



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



**Composição e estrutura da comunidade de
macrófitas aquáticas e sua relação com fatores
abióticos em três áreas úmidas fisionomicamente
semelhantes no sul do Brasil**

Karine Massia Pereira

Orientadora: Dra Sonia Marisa Hefler
Co-orientadora: Dra Ana Silvia Rolon

Rio Grande
2015



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



Composição e estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas e sua relação com fatores abióticos em três áreas úmidas fisionomicamente semelhantes no sul do Brasil

Aluno: Karine Massia Pereira

Orientador: Dra. Sonia Marisa Hefler

Orientadora: Dra. Ana Silvia Rolon

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
2015

*Dedico este trabalho aos meus pais, Edi e Tania
à minha querida irmã Aline
aos padrinhos Wanderlei e Isabel
e aos familiares e amigos.*

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra Sonia Marisa Hefler, por ter aceitado me orientar, por ter confiado no meu trabalho e por me auxiliar nos momentos necessários, mesmo estando distante por desempenhar um dos mais importantes papéis na vida, que é o de ser mãe. Posso dizer que minha dissertação nasceu junto aos seus filhos, e com muito orgulho.

À Prof. Dra Ana Silvia Rolon, por ter aceitado me co-orientar, mesmo com o trabalho já em desenvolvimento. Sou eternamente grata às sugestões, ao auxílio burocrático e a tudo que fizestes para que essa dissertação chegasse à sua finalização.

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

Aos colegas que me auxiliaram arduamente nas saídas de campo: Elisa Birguiman, Daison Conceição, Érika Sanchez, Ana Paula Costa, Rodrigo Moraga, Liana Guedes e Pamela Ramson. Agradeço também pelos momentos de descontração e pelos “selfies” fotografados nos banhados.

À Caroline Igansi e Ubiratã Jacobi por acompanharem a minha trajetória acadêmica, pelas contribuições ao trabalho e pelos conselhos amigos.

Às amigas Rosilani e Andréa pelo carinho e por toda a amizade que compartilhamos.

Aos colegas de trabalho da UFPel, Josiane, Enilton, Ademir, e em especial à Fabiane, Antonieta e Luiz pela amizade e por me auxiliarem quando mais precisei para que esse trabalho se finalizasse. Vocês são pessoas muito especiais para mim.

Aos amigos Luiza, Camila, Thiana, Jozeane, Fábio, Flávia e Daison por toda a amizade e companheirismo, e por me darem força nos momentos em que precisei.

À minha Família, aos meus pais Edi e Tania, aos meus padrinhos Wanderlei e Isabel, aos meus primos Leandro e Henrique, e em especial à minha irmã Aline, que desde o ventre da nossa mãe é a minha melhor amiga, melhor irmã; minha gêmea. Obrigada por fazerem parte da minha vida. Amo muito todos vocês.

RESUMO

As macrófitas aquáticas exercem papel vital em ecossistemas aquáticos como produtores primários, fornecendo alimento e habitat para organismos aquáticos e terrestres. O presente estudo objetivou verificar a influência de *Scirpus giganteus* Kunth, espécie nativa do Rio Grande do Sul, sobre a riqueza, diversidade e abundância de macrófitas aquáticas em três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. Para isso, amostraram-se 21 parcelas tanto próximo ao canal São Gonçalo, quanto no Senandes, e 39 no Taim, totalizando 81 unidades amostradas nos períodos de verão e inverno. Foram estimados parâmetros fitossociológicos para cada espécie. Além disso, variáveis ambientais do solo e da água foram avaliadas. Foram identificadas 68 espécies, distribuídas em 51 gêneros e 29 famílias. A riqueza de espécies variou entre as áreas, mas não entre períodos de verão e inverno. Foi constatada relação negativa entre a riqueza e a cobertura de *S. giganteus*. A riqueza esteve correlacionada com o segundo eixo de ordenação da PCA ambiental, cujas principais variáveis influentes foram profundidade da água e manganês. A ordenação das unidades amostrais evidenciou diferença na composição de espécies entre as áreas, formando três grupos, mas não houve diferenciação entre os períodos de verão e inverno. Desta forma, concluímos que a presença da espécie dominante influenciou a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas nas áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul. Devido à representatividade das áreas amostradas no Rio Grande do Sul, é importante entender como espécies dominantes nativas podem determinar a estrutura da comunidade de plantas aquáticas e assim possibilitar a conservação de áreas úmidas com diferentes características biológicas.

Palavras-chave: banhados, capim-navalha, Rio Grande, São Gonçalo, Senandes, Taim.

ABSTRACT

The aquatic macrophytes exert vital role in aquatic ecosystems as primary producers, providing food and habitat for aquatic and terrestrial organisms. This study aimed to verify the influence of *Scirpus giganteus* Kunth, native species of Rio Grande do Sul, on the richness, diversity and abundance of aquatic macrophytes in three wetlands in southern Rio Grande do Sul - Brazil. For this, 21 plots were sampled in São Gonçalo and Senandes respectively and 39 in Taim, totaling 81 units sampled during periods of winter and summer. Phytosociological parameters were estimated for each species. In addition, environmental soil and water variables were evaluated. 68 species belonging to 51 genera and 29 families were identified. Species richness varied between areas, but not between summer and winter periods. It was found negative relationship between wealth and *S.giganteus* coverage. The richness was correlated with the second axis of environmental PCA ordination; the main influential variables were water depth and manganese. The ordering of sampling units showed difference in species composition between areas, forming three groups, but there was no differentiation between the periods of summer and winter. Thus, we conclude that the presence of dominant species influence the species richness of aquatic macrophytes in wetlands sampled in southern Rio Grande do Sul. Because the representativeness of the sampled areas in Rio Grande do Sul, it is important to understand how dominant native species can determine the community structure of aquatic plants and thus enable the conservation of wetlands with different biological characteristics.

Key-words: swamps, sawgrass, Rio Grande, São Gonçalo, Senandes, Taim.

SUMÁRIO

ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
INTRODUÇÃO GERAL	11
Área de Estudo	14
Objetivos	18
ARTIGO	25
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	29
Área de Estudo	29
Delineamento amostral	31
Análise dos Dados	33
Resultados	36
Referências Bibliográficas	57

LISTA DE FIGURAS

Introdução Geral

- Figura 1.** Localização das áreas amostrais, Rio Grande, RS – Brasil. A) ponte sobre o Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim.....14
- Figura 2.** Fotografias em campo nas áreas amostrais. A) ponte sobre o Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim.....15
- Figura 3.** Ilustração da Estação Ecológica do Taim.....17
- Figura 4.** Principais subsistemas do Banhado do Taim.18

Artigo

- Figura 1.** Localização das áreas amostrais, Rio Grande, RS – Brasil. A) ponte sobre o Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim. Fonte: Google Earth (2014)..... 30
- Figura 2.** Delineamento das parcelas de 1m² nas três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul.....32
- Figura 3.** Riqueza específica por família das três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. “Outras famílias” representa o somatório das famílias monoespecíficas.....36
- Figura 4.** Representação gráfica da forma biológica (a) e hábito (b) das espécies amostradas nas três áreas úmidas do sul do Rio Grande do Sul – Brasil. Forma Biológica: A = Anfíbia, E = Emergente, FF = Flutuante Fixa, FL = Flutuante Livre, S = Submersa. Hábito: Ar = Arbustivo, L = Lianescente, E = Epifítico, H= Herbáceo.37
- Figura 5.** Histogramas com Índice de Valor de Importância - IVI das espécies para as três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul: a – São Gonçalo; b – Senandes; c – Taim.....38
- Figura 6.** Curvas de Acumulação de Espécies para as três áreas úmidas e para os períodos amostrados no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. a – São Gonçalo (Verão); b – São Gonçalo (Inverno); c – Senandes (Verão); d – Senades (Inverno); e – Taim (Verão); f – Taim (Inverno).46

Figura 7. Regressão entre a riqueza e cobertura de *Scirpus giganteus* Kunth em cada área e em todas as áreas amostradas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil.....47

Figura 8. Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais da água e do sedimento em três áreas úmidas no Sul do Rio Grande do Sul. Siglas: SV: Senandes Verão; SI: SenandesInverno, SGV: São Gonçalo Verão; SGI: São Gonçalo Inverno; TV: Taim Verão; TI: Taim Inverno. As letras a, b e c correspondem aos primeiro, segundo e terceiro transectos, respectivamente, de cada área;“Al”: alumínio; “Ca”: cálcio; “cond.”: condutividade elétrica da água;“Cu”: cobre; “Fe”: ferro; “M.O.”: matéria orgânica; “Mg”: magnésio; “K”: potássio; “Mn”: manganês;“O2”: oxigênio dissolvido na água; “P”: fósforo; “B”: boro; “pH agua”: pH em água; “pH”: potencial hidrogeniônico; “prof.”: profundidade da coluna d’água;“temp.”: temperatura da água.49

Figura 9. Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre a frequência absoluta nos transectos e os primeiros eixos da PCA ambiental em três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. A – Eixos da PCA e unidades amostrais dispostas;B – Eixos da PCA e espécies dispostas. Siglas: SV: Senandes Verão; SI: SenandesInverno , SGV: São Gonçalo Verão; SGI: São Gonçalo Inverno; TV: Taim Verão; TI: Taim Inverno. As letras a, b e c correspondem aos primeiro, segundo e terceiro transectos, respectivamente, de cada área.51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de espécies com suas respectivas famílias, hábito, forma biológica e parâmetros fitossociológicos de frequências absoluta (FA) e cobertura absoluta (CA) registrados em 81 unidades amostrais em três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul, nos períodos de verão e inverno. Hábito: Ar = Arbustivo, L = Lianescente, E = Epifítico, H= Herbáceo. Forma Biológica: A = Anfíbia, E = Emergente, FF = Flutuante Fixa, FL = Flutuante Livre, S = Submersa. Em negrito= espécies com maior IVI. 39

Tabela 2. Indicadores de diversidade das macrófitas aquáticas e número de espécies frequentes, comuns e raras amostradas em três áreas úmidas no Sul do Rio Grande do Sul, nos dois períodos amostrados (verão e inverno). (R) riqueza, (H') diversidade de Shannon e (J') equabilidade de Pielou..... 44

Tabela 3. Médias e desvios-padrão, entre parênteses, das variáveis abióticas do sedimento das três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul mensuradas nos períodos de verão e inverno. 48

Tabela 4. Médias e desvios-padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas da água mensuradas no período de inverno, e da variável profundidade no verão e no inverno, nas três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul..... 48

INTRODUÇÃO GERAL

Áreas Úmidas

As áreas úmidas são definidas pela presença de água rasa ou solo saturado, plantas e animais adaptados à vida aquática e acúmulo de matéria orgânica proveniente de vegetais em decomposição, sendo estas as principais características que reúnem ambientes tão diversos (CARVALHO; OZORIO, 2007). Embora menos de 6% da superfície terrestre seja coberta por estes ambientes (incluindo banhados, marismas, mangues e outros), estes contribuem com grande porcentagem da produção biológica global, desempenhando funções essenciais para a manutenção dos recursos hídricos e para diversidade biológica (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003). As áreas úmidas, em especial, estão entre os mais produtivos ecossistemas da Terra (BARBIER; ACREMAN; KNOWLER, 1997; HAILS, 1996; TINER, 1999).

