



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de
Ambientes Aquáticos Continentais



**Composição e distribuição das macrófitas
aquáticas e sua relação com fatores abióticos em
uma área úmida no sul do Brasil.**

Daiane de Sena Kafer

Orientador: Dra. Sonia Marisa Hefler

Rio Grande
2013



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais



Composição e distribuição das macrófitas aquáticas e sua relação com fatores abióticos em uma área úmida no sul do Brasil.

Aluno: Daiane de Sena Kafer

Orientador: Dra. Sonia Marisa Hefler

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande
2013

*Dedico este trabalho aos meus pais, Oswaldo e Vera
aos meus irmãos Eduardo e Izabella
e aos familiares e amigos.*

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Sonia Marisa Hefler, por ter aceitado me orientar por mais dois anos, pela confiança e por todo o auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof. Dra. Ioni Gonçalves Colares pelas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Luiz Hepp pela ajuda com as análises estatísticas e por se mostrar sempre a disposição, mesmo longe, para esclarecer as dúvidas.

Aos amigos Leandro e Daniel pelos momentos de descontração, pela ajuda e companhia nas saídas de campo e pelos momentos de discussão sobre os nossos trabalhos.

Ao Gabriel pela amizade e por ter me ajudado nas saídas de campo.

À Beatriz (Tize) pela grande amizade desde a infância, pelo interesse no trabalho e pela ajuda com a marcação da área de estudo e saídas de campo.

Às amigas que ganhei durante a graduação e que com certeza vão ficar para a vida: Danusa, Jéssica e Roberta. Obrigada pela amizade e companheirismo em todos os momentos.

À Caroline Igansi por ter se tornado ao longo destes dois anos uma amiga muito especial, com quem eu quero poder conviver sempre. Obrigada pela ajuda com o trabalho desde o início até a conclusão, mas obrigada principalmente pela amizade, carinho e compreensão em todos os momentos.

Agradeço a minha amada família, aos meus irmãos Duda e Bella e principalmente aos meus pais Vera e Oswaldo, pelo amor, apoio e por me ensinarem o caminho certo. Amo muito vocês, obrigada por tudo.

De forma geral agradeço a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Neste estudo, investigamos a composição e distribuição das macrófitas aquáticas de uma área úmida no sul do Brasil conhecida como Banhado 25 e sua relação com algumas variáveis abióticas. Para tanto foram alocadas 30 unidades amostrais permanentes de 1m² distribuídas em duas áreas: uma com domínio de *Scirpus giganteus* Kunth (Área A) e outra com domínio de *Cladium jamaicense* Crantz (Área B) onde realizamos a identificação e estimativa da cobertura das macrófitas durante dois períodos, inverno e verão. Simultaneamente foram avaliadas características químicas do sedimento, a profundidade da água e a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em cada unidade amostral. Foram identificadas 66 espécies distribuídas em 27 famílias nas duas áreas estudadas durante os dois períodos amostrados. Os valores de riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon (H') e o equabilidade de Pielou (J') diferiram entre as áreas amostradas, assim como a composição de espécies, apresentando maiores valores na área B. A área A apresentou uma maior dispersão multivariada quando comparada com a área B, ocorrendo uma maior variabilidade de espécies nas unidades amostrais. A ordenação das unidades amostrais da análise de correspondência canônica (CCA) evidenciou a diferença entre as duas áreas, onde a área A esteve associada a profundidade da coluna d' água, PAR e ao teor de alumínio no sedimento enquanto que a área B esteve associada ao pH, Mg e Ca. O coeficiente de Spearman indicou correlação negativa entre a cobertura das espécies dominantes e a riqueza de espécies, assim como com a taxa de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao substrato. Concluimos que a variação na composição e distribuição das macrófitas refletiu a heterogeneidade espacial e temporal do Banhado 25.

Palavras-chave: *Cladium jamaicense*, diversidade, *Scirpus giganteus* e variáveis ambientais.

ABSTRACT

In this study, we have investigated the composition and distribution of macrophytes in two locations of a wetland in southern of Brazil and its relation to abiotic variables. For this purpose were allocated 30 permanent samples units of 1m² divided into two areas: one area of *Scirpus giganteus* Kunth (Area A) and another domain of *Cladium jamaicense* Crantz (Area B) where we performed the identification and estimation of coverage of macrophytes during two periods, winter and summer. Simultaneously were evaluated chemical characteristics of the sediment, water depth and photosynthetic active radiation (PAR) in each sample unit. We identified 66 species distributed in 27 families in the two areas studied during the two periods. Species richness (S) values, Shannon index (H') and Pielou equability (J') showing difference between the sampling sites, as well as species composition, with higher values in the area B. The area A showed a greater dispersion multivariate compared to the area B, occurring a greater variability of species in the sample units. The ordination of sample units of canonical correspondence analysis (CCA) showed the difference between the two areas, where the area A was associated to the depth of the water column, PAR and the aluminum content in the sediment while area B was associated to the other chemical sediment variables. The Spearman correlation coefficient indicated a negative correlation between the cover of the dominant species and species richness, as well as the rate of photosynthetic active radiation that reaches to the substrate. We have concluded that variation in the composition and distribution of macrophytes reflected the spatial and temporal heterogeneity of Banhado 25.

Key-words: *Cladium jamaicense*, diversity, environmental variables and *Scirpus giganteus*.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
Referências bibliográficas	13
ARTIGO.....	17
Introdução.....	19
Material e métodos	20
Resultados.....	25
Discussão	34
Referências bibliográficas	37
Anexo.....	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Localização do Banhado 25, Rio Grande, RS, Brasil. a - América do Sul, Brasil, Rio Grande do Sul, destaque para área de estudo em Rio Grande; b - Área de estudo, com a localização das duas áreas amostrais: A - área com domínio de *Scirpus giganteus* Kunth e B - área com domínio de *Cladium jamaicense* Crantz (fonte: Google Earth 2011). 21

FIGURA 2. Análise de coordenadas principais (PCoA) das unidades amostrais das macrófitas aquáticas do Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil), das duas áreas A e B nos diferentes períodos, sendo (a) inverno e (b) verão; e da mesma área, sendo (c) para área A e (d) para área B nos dois períodos, inverno e verão. A- área dominada por *S.giganteus*, B- área dominada por *C. jamaicense*, os polígonos indicam a dispersão máxima das unidades amostrais de cada área. 29

FIGURA 3. Diagramas de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) das unidades amostrais de acordo com a abundância das espécies e variáveis ambientais amostrados no Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil). a- ordenação das unidades amostrais do período de inverno em função das variáveis ambientais, b- ordenação das espécies amostradas no período de inverno ordenadas em função das variáveis ambientais, c- ordenação das unidades amostrais do período de verão em função das variáveis ambientais e d- ordenação das espécies amostradas nos períodos de verão em função das variáveis ambientais. PAR = radiação fotossinteticamente ativa, PROF = profundidade da coluna d' água, MO= matéria orgânica, pH= pH da água, N= nitrogênio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, Na= sódio, S= enxofre, Mn= manganês, Al= alumínio, Cu= cobre. Para as espécies ver código tabela 1. 33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Relação das espécies inventariadas nas duas áreas estudadas (A e B) do Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil) em dois períodos – inverno e verão, com suas respectivas famílias, códigos, forma biológica e parâmetros fitossociológicos. Forma biológica: A= anfíbia e E= emergente. F= frequência absoluta, C= cobertura absoluta. 26

TABELA 2. Indicadores de diversidade das macrófitas aquáticas amostradas nas duas áreas de estudo (A e B) do Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil) nos dois períodos amostrados. (S) riqueza, (H') diversidade de Shannon-Wiener e (J') equabilidade de Pielou. 28

TABELA 3. Resultado das variáveis abióticas, profundidade, radiação fotossinteticamente ativa e macro e micronutrientes do sedimento do Banhado 25 (Rio grande do Sul, Brasil) das duas áreas (A e B), nos dois períodos amostrados. Os valores representam a média dos valores por parcela, seguidos do desvio padrão. PAR = radiação fotossinteticamente ativa, MO = matéria orgânica. 31

Introdução Geral

A expressão “áreas úmidas” (*wetlands*) refere-se aos ambientes aquáticos continentais interiores ou costeiros (Pivari 2011). Conforme a convenção de Ramsar (1971), criada com o intuito de agrupar importantes áreas úmidas mundiais, este termo aplica-se a áreas de brejos, pântanos, turfeiras e superfícies cobertas de água, em regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluídas as extensões de água marinha cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros.

Esta definição é bastante ampla, sendo a presença de água rasa ou solo saturado, acúmulo de matéria orgânica proveniente de vegetais em decomposição e a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática, as principais características que reúnem ambientes tão diversos em “áreas úmidas” (Carvalho e Osório 2007).

As áreas úmidas são importantes ecossistemas com alta produtividade e diversidade (Rolon et al. 2008), possuindo uma significativa relevância biológica, social, cultural, científica e econômica sob diversos pontos de vista. Diante deste fato, alguns países como Estados Unidos e Canadá preocuparam-se em definir e classificar estas áreas, devido à necessidade de conservação dos ambientes aquáticos (Pivari 2011).

O Brasil, por sua vez, não possui até o momento nenhum sistema específico de delimitação e classificação de suas áreas úmidas, apesar de ser o país que possui a maior rede hidrográfica do mundo. As principais dificuldades giram em torno da quantidade e diversidade de ambientes aquáticos existentes devido ao clima e as variações fisiográficas (Maltchik et al. 2004; Pivari 2011).

Entretanto, existem trabalhos regionais como de Maltchik et al. (2004) que propõem uma classificação para as áreas úmidas do Rio Grande do Sul. A classificação se baseia nos fatores biológicos e hidrogeomorfológicos, sendo dividida em quatro níveis hierárquicos: subsistemas, tipos, classes e subclasses. Para estes, os subsistemas e os tipos são classificados de acordo com a hidrologia e tamanho da área e as classes e subclasses de acordo com a vegetação dominante. Os banhados, como são conhecidas algumas das áreas úmidas no Rio Grande do Sul, são classificados como subsistema palustre, podendo variar o tipo desde permanente a intermitente, apresentando vegetação principalmente emergente (Maltchik et al. 2004).

Os banhados apresentam-se como componentes dinâmicos dos ecossistemas, suportando altos níveis de diversidade biológica e de produtividade primária e secundária, além de modular o escoamento das águas, dos nutrientes e outros materiais, provendo importantes componentes para os habitats naturais (Holland et al. 1991). Em sua maioria, estão associados a rios e lagoas costeiras apresentando um grande número de comunidades vegetais que variam principalmente

segundo o regime hidrológico, dentre outras características físicas e químicas de cada ambiente (Schwarzbald e Schäfer 1984).

Atualmente, grande parte destas áreas úmidas encontra-se comprometida, principalmente pela expansão agrícola e urbana e pela poluição, que simplesmente promovem uma destruição gradativa. Dados sobre conservação indicam que aproximadamente 90% destas áreas desapareceram da região sul nas últimas décadas e a maioria das áreas úmidas restantes (72%) são menores que 1km² (Maltchik 2003). Esta é a consequência de um habitat fortemente fragmentado devido aos impactos, principalmente pelos avanços das áreas de cultivo de arroz e soja, plantações de eucaliptos e pinheiros, bem como da pecuária (Guadagnin 1999).

