

Composição e estrutura de vegetação campestre em áreas com orientação norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil

Rosângela Gonçalves Rolim^{1,2}, Robberson Bernal Setubal², Alana Casagrande¹, Marcela Ines Espinoza Rivas¹, Janaína Antunes De Nardin¹, Mariana Luiz Proença¹, Sônia Maria Sandri¹, Camila Leal Bonilha² & Ilsi Iob Boldrini^{1,2}

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43433, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. rosangelagrolim@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Estudos em Vegetação Campestre. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43433, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido em 10.X. 2013. Aceito em 06.XI.2014

RESUMO – Duas áreas de campo nativo pertencentes ao bioma Pampa, com diferentes exposições solares (norte e sul) e sob diferentes períodos de exclusão de roçada, foram comparadas quanto à composição e estrutura da vegetação por meio de um levantamento fitossociológico no Jardim Botânico de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. A amostragem foi conduzida durante a primavera de 2012 com a locação de 20 parcelas de 1 x 1 m. Foram registradas 109 espécies, sendo 91 espécies encontradas na área norte (48 exclusivas), e 62 espécies na área sul (19 exclusivas). *Poaceae* foi a família com maior valor de importância na constituição da fitofisionomia e estrutura da vegetação pela dominância exercida por espécies cespitosas em associação com espécies rosuladas (norte) e rizomatoso-estoloníferas (sul) de outras famílias. O índice de Shannon foi de 3,64 para o levantamento geral, variando de 4,33 a 3,19 entre as áreas norte e sul respectivamente.

Palavras chaves: bioma Pampa, ecologia urbana, fitossociologia, manejo

ABSTRACT – **Composition and structure of grassland vegetation in areas of north and south orientation in the Botanical Garden of Porto Alegre, RS, Brazil.** Two areas of native grasslands of Pampa biome with different sun exposures (north and south), and in different periods of mowing exclusion were compared regarding composition and vegetation structure through a phytosociological survey in the Porto Alegre Botanical Garden, Rio Grande do Sul State, Brazil. Sampling was conducted during the spring of 2012 through the distribution of 20 parcels of 1 x 1 m. We recorded 109 species, with 91 species found in the northern area (48 exclusive), and 62 species in the southern area (19 exclusive). *Poaceae* obtained the highest importance value in the physiognomy and structure of the vegetation, composed by dominant tussock species ranging in association with rosulate species (northern area) and rhizomatous-stoloniferous species (southern area) of other families. The Shannon index was 3.64 for the general survey, ranging from 4.33 to 3.19 for the northern and the southern areas respectively.

Key words: management, Pampa biome, phytosociology, urban ecology

INTRODUÇÃO

O município de Porto Alegre ocupa um território de 476 km², dos quais 25% (123 km²) correspondem a um complexo de elevações graníticas onde se encontram os remanescentes de vegetação natural mais bem conservados da capital do Rio Grande do Sul (RS) (Hasenack & Setubal 2011). Áreas de campos naturais ocupam geralmente os topos e encostas superiores dos morros, formando ilhas de áreas variadas, circundadas por uma matriz de vegetação florestal presente nas encostas médias e inferiores (Setubal & Boldrini 2010). Os campos do RS, outrora dominantes em épocas de clima frio e seco, atualmente estão sendo convertidos gradativamente em vegetação florestal, através de um processo de expansão de espécies arbóreas florestais pioneiras favorecidas pelo clima quente e úmido atual (Müller & Forneck 2004, Behling *et al.* 2007).

Mesmo com o longo histórico de perturbação antrópica dos morros da região após a colonização europeia, seja através da agricultura, pastejo, extrativismo, uso de fogo, e mais recentemente, através da expansão urbana, a riqueza florística destes campos naturais ainda pode ser considerada significativamente elevada. Por meio da compilação de diferentes inventários florísticos, Setubal *et al.* (2011) registraram a ocorrência de 737 espécies de plantas campestres ocorrentes nos morros da capital, o que representa cerca de 1/3 da flora campestre do bioma Pampa no RS. No Morro São Pedro e no Morro Santana (ambos em Porto Alegre) já foram catalogadas cerca de 500 espécies campestres em cada área, com ocorrência de endemismos e distribuições disjuntas ainda pouco compreendidas pela ciência (Overbeck *et al.* 2006, Setubal & Boldrini 2010).

Apesar da existência de estudos qualitativos significativos sobre a vegetação campestre natural em alguns desses morros, estudos sobre a vegetação natural do Jardim Botânico de Porto Alegre são escassos (Bueno & Martins 1986, Dresseno & Overbeck 2013). Buscando contribuir para o melhor conhecimento dessa vegetação, um levantamento florístico e fitossociológico foi realizado em duas áreas de vegetação campestre natural, excluídas de roçada e com exposições solares distintas (norte e sul), presentes em uma elevação granítica no interior do Jardim Botânico de Porto Alegre. Com isso, buscou-se estabelecer comparações entre a composição florística e a estrutura da vegetação campestre ocorrentes nos dois

sítios de estudo, estabelecendo considerações sobre como o tempo de exclusão de roçada também pode ter influenciado a conformação destes parâmetros nas duas comunidades avaliadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Porto Alegre situa-se na região fisiográfica da Depressão Central, possuindo contato com as regiões da Encosta da Serra do Sudeste e do Litoral (Fortes 1959). O município situa-se na região do paralelo 30°, em uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa (IBGE 2004). O relevo do município é caracterizado por um complexo de áreas altas formadas por morros e colinas com embasamento granítico com origem no Pré-Cambriano, e áreas baixas localizadas ao longo das várzeas aluviais formadas por depósitos sedimentares no Cenozóico e Holoceno (Dias *et al.* 2009). Este complexo de elevações graníticas corresponde à porção mais setentrional do Escudo Sul-riograndense que, geologicamente, faz parte da Serra do Mar brasileira (Rambo 1954).

O Jardim Botânico (JB) de Porto Alegre é uma unidade de pesquisa vinculada à Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e localiza-se no perímetro urbano da cidade, entre as coordenadas geográficas 30°03'09"S e 51°10'33"W, com altitudes variando entre 20 e 48 m (Bueno & Martins 1986). Da área total de 81,5 hectares (ha) inicialmente destinada à implantação do Jardim Botânico, o Parque conta atualmente com cerca de 40 ha destinados à conservação da vegetação nativa e o cultivo *ex situ* de espécies da flora do RS.

Geomorfologicamente a região do Jardim Botânico enquadra-se no padrão de colinas, formadas por topos convexos e vertentes com segmento predominantemente convexo-côncavo, apresentando relevo ondulado a levemente ondulado, interflúvios amplos com vales abertos e altitudes variando entre 20 a 60 m (Dias *et al.* 2009). A geologia deste conjunto é constituída por rochas gnáissicas e de migmatitos, apresentando também depósitos eluvionares, compostos de areias grossas, avermelhadas, com matriz siltico-argilosa de origem pedogenética (Philipp 2008). Os solos das encostas são classificados em geral como Argissolos vermelhos a Argissolos vermelho-amarelos, caracterizados como solos profundos com horizontes A, B e C (Schneider *et al.* 2008).

A vegetação do município de Porto Alegre está classificada como Área de Tensão Ecológica, caracterizada como um Ecótono do tipo Enclave formado pela interpenetração da Floresta Estacional Semidecidual com áreas de Savana (IBGE 2012). A distribuição da vegetação nativa no JB é semelhante ao padrão geral de vegetação encontrado nos morros graníticos de Porto Alegre, sendo formada por mosaicos campo-floresta, predominando os campos nos topos e encostas superiores e florestas ao longo de encostas médias e inferiores e planícies aluviais. O mapa de vegetação natural potencial de Porto Alegre indica a ocorrência pretérita na região do Jardim Botânico de Savana estépica caracterizada pela predominância fisionômica de populações de butiazeiro [*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick] distribuídos em meio a uma matriz de campos naturais presentes nos topos e encostas das colinas, associado com florestas aluviais ao longo de encostas inferiores e cursos d'água (Porto & Mello 1999). A vegetação campestre de Porto Alegre integra-se ao bioma Pampa com ocorrência de 44 espécies endêmicas desta formação catalogadas para os morros da capital (Ferreira & Boldrini 2011, Ferreira & Setubal 2011).