Vários países e regiões têm adotado diferentes definições de áreas úmidas para incluir características específicas para as suas regiões (MALTCHIK, 2003). A definição mais aceita, proposta pelo acordo internacional em 1971, a Convenção de Ramsar, diz que áreas úmidas são “extensões de brejos, pântanos e turfeiras, ou 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” (BARBIER; ACREMAN; KNOWLER, 1997).

Os banhados são um tipo particular de área úmida e são ecossistemas representativos da região sul do Brasil. A palavra “banhado” é utilizada principalmente no Rio Grande Sul e provém do termo espanhol “bañado”, devido à influência dos países que fazem fronteira com o Estado (BURGER, 2000). Em outras regiões do país, os banhados são conhecidos como brejos, pântanos, pantanal, charcos, varjões, alagados entre outros (CARVALHO; OZORIO, 2007). De acordo com Ringuelet (1962), os banhados são definidos como corpos d’água permanentes ou temporários, sem uma bacia bem definida, de contorno ou perímetro indefinido e sem sedimentos próprios, apresentando vegetação emergente abundante e poucos espaços livres.

Esses ambientes possuem características próprias dependendo das condições químicas e físicas presentes, do tipo de vegetação e da fauna existentes (CARVALHO; OZORIO, 2007). A água que abastece os banhados provém de corpos hídricos próximos, como lagoas, lagunas, rios e/ou dos afloramentos do lençol freático e das precipitações pluviométricas. Os

banhados podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo-se na planície de inundação, ligando-se com lagoas e rios apenas no período das cheias, ou serem isolados (CARVALHO; OZORIO, 2007).

Dentre as inúmeras importâncias relatadas a este sistema podem ser citadas a diversidade biológica, a produtividade, o armazenamento de água, o controle de grandes inundações, a recarga de aquíferos subterrâneos, a purificação da água e a estabilidade climática; além de proporcionarem condições favoráveis à produção de peixes e à agricultura (MALTCHIK, 2003). A maior parte dos ambientes alagados do mundo possui características morfológicas que propiciam o desenvolvimento de macrófitas aquáticas e grande parte de sua produtividade pode ser explicada pela presença desses organismos (MITSCH; GOSSELINK, 1993).

Macrófitas Aquáticas

Weaner & Clements (1938) foram os primeiros a definirem a comunidade de macrófitas aquáticas como um conjunto de espécies herbáceas que se desenvolvem em água ou em solos saturados de água. Irgang & Gastal (1996) consideram as macrófitas aquáticas como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes estão total ou parcialmente submersas ou flutuantes em água doce ou salobra. Outros ainda definem essa comunidade como grandes plantas aquáticas que não são planctônicas ou algas filamentosas (CUSHING; ALLAN, 2001).

As macrófitas aquáticas exercem papel vital em ecossistemas aquáticos como produtores primários, fornecendo alimento e habitat para organismos aquáticos e terrestres (ROLON; MALTCHIK, 2006). Neste contexto, estas plantas são importantes para o ambiente aquático e constituem um elemento de suma importância para a manutenção do equilíbrio ecológico, pois são fontes de oxigênio, podendo também reter nutrientes e poluentes (CABRERA; FABRIS, 1948; COOK, 1996).

A comunidade de macrófitas aquáticas pode variar quanto suas taxas de crescimento, biomassa, riqueza, distribuição e abundância de acordo com condições climáticas, temperatura, composição dos sedimentos, disponibilidade de nutrientes, espaços livres entre as plantas, condições de turbulência e ação de herbívoros (BIANCHINI JUNIOR, 2003; BORNETTE; PUIJALON, 2011). Além disso, a área física e altitude das áreas úmidas, assim como diversidade do habitat também são fatores importantes na riqueza e composição da comunidade de macrófitas aquáticas (ROLON; MALTCHIK, 2006; FERREIRA et al., 2010).

Além dos fatores abióticos, a própria comunidade de macrófitas aquáticas é influenciada por sua composição, uma vez que influencia a taxa de luminosidade que alcança o sedimento, por exemplo. Muitos experimentos têm demonstrado relações positivas entre diversidade e abundância de plantas, mas poucos testaram a relação diversidade-abundância na presença de espécies dominantes, nativas ou exóticas (OLSON; DOHERTY, 2014). Esses mesmos autores verificaram a influência de uma espécie invasora e uma espécie nativa sobre a relação diversidade-abundância de macrófitas aquáticas nos Estados Unidos. Assim como, Ervin & Wetzel (2002) testaram a influência de *Juncus efusus* L. sobre a riqueza, diversidade e composição da comunidade de macrófitas aquáticas também nos Estados Unidos.

A assembléia de macrófitas aquáticas tem sido amplamente utilizada, para testar hipóteses gerais em ecologia (THOMAZ; BINI, 2003). Algumas teorias como biogeografia de ilhas, ecologia de paisagem e teorias de metapopulação tem sido usadas para caracterizar a dinâmica espacial de comunidades em ecossistemas continentais, como as florestas (HARRIS, 1984) e áreas úmidas (OERTLI et al., 2002; MURPHY; LOVETT-DOUST, 2004; HALL et al., 2004; BELTMAN et al., 2011; ROLON et al., 2012)

Macrófitas aquáticas no Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul, o pioneirismo com estudos sobre macrófitas aquáticas iniciou-se por volta de 1978, e há uma estimativa entre 400 e 500 espécies (IRGANG; GASTAL, 1996). Estudos com macrófitas aquáticas em áreas úmidas no Estado foram desenvolvidos com diversos objetivos, entre os quais podem ser citados: classificação das áreas úmidas do Rio Grande do Sul com ênfase nas comunidades vegetais (MALTCHIK et al., 2004); testar fatores preditores na riqueza e composição de macrófitas do Estado (ROLON; MALTCHIK, 2006); avaliar a riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em Palmeres do Sul (MAUHS et al., 2006); avaliar os efeitos da variação hidrológica sobre a comunidade de macrófitas aquáticas em um banhado em Novo Hamburgo (MALTCHIK et al., 2007); avaliar a influência da área, habitat e composição química da água na riqueza e composição da assembleia de macrófitas aquáticas na região costeira do Estado (ROLON et al., 2008); comparar a comunidade de macrófitas entre banhados naturais e manejados em todo o território estadual (ROLON et al., 2010).

Embora o número de trabalhos com macrófitas aquáticas em áreas úmidas no Rio Grande do Sul venha aumentando com o passar do tempo, ainda há muitas lacunas de conhecimento sobre essa comunidade. Em Rio Grande, um dos municípios do Estado com

maior representatividade de ambientes aquáticos (SEELIGER et al., 1998), as pesquisas ainda são poucas em relação a diversidade de ambientes e plantas aquáticas existentes (CORDAZZO; SEELIGER, 1988; IRGANG et al., 1984; COLARES et al., 2001; KAFER et al., 2011), reforçando assim, a importância do conhecimento das espécies, suas relações ecológicas e a preservação destes ambientes. Alguns trabalhos realizados com macrófitas aquáticas em áreas úmidas (banhados) nesse município foram desenvolvidos por Costa et al. (2003) e Kafer et al. (2011) em um banhado costeiro e por Batista et al. (2007) na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde. Outras pesquisas em ambientes aquáticos no município foram desenvolvidos por Palma-Silva et al. (2008), Trindade (2010) e Pereira et al. (2012).

Área de Estudo

O estudo foi realizado em três áreas úmidas costeiras, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil (Fig. 1). As áreas amostradas localizam-se: A) Canal São Gonçalo (31,79° S, 52,27° W); B) Senandes (32,22° S, 52,27° W) e C) Taim (32,61° S, 52,50° W) (Fig. 1).



Figura 1. Localização das áreas amostrais, Rio Grande, RS – Brasil. A) ponte sobre o Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim. Fonte: Google Earth (2014).

Esses complexos de áreas úmidas estão localizados na Bacia Hidrográfica Lagoa Mirim, cujas vias fluviais desembocam na Lagoa dos Patos, por meio do canal São Gonçalo, pela Lagoa Verde e pela Lagoa Mirim. Os três sistemas são fisionomicamente semelhantes, sendo *Scirpus giganteus* Kunth a espécie dominante (Fig. 2). A presença de uma mesma

espécie dominante assegura que diferenças encontradas na riqueza não sejam causadas por espécies dominantes distintas.



Figura 2. Fotografias em campo nas áreas amostrais. A) ponte sobre o Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim.

A área A “São Gonçalo” fica localizada as margens do Canal São Gonçalo, abaixo da ponte que liga as cidades Pelotas e Rio Grande – BR 392. O Canal São Gonçalo é uma via fluvial de 62 km de extensão que liga a Lagoa Mirim à Lagos dos Patos. A paisagem dessa região é bastante heterogênea, formada por um mosaico de vegetação palustre, onde em cada fragmento de vegetação há uma espécie dominante diferente.