Uma grande diversidade de táxons vegetais com específicas adaptações morfo-fisiológicas ocupam as áreas úmidas (Cook 1996). Estes são chamados de macrófitas aquáticas, sendo definidas como vegetais que possuem partes fotossintetizantes permanentemente, ou por diversos meses ao longo do ano, total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra, ou ainda flutuante na mesma, estando presentes em todos os ecossistemas aquáticos, variando somente a composição entre si (Irgang e Gastal 1996).

As macrófitas aquáticas desempenham importante papel ecológico, pois constituem a principal comunidade produtora de biomassa, podendo interferir de diferentes maneiras no seu funcionamento (Esteves 1998). Além disso, servem como fonte de alimento, local de refúgio para diversas espécies de vertebrados e invertebrados, participam da ciclagem e estocagem de nutrientes, da formação de detritos orgânicos, do controle da poluição e da eutrofização artificial (Cook 1996; Esteves 1998).

Variações nos fatores ambientais afetam a distribuição e abundância de plantas aquáticas, assim como também acontece com outros organismos. As macrófitas aquáticas podem ser influenciadas por interações biológicas, como competição e predação, mas principalmente por fatores relacionados às características da água e do substrato, incluindo as propriedades físicas e químicas (Lacoul e Freedman 2006).

Os principais fatores abióticos que influenciam a riqueza e composição de macrófitas aquáticas são a área (Oertli et al. 2002; Jones et al. 2003; Rolon et al. 2008), a altitude (Jones et al. 2003; Rolon et al. 2008), a concentração de nutrientes na água e no sedimento (Richardson et al. 1999, Heegaard et al. 2001), a luminosidade (Lacoul e Freedman 2006) e as flutuações hidrológicas (Maltchik et al. 2005; Van Geest et al. 2005).

Muitos estudos mostram que a hidrologia é um dos fatores que causam maiores modificações na estrutura da comunidade (Maltchik et al. 2005; Van Geest et al. 2005; Van Der Valk 2005; Maltchik et al. 2007). A alternância de fases hidrológicas (com enchentes e rebaixamento) influencia a riqueza, biomassa e composição de macrófitas aquáticas em diversos

tipos de áreas úmidas (Casanova e Brock 2000; Maltchik et al. 2007; Voss et al. 2013). Em geral, a menor riqueza de macrófitas aquáticas esta associada ao período de ocorrência de inundações (Maltchik et al. 2005; Schott et al. 2005; Maltchik et al. 2007). Além disso, segundo Rolon et al. (2010), em ambientes que apresentam inundações recorrentes, normalmente não há vegetação dominante, pois as inundações diminuem a resistência da comunidade, dificultando o crescimento e restabelecimento das macrófitas.

No entanto, em ambientes que apresentam condições hidrológicas e níveis de água relativamente estáveis, as comunidades de plantas aquáticas tendem a se estabilizar em um nível baixo de riqueza de espécies, porém com espécies altamente competitivas (Lacoul e Freedman 2006). Entretanto, nestes tipos de ambientes, onde geralmente ocorre à dominância de alguma espécie, outros fatores como nutrientes e luminosidade também podem influenciar a composição das espécies (Lacoul e Freedman 2006; Bornette e Puijalon 2011).

A luz é um fator crítico no processo de fotossíntese e na limitação da distribuição de plantas aquáticas (Lacoul e Freedman 2006). A tolerância ao sombreamento está relacionada com as variações morfológicas de algumas espécies, ou seja, a plasticidade fenotípica podendo fornecer uma vantagem competitiva em situações de pouca luz, influenciando assim, a estrutura da comunidade (Middelboe e Markeger 1997).

A capacidade que as plantas aquáticas possuem de sobreviver em diferentes condições de disponibilidade de luz está parcialmente relacionada com a sua forma de crescimento. Em geral, as condições de pouca luz, em ambientes rasos, promovem a dominância de espécies emergentes, enquanto que em águas mais profundas, ocorre a dominância de espécies flutuantes (Bini et al. 1999; Squires et al. 2002; Nurminen 2003).

Os nutrientes, assim como a luz, também são elementos essenciais para as macrófitas aquáticas, e sua disponibilidade regula a produção primária em ecossistemas de água doce (Bornette e Puijalon 2011). Sua influência está ligada fundamentalmente no crescimento das macrófitas, sendo que cada espécie apresenta diferentes necessidades e capacidade de converter esses nutrientes em biomassa (Aerts e Chapin 2000). É amplamente reconhecido que os nutrientes estão relacionados com a composição e estrutura das comunidades de macrófitas aquáticas. No entanto, muitas vezes é difícil avaliar a influência destes nutrientes devido a variação temporal e espacial destes elementos e a grande amplitude ecológica de algumas espécies (Willby et al. 2001).

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados em diferentes ambientes aquáticos em busca de um maior conhecimento sobre a estrutura e a composição das macrófitas aquáticas (Toivonen e Huttunen 1995; Khedr e El-Demerdash 1997; Engelhardt e Ritchie 2001; Gantes e Caro 2001; Thomaz et al. 2003; Thomaz et al. 2009). No Brasil, as pesquisas com macrófitas

aquáticas tornaram-se mais frequentes somente após a década de 90, sendo estas, principalmente abordagens observacionais e descritivas (Thomaz e Bini 2003).

No Rio Grande do Sul trabalhos envolvendo a estrutura da comunidade macrofítica e as relações com os fatores abióticos foram desenvolvidos (Maltchik et al. 2005; Schott et al. 2005; Maltchik et al. 2007; Rolon et al. 2008), cabendo destacar o estudo de Rolon e Maltchik (2006) que inventariaram 126 áreas úmidas distribuídas em todo o RS incluindo dois subsistemas, palustre e lacustre.

Em Rio Grande, um dos municípios do Estado com maior representatividade de ambientes aquáticos (Seeliger et al. 1998), alguns estudos sobre macrófitas foram desenvolvidos (Irgang et al. 1984; Cordazzo e Seeliger 1988; Costa et al. 2003; Palma-Silva et al. 2008; Trindade et al. 2010; Kafer et al. 2011), no entanto poucos abordam as relações das macrófitas com os fatores abióticos.

Considerando a importância da comunidade macrofítica e sua relevância para o estudo da dinâmica dos ambientes aquáticos, esta dissertação, apresentada no formato de um artigo, tem por objetivo geral analisar a composição e distribuição das macrófitas aquáticas de uma área úmida no sul do Brasil e sua relação com os fatores abióticos. E assim contribuir para o conhecimento da flora macrofítica do extremo sul do Brasil.

Referências bibliográficas

Aerts R, Chapin FS (2000) The Mineral Nutrition of Wild Plants Revisited: a Re-evaluation of Processes and Pattern. *Advances in Ecological Research* 30: 2–67.

Bini LM, Thomaz SM, Murphy KJ, Camargo AFM (1999) Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia* 415: 147–154.

Bornette B, Puijalón S (2011) Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic Sciences* 73:1–14.

Carvalho ABP e Ozório CP (2007) Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais* 1(2): 83-95.

Casanova MT, Brock MA (2000) How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities? *Plant Ecology* 147 (2): 237-250.

Cook CDK (1996) *Aquatic plant book*. The Hague, The Netherlands: SBP academic Publishing. 228p.

Cordazzo CV, Seeliger U (1988) Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ed. FURG. 107p

Costa CSB, Irgang BE, Peixoto AR, Marangoni JC (2003) Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Botanica Brasilica 17(2): 203-212.

Engelhardt KAM, Ritchie ME (2001) Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. Nature 411: 687-689.

Esteves FA (1998) Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência. 602 p.

Gantes HP, Caro AS (2001) Environmental heterogeneity and spatial distribution of macrophyte in plain streams. Aquatic Botany 70: 225-236.

Guadagnin DL (1999) Diagnóstico da Situação e Ações Prioritárias para a Conservação da Zona Costeira da Região Sul - Rio Grande do Sul e Santa Catarina. FEPAM, Porto Alegre.

Heegaard E, Birks HH, Gibson CE, Smith SJ, Wolfe-Murphy S (2001) Species- environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland. Aquatic Botany 70: 175–223.

Holland MM, Risser PG, Naiman RJ (1991) Ecotones: the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environment. Chapman & Hall, New York.

Irgang BE, Pedralli G, Waechter JL (1984) Macrófitas aquáticas da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. Roesleria 6(1): 935-404.

Irgang BE, Gastal Jr CVS (1996) Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: [s.n.] (edição dos autores). 290 p.

Jones JL, Li W, Maberly SC (2003) Area altitude and aquatic plant diversity. Ecography 26(4): 411-420.

Kafer DS, Colares IG, Hefler SM (2011) Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. Rodriguésia 62(4): 2011.

Khedr AHA, El-Demerdash MA (1997) Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. Aquatic Botany 56: 75-86.

Lacoul P, Freedman B (2006) Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. Environmental Reviews 14: 89–136.

Maltchik L (2003). Three new wetlands inventories in Brazil. Interciencia 28(7): 421-423.

- Maltchik L, Oliveira GR, Rolon AS, Stenert C (2005). Diversity and stability of aquatic macrophyte community in three shallow lakes associated to a floodplain system in the South of Brazil. *Interciencia* 30: 166-170.
- Maltchik L, Rolon AS, Guadagnin DL, Stenert C (2004) Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16(2): 137-151.
- Maltchik L, Rolon AS, Schott P (2007) Effects of hydrological variation on the aquatic plant community in a floodplain palustrine wetland of Southern Brasil. *Limnology* 8: 23-28.
- Middelboe AL, Markager S (1997) Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophyte. *Freshwater Biology* 37(3): 553–568.
- Nurminen L (2003) Macrophyte species composition reflecting water quality changes in adjacent water bodies of lake Hiidenvesi, SW Finland. *Annales Botanici Fennici* 40: 199–208.
- Oertli B, Joey DA, Castella E, Juge R, Cambin D, Lachavanne JB (2002) Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104(1): 59-70.
- Palma-silva C, Albertoni EF, Trindade CR, Oliveira SS (2008) *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae) em um pequeno lago raso subtropical (Rio Grande, RS). *Iheringia Série Botânica* (63): 249-256.
- Pivari MOD (2011) Inventário e sucessão das plantas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- Ramsar (1971) In: Ramsar Convention on Wetlands 2002. Wetland Values and Functions. Disponível em: <http://www.ramsar.org/values_intro_e.htm>. Acesso em nov. 2010.
- Richardson CJ, Ferrell GM, Vaithyanathan P (1999) Nutrient effects on stand structure, resorption efficiency, and secondary compounds in everglades sawgrass. *Ecology* 80(7): 2182–2192.
- Rolon AS, Homem HF, Maltchik L (2010) Aquatic macrophytes in natural and managed wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22(2) 133-146.
- Rolon AS, Lacerda T, Maltchik L, Guadagnin DL (2008) Influence of area, habitat and water chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in southern Brazilian wetlands. *Journal of Vegetation Science* 19: 221-228.
- Rolon AS, Maltchik L (2006) Environmental factors as predictors of aquatic macrophyte richness and composition in wetlands of Southern Brazil. *Hydrobiologia* 556: 221-231

Schott P, Rolon AS, Maltchik L (2005) The dynamics of macrophytes in an oxbow lake of the Sinos River basin in south Brazil. *Verhandlungen. Internationale Vereinigung fuer theoretische und angewandte Limnologie*. 29(2): 815-820.