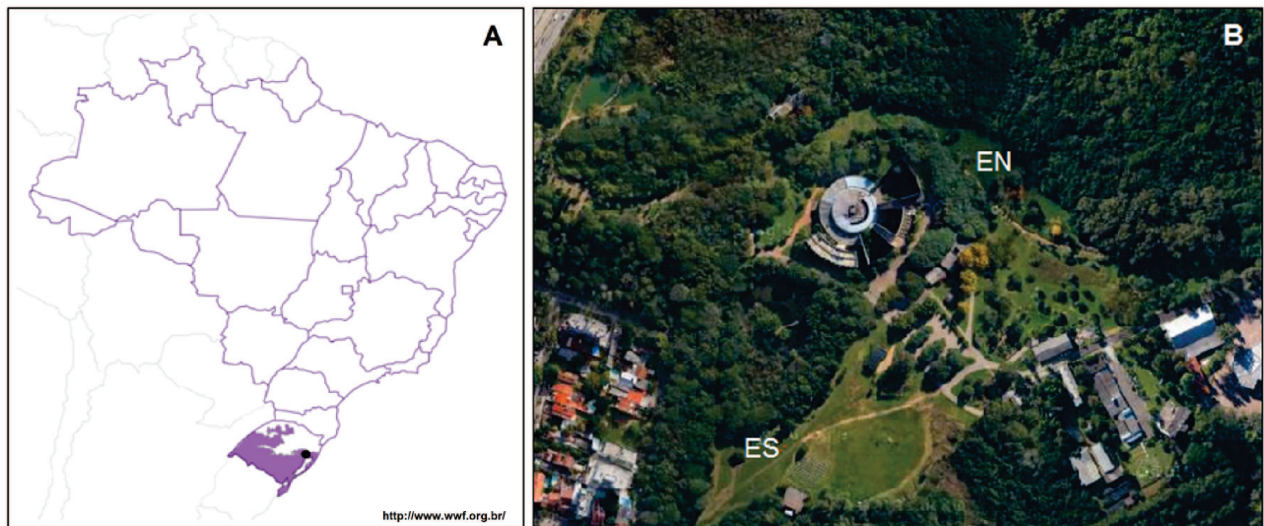
Levantamento fitossociológico

Para o levantamento quali-quantitativo da vegetação campestre foi realizada inicialmente a vistoria das diferentes áreas de campos naturais presentes no JB. Duas áreas amostrais não contíguas foram selecionadas buscando uma abordagem comparativa: área com exposição solar norte (EN), excluída de roçada por aproximadamente 10 meses na época do levantamento; área com exposição solar sul (ES), excluída de roçada por aproximadamente dois anos, totalizando cerca de 0,5 ha da área amostral (Figs. 1-3). Ambas as áreas representam segmentos suave ondulados de encosta superior da vertente com altitudes variando entre 39 a 46 m. Após a escolha das áreas, foi realizado um levantamento florístico prévio da vegetação e a identificação das principais espécies das duas comunidades.

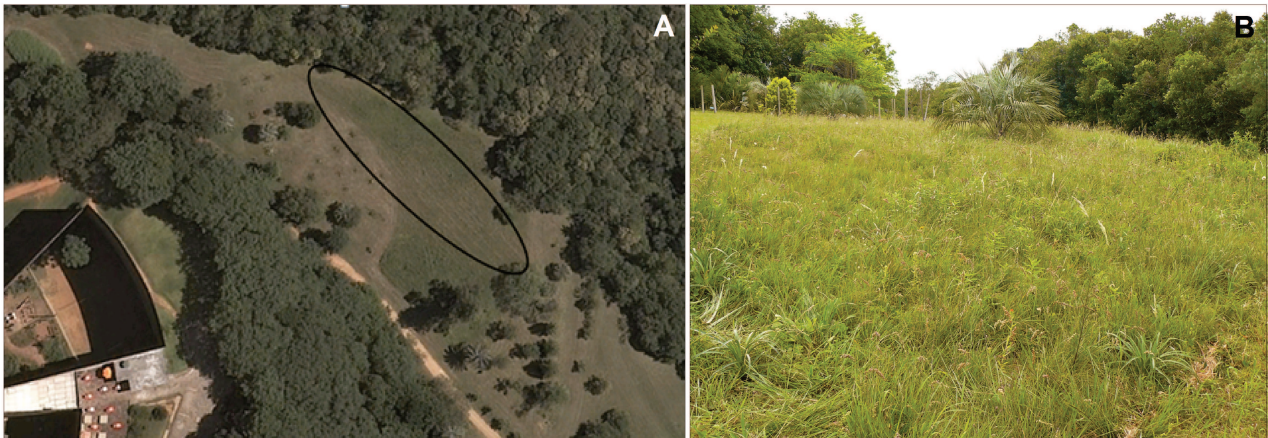
Posteriormente, foi realizado o levantamento fitossociológico da vegetação campestre no período da primavera de 2012 (outubro e novembro), por meio de um levantamento de dados em 20

unidades amostrais (UAs) de 1 x 1 m, dispostas de forma sistemática a cada 5 m, em transecções perpendiculares aos segmentos de encosta (Matteucci & Colma 1982). Dez delas localizadas na área norte, e outras dez dispostas na área sul. Em cada UA foram registrados valores de cobertura para as variáveis espécies vasculares, solo descoberto e biomassa morta, utilizando escala de valores descrita na Tabela 1 (Londo 1976). Também foi medida a altura média da vegetação em cada parcela. A maioria das espécies foi identificada durante o levantamento de campo e, quando não identificadas, as espécies foram coletadas para determinação posterior com auxílio de bibliografia disponível e/ou comparação com material existente no herbário ICN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para cada espécie amostrada, foram calculados os seguintes parâmetros: frequência absoluta (FA) e relativa (FR), cobertura absoluta (CA) e relativa (CR), e índice de valor de importância (IVI) (Müller-Dombois & Ellenberg 1974). Também foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), índice de equabilidade de Pielou (J') e o índice de similaridade florística de Jaccard (Durigan 2003). A curva de espécies-área para verificação da suficiência amostral foi calculada através da função logarítmica da curva de acumulação de espécies novas registradas a cada parcela realizada.

A matriz de dados com as variáveis espécies vasculares (linhas) e as UAs (colunas) foi submetida à Análise de Coordenadas Principais (PCoA), utilizando-se distância de corda como medida de dissimilaridade, utilizando-se o software Multiv (Pillar 2006). A significância dos eixos foi avaliada pela técnica de *bootstrap* com 1000 iterações. As espécies com maior e menor correlação com os eixos foram plotadas no diagrama de ordenação. O reescalonamento das variáveis ambientais altura média da vegetação (AM), cobertura de biomassa morta (BM) e solo descoberto (SD) foi realizado pelo cálculo de correlação de cada variável com os escores das UAs dos dois primeiros eixos da ordenação. Posteriormente, este valor foi multiplicado pela média dos valores do eixo I e II, respectivamente. Para verificar a diferença entre os grupos de UAs dispostas nas áreas norte e sul foi realizado teste de randomização (Pillar 2006).



Figs. 1 A, B. Local de estudo. **A.** Mapa com a distribuição geográfica do bioma Pampa segundo IBGE (2004) e localização da área de estudo (Fonte: <http://www.wwf.org.br>). **B.** Localização das duas áreas amostrais, área com exposição solar norte (EN) e área com exposição solar sul (ES), no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil (Fonte: Google Maps).



Figs. 2 A, B. **A.** Área amostral com exposição solar norte no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil (Fonte: Google Maps). **B.** Fitofisionomia da vegetação na área amostral norte destacando-se a ocorrência de indivíduo de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick ao fundo.



Figs. 3 A, B. **A.** Área amostral com exposição solar sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil (Fonte: Google Maps). **B.** Fitofisionomia da vegetação na área amostral com exposição solar sul destacando-se a presença de inflorescências de *Schizachyrium glaziovii* Peichoto compondo o estrato superior.

Tabela 1. Escala de cobertura utilizada para medição das variáveis espécies vasculares, solo descoberto e biomassa morta presentes nas unidades amostrais do levantamento fitossociológico comparado entre áreas de campo nativo com orientação solar norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil.

Escala de valores	Valores de cobertura
0,1	até 1%
0,5	1,1-5%
1	5,1-10%
2	10,1-20%
3	20,1-30%
4	30,1-40%
5	40,1-50%
6	50,1- 60%
7	60,1-70%
8	70,1-80%
9	80,1-90%
10	90,1-100%

RESULTADOS

Florística e fitossociologia

O levantamento florístico geral registrou a ocorrência de 125 táxons, distribuídos em 27 famílias e 85 gêneros (Tab. 2). Deste total, 114 foram identificados até o nível de espécie, 11 até o nível de gênero e um até o nível de família (*Malvaceae*), devido à ausência de caracteres conclusivos para sua identificação. *Oxalidaceae* foi a família com maior dúvida quanto à identificação das espécies, devido à lacuna de tratamentos taxonômicos recentes para as espécies do RS. As famílias com maior riqueza foram: *Poaceae* (35 spp.), *Asteraceae* (21 spp.), *Cyperaceae* (10 spp.), *Fabaceae* (8 spp.), *Rubiaceae* (7 spp.) e *Apiaceae* (5 spp.). Juntas estas famílias corresponderam a 69% do total de espécies registradas em ambas as áreas.