A área B “Senandes” localiza-se a 10 km da RS 734, estrada que liga Rio Grande ao balneário Cassino, em uma propriedade particular. A região é formada por campos, açudes e áreas úmidas intercaladas entre si. Há presença de atividade agropecuária ao redor, de modo que bovinos, equinos e ovinos são notavelmente presentes. As águas que percorrem por essa área úmida efluem na APA Lagoa verde, através do arroio Senandes, que desemboca na Lagoa Verde, que por sua vez desemboca no Saco da Mangueira e finalmente na região estuarina da Lagoa dos Patos, de onde recebe aporte de água salgada. A APA foi criada pela Lei Municipal 6.084 de 22 de abril de 2005 e é destinada a proteção da região da Lagoa Verde, os arroios Bolaxa e Senandes e seus entornos, que ainda apresentam áreas de banhados e arroios preservados na zona urbana do município do Rio Grande. Os ecossistemas da APA da Lagoa Verde vêm sofrendo com a ação antrópica, desde a especulação imobiliária em função da expansão do eixo Rio Grande/Cassino, até a exploração de espécies nativas para uso da madeira e comércio de espécies ornamentais e medicinais (BATISTA et al., 2007).

A área C “Taim” está localizada aproximadamente 4 km ao leste da Lagoa Jacaré na Estação Ecológica do Taim (ESEC – Taim). Essa área apresenta dominância de *Scirpus giganteus* Kunth por praticamente toda sua extensão. Próximo à área amostrada encontra-se uma madeireira, cuja principal fonte para extração da madeira é *Pinus elliotti* Engelm.. Há presença de capivaras e menos frequente de gado. A Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim) ocupa, em si, aproximadamente 33.000 hectares e está separada em duas áreas: A e B, de acordo com o decreto 81.603 de 26 de abril de 1978 (Fig. 3). A área A é a maior parte da ESEC Taim e está situada à margem Leste da BR 471, com aproximadamente 31.800 hectares, estendendo-se principalmente sobre o banhado do Taim e parte norte da Lagoa Mangueira. É nela que a área amostral “Taim” do presente estudo está situada. A outra parte da Estação, área B, tem aproximadamente 1.800 ha estendendo-se para oeste a partir da rodovia até a margem leste da Lagoa Mirim.

Apesar de sua grande extensão, a ESEC Taim não é um ecossistema funcionalmente íntegro, necessitando de ações de manejo para sua conservação. Existem conflitos importantes com a atividade agrícola em função da retirada de água da Lagoa Mangueira (SCHÜTZ, 2003). O regime hídrico está também alterado pela construção da BR 471, uma rodovia de

conexão internacional que corta o banhado do Taim, e por uma comporta construída para regular a vazão entre a Lagoa Mirim e o Sistema Hidrológico do Taim (MOTTA-MARQUES et al., 2001).

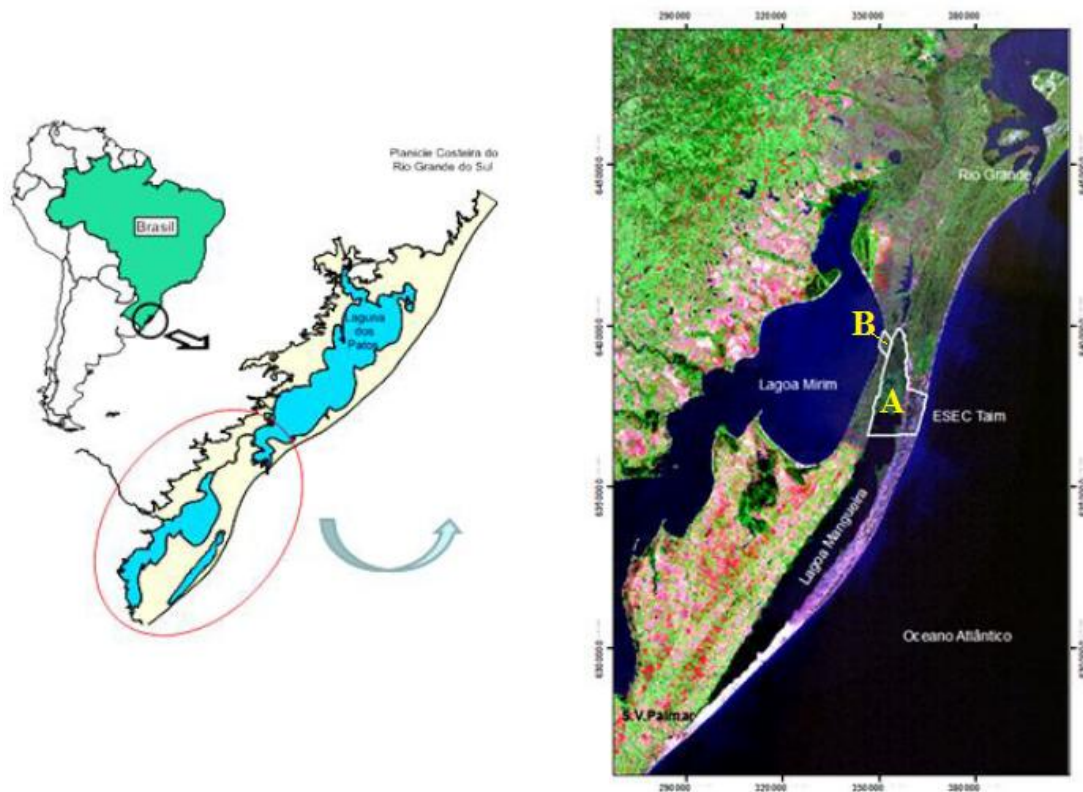


Figura 3. Ilustração indicando a Estação Ecológica do Taim e a localização das áreas denominadas A e B para esta Unidade, Rio Grande, RS. (SCHREINER, 2012 adaptado).

Os fragmentos de vegetação encontram-se frequentemente bastante aproximados uns dos outros, mas não necessariamente conectados, sendo possível reconhecer o isolamento, que é dado por pequenas distâncias, e que separa em vários fragmentos um mesmo ambiente. Tal processo de fragmentação vem sendo exercido desde muitos anos pelos diferentes usos e ocupações do entorno, principalmente pela atividade de pecuária existente desde a colonização das áreas, pela silvicultura, agricultura e construção de estradas (SCHREINER, 2012).

A rodovia federal BR 471 foi construída em finais da década de 1960, vindo a facilitar o transporte rodoviário e a integração da área com a zona sul do estado. Uma das conseqüências da consolidação desta via foi a alteração da dinâmica hídrica da região, causando o isolamento de ambientes que antes se relacionavam hidricamente de forma conectada (MARTINELLI, 1996).

Atualmente a ESEC do Taim encontra-se sob responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Cerca de 60% da área são ocupados por banhados, cujos quais foram decretados áreas de preservação nacional pelo governo federal através do decreto de 1978. A região do Taim faz parte do complexo sistema deposicional de “Laguna- Barreira”. Na região encontram-se as lagoas Nicola, Jacaré, Caiubá, Flores, o próprio banhado do Taim e a lagoa Mangueira (Fig. 4). Elas têm a mesma idade geológica, sendo resultado do represamento das águas no espaço retrobarreira IV no período Holoceno.



Figura 4. Principais subsistemas do Banhado do Taim. Fonte: Google Earth 2015.

Objetivos

Visto que as áreas amostradas são de grande importância para conservação da biodiversidade e a importância da comunidade de macrófitas aquáticas nos ambientes aquáticos, esta dissertação, apresentada em formato de um artigo, tem como objetivos:

- descrever a estrutura, composição e fitossociologia da comunidade de macrófitas aquáticas em três áreas úmidas fisionomicamente semelhantes do sul do Rio Grande do Sul;
- verificar a influência da espécie dominante *Scirpus giganteus* Kunth na riqueza de macrófitas aquáticas nas áreas de estudo;

- avaliar diferenças na composição do sedimento, nas variáveis da água, na riqueza e na composição específica entre as três áreas úmidas períodos amostrados;
- avaliar se há um padrão de distribuição das espécies de macrófitas aquáticas nas três áreas amostradas;
- avaliar quais fatores influenciam a riqueza e composição de macrófitas aquáticas;
- contribuir para o conhecimento da flora macrofítica das áreas úmidas do município do Rio Grande;
- servir de subsídio para outros estudos em ambientes aquáticos continentais da planície costeira do Rio Grande do Sul, que necessitem do conhecimento da diversidade e dinâmica das macrófitas aquáticas.

Referências Bibliográficas

BARBIER, E. B.; ACREMAN, M.; KNOWLER, D. **Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners**. Gland: Ramsar Convention Bureau, 1997.

BATISTA, T. D. L.; CANTEIRO, R. de C. A.; DORNELES, L. P.; COLARES, I. G. Levantamento florístico das comunidades vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde , Rio Grande , RS. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 225–227, 2007.

BELTMAN, B.; OMTZIGT, N.Q.A.; VERMAAT, J.E. Turbary restoration meets variable success: does landscape structure force colonization success of wetland plants? **Restoration Ecology**, v. 19, p. 185–193, 2011.

BIANCHINI JUNIOR, I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 85-126.

BORNETTE, G.; PUIJALON, S. Response of aquatic plants to abiotic factors: A review. **Aquatic Sciences**, v. 73, n. 1, p. 1–14, 2011.

BURGER, M. I. **Situação e ações prioritárias para conservação de banhados e áreas úmidas da Zona Costeira**. Porto Alegre. 2000. 60p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/brasil-Rounds/round8/round8/guias_r8/perfuracao_r8/%C3%81reas_Priorit%C3%A1rias/Banhados.pdf> Acesso em: 31 jul. 2015.

CABRERA, A.L.; FABRIS, H.A. **Plantas acuáticas de la Provincia de Buenos Aires**. La Plata: Publicações Técnicas, 1948. 131p. 5 v

CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 83–95, 2007.

COLARES, I, G.; PERAZZOLO, M.; BORGES, L.; FREIRE, M.; NEVES, L. F. A vegetação herbácea da Estação Ecológica do Taim (ESEC TAIM). In: SIMPÓSIO DE ÁREAS PROTEGIDAS, 1., 2001; Pelotas: Anais do I Simpósio de Áreas Protegidas, 2001. p. 185-190.

COOK, C. D. K. **Aquatic plant book**. 2ed. Amsterdam: SBP academic Publishing, 1996. 228p.

CORDAZZO, C. V.; SEELIGER, U. 2ed. **Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil**. Rio Grande: FURG, 1988. 295p.

COSTA, C. S. B.; IRGANG, B. E.; PEIXOTO, A. R.; MARANGONI, J. C. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 203–212, 2003.