Schwarzbold A, Schäfer A (1984) Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *Amazoniana* 9(1): 87-104.

Seeliger U, Odebrecht C, Castello JP (Eds.) (1998) Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Rio Grande: Ecoscientia. 326p.

Squires MM, Lesack LFW, Huebert D (2002) The influence of water transparency on the distribution and abundance of macrophytes among lakes of the Mackenzie Delta, Western Canadian Arctic. *Freshwater Biology*. 47(11): 2123-2135.

Thomaz SM, Bini LM (2003) Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil. In: Thomaz SM, Bini LM (Eds.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EdUEM, p.19-38.

Thomaz SM, Carvalho P, Padial AA, Kobayashi JT (2009) Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69(2): 617-625.

Thomaz SM, Souza DC, Bini LM (2003) Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia* 505: 119–128, 2003.

Toivonen H, Huttunen P (1995) Aquatic macrophyte and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. *Aquatic Botany* 51: 197-221.

Trindade CRT, Pereira AS, Albertoni EF, Palma-Silva C (2010) Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do campus carreiros - FURG, Rio Grande, RS. *Cadernos de Ecologia Aquática* 5 (2):1-22.

Van der Valk AG (2005) Water-level fluctuations in North American Prairie wetlands. *Hydrobiologia* 539: 171-188.

Van Geest GJ, Wolters H, Roosen FCJM, Coops H, Roijackers RMM, Buijse AD, Scheffer M (2005) Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes. *Hydrobiologia* 539: 239-248.

Voss CM, Christian RR, Morris JT (2013) Marsh macrophyte responses to inundation anticipate impacts of sea-level rise and indicate ongoing drowning of North Carolina marshes. *Marine Biology* 160:181–194

Willby NJ, Pulford ID, Flowers TH (2001) Tissue nutrient signatures predict herbaceous-wetland community responses to nutrient availability. *New Phytologist* 152: 463–481.

ARTIGO

Manuscrito a ser submetido para revista *Wetlands**

*O manuscrito foi formatado segundo as normas gerais para publicação da revista *Wetlands*. No entanto, as figuras e tabelas foram incluídas no texto para facilitar a leitura, não seguindo as normas do referido periódico.

1 **Composição e distribuição das macrófitas aquáticas e sua relação com fatores abióticos, em**
2 **uma área úmida no sul do Brasil.**

3 Daiane de Sena Kafer^{1*}; Sonia Marisa Hefler¹

4 ¹ Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes
5 Aquáticos Continental..Av. Itália, km 8,Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS.

6 * Autor para correspondência: daianesk@yahoo.com.br

7
8 **Resumo:** Neste estudo, investigamos a composição e distribuição das macrófitas aquáticas em
9 dois locais de uma área úmida no sul do Brasil conhecida como Banhado 25 e sua relação com
10 algumas variáveis abióticas. Para tanto foram alocadas 30 unidades amostrais distribuídas em
11 duas áreas: uma com domínio de *Scirpus giganteus* (Área A) e outra de *Cladium jamaicense*
12 (Área B) onde realizamos a identificação e estimativa da cobertura das macrófitas durante dois
13 períodos, inverno e verão. Simultaneamente foram avaliadas algumas variáveis ambientais.
14 Foram identificadas 66 espécies distribuídas em 27 famílias. Os valores de riqueza de espécies
15 (S), diversidade de Shannon (H') e o equabilidade de Pielou (J') diferiram entre as áreas
16 amostradas, assim como a composição de espécies. A área A apresentou uma maior dispersão
17 multivariada quando comparada com a área B. A ordenação das unidades amostrais da análise de
18 correspondência canônica evidenciou a diferença entre as duas áreas, onde a área A esteve
19 associada a profundidade da coluna d' água, radiação fotossinteticamente ativa e ao teor de
20 alumínio no sedimento enquanto que a área B esteve associada as outras variáveis química do
21 sedimento. Concluímos que a variação na composição e distribuição das macrófitas refletiu a
22 heterogeneidade espacial e temporal do Banhado 25.

23
24 **Palavras-chave:** *Cladium jamaicense*, diversidade beta, hidrologia, *Scirpus giganteus*, variação
25 hidrológica.

26

27

28

29 **Introdução**

30 As áreas úmidas são compostas por ambientes bastante diversificados, apresentando alta
31 produtividade e grande importância para manutenção da biodiversidade (Rolon et al. 2008).
32 Estas áreas são representadas, normalmente, por ambientes aquáticos continentais interiores
33 ou costeiros, sendo caracterizado principalmente pela presença de água rasa ou solo saturado,
34 acúmulo de matéria orgânica proveniente de vegetais em decomposição e pela presença de
35 plantas e animais adaptados à vida aquática (Carvalho e Osório 2007).

36 Assim como acontece com outros organismos que colonizam as áreas úmidas, as
37 variações nos fatores bióticos e abióticos podem afetar a distribuição e abundância das espécies
38 vegetais. As macrófitas aquáticas podem ser influenciadas por interações biológicas, como
39 competição e predação, mas também, principalmente por fatores que estão relacionados às
40 características da água e do sedimento, incluindo as variáveis físicas e químicas (Lacoul e
41 Freedman 2006).

42 Os principais fatores abióticos que influenciam a riqueza e composição de macrófitas
43 aquáticas são a área (Oertli et al. 2002; Jones et al. 2003; Rolon et al. 2008), altitude (Jones et al.
44 2003; Rolon et al. 2008), concentração de nutrientes na água e no sedimento (Richardson et al.
45 1999; Heegaard et al. 2001), luminosidade (Lacoul e Freedman 2006) e flutuações hidrológicas
46 (Maltchik et al. 2005; Van Geest et al. 2005).

47 Estudos mostram que a hidrologia é um dos fatores que causam maiores modificações na
48 estrutura da comunidade (Van Geest et al. 2005; Van Der Valk 2005). A alternância de fases
49 hidrológicas (com enchentes e rebaixamento) influencia a riqueza, biomassa e composição de
50 macrófitas aquáticas em diversos tipos de zonas úmidas no Sul do Brasil (Schott et al. 2005,
51 Maltchik et al. 2007). Em geral, a menor riqueza de macrófitas aquáticas está associada ao
52 período de ocorrência de inundações (Maltchik et al. 2005). Além disso, segundo Rolon et al.
53 (2010), em ambientes que apresentam inundações recorrentes, normalmente não há vegetação

54 dominante, pois as inundações diminuem a resistência da comunidade, dificultando o
55 crescimento e restabelecimento das macrófitas.

56 No entanto, ambientes que apresentam condições hidrológicas e níveis de água
57 relativamente estáveis as comunidades de plantas aquáticas tendem a se estabilizar em um nível
58 baixo de riqueza de espécies, porém com espécies altamente competitivas (Lacoul e Freedman
59 2006). Nestes tipos de ambientes, onde ocorre à dominância de algumas espécies outros fatores
60 como nutrientes e luminosidade podem influenciar a composição das espécies (Lacoul e
61 Freedman 2006; Bornette e Puijalon 2011).

62 Muitas áreas úmidas apresentam dominância de espécies emergentes, apresentando
63 geralmente comunidades monoespecíficas. Deste modo, o presente estudo foi realizado em uma
64 área úmida, no extremo sul do Brasil, onde são encontradas duas áreas fisionomicamente
65 distintas, uma dominada por *Scirpus giganteus* Kunth e outra por *Cladium jamaicense* Crantz
66 (Kafer et al. 2011). Essas duas espécies são bem distribuídas em diversos ambientes na América
67 do sul. Ambas as espécies são rizomatosas, perenes e normalmente ocorrem formando grupos
68 densos, com elevada dominância na comunidade (Ponzio et al. 1995; Brewer 1996; Pratolongo et
69 al. 2005). Sendo assim, delineamos nosso estudo de forma a responder as seguintes perguntas:
70 (1) Há diferença na composição e distribuição das macrófitas aquáticas entre os dois locais com
71 fisionomias distintas, dessa área úmida, quando extraídos da análise as espécies dominantes? (2)
72 As variáveis ambientais, mais comumente estudadas em áreas úmidas, estão associadas com a
73 composição e distribuição das macrófitas nesta área úmida?

74

75 **Material e Métodos**

76 *Área de estudo*

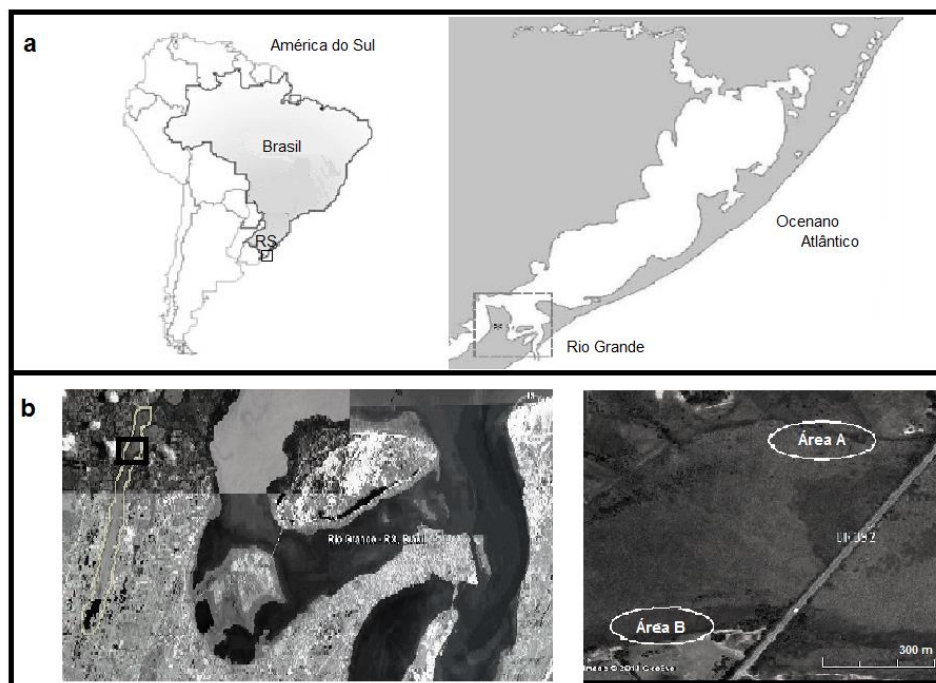
77 O estudo foi realizado em uma área úmida costeira, conhecida como Banhado 25,
78 localizada em Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil (31°59'33"S e 52°17'32"O) (Fig. 1). Esta
79 área úmida é resultado da junção das águas superficiais locais com as águas subterrâneas

80 regionais tanto da Lagoa dos Patos como do banhado do Taim e estende-se por cerca de 13 km
81 no sentido sudeste-nordeste, apresentando uma largura máxima de 1,5 km (Costa et al. 2003).

82 Pela grande dimensão, esta área acaba assumindo diferentes aspectos fitofisionômicos ao
83 longo de sua extensão, tornando difícil uma caracterização generalizada. Porém, na região onde
84 foi desenvolvido o estudo, pode-se visualizar a representação de pelo menos duas fitofisionomias
85 mais evidentes: a) áreas com domínio de *Scirpus giganteus* Kunth e, b) áreas com domínio de
86 *Cladium jamaicense* Crantz..