No levantamento fitossociológico total foram registrados 109 táxons distribuídos em 25 famílias e 75 gêneros (Tab. 2). As famílias com maior riqueza no levantamento geral foram *Poaceae* (29), *Asteraceae* (20), *Cyperaceae* e *Fabaceae* (8) e *Rubiaceae* (7). A área norte registrou a maior riqueza de espécies no levantamento florístico (EN = 106; ES = 63) e fitossociológico (EN = 90; ES = 62), além do maior

número de espécies exclusivas no levantamento fitossociológico (EN = 47; ES = 19). Cinco espécies endêmicas do bioma Pampa (Setubal *et al.* 2011) foram encontradas na área norte e apenas uma na área sul (Tab. 2-3). O número de espécies compartilhadas entre as áreas norte e sul foi de 45, resultando em uma baixa similaridade florística entre as duas áreas (0,36). As áreas norte e sul diferiram ainda quanto ao número total de registros de cobertura por espécie (EN = 315; ES = 211), entretanto o padrão de distribuição dos registros foi similar nas duas áreas com a maior parte destes (cerca de 90%) concentrados entre os valores de cobertura “0,1” a “1,0” (Fig. 4). Apesar da falta de estabilização total da curva de espécies-área, observou-se um sensível decréscimo no registro de espécies novas, especialmente a partir da parcela 14, quando cerca de 90% de todas as espécies do levantamento já haviam sido atingidas (Fig. 5).

A família *Poaceae* acumulou os maiores somatórios de IVI (46,60%) seguida por *Asteraceae* (13,52%) e *Apiaceae* (10,17%). Entretanto, esses valores variaram entre as duas comunidades, tendo a área norte registrado uma menor dominância de *Poaceae* (39,4%) e, conseqüentemente, maior contribuição de outras famílias na composição e estrutura da vegetação, do que na área sul (54,8%) (Tab. 4). Na área norte, as espécies registradas com os maiores valores de IVI foram a apiácea *Eryngium elegans* Cham. & Schltdl., e as gramíneas *Chascolytrum subaristatum* (Lam.) Desv. e *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi. Na área sul, os maiores valores de IVI foram registrados para as gramíneas *Andropogon lateralis* Nees, *Axonopus suffultus* (Mikan ex Trin.) Parodi e *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi (Tab.5). O índice de diversidade de Shannon foi de 3,64 para o levantamento geral, e também apontou diferenças entre a área norte (4,33) e a área sul (3,19). Os índices de diversidade e equabilidade, assim como, os valores médios, mínimos e máximos de espécies registrados por unidade amostral no levantamento fitossociológico geral e em cada comunidade, estão apresentados na Tabela 6.

O escore de explicação dos eixos de ordenação I e II para a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) foi de 23% e 14% respectivamente, sendo o primeiro eixo considerado estável e o segundo marginalmente estável ($P_{\text{eixo 1}} = 0,05$ e $P_{\text{eixo 2}} = 0,06$) (Fig. 6). O diagrama evidenciou a ocorrência de dois grupos de unidades amostrais associados predominantemente com o eixo II. Através do reescalonamento de variáveis ambientais, o grupo de UAs da área norte foi associado à variável ambiental solo descoberto,

enquanto o grupo de UAs da área sul foi associado às variáveis altura média e biomassa morta. A diferença significativa entre as comunidades avaliadas nas

áreas norte e sul foi confirmada através do teste de randomização considerando dois grupos de UAs ($p < 0,01$).

Tabela 2. Lista de 125 espécies registradas no levantamento florístico e fitossociológico geral realizado em áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Espécies endêmicas do bioma Pampa, segundo Setubal *et al.* (2011), encontram-se assinaladas em asteriscos. Espécies com FA = 0 foram registradas apenas no levantamento florístico (16). Legenda: EN = área amostral com exposição solar norte; ES = área amostral com exposição solar sul; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CA = cobertura absoluta; CR = cobertura relativa; IVI = índice de valor de importância.

Família	Espécie	EN	ES	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
<i>Acanthaceae</i>	<i>Justicia axillaris</i> (Nees) Lindau		x	1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken	x	x	15	2,86	3,60	1,22	2,04
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Habranthus gracilifolius</i> Herb.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Nothoscordum</i> sp.	x	x	2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Apiaceae</i>	<i>Centella asiatica</i> Urb.	x	x	4	0,76	5,00	1,70	1,23
<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schlcht.		x	1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schldl.	x	x	15	2,86	28,80	9,77	6,31
<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium horridum</i> Malme	x	x	7	1,33	9,60	3,26	2,29
<i>Apiaceae</i>	<i>Hydrocotyle exigua</i> Malme	x	x	2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Arecaceae</i>	<i>Butia odorata</i> (Barb. Rodr.) Noblick *	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aristolochiaceae</i>	<i>Aristolochia sessilifolia</i> (Klotzsch) Duch.	x		5	0,95	0,50	0,17	0,56
<i>Asteraceae</i>	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	x		6	1,14	1,50	0,51	0,83
<i>Asteraceae</i>	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	x	x	4	0,76	1,60	0,54	0,65
<i>Asteraceae</i>	<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	x	x	7	1,33	1,50	0,51	0,92
<i>Asteraceae</i>	<i>Chaptalia exscapa</i> (Pers.) Baker	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Asteraceae</i>	<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart	x		8	1,52	2,50	0,85	1,19
<i>Asteraceae</i>	<i>Chaptalia piloselloides</i> (Vahl) Baker	x		5	0,95	1,30	0,44	0,70
<i>Asteraceae</i>	<i>Chaptalia sinuata</i> (Less.) Baker	x		2	0,38	0,60	0,20	0,29
<i>Asteraceae</i>	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	x	x	9	1,71	2,20	0,75	1,23
<i>Asteraceae</i>	<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) S.F. Blake		x	1	0,19	0,50	0,17	0,18
<i>Asteraceae</i>	<i>Chromolaena hirsuta</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.		x	2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Asteraceae</i>	<i>Chromolaena verbenacea</i> (DC.) R. M. King & H. Rob.	x	x	7	1,33	1,50	0,51	0,92
<i>Asteraceae</i>	<i>Chrysolea flexuosa</i> (Sims) H. Rob.	x		4	0,76	0,80	0,27	0,52
<i>Asteraceae</i>	<i>Conyza primulifolia</i> (Lam.) Cuatrec. & Lourteig	x		2	0,38	0,60	0,20	0,29
<i>Asteraceae</i>	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	x	x	5	0,95	0,90	0,31	0,63
<i>Asteraceae</i>	<i>Hypochaeris chilensis</i> (Kunth) Britton		x	2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Asteraceae</i>	<i>Hypochaeris megapotamica</i> Cabr.	x	x	11	2,10	2,30	0,78	1,44
<i>Asteraceae</i>	<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	x	x	7	1,33	0,70	0,24	0,79
<i>Asteraceae</i>	<i>Pterocaulon polypterum</i> (DC) Cabr.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Asteraceae</i>	<i>Stomatanthes oblongifolius</i> (Spreng.) H. Rob.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonanthura nudiflora</i> (Less.) H. Rob.	x	x	10	1,90	6,50	2,20	2,05
<i>Asteraceae</i>	<i>Viguiera immarginata</i> (DC.) Herter	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Boraginaceae</i>	<i>Varronia polycephala</i> Lam.	x		2	0,38	0,60	0,20	0,29
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Dichondra macrocalyx</i> Meisn.	x	x	6	1,14	1,40	0,47	0,81