CUSHING, C.E.; ALLAN, J.D. **Streams: their ecology and life**. San Diego: Academic Press, 2001. 366p.

ERVIN, G. N.; WETZEL, R. G. Influence of a dominant macrophyte, *Juncus effusus*, on wetland plant species richness, diversity, and community composition. **Oecologia**, v. 130, n. 4, p. 626–636, 2002.

FERREIRA, F. A.; MORMUL, R. P.; PEDRALLI, G.; POTT, J. V.; POTT, A. Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce , Minas Gerais , Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 1, p. 43–52, 2010.

HAILS, A.J. **Wetlands, biodiversity and Ramsar Convention: The role of the convention wetlands in the conservation and wise use of biodiversity**. Gland: Ramsar Convention Bureau. 1996

HALL, D.L.; WILLING, M.R.; MOORHEAD, D.L.; SITES, R.W.; FISH, E.B.; MOLLGAGEN, T.R. Aquatic macroinvertebrate diversity of playa wetlands: the role of landscape and island biogeographic characteristics. **Wetlands**, v. 24, p. 77–91, 2004.

HARRIS, L. **The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

IRGANG, B. E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J. L. Macrófitas aquáticas da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roesleria**, v. 6(1), p. 935-404, 1984.

IRGANG, B.E.; GASTAL JR., C.V.S. **Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 290p. il. (edição dos autores).

KAFER, D. DE S.; COLARES, I. G.; HEFLER, S. M. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande , RS , Brasil. **Rodriguesia**, v. 62, n. 4, p. 835–846, 2011.

MALTCHIK, L. Three new wetlands inventories in Brazil. **Interciência**, v. 28, n. 7, p. 421–423, 2003.

MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; GUADAGNIN, D. L.; STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 137–151, 2004.

MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; SCHOTT, P. Effects of hydrological variation on the aquatic plant community in a floodplain palustrine wetland of southern Brazil. **Limnology**, v. 8, n. 1, p. 23–28, 2007.

MARTINELLI, A. Banhado do Taim. In TUCCI, C.E.M (Org.). **Comportamento Hidrológico do Taim**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996. 1 v

MAUHS, J.; MARCHIORETTO, M. S.; BUDKE, J. C. Riqueza e Biomassa de Macrófitas Aquáticas em Uma Área Úmida Na Planície Costeira Do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 57, p. 289–301, 2006.

MITSCHE, W. J.; GOSSELINK, J. G. **Wetlands**. 2 ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 722 p.

MOTTA-MARQUES, D.; TUCCI, C.; CALAZANS, D.; CALLEGARO, V. L. M.; VILLANUEVA, A. **Sistema Hicrológico do Taim: Site 7**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Fundação Universidade Federal do Rio Grande/ Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2001. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/~peld/port_site07.pdf> Acesso em 10 jan.2015.

MURPHY, H. T.; LOVETT-DOUST, J. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: Does the matrix matter? **Oikos**, v. 105, n. 1, p. 3–14, 2004.

OERTLI, B.; JOEY, D.A.; CASTELLA, E.; JUGE, R.; CAMBIN, D.; LACHAVANNE, J.B. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. **Biological Conservation**, v. 104, n. 1, p. 59–70, 2002.

OLSON, E. R.; DOHERTY, J. M. Macrophyte diversity–abundance relationship with respect to invasive and native dominants. **Aquatic Botany**, v. 119, p. 111–119, 2014.

PALMA-SILVA, C. et al. *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae) em um pequeno lago raso subtropical (Rio Grande, RS). **Iheringia - Serie Botanica**, v. 63, n. 2, p. 249–256, 2008.

PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; TRINDADE, C. R. T.; OLIVEIRA, S. S. *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae) em um pequeno lago raso subtropical (Rio Grande, RS). **Iheringia - Serie Botanica**, v. 63, n. 2, p. 249–256, 2008.

PEREIRA, S. A. et al. Aquatic macrophytes as indicators of water quality in subtropical shallow lakes , Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 1, p. 52–63, 2012.

PEREIRA, S. A.; TRINDADE, C. R. T.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Aquatic macrophytes as indicators of water quality in subtropical shallow lakes , Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 1, p. 52–63, 2012.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. DE (EDS.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

RINGULET, R.A. **Ecologia acuática continental**. Buenos Aires: EUDEBA, 1962. 138 p.

ROLON, A. S.; LACERDA, T.; MALTCHIK, L.; GUADAGNIN, D.L. Influence of area, habitat and water chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in southern Brazilian wetlands. **Journal of Vegetation Science**, v. 19, n. 2, p. 221–228, 2008.

ROLON, A. S.; HOMEM, H. F.; MALTCHIK, L. Aquatic macrophytes in natural and managed wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia (Online)**, v. 22, n. 2, p. 133–146, 2010.

ROLON, A. S.; MALTCHIK, L. Environmental factors as predictors of aquatic macrophyte richness and composition in wetlands of southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 556, n. 1, p. 221–231, 2006.

ROLON, A. S.; ROCHA, O.; MALTCHIK, L. Do effects of landscape factors on coastal pond macrophyte communities depend on species traits? **Aquatic Botany**, v. 103, p. 115–121, 2012.

SCHREINER, G. DE M. **Proposta de Cenários para Delimitação de Zona de Amortecimento de Impactos na Estação Ecológica do Taim**. (Dissertação) Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande, 2012.

SCHÜTZ, A. R. **Caracterização Sazonal Da Exportação De Matéria Particulada (Seston) e Dissolvida Do Sistema Hidrológico Do Taim Para a Lagoa Mirim (Rio Grande Do Sul , Brasil)**. (Dissertação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. (Eds.). **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Rio grande: Ecoscientia, 1998. 326p.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003.

TINER, R.W. **Wetland indicators: A guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping**. New York: Lewis, 1999. 492p.

TRINDADE, C. R. T. E. A. Caracterização E Importância Das Macrófitas Aquáticas Com Ênfase Nos Ambientes Límnicos Do Campus Carreiros - Furg , Rio Grande , Rs. **Cadernos de ecologia aquática**, v. 5, n. 2, p. 1–22, 2010.

WEANER, J.E.; CLEMENTS, F.E. **Plant Ecology**. New York: McGraw Hill, 1938.

ARTIGO

Manuscrito a ser submetido para revista *Wetlands*¹

¹ O manuscrito foi formatado segundo as normas gerais para publicação na revista *Wetlands*, porém as figuras e tabelas foram incluídas no texto para facilitar a leitura, não seguindo as normas do referido periódico.

1 **Composição e estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas e sua relação com**
2 **fatores abióticos em três áreas úmidas fisionomicamente semelhantes no sul do Brasil.**

3

4 Karine Massia Pereira^{1*}; Ana Silvia Rolon²; Sonia Marisa Hefler¹

5

6 ¹ Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em
7 Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Itália, Km 8, Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande,
8 RS - Brasil.

9 ² Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em
10 Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Marechal Floriano Peixoto nº 2236, Centro, 96170-000,
11 São Lourenço do Sul, RS – Brasil

12 *Autor para correspondência: karinemassia@gmail.com

13

14 **Resumo:**

15 As macrófitas aquáticas exercem papel vital em ecossistemas aquáticos como
16 produtores primários, fornecendo alimento e habitat para organismos aquáticos e
17 terrestres. O estudo objetivou verificar a influência da espécie nativa *Scirpus giganteus*
18 Kunth, sobre a riqueza, diversidade e abundância de macrófitas aquáticas em três áreas
19 úmidas do Rio Grande do Sul – Brasil. Para isso, amostraram-se 21 parcelas tanto
20 próximo ao canal São Gonçalo, quanto no Senandes, e 39 no Taim, totalizando 81
21 unidades amostradas nos períodos de verão e inverno. Foram estimados parâmetros
22 fitossociológicos para cada espécie. Além disso, variáveis ambientais do solo e da água
23 foram avaliadas. Foram identificadas 68 espécies, distribuídas em 51 gêneros e 29
24 famílias. A riqueza de espécies variou entre as áreas, mas não entre períodos. Foi
25 constatada relação negativa entre riqueza e cobertura de *S.giganteus*. A riqueza
26 correlacionou-se com o segundo eixo de ordenação da PCA ambiental, cujas principais
27 variáveis influentes foram profundidade da água e manganês. A ordenação das unidades
28 amostrais evidenciou diferenças na composição de espécies entre áreas, formando três
29 grupos, mas não entre períodos. Devido à representatividade das áreas amostradas no
30 Rio Grande do Sul, é importante entender como espécies dominantes nativas podem
31 determinar a estrutura da comunidade de plantas aquáticas e assim possibilitar a
32 conservação de áreas úmidas com diferentes características biológicas.

33

34 **Palavras-chave:** banhados, capim-navalha, composição, espécie dominante, fatores
35 ambientais.

36 **Introdução**

37 As áreas úmidas são ecossistemas de alta produtividade e diversidade biológica
38 (Mitsch e Gosselink 1993). Além disso, também desempenham papel importante no
39 armazenamento de água, controle de grandes inundações, recarga de aquíferos
40 subterrâneos, purificação da água e estabilidade climática; além de proporcionarem
41 condições favoráveis à produção de peixes e à agricultura (Maltchik 2003). Esses
42 ecossistemas possuem características próprias dependendo das condições químicas e
43 físicas presentes, bem como do tipo de vegetação e fauna existentes (Carvalho e Ozorio
44 2007). Grande parte da produtividade desses ecossistemas pode ser explicada pela
45 presença de macrófitas aquáticas (Mitsch e Gosselink 1993).

46 As macrófitas aquáticas exercem papel vital em ecossistemas aquáticos como
47 produtores primários, fornecendo alimento e habitat para organismos aquáticos e
48 terrestres (Mitsch e Gosselink 1993). Neste contexto, estas plantas são importantes para
49 o ambiente aquático e constituem um elemento de suma importância para a manutenção
50 do equilíbrio ecológico, pois são fontes de oxigênio, podendo também reter nutrientes e
51 poluentes (Cabrera 1948; Cook 1996).

52 Diversos são os fatores que influenciam a comunidade de macrófitas aquáticas
53 tais como: condições climáticas, composição dos sedimentos, disponibilidade de
54 nutrientes, espaços livres entre as plantas, condições de turbulência e ação de herbívoros
55 (Bianchini Junior 2003; Bornette e Puijalon 2011), assim como a área física e altitude
56 das áreas úmidas, e diversidade do habitat e hidroperíodo (Rolon e Maltchik 2006;
57 Maltchik et al. 2007; Rolon et al. 2008; Ferreira et al. 2010).