87 O clima da região é caracterizado como subtropical úmido. A temperatura média anual é
88 de 17°C, com média do mês mais quente (janeiro) de 27°C e média do mês mais frio (julho) de
89 8,87°C. A precipitação pluviométrica varia entre 58,31 e 147,68 mm, sendo janeiro e julho, os
90 meses de menor e maior precipitação, respectivamente. Os ventos de nordeste dominam durante
91 a maior parte do ano, variando as velocidades médias entre 2,62 e 4,28 m/s (Krusche et al. 2002).

92
93



94
95 **Figura 1.** Localização do Banhado 25, Rio Grande, RS, Brasil. a- América do Sul, Brasil, Rio Grande do Sul,
96 destaque para área de estudo em Rio Grande; b-. Área de estudo, com a localização das duas áreas amostrais: A -
97 área com domínio de *Scirpus giganteus* Kunth e B - área com domínio de *Cladium jamaicense* Crantz (Fonte:
98 Google Earth 2011).

99 ***Delineamento amostral***

100 Para a amostragem foram estabelecidos 6 transectos permanentes de 25m cada, sentido margem-
101 centro do banhado, distanciados entre si cerca de 60m. Foram alocados 3 transectos de cada lado
102 do banhado, a fim de contemplar as duas áreas fisionomicamente distintas: uma com domínio de
103 *Scirpus giganteus* (Área A) e outra com domínio de *Cladium jamaicense* (Área B). O ponto
104 inicial de cada transecto foi estabelecido pela margem do banhado que apresenta uma elevação
105 topográfica (barranco) delimitando a área de campo adjacente. Em cada transecto foram
106 delimitadas cinco unidades amostrais de 1m², alternadas sistematicamente, com espaçamento de
107 5m entre as mesmas, totalizando 30 unidades amostrais (UA's), 15 de cada lado da área de
108 estudo.

109 As parcelas foram amostradas em dois períodos, agosto/2011(inverno) e fevereiro/2012
110 (verão), que apresentam pronunciadas diferenças na temperatura, taxas de evaporação e
111 precipitação. Em cada parcela foi avaliada a ocupação do estrato horizontal pelas espécies de
112 macrófitas aquáticas de acordo com a escala visual adaptada de Domin-Krajina (Mueller-
113 Dombois e Ellenberg 1974): 1) até 5%; 2) 6% a 10%; 3) 11% a 30%; 4) 31% a 50%; 5) 51% a
114 70%; 6) 71% a 90% e 7) 91% a 100%, sendo utilizando a média do intervalo de classe para a
115 estimativa da cobertura.

116 A identificação das espécies foi realizada por meio de consultas a bibliografia
117 especializada e o enquadramento taxonômico seguiu o proposto pelo APG III (2009) para
118 angiospermas e Tryon e Tryon (1982) para pteridófitas. O material fértil coletado foi identificado
119 e herborizado no laboratório de Florística da Universidade Federal do Rio Grande e
120 posteriormente incorporado ao acervo do Herbário Universidade do Rio Grande - HURG. As
121 espécies foram classificadas quanto à forma biológica, nas categorias de macrófitas aquáticas
122 propostas por Irgang e Gastal (1996).

123 Durante a amostragem da vegetação também foram avaliadas características químicas do
124 sedimento, a profundidade da água e a radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Para análise do

125 sedimento, foram coletadas amostras de solo em cada unidade amostral, com auxílio de um corer
126 com tubo de 7cm de diâmetro. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos para
127 posterior envio ao laboratório de fertilidade de solos da Embrapa Clima Temperado, onde foi
128 realizada as análises dos macro e micronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K),
129 cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês
130 (Mn), ferro (Fe) e alumínio (Al) (Silva 1999). Além disso, foram obtidos os valores de pH da
131 água e teor de matéria orgânica (MO) do sedimento (Silva 1999). Os valores apontados por
132 Wiethölter et al. (2004) foram utilizados como referência para posterior análise do estado
133 nutricional, teor de MO e pH do sedimento da área úmida estudada. A profundidade da água foi
134 mensurada no centro de cada parcela através de vara graduada (cm).

135 As medidas da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foram efetuadas, no mesmo dia,
136 em todas as unidades amostrais entre as 14h00min e 16h00min. Esse procedimento foi efetuado
137 nos dois períodos estudados, em dia com céu predominantemente claro. Para tanto foi utilizado
138 um medidor de radiação (LI-1400 dataLOGGER- LI-COR) no qual foi acoplado um
139 quantômetro (LI-190SA Quantum Sensor- LI-COR), para medir a densidade de fluxo de fótons
140 ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), com sensibilidade na faixa da PAR (LI-COR 1991). Para efetuar as medidas da
141 PAR o sensor foi posicionado no centro de cada unidade amostral a uma altura de 20 cm do solo
142 ou da coluna de água. Cada medida correspondeu ao valor médio da radiação incidente no
143 sensor, avaliada durante 15 segundos.

144

145 *Análise dos dados*

146 A caracterização da estrutura da vegetação macrofítica foi realizada a partir da estimativa
147 de riqueza específica, índice de diversidade de Shannon (H') (Whittaker 1972) e a equabilidade,
148 pelo índice de Pielou (Pielou 1969). Estes parâmetros foram calculados para cada área e período
149 amostrado, também foram calculados os descritores fitossociológicos de frequência absoluta
150 (FA) e cobertura absoluta (CA).

151 A fim de avaliar a diferença da composição de macrófitas aquáticas entre as áreas A e B
152 e entre os diferentes períodos amostrados foi realizado uma análise multivariada anova
153 (MANOVA). A matriz dos dados para avaliar a diferença entre a composição de espécies foi
154 baseada na CA das espécies, sendo a espécie dominante de cada área, *Scirpus giganteus* – área A
155 e *Cladium jamaicense* – área B, removidas da análise, uma vez que elas caracterizam
156 visualmente esta diferença. A diferença das variáveis abióticas, entre as áreas e os períodos
157 amostrados, foi testada através de análises de variância ANOVA seguindo do teste de Tukey.

158 Para determinar o grau de variabilidade na composição de espécies, entre as duas áreas
159 nos dois períodos amostrados, foi utilizada uma análise de dispersão multivariada. Nesta análise
160 a dispersão é calculada como a distância média de cada unidade amostral ao centróide do grupo.
161 O centróide, por sua vez, é definido pela posição média dos pontos no espaço formado pelos
162 eixos de coordenadas principais. A homogeneidade na dispersão multivariada entre os grupos foi
163 testada através de uma análise de variância (ANOVA) em que os valores de probabilidade
164 associados são estimados por permutação (Anderson et al. 2006).

165 A influência da dominância das espécies *S. giganteus* – área A e *C. jamaicense* – área B
166 sobre a riqueza de macrófitas aquáticas e a relação da sua cobertura com a incidência de luz no
167 estrato mais baixo da área úmida, foi analisada por meio de um teste de correlação de Spearman.
168 Foi realizado o teste de correlação entre a cobertura absoluta de cada espécie dominante e
169 riqueza, cobertura absoluta e PAR e a riqueza e PAR em cada unidade amostral, nos dois
170 períodos.

171 Uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi utilizada para avaliar a relação
172 entre a composição de espécies e as variáveis ambientais. Para realizar a CCA foram elaboradas
173 duas matrizes, sendo uma delas denominada matriz de espécies, a qual é constituída pelos
174 valores de cobertura absoluta das espécies presentes nas UAs. Nesta matriz foram incluídas
175 apenas as espécies que apresentaram CA acima de 5%. A segunda matriz foi formada pelos
176 dados obtidos das variáveis ambientais. Todos os dados foram transformados utilizando log

177 (x+1). As análises foram realizadas separadamente para cada período (inverno e verão) e a partir
178 de testes preliminares as variáveis redundantes ou que apresentaram pouca explicação para a
179 distribuição (correlação com os eixos 1 ou 2 menor que 0,5) foram eliminadas e novos testes
180 foram realizados. O teste de Monte Carlo foi usado para avaliar a significância dos autovalores
181 dos eixos gerados na CCA por meio de 500 permutações.

182 Os programas estatísticos Past versão 1.94b (Hammer et al. 2009) e o pacote vegan
183 (Oksanen et al. 2009) do programa estatístico R, versão 2.9.0 (R Development Core Team 2009)
184 foram utilizados para realizar as análises.

185

186 **Resultados**

187 Um total de 66 espécies, distribuídas em 45 gêneros e 27 famílias foram registradas nas
188 duas áreas durante os dois períodos amostrados (Tab.1). As famílias mais representativas foram
189 Cyperaceae (13), Asteraceae (11) e Poaceae (8). Foram registradas apenas espécies anfíbias e
190 emergentes, sendo a primeira a forma biológica mais representativa (73%). A área B apresentou
191 os maiores valores de riqueza, diversidade e equabilidade nos dois períodos amostrados (Tab.2).
192 Durante o verão, as duas áreas apresentaram um incremento de espécies, aumentando os valores
193 de diversidade e equabilidade.

194 A composição de espécies foi significativamente diferente entre as áreas nos dois
195 períodos amostrados, inverno (F=6,411 P<0,05) e verão (F=5,484 P<0,05). Na área A, durante os
196 dois períodos amostrados, inverno e verão respectivamente, *S. giganteus*, apresentou os maiores
197 valores de frequência (86,67% e 93,33%) e cobertura absoluta (916,5% e 1027%) seguido por
198 *Tibouchina asperior*, *Eryngium pandanifolium*, *Ludwigia multinervia*, *Eriocaulon sp.* e
199 *Polygonum punctatum*, com valores de frequência entre 25% e 46% (Tab.1), no entanto com
200 baixos valores de cobertura absoluta (20,5% a 78,5%) para ambos os períodos.

201

202

203 **Tabela 1.** Relação das espécies inventariadas nas duas áreas estudadas (A e B) do banhado 25 (Rio
 204 Grande do Sul, Brasil) em dois períodos – inverno e verão, com suas respectivas famílias, códigos, forma
 205 biológica e parâmetros fitossociológicos. Forma biológica: A= anfíbia e E= emergente. F= frequência
 206 absoluta, C= cobertura absoluta.