Tabela 2. Continuação

Família	Espécie	EN	ES	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	x	x	12	2,29	3,60	1,22	1,75
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	x	x	13	2,48	1,70	0,58	1,53
Cyperaceae	<i>Bulbostylis brevifolia</i> Palla	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i> Kunth		x	8	1,52	3,90	1,32	1,42
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i> var. <i>reflexus</i> Vahl	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	x	x	3	0,57	2,20	0,75	0,66
Cyperaceae	<i>Rhynchospora barrosiana</i> Guagl.	x	x	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyperaceae	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Cyperaceae	<i>Rhynchospora setigera</i> Griseb.	x		4	0,76	0,80	0,27	0,52
Cyperaceae	<i>Rhynchospora tenuis</i> Link		x	2	0,38	2,00	0,68	0,53
Cyperaceae	<i>Scleria distans</i> Poir.		x	2	0,38	0,20	0,07	0,22
Euphorbiaceae	<i>Bernardia multicaulis</i> Müll. Arg.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euphorbiaceae	<i>Tragia</i> sp.	x	x	3	0,57	0,30	0,10	0,34
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	x	x	5	0,95	0,50	0,17	0,56
Fabaceae	<i>Clitoria nana</i> Benth. *	x		4	0,76	0,80	0,27	0,52
Fabaceae	<i>Clitoria tweediana</i> Benth. *	x		2	0,38	1,50	0,51	0,44
Fabaceae	<i>Desmanthus tathuyensis</i> Hoehne	x	x	6	1,14	0,60	0,20	0,67
Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.		x	1	0,19	0,10	0,03	0,11
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	x	x	18	3,43	3,40	1,15	2,29
Fabaceae	<i>Galactia</i> sp.	x		8	1,52	1,60	0,54	1,03
Fabaceae	<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	x	x	8	1,52	0,80	0,27	0,90
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.		x	1	0,19	0,50	0,17	0,18
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	x	x	8	1,52	0,80	0,27	0,90
Iridaceae	<i>Cypella herbertii</i> Kook.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Iridaceae	<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Lamiaceae	<i>Hyptis comaroides</i> (Briq.) Harley & J. F. B. Pastore	x		7	1,33	1,10	0,37	0,85
Linaceae	<i>Chiococca selaginoides</i> (Lam.) C.M. Rogers & Mildnerso	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
Malpighiaceae	<i>Janusia guaranitica</i> (A. St.-Hil.) A. Juss.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Malvaceae	<i>Krapovickasia</i> sp.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
Malvaceae	Malvaceae sp.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
Malvaceae	<i>Waltheria douradinha</i> A.St.-Hil.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
Malvaceae	<i>Wissadula glechomifolia</i> (A. St.-Hil.) R.E. Fr. *	x		4	0,76	0,40	0,14	0,45
Melastomataceae	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
Orobanchaceae	<i>Castilleja lithospermoides</i> Kunth	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
Oxalidaceae	<i>Oxalis brasiliensis</i> G. Lodd.	x	x	5	0,95	0,50	0,17	0,56
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> cf. <i>latifolia</i> Zucc.		x	1	0,19	1,00	0,34	0,26
Oxalidaceae	<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 2. Continuação

Família	Espécie	EN	ES	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis lasiopetala</i> Zucc.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i> sp.	x	x	14	2,67	2,20	0,75	1,71
<i>Poaceae</i>	<i>Andropogon lateralis</i> Nees	x	x	12	2,29	36,50	12,38	7,33
<i>Poaceae</i>	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	x	x	4	0,76	2,20	0,75	0,75
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	x		4	0,76	2,10	0,71	0,74
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida flaccida</i> Trin. & Rupr.	x		6	1,14	7,50	2,54	1,84
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida laevis</i> (Nees) Kunth	x		6	1,14	1,40	0,47	0,81
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida venustula</i> var. <i>venustula</i> Arechav.	x		2	0,38	0,60	0,20	0,29
<i>Poaceae</i>	<i>Axonopus affinis</i> Chase	x	x	9	1,71	6,30	2,14	1,93
<i>Poaceae</i>	<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	x		2	0,38	1,00	0,34	0,36
<i>Poaceae</i>	<i>Axonopus suffultus</i> (Mikan ex Trin.) Parodi	x	x	10	1,90	12,70	4,31	3,11
<i>Poaceae</i>	<i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud.	x	x	5	0,95	1,40	0,47	0,71
<i>Poaceae</i>	<i>Chascolytrum lamarckianum</i> (Nees) Matthei	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Poaceae</i>	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	x	x	17	3,24	20,20	6,85	5,05
<i>Poaceae</i>	<i>Chascolytrum uniolae</i> (Nees) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies	x		1	0,19	0,50	0,17	0,18
<i>Poaceae</i>	<i>Dichantherium sabulorum</i> var. <i>sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	x	x	14	2,67	2,60	0,88	1,77
<i>Poaceae</i>	<i>Eustachys distichophylla</i> (Lag.) Nees	x		4	0,76	2,10	0,71	0,74
<i>Poaceae</i>	<i>Eustachys</i> sp.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	<i>Ischaemum minus</i> J. Presl		x	2	0,38	1,50	0,51	0,44
<i>Poaceae</i>	<i>Melica brasiliana</i> Ard.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	<i>Panicum aquaticum</i> Poir.		x	1	0,19	0,50	0,17	0,18
<i>Poaceae</i>	<i>Paratheria prostrata</i> Griseb.	x	x	5	0,95	7,20	2,44	1,70
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé		x	7	1,33	10,10	3,43	2,38
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum plicatum</i> Michx.	x	x	11	2,10	11,80	4,00	3,05
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum umbrosum</i> Trin.	x	x	10	1,90	3,90	1,32	1,61
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	x	x	3	0,57	0,70	0,24	0,40
<i>Poaceae</i>	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	x	x	15	2,86	22,40	7,60	5,23
<i>Poaceae</i>	<i>Piptochaetium stipoides</i> var. <i>chaetophorum</i> (Griseb.) Parodi	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Poaceae</i>	<i>Schizachyrium glaziovii</i> Peichoto	x	x	7	1,33	7,80	2,65	1,99
<i>Poaceae</i>	<i>Setaria parviflora</i> var. <i>parviflora</i> (Poir.) Kerguelen		x	2	0,38	1,50	0,51	0,44
<i>Poaceae</i>	<i>Setaria vaginata</i> var. <i>vaginata</i> Spreng.	x		2	0,38	0,60	0,20	0,29
<i>Poaceae</i>	<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees ex Trin.) W.V. Br.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash	x	x	6	1,14	1,90	0,64	0,89
<i>Poaceae</i>	<i>Stipa melanosperma</i> var. <i>melanosperma</i> J. Presl	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Poaceae</i>	<i>Stipa nutans</i> var. <i>nutans</i> Hack.	x	x	7	1,33	8,70	2,95	2,14
<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	x	x	10	1,90	1,40	0,47	1,19
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	x		1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.	x	x	7	1,33	0,70	0,24	0,79
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium uruguayense</i> Bacig.		x	1	0,19	0,50	0,17	0,18

Tabela 2. Continuação

Família	Espécie	EN	ES	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
<i>Rubiaceae</i>	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes		x	1	0,19	1,00	0,34	0,26
<i>Rubiaceae</i>	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
<i>Rubiaceae</i>	<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	x		5	0,95	3,20	1,09	1,02
<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	x		1	0,19	1,00	0,34	0,26
<i>Turneraceae</i>	<i>Piriqueta taubatensis</i> (Urb.) Arbo *		x	1	0,19	0,10	0,03	0,11
<i>Turneraceae</i>	<i>Turnera sidoides</i> L. *	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana camara</i> L.	x		0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia hieracifolia</i> Cham.	x		2	0,38	2,00	0,68	0,53
<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbena rigida</i> Spreng.	x		2	0,38	0,20	0,07	0,22
	Totais	106	63	525	100,00	294,80	100,00	100,00

Tabela 3. Riqueza taxonômica registrada no levantamento florístico e fitossociológico geral e comparado entre áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil.

	Florística geral	Fitossociologia geral	Fitossociologia área norte	Fitossociologia área sul
Famílias	27	25	22	16
Gêneros	85	75	69	48
Espécies	27	110	90	62
Espécies exclusivas	-	-	47	19
Espécies endêmicas	6	4	5	1
<i>Apiaceae</i>	5	5	4	5
<i>Asteraceae</i>	23	20	17	11
<i>Cyperaceae</i>	9	8	5	4
<i>Fabaceae</i>	8	8	7	5
<i>Poaceae</i>	36	29	25	19
<i>Rubiaceae</i>	7	7	5	4

Tabela 4. Somatório de parâmetros fitossociológicos de 25 famílias botânicas registradas no levantamento geral e comparado entre áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Legenda: FR = frequência relativa; CR = cobertura relativa; IVI = índice de valor de importância.