58 Além dos fatores abióticos, a própria comunidade de macrófitas aquáticas é
59 influenciada por sua composição, uma vez que influencia a taxa de luminosidade que
60 alcança o sedimento, por exemplo. Muitos experimentos têm demonstrado relações

61 positivas entre diversidade e abundância de plantas, mas poucos testaram a relação
62 diversidade-abundância na presença de espécies dominantes, nativas ou exóticas (Olson
63 e Doherty 2014).

64 Embora se tenha conhecimento da importância que os ambientes aquáticos
65 exercem sobre a preservação da biodiversidade, especialmente da comunidade de
66 macrófitas aquáticas, estes ambientes têm sido destruídos por parte da agricultura e da
67 indústria, bem como para extração de seu solo orgânico (Costa et al. 2003). O
68 conhecimento sobre a fitossociologia, ecologia e/ou relações ambiente-plantas pode
69 contribuir cientificamente para a conservação da biodiversidade desses ambientes; além
70 de subsidiar medidas de manejo, quando necessárias (Thomaz 2002).

71 O Brasil demonstra ser um país de interesse na preservação da biodiversidade,
72 sobretudo das espécies de áreas úmidas (Magalhaes et al. 2013), sendo detentor de 10%
73 do total de espécies botânicas do mundo (Forzza et al. 2010). Embora as pesquisas com
74 macrófitas aquáticas tenham avançado nesse país (Ferreira et al. 2010), ainda há lacunas
75 no conhecimento sobre essa comunidade. Na região sul as planícies de inundação são
76 áreas úmidas representativas (Rolon et al. 2010). Ambientes de águas rasas, como áreas
77 úmidas e pequenas lagoas são característicos. Nessa região, são destaques os trabalhos
78 na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (Thomaz et al. 2009), na Bacia Hidrográfica do
79 Rio dos Sinos (Maltchik et al. 2010), no Sistema Hidrológico do Taim (Irgang 1984;
80 Ferreira et al. 2009) e na região costeira (Rolon et al. 2010).

81 O município de Rio Grande localiza-se em uma região com alta
82 representatividade de ambientes aquáticos (Seeliger et al. 1998), entretanto as pesquisas
83 sobre a dinâmica da vegetação aquática ainda são poucas (Irgang et al. 1984; Cordazzo
84 e Seeliger 1988; Kafer et al. 2011), reforçando assim, a importância do conhecimento
85 das espécies, suas relações ecológicas e a preservação destes ambientes. Alguns dos

86 trabalhos realizados com macrófitas aquáticas em áreas úmidas do município foram
87 desenvolvidos por Costa et al. (2003) e Kafer et al. (2011) em um banhado continental e
88 por Batista et al. (2007) na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde. Outras
89 pesquisas em ambientes aquáticos no município foram desenvolvidos por Palma-Silva
90 et al. (2008), Trindade (2010) e Pereira et al. (2012) em lagoas rasas.

91 Muitos experimentos têm demonstrado relações positivas entre diversidade e
92 abundância de plantas, mas poucos testaram a relação diversidade-abundância na
93 presença de espécies dominantes, nativas ou exóticas (Olson e Doherty 2014). Com
94 base nisso, o presente estudo tem como principal objetivo verificar a influência da
95 espécie nativa dominante *Scirpus giganteus* Kunth sobre a riqueza, diversidade e
96 abundância de macrófitas aquáticas em três áreas úmidas fisionomicamente semelhantes
97 no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. O estudo também objetivou: 1) descrever a
98 composição e fitossociologia das assembleias de macrófitas aquáticas em três áreas
99 úmidas fisionomicamente semelhantes nos períodos amostrados; 2) avaliar diferenças
100 na riqueza e composição específica; 3) detectar padrões de distribuição das espécies de
101 macrófitas aquáticas; 4) avaliar se os fatores ambientais diferem entre as três áreas e os
102 períodos amostrados; 5) identificar quais fatores influenciaram na riqueza de macrófitas
103 aquáticas; e 6) avaliar de que forma os fatores ambientais influenciam a comunidade de
104 macrófitas aquáticas nas três áreas úmidas amostradas.

105

106 **Material e Métodos**

107

108 *Área de Estudo*

109 O estudo foi realizado em três áreas úmidas costeiras ao sul do Estado do Rio
110 Grande do Sul – Brasil (Fig. 1). As áreas amostradas localizam-se: A) Canal São

111 Gonçalo (31,79° S, 52,27° W); B) Senandes (32,22° S, 52,27° W) e C) Taim (32,61° S,
112 52,50° W).



113 **Figura 1.** Localização das áreas amostrais, Rio Grande, RS – Brasil. A) ponte sobre o
114 Canal São Gonçalo; B) Senandes e C) Taim. Fonte: Google Earth (2014).

115

116 Esses complexos de áreas úmidas estão associados a vias fluviais que
117 desembocam na Lagoa dos Patos, por meio do canal São Gonçalo (área A), pela Lagoa
118 Verde (área B) e pela Lagoa Mirim (área C). Os três sistemas são fisionomicamente
119 semelhantes, sendo *Scirpus giganteus* a espécie dominante. A presença de uma mesma
120 espécie dominante assegura que diferenças encontradas na riqueza não sejam causadas
121 por espécies dominantes distintas.

122 A área aqui definida como São Gonçalo fica localizada as margens do Canal
123 São Gonçalo, abaixo da ponte entre as cidades de Pelotas e Rio Grande – BR 392. A
124 paisagem dessa região é bastante heterogênea, formada por um mosaico de vegetação de
125 áreas úmidas, onde em cada fragmento de vegetação há uma espécie dominante
126 diferente. A área denominada Senandes localiza-se a 10 km da RS 734, estrada que liga

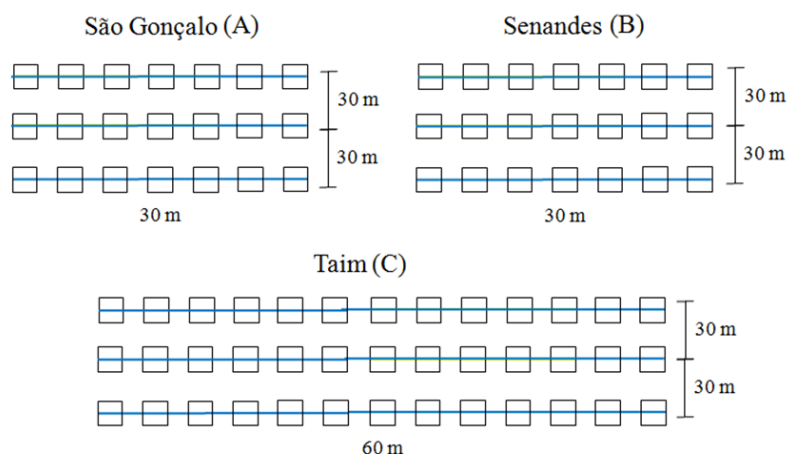
127 Rio Grande ao balneário Cassino, em uma propriedade particular. A região é formada
128 por campos, açudes e áreas úmidas intercaladas entre si. Há presença de atividade
129 agropecuária ao redor, de modo que animais bovinos, equinos e ovinos são
130 notavelmente presentes. A área pertencente ao Taim está localizada a aproximadamente
131 4 km ao leste da Lagoa Jacaré na Estação Ecológica do Taim (ESEC – Taim). Essa
132 apresenta dominância de *Scirpus giganteus* por praticamente toda sua extensão.
133 Próximo à área amostrada encontra-se uma madeireira, cuja principal fonte para
134 extração da madeira é *Pinus elliotti* Engelm.. Há presença de capivaras e menos
135 frequente de gado.

136 O município de Rio Grande localiza-se na planície costeira do litoral sul do
137 Brasil e caracteriza-se pelo clima Subtropical Marítimo, com temperaturas mínima e
138 máxima médias de 15,6°C e 21,7°C (INMET 2014).

139

140 ***Delineamento amostral***

141 Em cada área úmida foram estabelecidos três transectos permanentes sentido
142 borda-interior distanciados entre si cerca de 30 metros, onde nas áreas São Gonçalo e
143 Senandes foram amostradas 21 parcelas em cada, e no Taim 39, totalizando 81 parcelas
144 de 1m² cada, distanciadas cinco metros entre si (Fig. 2). O ponto inicial de cada
145 transecto foi estabelecido a partir do primeiro registro de *Scirpus giganteus*, garantindo
146 que a composição de espécies tenha sido influenciada por essa espécie. Foram
147 realizadas também, expedições mensais para identificação das espécies que não estavam
148 em fases reprodutivas durante a amostragem. As parcelas foram amostradas em dois
149 períodos: dezembro(2013)/janeiro(2014) – Verão – e agosto/setembro(2014) – Inverno.



150 **Figura 2.** Delineamento das parcelas de 1m² nas três áreas úmidas amostradas no sul do
 151 Rio Grande do Sul.

152

153 Em cada parcela foi avaliada a ocupação do estrato horizontal pelas espécies de
 154 macrófitas aquáticas de acordo com a escala visual adaptada de Domin-Krajina
 155 (Ellenberg e Mueller-Dombois 1974) com as seguintes adaptações: 1 = 1 – 5%; 2 = 6 –
 156 10%; 3 = 11 – 20%; 4 = 21 – 30%; 5 = 31 – 40%; 6 = 41 – 60%; 7 = 61 – 80%; 8 = 81-
 157 100%, utilizando a média ponderada dos intervalos de classe para estimativa da
 158 cobertura das espécies presentes. De acordo com a frequência dos táxons nos
 159 quadrantes, os mesmos foram classificados segundo os critérios de Lobo & Leighton
 160 (1986) em: constantes $F > 50\%$; comuns $10\% < F \leq 50\%$ e raros $< 10\%$.