Família/Espécie	Código das espécies	Forma biológica	ÁREA A				ÁREA B			
			INV		VER		INV		VER	
			F	C	F	C	F	C	F	C
ACANTHACEAE										
<i>Hygrophila costata</i> Nees	hygc	A			13,33	5			6,67	2,5
ALSTROEMERIACEAE										
<i>Alstroemeria isabelleana</i> Herb.	alsi	A					6,67	2,5		
AMARANTHACEAE										
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	altp	E	6,67	2,5	13,33	10,5				
APIACEAE										
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	cena	A					6,67	2,5	6,67	2,5
<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schltldl.	eryp	A	33,33	44	26,67	69	20	75,5	13,33	73
APOCYNACEAE										
<i>Oxypetalum macrolepis</i> (Hook. & Arn.) Decne.	oxym	A	6,67	2,5	6,67	2,5	13,33	5	20	7,5
ARALIACEAE										
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	hydb	A							20	18,5
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	hydr	A			6,67	2,5	20	13		
ASTERACEAE										
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	acha	A					20	18,5	13,33	16
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	achs	A					6,67	8		
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	bacd	A					6,67	15,5	6,67	15,5
<i>Baccharis sagittalis</i> (Less.) DC.	bacs	A	13,33	10,5	6,67	15,5	60	72,5	26,67	51
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	bacc	A							6,67	2,5
<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	baça	A	6,67	2,5	6,67	8				
<i>Eupatorium bupleurifolium</i> DC.	eupb	A					73,33	75,5	60	59,5
<i>Eupatorium tremulum</i> Hook. & Arn.	eupt	A							6,67	2,5
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	mikm	A							6,67	2,5
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	plus	A							6,67	15,5
<i>Xanthium strumarium</i> L.	xans	A							6,67	8
BEGONIACEAE										
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	begc	A					6,67	8		
COMMELINACEAE										
<i>Floscopa glabrata</i> (Kunth) Hassk.	flog	A			13,33	5				
CYPERACEAE										
<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	claj	E					86,67	744	86,67	914
<i>Cyperus haspan</i> L.	cyph	A							6,67	2,5
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	cypl	A			6,67	8				
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	elea	E	6,67	8	6,67	15,5	6,67	15,5		
<i>Eleocharis sp.</i>	eles	E					40	48,5	20,00	18,5
<i>Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult.	elem	E					13,33	101	13,33	66
<i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult.	eleo	E			13,33	5				

Família/Espécie	Código das espécies	Forma biológica	ÁREA A				ÁREA B			
			INV		VER		INV		VER	
			F	C	F	C	F	C	F	C
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	elen	E					13,33	66	6,67	30,5
<i>Fuirena incompleta</i> Nees	fuii	A					6,67	2,5	40	54
<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv.	pypc	A							6,67	2,5
<i>Rhynchospora velutina</i> (Kunth) Boeckeler	rynv	A	6,67	2,5			66,67	95,5	46,67	77
<i>Scirpus giganteus</i> Kunth	scig	E	86,67	916,5	93,33	1027				
<i>Scleria distans</i> Poir.	scll	E					20	7,5	26,67	15,5
DENNSTAEDTIACEAE										
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	ptea	A					6,67	2,5	20	75
EQUISETACEAE										
<i>Equisetum giganteum</i> L.	equg	A	6,67	2,5	6,67	8				
ERICACEAE										
<i>Agarista nummularia</i> (Cham. & Schldl.) G.Don	agan	A					40	26	53,33	36,5
ERIOCAULACEAE										
<i>Eriocaulon sp.</i>	erio	E	6,67	30,5	6,67	30,5				
<i>Eriocaulon magnificum</i> Ruhland	erim	E					20	41	13,33	16
FABACEAE										
<i>Clitoria falcata</i> Lam.	clif	A							33,33	44
GESNERIACEAE										
<i>Simningia elatior</i> (Kunth) Chautems	sine	A							33,33	12,5
LAMIACEAE										
<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.	hypf	A	6,67	2,5						
LYTHRACEAE										
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.	cupc	A					13,33	5	20	7,5
MELASTOMATACEAE										
<i>Tibouchina asperior</i> (Cham.) Cogn.	tiba	A	40	48,5	26,67	58	40	15	46,67	23
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	tibg	A							20,00	7,5
ONAGRACEAE										
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	ludl	A							13,33	10,5
<i>Ludwigia multinervia</i> (Hook. & Arn.) Ramamoorthy	ludm	A	20	31,5	46,67	78,5	6,67	8	26,67	32
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven	ludp	A	6,67	15,5	6,67	15,5				
PLANTAGINACEAE										
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell	bacm	E							6,67	2,5
<i>Plantago australis</i> Lam.	plan	A					20	18,5	33,33	25,5
POACEAE										
<i>Briza calotheca</i> (Trin.) Hack.	bric	A	6,67	15,5	6,67	2,5				
<i>Briza sp</i>	bris	A			6,67	2,5	6,67	2,5		
<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	dics	A	26,67	10	33,33	12,5	40	15	20	7,5
<i>Ischaemum minus</i> J.Presl	iscm	A			13,33	5				
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	leeh	E	13,33	18	13,33	18	26,67	10	6,67	2,5
<i>Panicum aquaticum</i> Poir.	pana	A			6,67	15,5				
<i>Paspalum sp.1</i>	pasp	A					13,33	18	13,33	81
<i>Paspalum sp2</i>	pass	A			6,67	2,5				

Família/Espécie	Código das espécies	Forma biológica	ÁREA A				ÁREA B			
			INV		VER		INV		VER	
			F	C	F	C	F	C	F	C
POLYGALACEAE										
<i>Monnina tristaniana</i> A.St.-Hil. & Moq.	mont	A					13,33	5		
POLYGONACEAE										
<i>Polygonum meisnerianum</i> Cham.	polm	E	6,67	2,5	6,67	2,5				
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	polp	E	40	20,5	26,67	21	6,67	2,5		
PTERIDACEAE										
<i>Achrostichum danaeifolium</i> Langsd. & Fish	achd	E	6,67	15,5	13,33	10,5	86,67	112	80,00	59,5
RUBIACEAE										
<i>Galium hirtum</i> Lam.	galh	A							6,67	2,5
<i>Galium latoramosum</i> Clos	gall	A	6,67	2,5	6,67	2,5	20	7,5	20	7,5
XIRIDACEAE										
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	xyrj	E					6,67	2,5		

207

208

209 **Tabela 2.** Indicadores de diversidade das macrófitas aquáticas amostradas nas duas áreas de estudo (A e B) do
210 Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil) nos dois períodos amostrados. (S) riqueza, (H') diversidade de Shannon-
211 Wiener e (J') equabilidade de Pielou.

	Área A		Área B	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
S área	31		50	
S estação	21	28	35	41
H'	1,16	1,39	2,31	2,35
J'	0,38	0,43	0,65	0,63

212

213

214 Para a área B, nos dois períodos amostrados, inverno e verão, *Cladium jamaicense*
215 apresentou os maiores valores de frequência (86,67%) e cobertura absoluta (744% e 914%)
216 seguido por *Achrostichum danaeifolium*, *Eleocharis maculosa*, *Rhynchospora velutina*,
217 *Baccharis sagittalis* e *Eupatorium bupleurifolium* com valores de frequência entre 40% e 85% e
218 tal como as espécies mais frequentes na área A, apresentaram baixos valores de cobertura
219 absoluta (59,5% a 112%) nos dois períodos amostrados.

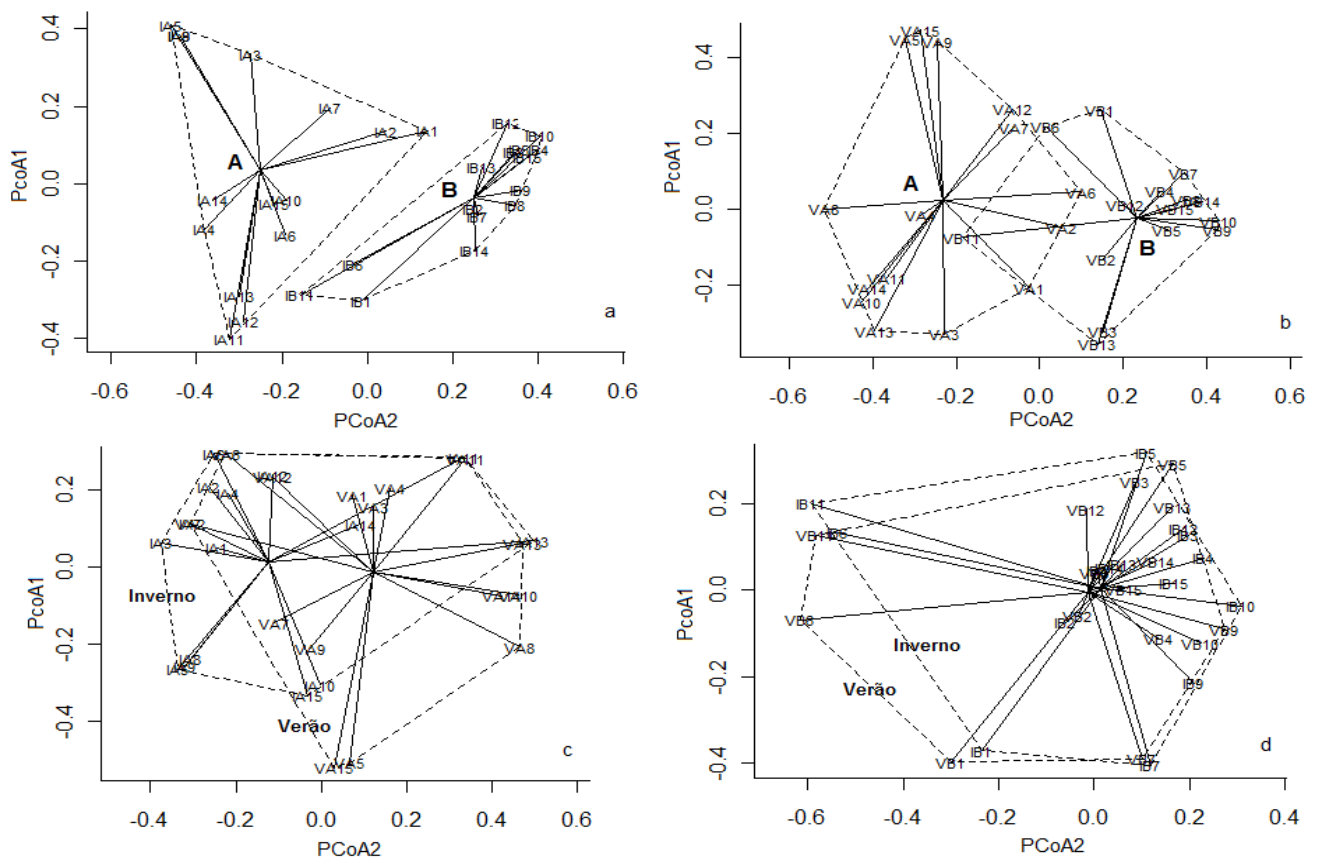
220 As espécies raras, que tiveram ocorrência em menos de quatro unidades amostrais,
221 considerando as duas áreas e os dois períodos amostrados, foram representadas por 24% das
222 espécies amostradas. Apenas 14 espécies foram comuns às duas áreas, dentre elas destacam-se,

223 pela maior frequência, *Tibouchina asperior*, *Eryngium pandanifolium*,
224 *Dichanthelium sabulorum*, *Ludwigia multinervia* e *Achrostichum danaeifolium*. (Tab.1)

225 A análise de dispersão multivariada revelou que a composição de espécies não foi
226 homogênea durante o período de inverno ($F= 15,691$ $p<0,05$), apresentando uma maior dispersão
227 multivariada nas unidades da área A quando comparada com a área B (Fig. 2a). Durante o verão
228 não houve diferença na dispersão multivariada ($F= 3,746$ $p=0,06$), mostrando variabilidade nas
229 unidades amostrais das duas áreas estudadas (Fig. 2b). A análise multivariada da mesma área
230 entre os diferentes períodos amostrados não apresentaram diferenças significativas (Fig. 2c e 2d).