Família	FR%	CR%	IVI%	FR%	CR%	IVI%	FR%	CR%	IVI%
	Levantamento Geral			Área Norte			Área Sul		
<i>Poaceae</i>	33,52	59,67	46,60	29,62	49,19	39,41	39,34	70,34	54,84
<i>Asteraceae</i>	18,29	8,75	13,52	22,93	12,97	17,95	11,37	4,45	7,91
<i>Apiaceae</i>	5,52	14,82	10,17	6,05	21,10	13,58	4,74	8,42	6,58
<i>Fabaceae</i>	9,90	3,15	6,53	11,15	4,57	7,86	8,06	1,71	4,88
<i>Convolvulaceae</i>	5,90	2,27	4,09	3,82	1,88	2,85	9,00	2,67	5,84
<i>Rubiaceae</i>	5,14	2,41	3,78	4,78	2,82	3,80	5,69	1,99	3,84
<i>Cyperaceae</i>	4,19	3,19	3,69	2,55	0,81	1,68	6,64	5,62	6,13
<i>Oxalidaceae</i>	4,19	1,32	2,76	3,18	0,67	1,93	5,69	1,99	3,84
<i>Amaranthaceae</i>	2,86	1,22	2,04	1,59	0,60	1,10	4,74	1,85	3,29
<i>Malvaceae</i>	1,90	0,34	1,12	3,18	0,67	1,93	0,00	0,00	0,00
<i>Hypoxidaceae</i>	1,52	0,27	0,90	1,59	0,34	0,96	1,42	0,21	0,81
<i>Lamiaceae</i>	1,33	0,37	0,85	2,23	0,74	1,48	0,00	0,00	0,00
<i>Verbenaceae</i>	0,76	0,75	0,75	1,27	1,48	1,38	0,00	0,00	0,00
<i>Aristolochiaceae</i>	0,95	0,17	0,56	1,59	0,34	0,96	0,00	0,00	0,00
<i>Euphorbiaceae</i>	0,76	0,14	0,45	0,96	0,20	0,58	0,47	0,07	0,27
<i>Iridaceae</i>	0,76	0,14	0,45	0,64	0,13	0,39	0,95	0,14	0,54
<i>Boraginaceae</i>	0,38	0,20	0,29	0,64	0,40	0,52	0,00	0,00	0,00
<i>Smilacaceae</i>	0,19	0,34	0,26	0,32	0,67	0,50	0,00	0,00	0,00
<i>Amaryllidaceae</i>	0,38	0,07	0,22	0,32	0,07	0,19	0,47	0,07	0,27
<i>Melastomataceae</i>	0,38	0,07	0,22	0,64	0,13	0,39	0,00	0,00	0,00
<i>Orobanchaceae</i>	0,38	0,07	0,22	0,64	0,13	0,39	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericaceae</i>	0,19	0,17	0,18	0,00	0,00	0,00	0,47	0,34	0,41
<i>Acanthaceae</i>	0,19	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00	0,47	0,07	0,27
<i>Malpighiaceae</i>	0,19	0,03	0,11	0,32	0,07	0,19	0,00	0,00	0,00
<i>Turneraceae</i>	0,19	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00	0,47	0,07	0,27
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das vinte espécies com maior IVI registrados no levantamento geral e comparado entre áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Legenda: FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; CA = cobertura absoluta; CR = cobertura relativa; IVI = índice de valor de importância.

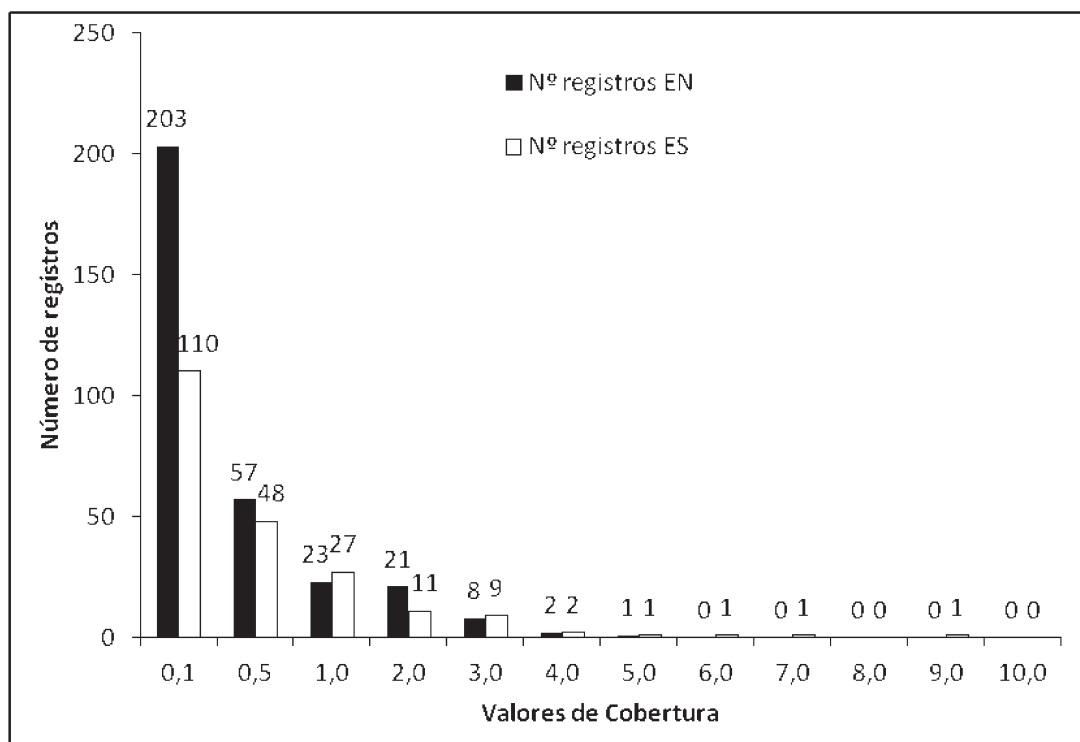
Área Norte						
Família	Espécie	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
Apiaceae	<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltld.	10	3,18	20,30	13,64	8,41
Poaceae	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	10	3,18	17,50	11,76	7,47
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	8	2,55	12,10	8,13	5,34
Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	6	1,91	9,50	6,38	4,15
Poaceae	<i>Stipa nutans</i> var. <i>nutans</i> Hack.	6	1,91	8,20	5,51	3,71
Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i> Nees	4	1,27	8,50	5,71	3,49
Poaceae	<i>Aristida flaccida</i> Trin. & Rupr.	6	1,91	7,50	5,04	3,48
Asteraceae	<i>Vernonanthura nudiflora</i>	9	2,87	6,00	4,03	3,45
Poaceae	<i>Paspalum umbrosum</i> Trin.	7	2,23	3,20	2,15	2,19
Asteraceae	<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart	8	2,55	2,50	1,68	2,11
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	9	2,87	1,70	1,14	2,00
Rubiaceae	<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	5	1,59	3,20	2,15	1,87
Fabaceae	<i>Galactia</i> sp.	8	2,55	1,60	1,08	1,81
Poaceae	<i>Dichantherium sabulorum</i> var. <i>sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	8	2,55	1,20	0,81	1,68
Asteraceae	<i>Hypochaeris megapotamica</i> Cabrera	8	2,55	0,80	0,54	1,54
Poaceae	<i>Paspalum plicatum</i> Michx.	4	1,27	2,60	1,75	1,51
Lamiaceae	<i>Peltodon longipes</i> Kunth ex Benth.	7	2,23	1,10	0,74	1,48
Asteraceae	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	6	1,91	1,50	1,01	1,46
Poaceae	<i>Aristida laevis</i> (Nees) Kunth	6	1,91	1,40	0,94	1,43
Fabaceae	<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	7	2,23	0,70	0,47	1,35
Área Sul						
Família	Espécie	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i> Nees	8	3,79	28,00	19,18	11,48
Poaceae	<i>Axonopus suffultus</i> (Mikan ex Trin.) Parodi	8	3,79	11,20	7,67	5,73
Poaceae	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	7	3,32	10,30	7,05	5,19
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	7	3,32	10,10	6,92	5,12
Poaceae	<i>Paspalum plicatum</i> Michx.	7	3,32	9,20	6,30	4,81
Apiaceae	<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltld.	5	2,37	8,50	5,82	4,10
Poaceae	<i>Axonopus affinis</i> Chase	8	3,79	6,20	4,25	4,02
Poaceae	<i>Schizachyrium glaziovii</i> Peichoto	5	2,37	7,60	5,21	3,79
Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i> (Sprengel) Hicken	10	4,74	2,70	1,85	3,29
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i> Kunth	8	3,79	3,90	2,67	3,23
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Swartz	9	4,27	2,10	1,44	2,85
Poaceae	<i>Paratheria prostrata</i> Griseb.	3	1,42	6,10	4,18	2,80
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	9	4,27	1,70	1,16	2,71
Poaceae	<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	7	3,32	2,70	1,85	2,58
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	9	4,27	1,30	0,89	2,58
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	8	3,79	1,60	1,10	2,44

Tabela 5. Continuação

		Área Sul				
Família	Espécie	FA	FR%	CA	CR%	IVI%
<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	8	3,79	1,20	0,82	2,31
<i>Asteraceae</i>	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	7	3,32	1,60	1,10	2,21
<i>Poaceae</i>	<i>Dichantherium sabulorum</i> var. <i>sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	6	2,84	1,40	0,96	1,90
<i>Apiaceae</i>	<i>Centella asiatica</i> Urb.	2	0,95	3,50	2,40	1,67

Tabela 6. Índices de diversidade e valores médios, mínimos e máximos de espécies registrados no levantamento fitossociológico geral e comparado entre áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil.