161 A identificação das espécies foi efetuada sob lupa estereoscópica Leica EZ4D,
 162 utilizando a bibliografia brasileira (Irgang e Gastal, 1996; Pott e Pott, 2000; Amaral et
 163 al 2009) e monografias de diversos gêneros e/ou famílias. Além disso, foram realizadas
 164 revisões ao HURG (Herbário Universidade do Rio Grande) para confirmação de
 165 algumas espécies. O enquadramento taxonômico seguiu o proposto pelo APG III (2009)
 166 para angiospermas, e a terminologia da nomenclatura e as abreviações dos nomes dos
 167 autores foram confirmadas a partir de consulta ao banco de dados do Tropicos (2015) e

168 da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza et al. 2015). O material herborizado dos
169 espécimes coletados foi incluído no herbário HURG.

170 Cada espécie foi classificada quanto a sua forma biológica, de acordo com
171 Pedralli (1990), em flutuantes livres, flutuantes fixas, submersas, emergentes e anfíbias.
172 As espécies também foram classificadas quanto ao hábito em: arbustivo, herbáceo,
173 lianescente e epifítico.

174 As características químicas do sedimento foram analisadas através de amostras
175 coletadas com auxílio de um corer com diâmetro de 7 cm, em cada área e período
176 amostrado. As amostras de sedimento foram coletadas nas primeiras parcelas e nas
177 parcelas medianas de cada transecto, totalizando seis amostras por área úmida em cada
178 período (n = 36 amostras). As mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos para
179 posterior envio ao laboratório de fertilidade de solos da Embrapa Clima Temperado,
180 onde foram realizadas as análises de macro e micronutrientes: fósforo (P), potássio (K),
181 cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe)
182 e alumínio (Al) (Silva 1999). Além disso, foram obtidos os valores de pH em água e
183 teor de matéria orgânica (M.O.%) do sedimento (Silva 1999).

184 A profundidade da lâmina d'água foi mensurada com uma vara graduada (cm),
185 posicionada no centro de cada parcela, nos dois períodos de estudo. O pH,
186 condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e concentração de oxigênio ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
187 foram mensurados em todas as parcelas com peagâmetro, condutivímetro, termômetro e
188 oxímetro, respectivamente, no período de inverno.

189 ***Análise dos Dados***

190 Foram realizadas estimativas de riqueza específica, índice de diversidade de
191 Shannon (H') (Whittaker 1972) e a equabilidade pelo índice de Pielou (Pielou 1969) a

192 fim de caracterizar a estrutura da vegetação macrofítica. Esses parâmetros foram
193 calculados para cada área e período amostrado. Também foram calculados os
194 descritores fitossociológicos de índice de valor de importância (IVI), frequência
195 absoluta (FA) e cobertura absoluta (CA) para cada espécie. A suficiência amostral foi
196 estimada em curvas de acumulação de espécies por cada área e período amostrado.

197 Para verificar diferenças nas variáveis ambientais entre as diferentes áreas e
198 períodos realizaram-se Análises de Variância (ANOVAs) utilizando os valores
199 mensurados em cada parcela para variáveis da água no período de inverno e valores
200 mensurados por transecto para variáveis do sedimento como unidades de repetição dos
201 tratamentos. Uma ANOVA também foi realizada para testar diferenças na riqueza
202 específica das áreas e períodos, utilizando a riqueza das parcelas como unidade de
203 repetição dos tratamentos áreas e períodos amostrados. Teste post-hoc de Tukey foi
204 aplicado quando as diferenças foram significativas. Para garantir a normalidade dos
205 dados, esses foram transformados em $\log(x+1)$. Além disso, testes de Durbin-Watson e
206 Bartlett foram realizados para verificar a independência e homocedasticidade dos dados,
207 respectivamente.

208 A fim de avaliar a diferença da composição de macrófitas aquáticas entre as
209 áreas São Gonçalo, Senandes e Taim e entre os diferentes períodos amostrados foi
210 realizada uma Análise Permutacional Multivariada de Variância (PERMANOVA
211 fatorial) com 999 permutações. A matriz de dados para avaliar a diferença entre a
212 composição de espécies foi baseada na cobertura absoluta das espécies, sendo *S.*
213 *giganteus* removida da análise, a fim de reconhecer diferenças além da espécie
214 dominante.

215 Foram realizadas análises de regressão linear simples entre a cobertura absoluta
216 de *Scirpus giganteus* - espécie de maior dominância - e a riqueza de espécies em cada

217 unidade amostral (parcela) para cada área amostrada e para totalidade das áreas
218 amostrais, a fim de avaliar a influência da espécie dominante sobre a riqueza no
219 presente estudo.

220 A fim de reduzir a dimensionalidade dos dados ambientais (água e solo) os
221 mesmos foram ordenados através de uma Análise de Componentes Principais (PCA).
222 Todas as variáveis ambientais foram transformadas em $\log(x + 1)$. Para essa análise,
223 considerou-se os transectos como unidades amostrais, totalizando 18 UAS [(3 transectos
224 x 3 áreas úmidas) x 2 períodos], representados pelos valores médios em cada unidade
225 amostral. Uma regressão múltipla da riqueza em função dos dois primeiros eixos
226 gerados na PCA foi realizada a fim de avaliar a influência das variáveis ambientais
227 sobre riqueza de macrófitas aquáticas.

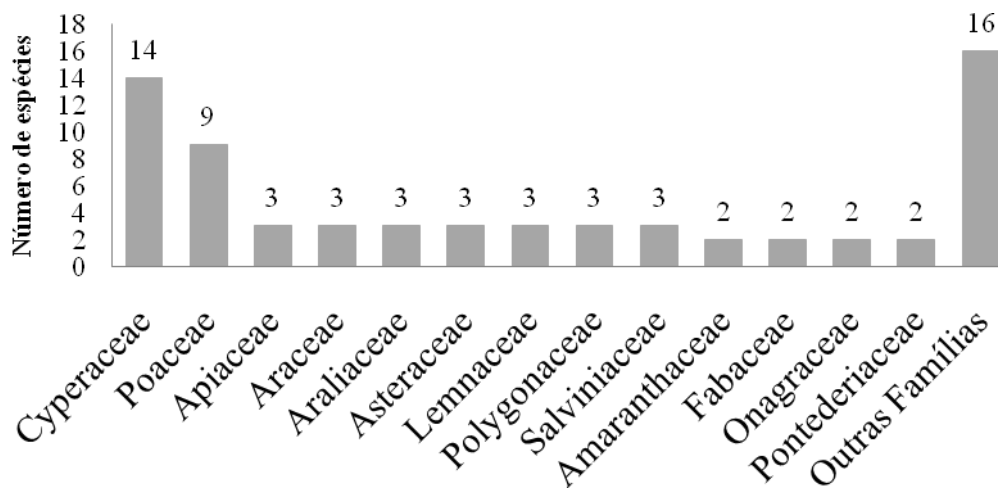
228 Posteriormente foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA),
229 a fim de avaliar como a composição da comunidade varia em função do ambiente. Para
230 essa análise, considerou-se os transectos como unidades amostrais, totalizando 18 UAS
231 [(3 transectos x 3 áreas úmidas) x 2 períodos]. Para realizar essa análise foram
232 elaboradas duas matrizes: uma matriz de espécies e uma matriz formada por valores dos
233 dois primeiros eixos da PCA ambiental. A primeira é constituída pelos valores de
234 frequência absoluta das espécies presentes nas unidades amostrais. Retirou-se da
235 amostra espécies que ocorreram em menos de 3 unidades amostrais (aproximadamente
236 < 10%).

237 Os pacotes vegan (Oksanen et al. 2014), tree (Ripley 2013), labdsv (Roberts
238 2013) e biotools (Silva 2015) do programa estatístico R versão 3.1.2 (R Development
239 Core Team 2014) foram utilizados para realização das análises estatísticas.

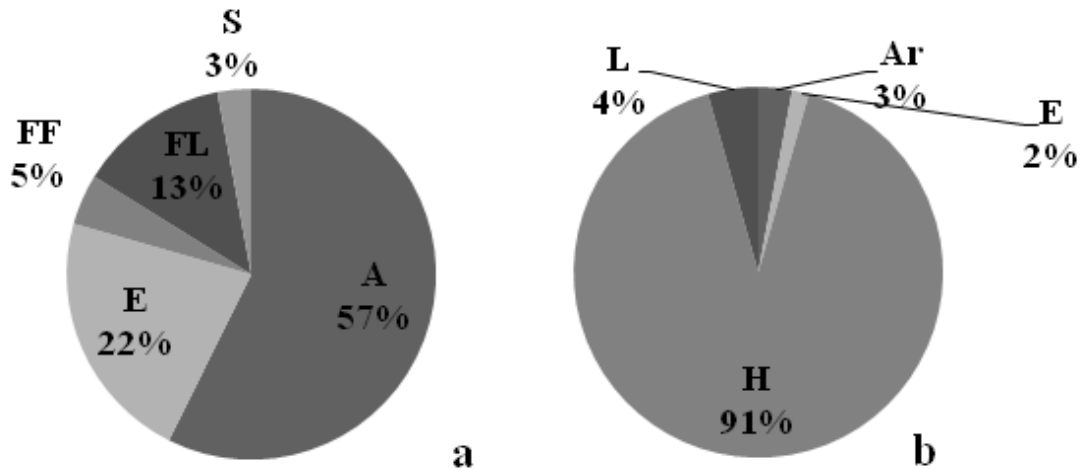
240

241 **Resultados**

242 Foram levantadas 68 espécies de macrófitas aquáticas, distribuídas em 51
243 gêneros e 29 famílias nos três locais de amostragem (Tab.1). Do total de espécies
244 encontradas 47% são monocotiledôneas e 46 % eudicotiledôneas (APG III), enquanto
245 que apenas 6% e 1% pertencem ao grupo das pteridófitas e hepáticas, respectivamente.
246 As famílias mais representativas foram Cyperaceae (14 espécies) e Poaceae (9) (Fig. 3).
247 Essas duas famílias compreenderam 34% das espécies levantadas. A forma biológica
248 mais frequente foi a anfíbia (57%) e o hábito o herbáceo (91%) (Fig. 4).