231

232



233

234 **Figura 2.** Análise de Coordenadas Principais (PCoA) das unidades amostrais de macrófitas aquáticas do
235 Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil), das duas áreas A e B nos diferentes períodos, sendo (a) inverno
236 e (b) verão; e da mesma área, sendo (c) para área A e (d) para área B nos dois períodos, inverno e verão.
237 A- área dominada por *S.giganteus*, B- área dominada por *C. jamaicense*, os polígonos indicam a dispersão
238 máxima das unidades amostrais de cada área.

239

240 O teste de correlação de Spearman mostrou, durante o período de inverno para a área A,
241 que a cobertura da espécie dominante *S. giganteus* foi correlacionada negativamente com a
242 riqueza (-0,6049) e com a PAR (-0,6137) e que a riqueza não apresentou correlação significativa
243 com a PAR. Enquanto que para a área B, a riqueza de macrófitas apresentou correlação negativa
244 com a cobertura de *C. jamaicense* (-0,8139), porém positiva com a PAR (0,7129), e a cobertura
245 apresentou uma correlação negativa com a PAR (-0,7302). Por outro lado, durante a amostragem
246 do verão, na área A apenas a cobertura apresentou uma correlação significativa com a PAR (-
247 0,8649), enquanto na área B a riqueza, cobertura e PAR não apresentaram correlações
248 significativas.

249 Com relação às variáveis ambientais o banhado 25 apresentou, em ambas as áreas
250 estudadas, sedimentos com baixos teores de fósforo e potássio e altos valores de matéria
251 orgânica, nitrogênio, enxofre, zinco e manganês. No entanto, foi evidenciada uma diferença
252 significativa, entre as áreas amostradas, nos teores de cálcio e magnésio, mantendo-se mais
253 elevados na área A. Já o pH se manteve levemente ácido nas duas áreas durante os dois períodos
254 de estudo (Tab.3).

255 A profundidade da água foi significativamente diferente na área A entre os períodos
256 amostrados, apresentando uma profundidade média de 36,07 cm no inverno e de 3,47 cm no
257 verão. Na área B a profundidade da água não teve diferença significativa entre os períodos,
258 apresentando uma pequena lamina d' água (1,93 cm) durante o inverno e apenas o solo
259 encharcado durante o verão.

260

261

262

263

264

265

266 **Tabela 3.** Resultado das variáveis abióticas, profundidade, radiação fotossinteticamente ativa e macro e
 267 micronutrientes do sedimento do banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil) das duas áreas (A e B) nos dois
 268 períodos amostrados. Os valores representam a média dos valores por parcela, seguidos do desvio padrão.
 269 PAR = radiação fotossinteticamente ativa, M.O = matéria orgânica.

	Área A		Área B		Valor-F
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	
PAR	86,88 (87,68) ^a	56,24 (69,59) ^a	131,27(414,12) ^a	42,78 (101,65) ^a	0,475
Profundidade (cm)	36,07 (17,88) ^a	3,47 (4,17) ^b	1,93 (1,86) ^b	0 ^b	52,053*
pH da água	5,1 (0,26) ^{ab}	4,74 (0,48) ^c	5,36 (0,21) ^b	5,03 (1,66) ^{ac}	10,226*
Alumínio (cmolc/dm ³)	0,76 (0,42) ^a	1,23 (1,11) ^{ac}	0,19 (0,22) ^b	0,36 (0,24) ^{ab}	8,5469*
Cálcio (cmolc/dm ³)	1,98 (0,99) ^a	2,15 (0,98) ^{ab}	3,55 (1,93) ^{bc}	3,65 (1,80) ^c	5,306*
Magnésio (cmolc/dm ³)	0,67 (0,30) ^a	0,73 (0,38) ^a	2,1 (1,11) ^b	2,12 (1,08) ^b	15,096*
M.O. (%)	6,54 (2,08)	7,17 (2,49)	6,62 (3,20)	7,49 (2,81)	0,423
Fósforo (mg/dm ³)	6,33 (2,15)	6,07 (1,81)	5,17 (2,00)	5,3 (1,33)	1,409
Potássio (mg/dm ³)	36,26 (19,05)	32 (11,37)	40,67 (20,51)	41,67 (24,80)	1,185
Sódio (mg/dm ³)	21,4 (10,24)	24,47 (9,83)	22,13 (8,12)	28,33 (12,21)	1,401
Enxofre (mg/dm ³)	26,68 (16,83)	23,18 (7,66)	25,93 (11,54)	27,73 (11,48)	0,374
Boro (mg/dm ³)	0,21 (0,07) ^a	0,287 (0,06) ^b	0,19 (0,07) ^a	0,34 (0,06) ^b	15,951*
Cobre (mg/dm ³)	0,77 (0,20) ^a	0,33 (0,13) ^b	0,75 (0,27) ^a	0,31 (0,23) ^b	19,844*
Zinco (mg/dm ³)	3,39 (1,71)	2,57 (2,10)	3,52 (1,54)	2,98 (1,13)	0,992
Manganês (mg/dm ³)	28,35 (27,85)	24,48 (11,85)	26,75 (34,49)	45,87 (58,52)	1,041
Ferro(g/dm ³)	2,35 (1,78)	2,23 (1,10)	2,28 (1,00)	1,85 (0,60)	0,522
Nitrogênio(%)	1,35 (0,87)	1,04 (0,72)	1,47 (0,82)	1,22 (0,65)	0,937

270 Letras iguais ao longo das linhas indicam grupos homogêneos (* p>0,05)

271

272 As análises de correspondências canônicas realizadas para os dois períodos de
 273 amostragem estão representados na figura 3. Os dois primeiros eixos gerados pela CCA com os
 274 dados do período de inverno explicaram juntos 55,67% da variação dos dados, sendo os
 275 autovalores para o primeiro e segundo eixo, respectivamente, 0,731 e 0,548. Após a seleção das
 276 variáveis explicativas, dez variáveis permaneceram: pH, Al, Ca, Mg, Na, S, Mn, N, PAR e
 277 profundidade da água. A aleatorização dos dados gerados pelo teste de permutação de Monte
 278 Carlo mostrou que os dois eixos canônicos foram significantes (p<0,05). A ordenação das
 279 unidades amostrais (Fig. 3a) evidenciou a diferença entre as duas áreas do banhado, formando
 280 dois grupos. O eixo 1 apresentou correlação positiva com a profundidade, Al e PAR e
 281 correlação negativa com pH da água e Mg, o eixo 2 apresentou correlação positiva com Ca, Na,
 282 S, Mn, N. Assim, a área A esteve associada principalmente a maior profundidade, maior teor de
 283 alumínio no sedimento e maior incidência luminosa e a área B a valores mais elevados de Ca,

284 Mg e Na, e em menor associação com N, Mn e o pH. A ordenação evidenciou também uma
285 semelhança entre as unidades amostrais de cada área, separando apenas as parcelas de borda, A1
286 e A6 da área A e B1, B2, B6 e B11 da área B (Fig. 3a).

287 A ordenação das espécies (Fig. 3b) sugere que *S. giganteus*, *L. peploides*, *P. punctatum*,
288 *L. multinervia* e *E. pananifolium* estejam associadas a ambientes com maiores profundidades e
289 toleram teores mais elevados de alumínio no sedimento. Enquanto *Begonia cuculata*, *Briza*
290 *Caloteca* e *Paspalum sp.1* estariam associados a maior incidência luminosa, presente
291 principalmente nas unidades amostrais localizadas na borda do banhado. Por outro lado, *C.*
292 *jamaicense*, *A. danaifolium*, *A. numularia*, *P. chilense*, *E. blupleurifolium* estariam associados a
293 ambientes com valores mais elevados de pH e teores mais altos de Mg e Ca no sedimento. De
294 maneira geral esta ordenação mostrou ainda uma menor variabilidade de espécies dentro das
295 unidades amostrais na área B, quando comparado com a área A.

296 Os dois primeiros eixos gerados pela CCA com os dados de verão explicaram juntos
297 43,98% da variação dos dados, sendo os autovalores para o primeiro e segundo eixo,
298 respectivamente, 0,672 e 0,596. Assim como para a CCA de inverno, após a seleção de variáveis
299 explicativas apenas 10 permaneceram, no entanto Mn e pH, que foram explicativas na análise de
300 inverno, foram substituídas por MO e Cu na análise de verão. Na ordenação das unidades
301 amostrais (Fig. 3c), o eixo 1 foi correlacionado positivamente com Ca e Mg e negativamente
302 com a profundidade da água, Al e PAR e o eixo 2 foi correlacionado positivamente com MO,
303 Na, S e N e negativamente com Cu. As duas CCAs foram muito semelhantes, apresentando dois
304 grupos bem definidos, sendo as espécies da área A correlacionadas com Al e profundidade e as
305 espécies da área B com as outras variáveis (Fig. 3d). No entanto, as parcelas de borda que no
306 período de inverno se diferenciavam na área A, no verão não apresentaram o mesmo padrão de
307 distribuição, enquanto que na área B estas parcelas ficaram ainda mais distantes das demais.
308 Estas unidades amostrais estão distribuídas principalmente em função da baixa profundidade,
309 menores taxas de Cu e alta incidência luminosa.