Índices de diversidade e valores médios	Fitossociologia geral	Fitossociologia área norte	Fitossociologia área sul
H'	3,64	4,33	3,19
J'	0,77	0,72	0,67
nº máximo espécies / parcela	38	38	27
nº mínimo espécies / parcela	15	26	15
nº médio espécies / parcela	26,5	32	21
H média (cm)	26,85	24,25	30,11

**Fig. 4.** Número de registros de cobertura realizados para a variável espécie comparado entre áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Legenda: EN = área com exposição solar norte; ES = área com exposição solar sul.

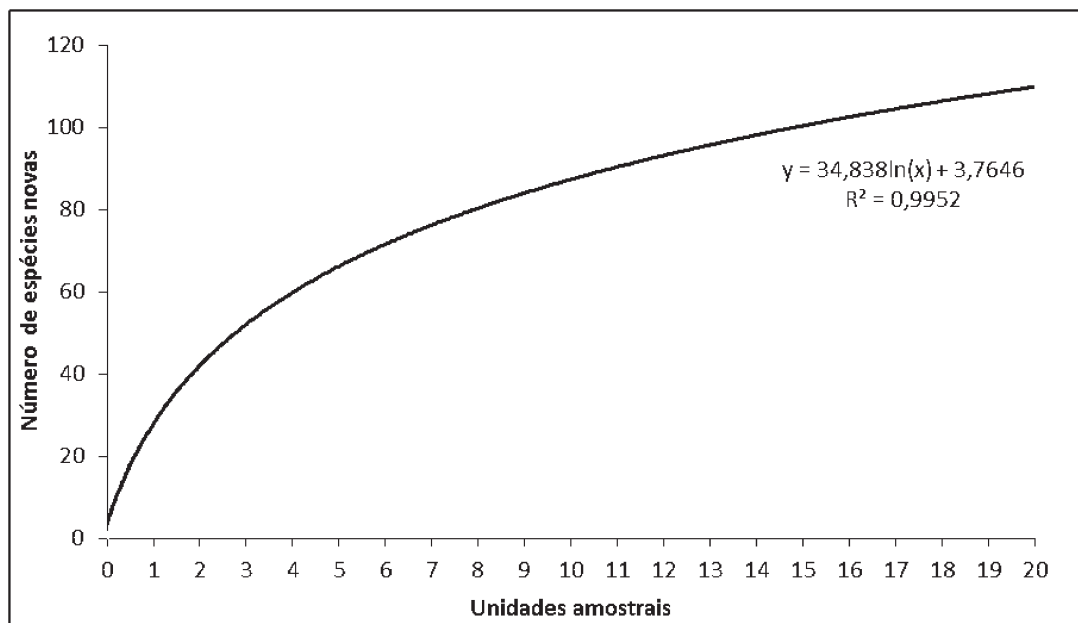


Fig. 5. Curva de espécies-área registrada no levantamento fitossociológico geral de áreas de campo nativo norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil.

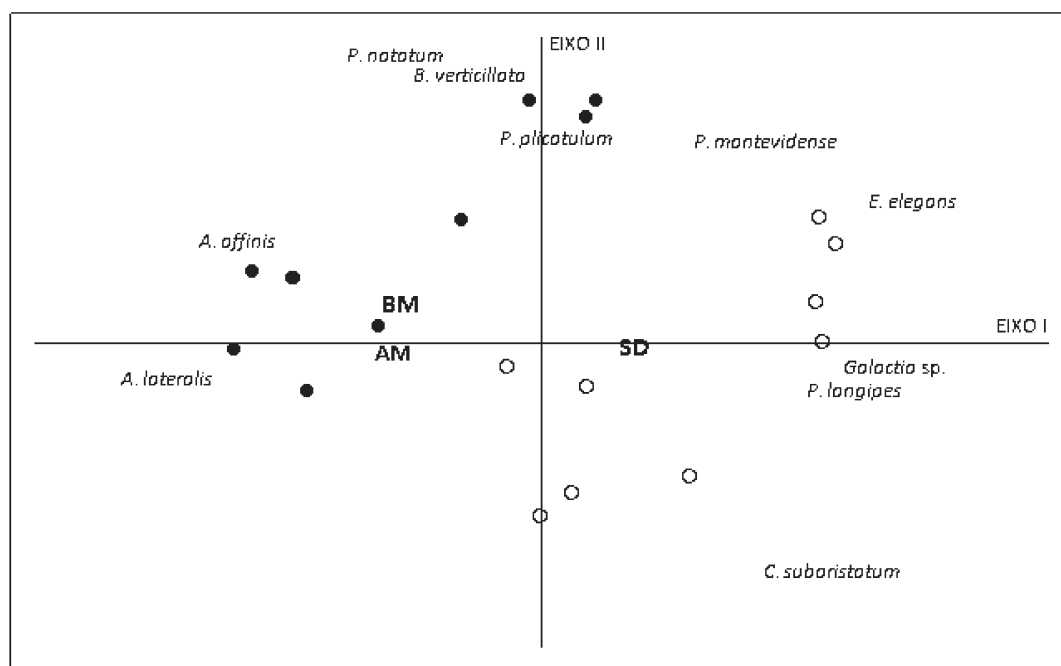


Fig. 6. Diagrama de ordenação de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) detalhando a correlação entre unidades amostrais, variáveis ambientais estruturais e espécies indicadoras, utilizando distância de corda como medida de dissimilaridade (Pillar 2006), a partir de levantamento fitossociológico comparado entre áreas de campo nativo com orientação norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Escore de explicação dos eixos de ordenação I e II de 23% e 14% respectivamente ($P_{\text{eixo 1}} = 0,05$ e $P_{\text{eixo 2}} = 0,06$). Legenda: AM = altura média; BM = biomassa morta; SD = solo descoberto; ● = unidades amostrais área sul; ○ = unidades amostrais área norte.

DISCUSSÃO

Conforme a análise das espécies mais correlacionadas com o eixo I da PCoA, considerouse que a variância desse eixo parece estar relacionada com o hábito das espécies. Dentre as cinco espécies com maior IVI no levantamento fitossociológico geral, quatro foram de gramíneas cespitosas: *Andropogon lateralis* (7,33%), *Piptochaetium montevidense* (5,23%), *Chascolytrum subaristatum* (5,05%) e *Axonopus suffultus* (3,11%), destacando-se ainda em importância *Stipa nutans* var. *nutans* na área norte e *Schizachyrium glaziovii* na área sul, todas estas imprimindo a fitofisionomia geral da vegetação nas duas áreas amostradas. Na área norte, além da dominância exercida por gramíneas cespitosas, destaca-se ainda a contribuição das espécies de hábito rosulado, *Eryngium elegans* (IVI-EN = 8,31%) e *Eryngium horridum* (IVI-EN = 4,10%), sendo a primeira muito frequente e abundante nesta comunidade. Na área sul, a contribuição de espécies de hábito rosulado foi substituída pelas espécies de hábito rizomatoso-estolonífero, *Paspalum notatum* (IVI-ES = 5,11%) e *Axonopus affinis* (IVI-ES = 4,02%), além da cespitosa *Paspalum plicatulum* (IVI-ES = 4,80%). Dentre as espécies com alta frequência, mas com baixa cobertura, destacaram-se, na área norte, o subarbusto ereto *Vernonanthura nudiflora* e o subarbusto prostrado *Desmodium incanum*, enquanto na área sul foram o subarbusto ereto *Pfaffia tuberosa*, as ervas *Evolvulus sericeus*, e *Dichondra sericea*, além de *D. incanum*, todas variando de 90% a 100% de FA nas duas áreas.

