ Ilse Boldrini
MUNICÍPIO: São Francisco de Assis
ESTADO: RS
LOCALIDADE: Fazenda Joaquim Paz

DATA DO RECEBIMENTO: 08/04/08
DATA DA EXPEDIÇÃO: 18/04/08

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{trac.} cmol _c /dm ³	Ca _{trac.} cmol _c /dm ³	Mg _{trac.} cmol _c /dm ³
1	197/17	7	4.9	6.9	6.3	8	0.3	0.4	0.1	0.0
2	197/18	8	4.8	6.7	10	13	0.6	0.7	0.5	0.0
3	197/19	9	5.1	6.7	11	22	0.7	0.5	0.3	0.1
4	197/20	10	4.9	6.4	6.8	17	0.7	0.8	0.2	0.1
5	197/21	8	5.1	6.6	7.7	19	0.8	0.5	0.2	0.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

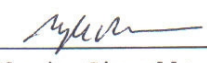
NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	1.6	1.7	7	76.9	0.0	4.9	0.0				
2	2.0	2.5	21	56.8	0.0	15	0.0				
3	2.0	2.4	19	52.3	3.0	5	1.8				
4	2.8	3.1	11	70.0	2.0	4.6	2.3				
5	2.2	2.4	10	66.8	0.0	4.1	0.0				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES
1								
2								
3								
4								
5								

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	SFA - PIB/ B -
2	SFA - PIM/ A -
3	SFA - PIM/ B -
4	SFA - PMM/ A
5	SFA - PMM/ B


Clesio Gianello
Eng^o Ag^o CREA 82766 642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51) 3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labsolos@bol.com.br

Análise 4: Análise de solos das amostras coletadas no campo com pastejo intenso e moderado, localizado em São Francisco de Assis: PIB/B (pastejo intenso, cobertura baixa), PIM/A e PIM/B (pastejo intenso, cobertura intermediária), PMM/A e PMM/B (pastejo moderado, cobertura intermediária).



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES



Laudo de Análise de Solo

NOME: Embrapa CPPSul/ Ilse Boldrini
MUNICÍPIO: São Francisco de Assis
ESTADO: RS
LOCALIDADE: Fazenda Joaquim Paz

DATA DO RECEBIMENTO: 08/04/08
DATA DA EXPEDIÇÃO: 18/04/08

NUM	REGISTRO	ARGILA	pH	Índice	P	K	M.O.	Al _{troc.}	Ca _{troc.}	Mg _{troc.}
		%	H ₂ O	SMP	mg/dm ³	mg/dm ³	%	cmol/dm ³	cmol/dm ³	cmol/dm ³
1	197/22	10	5.0	6.5	5.4	32	1.0	0.7	0.3	0.1
2	197/23	9	4.7	6.9	6.3	6	0.4	0.6	0.1	0.0

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P e K determinados pelo método Mehlich I; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al, Mn, e Na trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; Zn e Cu extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol/dm ³	CTC cmol/dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	2.5	2.9	16	59.2	3.0	3.7	1.2				
2	1.6	1.7	7	83.9	0.0	7	0.0				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S	Zn	Cu	B	Mn	Fe	Na	OUTRAS DETERMINAÇÕES
	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	g/dm ³	mg/dm ³	
1								
2								

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	SFA - PMA/ A
2	SFA - PMB/ A PMA / B

Clesio Gianello
Eng^o Ag^o CREA 8256 642
Chefe do Laboratório de Análises

Laboratório de Análises de Solo - Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre - RS - CEP 91540-000
Fones/Fax: (0xx51) 3308-6023 - 3308-7457 - 3308-7459 - E-mail: labsofos@bol.com.br

Análise 5: Análise de solos das amostras coletadas no campo com pastejo moderado, localizado em São Francisco de Assis: PMA/A e PMA/B (pastejo moderado, cobertura alta).