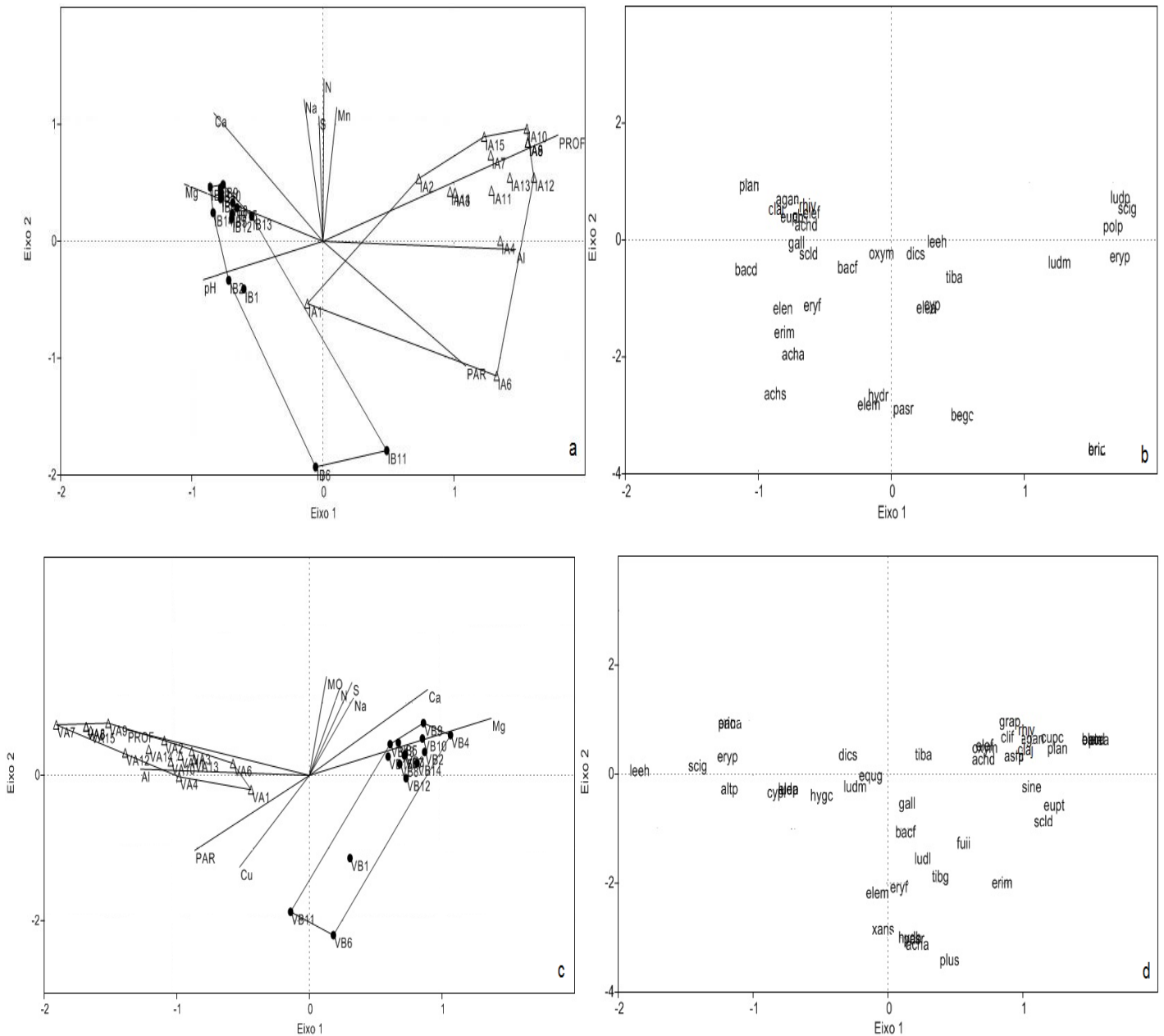


Figura 3. Diagramas de ordenação da Análise de correspondência canônica (CCA) das unidades amostrais de acordo com a abundância das espécies e variáveis ambientais amostrados no Banhado 25 (Rio Grande do Sul, Brasil). a- ordenação das unidades amostrais do período de inverno em função das variáveis ambientais, b- ordenação das espécies amostradas no período de inverno ordenadas em função das variáveis ambientais, c- ordenação das unidades amostrais do período de verão em função das variáveis ambientais e d- ordenação das espécies amostradas no períodos de verão em função das variáveis ambientais. PAR= radiação fotossinteticamente ativa, PROF= profundidade da coluna d' água, MO= matéria orgânica, pH= pH da água, N= nitrogênio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, Na= sódio, S= enxofre, Mn= manganês, Al= alumínio, Cu= cobre. Para as espécies ver código tabela 1.

324 **Discussão**

325 A riqueza de macrófitas aquáticas registradas no Banhado 25, durante os dois períodos
326 amostrados, pode ser considerada representativa, tendo-se como parâmetro o tamanho da área
327 levantada e os trabalhos de Costa et al. (2003) com 48 espécies e Kafer et al. (2011) com 82
328 espécies, cuja as amostragens compreenderam a mesma área de estudo, porém com um maior
329 esforço amostral. Segundo Rolon et al. (2010), as áreas úmidas do Sul do Brasil possuem
330 aproximadamente 250 espécies de macrófitas aquáticas, com dominância de espécies
331 emergentes, onde as famílias Cyperaceae, Poaceae e Asteraceae são as mais representativas. No
332 presente estudo, estas famílias também foram as mais representativas, no entanto, a forma
333 biológica com maior ocorrência foi anfíbia seguida por emergente, não ocorrendo espécies
334 submersas e flutuantes. Isso pode estar relacionado a superficialidade dessa área úmida, assim
335 como o seu caráter intermitente quanto ao regime hidrológico.

336 As duas espécies, que distinguem fisionomicamente o Banhado 25, *S. giganteus* e *C.*
337 *jamaicense*, dominantes respectivamente nas áreas A e B, são caracteristicamente muito
338 semelhantes, apresentando alta densidade de folhas no dossel, uma ampla extensão de biomassa
339 acima e abaixo do solo e possuem uma vantagem competitiva devido a sua estratégia de
340 reprodução por dominância clonal (Kandus e Adamoli 1993; Snyder e Richards 2005).

341 A disponibilidade de luz é considerada como um dos principais fatores limitantes para o
342 desenvolvimento das macrófitas aquáticas (Thomaz 2002). Assim, a arquitetura da parte aérea,
343 bem como o adensamento das espécies *S. giganteus* e *C. jamaicense* podem prejudicar a
344 penetração de luz e assim afetar a ocupação de outras espécies. Em nosso estudo, verificamos
345 que a alta cobertura dessas espécies foi correlacionada com a baixa luminosidade que chega ao
346 substrato, assim como a diminuição na riqueza específica nas unidades amostrais. Estes
347 resultados apoiam os estudos de Kafer et al. (2011) e Kandus e Adamoli (1993), os quais
348 apontam uma relação negativa entre a cobertura de *S. giganteus* com a riqueza e diversidade das
349 macrófitas aquáticas que coabitam com esta espécie.

350 Estudos realizados com outras espécies dominantes também mostraram a influência
351 estrutural no crescimento e desenvolvimento, assim como na riqueza de espécies. Segundo
352 Vaccaro et al. (2009) o aumento da biomassa e o acúmulo de serrapilheira de *Typha angustiolia*
353 L. dificultaram o crescimento e desenvolvimento da comunidade de macrófitas associada. Ervin
354 e Wetzel (2002) em um experimento com *Juncus effusus* L. mostraram que sua dominância
355 provoca o sombreamento nas demais espécies alterando a composição e diminuindo a riqueza.

356 Apesar das duas áreas amostradas apresentarem espécies dominantes que permitem um
357 arranjo estrutural semelhante, quando extraídas tais espécies da análise comparativa das áreas,
358 foi evidenciado uma diferença na composição entre as áreas A e B em ambos os períodos
359 amostrados (inverno e verão).

360 Além disso, a riqueza e diversidade específica, bem como a equabilidade foram sempre
361 menores na área A, os quais podem estar relacionados à acentuada variação hidrológica nesta
362 mesma área, durante as estações de chuva (inverno) e seca (verão). Dessa forma, estes dados
363 corroboram com diversos estudos que apontam a importância da alternância dos períodos de
364 cheia e rebaixamento no nível da água para a dinâmica e estrutura da comunidade de macrófitas
365 aquáticas (Santos e Thomaz 2007; Maltchik et al. 2007).

366 Além da profundidade d'água, nosso estudo evidenciou o pH, e o teor de Al, Ca e Mg
367 como outros fatores que distinguem as áreas A e B do Banhado 25. Estas variáveis químicas
368 mostraram associação com a distribuição e composição de macrófitas aquáticas. A toxicidade do
369 Al nas plantas tem sido bem documentada. Devido à solubilidade do Al em baixo pH, as plantas
370 que se desenvolvem em solos ácidos apresentam uma reconhecida redução no sistema radicular
371 apresentando sintomas de deficiências nutricionais. Além disso, o Al pode diminuir a biomassa e
372 prejudicar o estabelecimento de diversas espécies (Mossor-Pietraszewska 2001). Sendo assim, é
373 provável que a menor riqueza e diversidade na área A também estejam associadas ao alto teor de
374 Al e a acidez da água do sedimento.

375 Por outro lado, na área B evidenciamos uma maior relação dos nutrientes Ca e Mg com a
376 distribuição das espécies. Estes dados reforçam o estudo de Heegaard et al. (2001) que relataram
377 o Ca, Mg e o pH como as principais variáveis químicas que influenciaram a distribuição das
378 macrófitas aquáticas nos lagos estudados. Outras variáveis como MO, Cu, S, Na, Mn, N
379 apresentaram correlação com as espécies, porém não foram determinantes para sua distribuição.
380 Este fato pode estar relacionado à homogeneidade da distribuição destes elementos no Banhado
381 25.

382 A vegetação na área B apresentou uma distribuição mais homogênea ao contrário da área
383 A, na qual houve maior variação na composição de espécies ao longo das unidades amostrais.
384 Isso reflete uma maior diversidade beta para a área A, tendo em vista, que o conceito de
385 diversidade beta pode ser definido como a variação na composição de espécies entre as unidades
386 amostrais para uma dada área (Anderson et. al 2006).

387 No inverno houve acentuada diferença na dispersão de espécies entre as unidades
388 amostrais das áreas A e B no Banhado 25. Neste âmbito, a presença de um gradiente topográfico
389 associado a maior inundação do terreno na área A, pode ser considerado como o maior
390 contribuinte para dissimilaridade das áreas. Já no verão, com o rebaixamento do nível d'água
391 houve o incremento de espécies que tem maiores restrições ao alagamento em ambas as áreas. O
392 que contribuiu para uma uniformidade na distribuição das espécies no Banhado 25 e
393 conseqüentemente uma menor dissimilaridade entre as áreas estudadas, durante o período seco.

394 De acordo com Neiff et al. (2011), em um estudo ao longo de uma área úmida, a baixa
395 variabilidade das características físicas e químicas da água e a pequena variação hidrológica
396 influenciaram a baixa variabilidade na composição de espécies. Já Thomaz et al. (2004)
397 visualizaram uma maior substituição de espécies em função da variação hidrológica nas áreas
398 úmidas de várzea ao longo do Alto Rio Paraná. Estes estudos corroboram com os resultados
399 encontrados no Banhado 25, onde a variabilidade na composição de espécies entre as duas áreas

400 amostradas, foi influenciada, dentre outros fatores, pela variação da profundidade da água entre
401 as áreas e os períodos amostrados.

402 Desta forma, podemos concluir que a variação na composição e distribuição das
403 macrófitas refletiu a heterogeneidade espacial e temporal do Banhado 25. No entanto, estudos
404 complementares que levem em consideração a influência destas espécies dominantes, *S.*
405 *giganteus* e *C. jamaicense*, são necessários para melhor compreensão da composição e
406 distribuição de macrófitas aquáticas na área úmida estudada.

407

408 **Referências Bibliográficas**

409

410 Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH (2006) Multivariate dispersion as a measure of beta
411 diversity. *Ecology Letters* 9: 683–693.

412 APG III (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and
413 families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161:105-121

414 Bornette B, Puijalon S (2011) Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic*
415 *Sciences*, 73:1–14

416 Brewer JS (1996) Site differences in the clone structure of an emergent sedge, *Cladium*
417 *jamaicense* *Aquatic Botany* 55: 79-91.

418 Carvalho ABP, Ozório CP (2007) Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil.
419 *Revista de Ciências Ambientais* 1(2): 83-95.

420 Costa CSB, Irgang BE, Peixoto AR, Marangoni JC (2003) Composição florística das formações
421 vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta*
422 *Botanica Brasilica*, 17(2): 203-212.

423 Ervin GN, Wetzel RG (2002) Influence of a dominant macrophyte, *Juncus effusus*, on wetland
424 plant species richness, diversity, and community composition *Oecologia* 130:626–636

425 Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for
426 education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9. Disponível em
427 <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em Setembro 2012.

428 Heegaard E, Birks HH, Gibson CE, Smith SJ, Wolfe-Murphy S (2001) Species- environmental
429 relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland. *Aquatic Botany*. 70: 175–223.

430 Irgang BE, Gastal Jr CVS (1996) Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul.
431 Porto Alegre: [s.n.] (edição dos autores). 290 p.