Avaliou-se que no eixo II a variância dos dados está associada com a formação de um gradiente de umidade presente entre as duas comunidades. Nas UAs da encosta norte foram registradas espécies indicadoras de áreas secas, como *Piptochaetium montevidense*, *Eryngium horridum* e *Aristida flaccida*, enquanto na encosta sul ocorreram espécies típicas de áreas úmidas, como *Ischaemum minus*, *Rhynchospora tenuis* e *Panicum aquaticum* (Boldrini *et al.* 1998; Ferreira & Setubal 2009; Setubal & Boldrini 2012). Setubal & Boldrini (2012) constataram, através do estudo de um remanescente campestre do Morro São Pedro, que o nível de disponibilidade hídrica no solo é um dos principais fatores que influenciam a formação de comunidades na vegetação campestre dos morros graníticos. Os autores salientaram que a constituição de um gradiente através da variação de umidade no solo e outros fatores ambientais ao longo de toposequências nos morros da região, condiciona

a formação de diferentes habitats que funcionam como filtros, selecionando grupos de espécies melhor adaptadas a sobreviverem em cada local.

Alguns dos fatores que explicam a associação de solo descoberto com a área norte são o período de exclusão de roçada mais recente (em torno de 10 meses na época do estudo), menor índice de umidade e maior insolação, desfavorecendo a produção e acúmulo de biomassa. Nesta área registrou-se menores valores de altura média (24,5 cm), ocorrendo predomínio misto de gramíneas cespitosas com ervas rosuladas e subarbustos eretos formando o estrato superior, associados com ervas e subarbustos de pequeno porte ocupando porções de solo descoberto no estrato inferior. A menor densidade de biomassa, presença de nichos vagos e menor pressão competitiva com espécies cespitosas contribui para a maior frequência e cobertura de espécies de hábito rosulado e espécies de menor porte entremeadas à matriz da vegetação.

Por outro lado, a associação das UAs de exposição sul com as variáveis altura média e biomassa morta podem ser explicadas pelo maior período de exclusão de roçada (cerca de dois anos na época do estudo), proporcionando maior desenvolvimento de espécies cespitosas e maior acúmulo de biomassa morta. Os maiores valores de altura média na área sul (30,1 cm) corresponderam a uma estrutura de vegetação cespitosa alta compondo o estrato superior, associada com ervas rizomatosas ocupando zonas entre touceiras do estrato inferior, além de subarbustos eretos e prostrados entremeados. Overbeck *et al.* (2005) destacaram que a ausência de distúrbios como pastejo e fogo tende a aumentar a dominância de espécies campestres de maior biomassa forçando uma exclusão competitiva das espécies de menor cobertura, diminuindo assim os índices de diversidade a médio e longo prazo pela perda progressiva de espécies, fato que pode contribuir para os menores índices de riqueza, diversidade e equabilidade da área sul. A presença de espécies rizomatosas-estoloníferas na área sul, parece estar associada com as condições ambientais locais, onde foi observado maior associação da gramínea *Paspalum notatum* com as áreas mais altas e bem drenadas da encosta, enquanto *Axonopus affinis* está associada com as áreas mais baixas, sujeitas a maior acúmulo hídrico. A menor disponibilidade de áreas com solo descoberto e a presença de espécies estoloníferas ocupando densamente o estrato inferior pode ser um dos fatores de inibição para uma colonização homogênea por espécies cespitosas,

porém essa pergunta ainda necessita de investigações específicas para sua melhor elucidação.

O padrão de organização registrado nas comunidades de encosta norte e sul do Jardim Botânico (i.e. um pequeno conjunto de espécies que concentram os maiores valores de IVI – espécies dominantes – associados com um grande número de espécies entremeadas na matriz da vegetação) representa o padrão de comunidade encontrado nos demais estudos fitossociológicos de vegetação campestre citados. No entanto, espécies com altas coberturas registradas em outros trabalhos, como as gramíneas *Trachypogon montufarii* (Kunth) Nees, *Schizachyrium tenerum* Nees e *Agenium vilosum* (Nees) Pilg., não foram registradas nas áreas amostradas neste estudo. Apesar de notório, padrões de presença e ausência de espécies comuns e raras nos diferentes morros do município também carecem de pesquisas específicas para sua elucidação. Dresseno & Overbeck (2013), em estudo fitossociológico de campo rupestre no Jardim Botânico, registraram a gramínea *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze como a espécie com maior IVI de seu levantamento, sendo que a mesma não foi registrada nas áreas amostrais norte e sul. Os autores registraram ainda a presença de outras espécies raras e típicas de afloramentos rochosos presentes em sua área amostral, como *Dyckia choristaminea* Mez e *Schlechtendalia luzulifolia* Less., ambas ameaçadas de extinção no RS (SEMA 2003), além de orquídeas como *Epidendrum fulgens* Brongn. e *Prescottia densiflora* (Brongn.) Lindl., todas não observadas no presente estudo.

Setubal & Boldrini (2011b) destacaram que dentre os diferentes habitats campestres verificados nos morros de Porto Alegre, as áreas bem drenadas de campos secos e rupestres concentram cerca de 2/3 das 737 espécies campestres já registradas no município. Este fato pode explicar a maior riqueza e diversidade obtida no levantamento da área norte (106 spp.; $S' = 4,33$), quando comparado com os parâmetros de riqueza e diversidade da área sul (63 spp.; $S' = 3,19$). O grande acúmulo de espécies em áreas secas dos morros de Porto Alegre, sujeitas a situações de maior estresse hídrico, variações extremas de temperatura e grande intensidade de ventos, ainda é um fator pouco abordado em estudos científicos atuais. Locais com solos rasos e afloramentos rochosos, onde se concentram grande número de espécies por unidade de área, poderiam constituir refúgios edáficos sob o clima atual, simulando em parte as condições de clima frio e seco pretéritas, favoráveis ao domínio e expansão da vegetação campestre em eras geológicas

recentes (Setubal & Boldrini 2011a). Entretanto, esta condição não inibiria o estabelecimento de espécies arbóreas pioneiras e o consequente avanço da vegetação florestal atualmente em curso no RS (Pillar & Quadros 1997). Dados de sensoriamento remoto apontaram que dos campos remanescentes do município em bom estado de conservação, 64% estão distribuídos em faces com exposição predominante norte (Hasenack & Setubal 2011). Nestes locais predominam as condições de campos secos e rupestres, o que indica a necessidade de concentrar esforços de conservação nesses locais, como no Morro Santana (Overbeck *et al.* 2006) e Morro São Pedro (Setubal & Boldrini 2010), em associação com protocolos de manejo para contenção do avanço florestal.

No levantamento fitossociológico total, os parâmetros de riqueza (109 spp.), diversidade ($S' = 3,64$) e equabilidade ($J' = 0,77$) foram inferiores aos valores obtidos em outros levantamentos fitossociológicos de vegetação campestre nos morros de Porto Alegre: Morro da Polícia = 171 spp., $S' = 4,01$, $J' = 0,76$ (Boldrini *et al.* 1998); Morro Santana = 165 spp. (Overbeck *et al.* 2006); Morro do Osso = 161 spp., $S' = 4,51$, $J' = 0,86$ (Ferreira *et al.* 2010); Morro São Pedro = 177 spp., $S' = 4,42$, $J' = 0,85$ (Setubal e Boldrini 2012). Acreditamos que os menores valores registrados no presente levantamento podem ser atribuídos a menor área amostral, a diferenças de esforço amostral e a maior heterogeneidade de habitats avaliados nos demais estudos citados. Entretanto, a composição da fitofisionomia e a estrutura da vegetação campestre do Jardim Botânico são semelhantes aos demais campos presentes nos morros de Porto Alegre, sugerindo uma unidade de paisagem comum com outros remanescentes da região. Além disso, as seis famílias com maior número de espécies e maior IVI registradas no levantamento das áreas norte e sul também correspondem às famílias botânicas de maior importância na paisagem da vegetação campestre regional (Setubal & Boldrini 2010). A partir do somatório e atualização nomenclatural das listas florísticas de Bueno & Martins (1986), Dresseno & Overbeck (2013) e o presente estudo, estimativas preliminares apontam a ocorrência de 314 espécies campestres nativas já registradas no Jardim Botânico, um número bastante expressivo contido em apenas cerca de 2 ha de vegetação campestre.