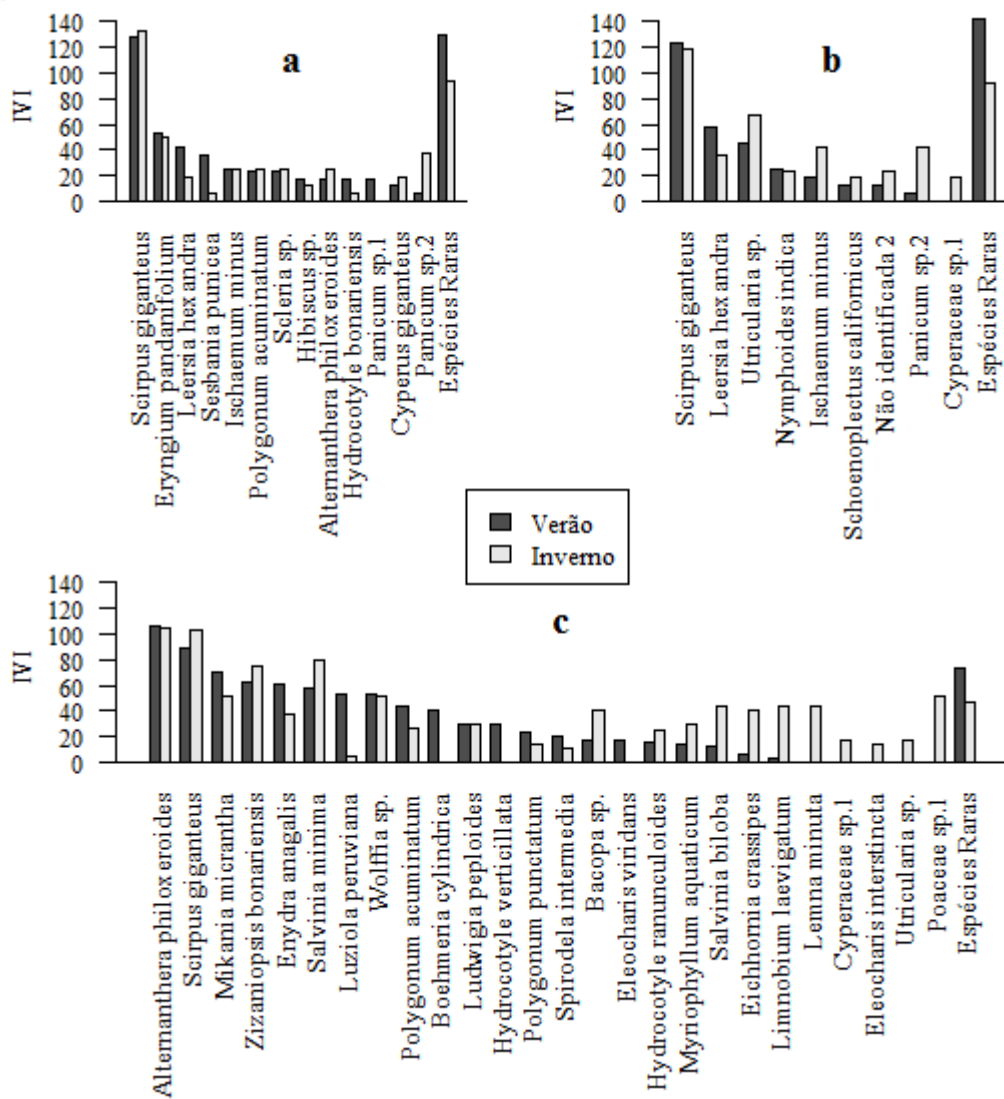


249 **Figura 3.** Riqueza específica por família das três áreas úmidas amostradas no sul do Rio
250 Grande do Sul – Brasil. “Outras famílias” representa o somatório das famílias
251 monoespecíficas.



252 **Figura 4.** Representação gráfica da forma biológica (a) e hábito (b) das espécies
 253 amostradas nas três áreas úmidas do sul do Rio Grande do Sul – Brasil. Forma
 254 Biológica: A = Anfíbia, E = Emergente, FF = Flutuante Fixa, FL = Flutuante Livre, S =
 255 Submersa. Hábito: Ar = Arbustivo, L = Lianescente, E = Epifítico, H= herbáceo.

256 As espécies mais importantes (IVI) foram *Scirpus giganteus* para as áreas São
 257 Gonçalo e Senandes e *Alternanthera philoxeroides* para o Taim (Fig. 5). Para São
 258 Gonçalo são importantes também *Eryngium pandanifolium*, *Leersia hexandra* e
 259 *Sesbania punicea*. Para o Senandes são também importantes *L. hexandra*, *Utricularia*
 260 *sp.*, *Nymphoides indica*, *Ischaemum minus*, *Schoenoplectus californicus*. Para o Taim
 261 *Scirpus giganteus*, *Mikania micrantha*, *Zizaniopsis bonariensis*. *Enydra anagalis*,
 262 *Salvinia minima*, *Luziola peruviana*, *Wolffia sp.*, *Polygonum acuminatum*, *Boehmeria*
 263 *cylindrica* também são importantes, dentre outras (Fig. 5).



264 **Figura 5.** Histogramas com Índice de Valor de Importância - IVI das espécies para as
 265 três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul: a – São Gonçalo; b –
 266 Senandes; c – Taim.

267 **Tabela 1.** Lista de espécies com suas respectivas famílias, hábito, forma biológica e parâmetros fitossociológicos de frequências absoluta (FA) e
 268 cobertura absoluta (CA) registrados em 81 unidades amostrais em três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul, nos períodos de verão e
 269 inverno. Hábito: Ar = Arbustivo, L = Lianescente, E = Epifítico, H= Herbáceo. Forma Biológica: A = Anfíbia, E = Emergente, FF = Flutuante
 270 Fixa, FL = Flutuante Livre, S = Submersa. Em negrito= espécies com maior IVI.

Família/Nome da Espécie	Código da espécie	Hábito/Forma Biológica	São Gonçalo				Senandes				Taim			
			VER		INV		VER		INV		VER		INV	
			FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA
ACANTHACEAE														
<i>Hygrophila costata</i> Ness	Hygc	H/A	9,52	5,25	9,52	5,25	0		0		0		0	
AMARANTHACEAE														
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	Altp	H/E	14,29	6,17	19,05	2,5	0		4,76	2,5	92,31	10,12	92,31	26,06
APIACEAE														
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Cena	H/A	0		0		4,76	2,5	4,76	8	5,13	2,5	0	
<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schlttdl.	eryp	H/A	42,86	11	38,1	20,69	0		4,76	2,5	0		0	
<i>Lilaeopsis</i> sp.	lila	H/E	0		0		0		0		7,69	4,33	0	
ARACEAE														
<i>Lemna minuta</i> Kunth	lemm	H/FL	0		0		0		0		0		38,46	2,87
<i>Spirodela intermedia</i> W. Koch	spii	H/FL	0		0		0		0		17,95	4,07	10,26	2,5
<i>Wolffia</i> sp.	wolf	H/FL	0		0		0		0		46,15	4,5	46,15	17,25
ARALIACEAE														
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	hydb	H/A	14,29	4,33	4,76	2,5	0		0		0		0	
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	hydr	H/A	0		0		0		4,76	2,5	12,82	10,2	23,08	3,72
<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb.	hydv	H/A	0		0		4,76	2,5	0		25,64	2,5	0	

Família/Nome da Espécie	Código da espécie	Hábito/Forma Biológica	São Gonçalo				Senandes				Taim			
			VER		INV		VER		INV		VER		INV	
			FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA
ASTERACEAE														
<i>Enydra anagallis</i> Gardner	enia	H/A	0		0		0		0		53,85	3,55	33,33	8,58
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	mikm	L/A	9,52	5,25	4,76	2,5	0		0		61,54	4,19	46,15	5,58
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	plus	H/A	9,52	2,5	9,52	2,5	0		0		0		0	
CONVOLVULACEAE														
<i>Ipomoea</i> sp.	ipo	L/A	4,76	15,5	4,76	2,5	0		0		0		0	
CYPERACEAE														
Cyperaceae sp.1	cyp	H/A	0		0		0		14,29	28,83	0		15,38	20,33
<i>Cyperus giganteus</i> Vahl	cypg	H/A	9,52	5,25	14,29	4,33	0		0		0		0	
<i>Cyperus haspan</i> L.	cyph	H/A	0		0		0		0		5,13	2,5	0	
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	cypl	H/A	9,52	2,5	0		0		0		0		0	
<i>Cyperus odoratus</i> L.	cypo	H/A	9,52	2,5	0		0		0		0		0	
<i>Cyperus</i> sp.	cyps	H/A	0		0		4,76	2,5	0		0		0	
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	elei	H/A	0		0		0		0		0		12,82	12,8
<i>Eleocharis</i> sp.	eles	H/A	0		0		4,76	2,5	0		0		0	
<i>Eleocharis viridans</i> Kük. ex Osten	elev	H/A	0		0		0		0		15,38	5,58	0	
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye	oxyc	E/A	0		0		4,76	2,5	0		7,69	10,17	5,13	2,5
<i>Rhynchospora</i> sp.2	rhy2	H/A	0		0		9,52	9	0		0		0	
<i>Rhynchospora</i> sp.1.	rhys	H/A	0		0		4,76	15,5	0		0		0	
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják.	schc	H/A	0		0		9,52	2,5	14,29	2,5	5,13	2,5	2,56	2,5
<i>Scirpus giganteus</i> Kunth	scig	H/A	100	81,21	100	80,74	90,48	83,39	90,48	80,76	74,36	59,02	89,74	60,4
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	sclh	H/A	0		4,76	15,5	9,52	2,5	4,76	2,5	0		0	

Família/Nome da Espécie	Código da espécie	Hábito/Forma Biológica	São Gonçalo				Senandes				Taim			
			VER		INV		VER		INV		VER		INV	
			FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA
<i>Scleria</i> sp.	scl	H/A	19,05	2,5	19,05	3,88	0		0		0		0	
EUPHORBIACEAE														
<i>Caperonia hirtella</i> Beille	caph	H/A	9,52	2,5	0		0		0		0		0	
FABACEAE														
<i>Sesbania punicea</i> (Cav.) Benth.	sesp	Ar/E	28,57	3,42	4,76	2,5	0		0		0		0	
<i>Vigna</i> sp.	vig	L/E	0		0		0		0		7,69	2,5	0	
GRATIOLACEAE														
<i>Bacopa</i> sp.	bac	H/E	0		0		0		0		15,38	7,42	35,9	4,14
HALORAGACEAE														
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	myra	H/E	0		0		0		0		12,82	6,2	25,64	14,55
HYDROCHARITACEAE														
<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	liml	H/FL	0		0		0		0		2,56	2,5	38,46	19,63
LENTIBULARIACEAE														
<i>Utricularia</i> sp.	utr	H/S	0		0		33,33	12	52,38	12,86	0		15,38	14,33
MALVACEAE														
<i>Hibiscus</i> sp.	hyb	Ar/E	14,29	6,83	9,52	2,5	0		0		0		0	
MARSILEACEAE														
<i>Marsilea</i> sp.	mar	H/FF	0		4,76	2,5	0		0		0		0	
MELASTOMATACEAE														
<i>Tibouchina asperior</i> (Cham.) Cogn.	tiba	H/A	0		0		4,76	2,5	4,76	8	0		0	
MENYANTHACEAE														
<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	nymi	H/FF	0		0		19,05	10,75	19,05	2,5	0		0	