432 Jones JI, Li W, Maberly SC (2003) Area altitude and aquatic plant diversity. *Ecography*. 26(4):
433 411-420.

434 Kafer DS, Colares IG, Hefler SM (2011) Composição florística e fitossociologia de macrófitas
435 aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. *Rodriguésia* 62(4): 2011.

436 Kandus E, Adamoli JM (1993) Freshwater marsh vegetation response to flooding patterns in the
437 lower delta of the Parana river. *Wetlands Ecology and Management* 2: 213-222.

438 Krusche N, Saraiva JMB, Reboita MS (2002) Normas Climatológicas de 1991 a 2000 para Rio
439 Grande, RS. Universidade Federal de Santa Maria. 84p.

440 Lacoul P, Freedman B (2006) Environmental influences on aquatic plants in freshwater
441 ecosystems. *Environ. Rev.* 14: 89–136.

442 LI-COR (1991) LI-COR terrestrial radiation sensors, type AS: instruction manual. Lincoln:
443 [s.n.], 28p.

444 Maltchik L, Oliveira GR, Rolon AS, Stenert C (2005) Diversity and stability of aquatic
445 macrophyte community in three shallow lakes associated to a floodplain system in the South of
446 Brazil. *Interciencia* 30: 166-170.

447 Maltchik L, Rolon AS, Schott P (2007) Effects of hydrological variation on the aquatic plant
448 community in a floodplain palustrine wetland of Southern Brasil. *Limnology* 8: 23-28.

449 Mossor-Pietraszewska T (2001) Effect of aluminium on plant growth and metabolism. *Acta*
450 *Biochimica Polonica* 48(3): 673-686.

451 Mueller-Dombois, D. e Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New
452 York: John Wiley. 547p.

453 Neiff JJ, Casco SL, Cózar A, Poi de Neiff ASG, Ubeda B (2011) Vegetation diversity in a large
454 Neotropical wetland during two different climatic scenarios Biodivers Conserv 20:2007–2025

455 Oertli B, Joey DA, Castella E, Juge R, Cambin D, Lachavanne JB (2002) Does size matter? The
456 relationship between pond area and biodiversity. Biological Conservation. 104 (1): 59-70.

457 Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H
458 (2009) Vegan: Community Ecology Package. R package ver-sion 1.15-2. [http://CRAN.R-](http://CRAN.R-project.org/package=vegan)
459 [project.org/package=vegan](http://CRAN.R-project.org/package=vegan).

460 Pielou EC (1969) An introduction to mathematical ecology. Wiley. New York

461 Ponzio KJ, Miller SJ, Ann M (1995) Germination of sawgrass, *cladium jamaicense* Crantz,
462 under varying hydrologic conditions. Aquatic Botany 51 115-120.

463 Pratolongo P, Kandus P (2005) Dinámica de la biomasa aérea en pajonales de *Scirpus giganteus*
464 y juncales de *Schoenoplectus californicus* en la zona frontal del bajo delta del Río Paraná
465 (argentina) Ecotropicos 18(1):30-37 2005

466 R Development Core Team (2009) R: A language and environment for statistical computing. R
467 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3- 900051-07-0. [http://www.R-](http://www.R-project.org)
468 [project.org](http://www.R-project.org).

469 Richardson CJ, Ferrell GM, Vaithyanathan P (1999) Nutrient effects on stand structure,
470 resorption efficiency, and secondary compounds in everglades sawgrass. Ecology, 80(7): 2182–
471 2192.

472 Rolon AS, Homem HF, Maltchik L (2010) Aquatic macrophytes in natural and managed
473 wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia 22(2) 133-
474 146.

475 Rolon AS, Lacerda T, Maltchik L, Guadagnin DL (2008) Influence of area, habitat and water
476 chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in southern Brazilian
477 wetlands. *Journal of Vegetation Science* 19: 221-228.

478 Santos AM, Thomaz SM (2007) Aquatic macrophyte diversity in lagoons of a tropical
479 floodplain: The role of connectivity and water level. *Austral Ecology*, vol. 32, no. 2, p. 177-190.

480 Schott P, Rolon AS, Maltchik L (2005) The dynamics of macrophytes in an oxbow lake of the
481 Sinos River basin in south Brazil. *Verhandlungen. Internationale Vereinigung fuer theoretische*
482 *und angewandte Limnologie*. 29(2): 815-820.

483 Silva FC (1999) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa
484 Informática Agropecuária. 370p.

485 Snyder JM, Richards JH (2005) Floral phenology and compatibility of sawgrass, *Cladium*
486 *jamaicense* (Cyperaceae) *American Journal of Botany* 92(4): 736-743. 2005.

487 Thomaz SM (2002) Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de
488 macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha* 20: 21-34.

489 Thomaz SM, Bini LM, Pagioro TA, Murphy KJ, Santos AM, de Souza C (2004) Aquatic
490 macrophytes: diversity, biomass and decomposition. In: Thomaz SM, Agostinho AA, Hahn NS
491 (eds) *The Upper Paraná river floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys
492 Publishers, The Netherlands, pp 331–352

493 Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to Tropical*
494 *America*. New York, Springer Verlag.

495 Vaccaro L, Bedford BL, Johnston CA (2009) Litter accumulation promotes dominance of
496 invasive species of cattails (*Typha* spp.) in lake Ontario wetlands. *Wetlands* 29 (3): 1036–1048.

497 Van der Valk AG (2005) Water-level fluctuations in North American Prairie wetlands.
498 *Hydrobiologia* 539: 171-188.

499 Van Geest GJ, Wolters H, Roosen FCJM, Coops H, Roijackers RMM, Buijse AD, Scheffer M
500 (2005) Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes. *Hydrobiologia*.
501 539: 239-248.

502 Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

503 Wiethölter S (2004) Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e
504 de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade
505 do Solo. Porto Alegre.

Anexo

Normas para a submissão do manuscrito na revista Wetlands

Wetlands

Official Scholarly Journal of the Society of Wetland Scientists

Editor-in-Chief: Marinus L. Otte

ISSN: 0277-5212 (print version)

ISSN: 1943-6246 (electronic version)

Instructions for Author

Article type

(invited articles only)

The Mark Brinson Review series was initiated in 2013 and aims to bring together in-depth, over-arching reviews in the fields of wetland science and management, in the widest sense of those terms. These reviews may synthesize observations over long periods of time or may pull together information from various studies to form an opinion. They are either invited, may be regular reviews that are recognized by the Editorial Board of the journal as important enough to be part of the series, or intending authors may contact the Editor-in-Chief.

Manuscript submission

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Cover letter: mandatory

All submissions should be accompanied by a cover letter which should include:

What is the scientific question you are addressing?

What are the key findings that answer this question?

Why is this work important and timely?

Why is it of interest to the international readership of WETLANDS?

Title page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of maximum 200 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Scientific style

Please always use internationally accepted signs and symbols for units, SI units.

Text

Manuscripts should be submitted in Word, and be limited to 35 pages. In exceptional cases longer articles may be submitted, but only after consultation with the Editor in Chief. This length limit includes the text, references, tables, and figures; however, any material submitted as "Electronic Supplemental Materials" (ESM, see following) would not be counted towards the 35 page manuscript limit.

- Use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) for text.
- The text section should be double spaced.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic line number function to the manuscript.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.

Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.

- Save your file in doc format. Do not submit docx files.

LaTeX

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- [LaTeX macro package](#)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes on the title page are not given reference symbols. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citations within the text, they should be cited chronologically (oldest to newest), The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text.

Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. All journal names must be written out in full.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *European Journal of Applied Physiology* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *New England Journal of Medicine* 965:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Journal of Molecular Medicine*. Doi:10.1007/s001090000086

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG.

<http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document>.

Accessed 15 Jan 1999

• Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Tables

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

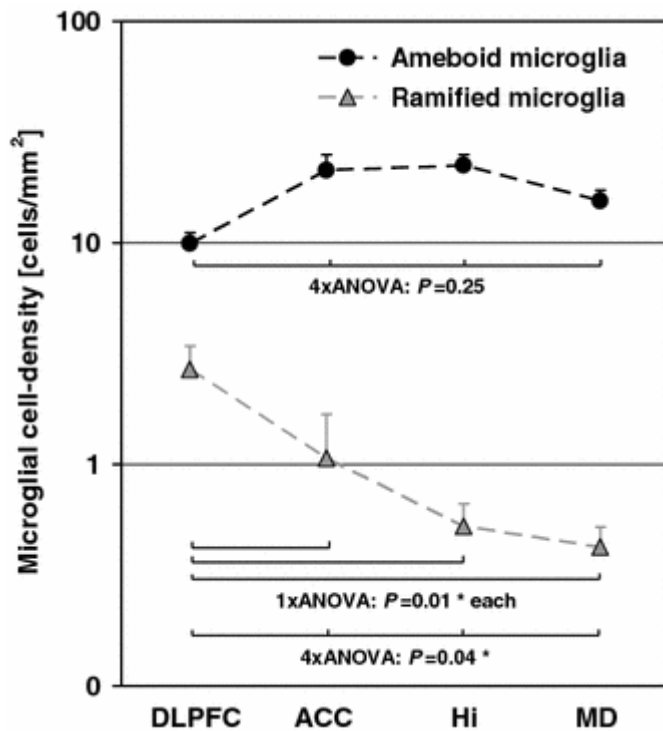
Artwork and Illustrations Guidelines

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

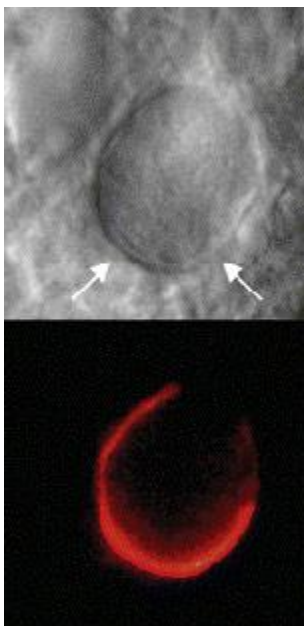
- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art



- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Always use MPEG-1 (.mpg) format.

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

Does Springer provide English language support?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in all areas Springer publishes in.

Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

For Authors from China

文
章在投稿前进行专业的语言润色将对作者的投稿进程有所帮助。作者可自愿选择使用Springer推荐的编辑服务，使用与否并不作为判断文章是否被录用的依据。提高文章的语言质量将有助于审稿人理解文章的内容，通过对学术内容的判断来决定文章的取舍，而不会因为语言问题导致直接退稿。作者需自行联系Springer推荐的编辑服务公司，协商编辑事宜。

- [理文编辑](#)

For Authors from Japan

ジャーナルに論文を投稿する前に、ネイティブ・スピーカーによる英文校閲を希望されている方には、Edanz社をご紹介します。サービス内容、料金および申込方法など、日本語による詳しい説明はエダンググループジャパン株式会社の下記サイトをご覧ください。

- [エダンググループ ジャパン](#)

For Authors from Korea

영어 논문 투고에 앞서 원어민에게 영문 교정을 받고자 하시는 분들께 Edanz 회사를 소개해 드립니다. 서비스 내용, 가격 및 신청 방법 등에 대한 자세한 사항은 저희 Edanz Editing Global 웹사이트를 참조해 주시면 감사하겠습니다.

- [Edanz Editing Global](#)

After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular

subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

- [Springer Open Choice](#)

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.