Além da maior riqueza de espécies campestres, destaca-se ainda que os campos secos e rupestres do Jardim Botânico abrigam a maior população

de indivíduos maduros de *Butia odorata* de Porto Alegre com cerca de 200-300 adultos (Setubal, obs. pessoal). A presença pretérita de agrupamentos de *B. odorata* formando butiazais em áreas de campos secos de Porto Alegre compreende uma formação praticamente extinta atualmente. Uma das causas de sua redução é que os butiazais se encontravam predominantemente nas áreas centro e norte do município, locais onde hoje se concentram os maiores maciços de urbanização da cidade (Porto & Mello 1999). O estabelecimento de um grande número de mudas de butiazeiro (*Butia odorata*) sobre a matriz campestre da encosta norte no Jardim Botânico é um indício de que a regeneração da espécie é beneficiada pela exclusão de distúrbios como roçada, fogo e pastejo a curto e médio prazo. Por outro lado, a ausência total de manejo pode ser negativa a longo prazo, uma vez que permite o avanço da vegetação arbórea sobre o campo nativo, através do estabelecimento de espécies pioneiras, convertendo assim a matriz campestre em florestal. Atualmente, observa-se que muitos espécimes adultos de *B. odorata* encontram-se completamente envoltos por vegetação florestal, apresentando senescência avançada ou já encontrando-se mortos devido ao sombreamento excessivo causado pela vegetação florestal.

Conclui-se que o presente estudo contribui para uma melhor caracterização dos remanescentes campestres nativos do Jardim Botânico de Porto Alegre, os quais se encontram sob diferentes dinâmicas ecológicas sucessionais. Esta caracterização é desafiadora, visto que, para conhecer as dinâmicas sucessionais das comunidades campestres, inúmeras variáveis devem ser compreendidas em suas inter-relações. Se por um lado diferentes distúrbios estão associados à manutenção histórica da estrutura e composição das comunidades campestres, por outro, ao atingirem certas proporções, podem ocasionar degradação ambiental. Além da riqueza e diversidade significativa de espécies campestres já registradas no Jardim Botânico e as significativas populações de *Butia odorata*, destaca-se ainda a baixa riqueza e cobertura de espécies exóticas, especialmente invasoras, encontradas apenas ocasionalmente e em alguns locais, como *Hypochaeris radicata*, *Urochloa* sp. e *Melinis repens*. Essa constatação reforça o bom estado de conservação da vegetação campestre do Jardim Botânico, ratificando a área de estudo como um dos principais remanescentes de campos nativos da região. Pesquisas de práticas de manejo da vegetação campestre, que busquem equacionar a

conservação da riqueza e diversidade de espécies com a manutenção de processos ecológicos, necessitam ainda de estudos que avaliem a frequência, intensidade e as épocas de manejo mais adequadas para sua realização. Sendo o Jardim Botânico um local de pesquisa, lazer e visitação pública, destaca-se que a implantação de áreas experimentais para monitoramento e manejo da vegetação é essencial, buscando a propagação de melhores práticas de manejo para outros remanescentes campestres ainda presentes nos morros de Porto Alegre, ou mesmo para outras áreas bem conservadas do bioma Pampa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Direção e demais funcionários do Jardim Botânico pela autorização e suporte para a realização do estudo, e aos funcionários do Herbário ICN pelo apoio na revisão de materiais botânicos depositados em seu acervo.

REFERÊNCIAS

- Behling, H., Pillar, V.D., Müller, S.C. & Overbeck, G.E. 2007. Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brazil: Implications for conservation. *Applied Vegetation Science* 10:81-90.
- Boldrini, I.I., Miotto, S.T.S., Longhi-Wagner, H.M., Pillar, V.P. & Marzall, K. 1998. Vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS. *Acta Botanica Brasilica* 12(1):95-106.
- Bueno, O.L. & Martins, S.M. 1986. A flora e vegetação espontânea do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS – fanerógamas herbáceas e arbustivas. *Iheringia. Série Botânica* 35(1):5-23.
- Dias, T.S., Moura, N.S.M. & Soares, A.Q. 2009. Compartimentos de Relevo do Município de Porto Alegre - RS. *In XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 6-10.
- Dresseno, A.L.P. & Overbeck, G.E. 2013. Structure and composition of a grassland relict within an urban matrix: potential and challenges for conservation. *Iheringia. Série Botânica* 68:59-71.
- Durigan, G. 2003. Métodos em análise de vegetação arbórea. *In Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (L. Cullen, R. Rudran, & C. Valladares-Pádua, eds.). Instituto de Pesquisas Ecológicas, Fundação Boticário, Universidade Federal do Paraná, p. 455-479.
- Ferreira, P.M.A. & Setubal, R.B. 2009. Florística e fitossociologia de um campo natural no município de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 7:195-204.
- Ferreira, P.M.A., Müller, S.C., Boldrini, I.I. & Eggers, L. 2010. Floristic and vegetation structure of a granitic

- grassland in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 33:21-36.
- Ferreira, P.M.A. & Boldrini, I.I. 2011. Potential reflection of distinct ecological units in plant endemism categories. *Conservation Biology* 25:672-679.
- Ferreira, P.M.A. & Setubal, R.B. 2011. Espécies campestres endêmicas, raras e ameaçadas de extinção. *In Campos dos Morros de Porto Alegre* (R.B. Setubal, I.I. Boldrini & P.M.A. Ferreira, org.). Igré Associação Sócio-Ambientalista, Porto Alegre, p. 77-82.
- Fortes, A.B. 1959. Aspectos fisiográficos, demográficos e econômicos do Rio Grande do Sul. *Livraria do Globo*, Porto Alegre. 78 p.
- Hasenack, H. & Setubal, R.B. 2011. Distribuição e estado de conservação atual dos campos. *In Campos dos Morros de Porto Alegre* (R.B. Setubal, I.I. Boldrini & P.M.A. Ferreira, org.). Igré Associação Sócio-Ambientalista, Porto Alegre, p. 89-93.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2004. Mapa de biomas do Brasil. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169. Acessado em 17.12.2012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. 275p.
- Londo, G. 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Plant Ecology* 33:61-64.
- Matteucci, S.D. & Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. *Secretaría General de La Organización de los Estados Americanos*, Washington. 168 p.
- Müller, S.C. & Forneck, E.D. 2004. Forest-grassland mosaics in the hills of Porto Alegre: a study case of forest expansion patterns in Santana hill, Rio Grande do Sul, Brazil. *In Workshop proteção e manejo da vegetação natural da região de Porto Alegre com base em pesquisas de padrões e dinâmica da vegetação* (M.L. Porto, ed.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Porto Alegre, p. 29-37.
- Müller-Dombois, D. & Elleberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. *John Wiley & Sons, LTD New York*. 547 p.
- 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., Müller, S.C., Pillar, V.D. & Pfadenhauer, J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66(4):1073-1090.
- Philipp, R.P. 2008. Geologia. *In Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre* (H. Hasenack, coord.). Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Porto Alegre, p. 12-27.
- Pillar, V. D. 2006. MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. *User's Guide v. 2.4*. 51p.
- Pillar, V.D. & Quadros, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Community Ecology* 12:119-126.
- Porto, M. L. & Mello, R.S.P. 1999. Mapa da vegetação natural atual. *In Atlas ambiental de Porto Alegre* (R. Menegat, org.). Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 53-56.
- Rambo, B. 1954. Análise histórica da flora de Porto Alegre. *Sellowia* 6:9-111.
- Schneider, P.; Klamt, E.; Kampf, N. & Giasson, E. 2008. Solos. *In Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre* (H. Hasenack, coord.). Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Porto Alegre, p. 28-43.
- Secretaria Estadual do Meio Ambiente-SEMA. 2003. Lista Final das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no RS. Decreto Estadual, nº 42.099, publicado em 01.01.2003.
- Setubal, R.B. & Boldrini, I.I. 2010. Floristic and characterization of grassland vegetation at a granitic hill in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 8:85-111.
- Setubal, R.B. & Boldrini, I.I. 2011a. A flora campestre dos morros. *In Campos dos Morros de Porto Alegre* (R.B. Setubal, I.I. Boldrini & P.M.A. Ferreira, org.). Igré Associação Sócio-Ambientalista, Porto Alegre, p. 59-63.
- Setubal, R.B. & Boldrini, I.I. 2011b. Padrões de habitat e comunidades vegetais campestres. *In Campos dos Morros de Porto Alegre* (R.B. Setubal, I.I. Boldrini & P.M.A. Ferreira, org.). Igré Associação Sócio-Ambientalista, Porto Alegre, p. 65-75.
- Setubal, R.B. & Boldrini, I.I. 2012. Phytosociology and natural subtropical grassland communities in a granitic hill in southern Brazil. *Rodriguésia* 63:513-524.
- Setubal, R.B., Boldrini, I.I., Ferreira, P.M.A., Trevisan, R., Schneider, A.A., Grings, M., Mello, A.S. & Buzzato, C.R. 2011. Checklist da Flora Campestre. *In Campos dos Morros de Porto Alegre* (R.B. Setubal, I.I. Boldrini & P.M.A. Ferreira, org.). Igré Associação Sócio-Ambientalista, Porto Alegre, p. 215-243.