Família/Nome da Espécie	Código da espécie	Hábito/Forma Biológica	São Gonçalo				Senandes				Taim			
			VER		INV		VER		INV		VER		INV	
			FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA
ONAGRACEAE														
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	ludl	H/A	4,76	2,5	0		0		0		0		0	
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven	ludp	H/A	0		0		0		0		25,64	6,9	25,64	12,8
POACEAE														
<i>Dichanthelium</i> cf. <i>sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	dic	H/A	0		0		0		0		5,13	9	0	
<i>Ischaemum minus</i> J.Presl	iscm	H/A	19,05	27,38	19,05	8,5	14,29	4,33	33,33	8,86	0		0	
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	leeh	H/A	33,33	16,71	14,29	8,67	42,86	18,28	28,57	4,67	2,56	2,5	0	
<i>Luziola peruwiana</i> Juss. ex J.F.Gmel.	luzp	H/E	0		0		9,52	14	4,76	2,5	46,15	5,89	2,56	50,5
<i>Panicum</i> sp.1	pan1	H/A	14,29	4,33	0		0		0		0		0	
<i>Panicum</i> sp.2	pan	H/A	4,76	35,5	28,57	8,17	4,76	8	33,33	7,36	5,13	2,5	5,13	5,25
<i>Poaceae</i> sp.1	poa	H/A	0		4,76	8	0		0		0		46,15	15,83
<i>Poaceae</i> sp.2	poa2	H/	0		0		0		0		0		2,56	8
<i>Zizaniopsis bonariensis</i> (Balansa & Poitr.) Speg.	zizb	H/E	0		4,76	2,5	0		0		53,85	20,12	66,67	22,71
POLYGONACEAE														
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	pola	H/E	19,05	5,25	19,05	6,62	0		0		38,46	3,6	23,08	6,78
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	polp	H/E	0		0		0		0		20,51	2,5	12,82	7,7
<i>Polygonum</i> sp.	pol	H/E	0		0		0		0		0		5,13	2,5
PONTERIACEAE														
<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	eica	H/FF	0		0		0		0		0		2,56	2,5
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	eicc	H/FL	0		0		0		0		5,13	2,5	35,9	5,86
POTAMOGETONACEAE														

Família/Nome da Espécie	Código da espécie	Hábito/Forma Biológica	São Gonçalo				Senandes				Taim				
			VER		INV		VER		INV		VER		INV		
			FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	FA	CA	
<i>Potamogeton</i> sp.	pot	H/S	0		0		0		9,52	5,25	0		0		
RICCIACEAE															
<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	ricn	H/FL	0		0		0		9,52	2,5	0		0		
SALVINIACEAE															
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	azof	H/FL	0		0		0		4,76	2,5	2,56	2,5	7,69	2,5	
<i>Salvinia biloba</i> Raddi	salb	H/FL	0		0		0		0		10,26	17,25	38,46	13,33	
<i>Salvinia minima</i> Baker	salm	H/FL	0		0		0		4,76	2,5	48,72	32,71	69,23	55,13	
SOLANACEAE															
Solanaceae sp.1	sol	H/E	4,76	2,5	0		0		0		0		0		
URTICACEAE															
<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	boeh	H/E	9,52	30,5	0		0		0		35,9	3,29	0		
XYRIDACEAE															
<i>Xyris</i> sp.	xyr	H/E					9,52	14							
SI															
Não identificada 1	si1	H/E	0		0		9,52	5,25	9,52	5,25	0		0		
Não identificada 2	si2	H/A	4,76	8	4,76	2,5	9,52	2,5	19,05	5,75	0		5,13	2,5	

271 As curvas de acumulação de espécies (Fig. 6) indicaram a estabilização da
 272 riqueza nas três áreas analisadas. O Taim foi a área mais rica e obteve maiores valores
 273 para o Índice de Shannon-Wiener. O índice equabilidade de Pielou variou entre 0,83 e
 274 0,89 (Tab. 2). A riqueza total de espécies por estação variou entre 20 e 31 nas áreas
 275 amostradas. A maioria das espécies foi classificada como comum ou rara (Tab. 2).
 276 Considerando apenas as áreas amostradas, as espécies raras representaram 25%, 30% e
 277 32% do total de espécies amostradas nas áreas São Gonçalo, Senandes e Taim,
 278 respectivamente. Apenas *Scleria hirtella* apresentou-se rara simultaneamente nas três
 279 áreas (2%, 7% e 1%, respectivamente), enquanto que, apenas *Panicum* sp. foi comum
 280 em todas as áreas e períodos amostrados.

281

282 **Tabela 2.** Indicadores de diversidade das macrófitas aquáticas e número de espécies
 283 frequentes, comuns e raras amostradas em três áreas úmidas no Sul do Rio Grande do
 284 Sul, nos dois períodos amostrados (verão e inverno). (R) riqueza, (H') diversidade de
 285 Shannon e (J') equabilidade de Pielou.

	São Gonçalo		Senandes		Taim	
	VER	INV	VER	INV	VER	INV
R área	28		28		40	
R estação	24	21	20	21	31	31
Constantes	1	1	1	2	5	4
Comuns	10	8	4	7	14	18
Raras	13	12	15	12	12	9
H'	2,78	2,55	2,47	2,57	3,02	3,07
J'	0,88	0,84	0,83	0,84	0,88	0,89

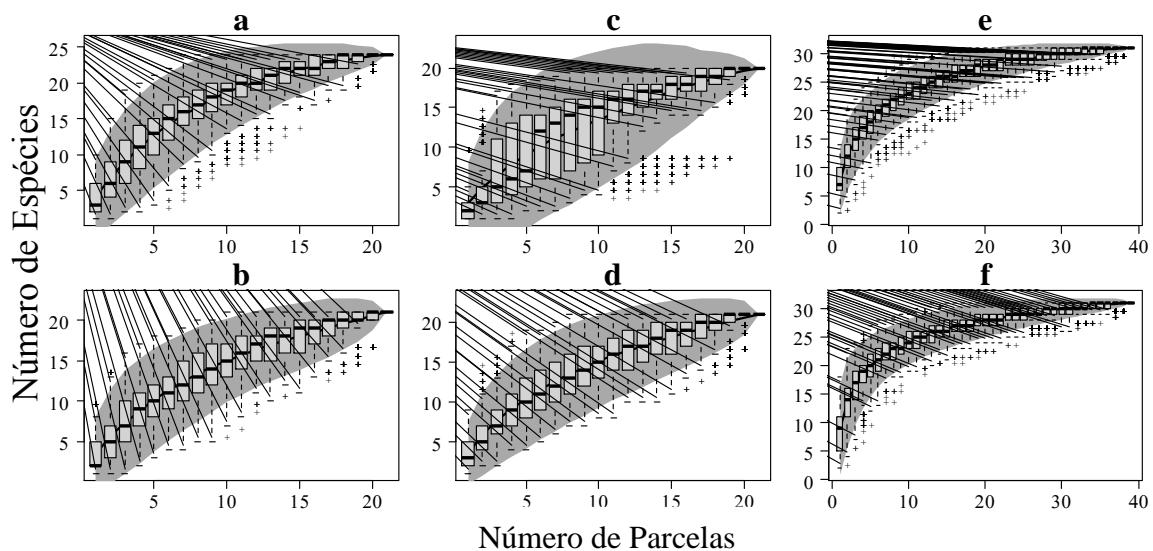
286

287 Na área São Gonçalo, *Scirpus giganteus* foi a única espécie constante, estando
 288 presente em 100% das UAS, tanto no verão quanto no inverno, e ambas apresentando

289 coberturas absolutas de 81% aproximadamente. Em seguida, *Eryngium pandanifolium*,
290 *Leersia hexandra* e *Sesbania punicea* apresentaram valores de frequência entre 19 e
291 43% (Tab.1), porém com baixos valores de cobertura absoluta para ambos os períodos
292 (3% a 21%). *Panicum* sp.1 esteve pouco frequente no verão, mas sua cobertura foi
293 evidente (36%) e no inverno ocorreu o contrário (FA = 29% e CA = 8%).

294 Na área Senandes, *S. giganteus* também foi constante em ambos os períodos
295 (FA = 90%), porém no inverno também *Utricularia* sp. (FA = 52%) foi constante.
296 Dentre as dez espécies comuns do Senandes para o verão, destacam-se *L. hexandra* (FA
297 = 43% e CA = 18%), *Utricularia* sp. (FA = 33% e CA = 12%) e *Nymphoides indica*
298 (FA = 19% e CA = 11%). Das oito espécies comuns do Senandes no inverno destacam-
299 se *Ischaemum minus*, *Panicum* sp.2 (ambos com FA = 33%) e *L. hexandra* (FA = 29%).

300 O Taim apresentou mais espécies constantes; cinco no verão e quatro no
301 inverno. Dentre essas, *Scirpus giganteus*, *Alternanthera philoxeroides*, e *Zizaniopsis*
302 *bonariensis* são constantes em ambos os períodos. *Enydra anagalis* e *Mikania*
303 *micrantha* foram constantes no verão, enquanto que *Salvinia minima* foi constante no
304 inverno. Ao contrário das outras áreas, *S. giganteus* não foi o mais frequente (FA_{ver} =
305 74% e FA_{inv} = 90%) e sim *A. philoxeroides* (FA_{ver} = 92% e FA_{inv} = 92%), seguida de *S.*
306 *giganteus*, *M. micrantha*, *E. anagalis* e *Z. bonariensis* no verão; e *S. giganteus*, *S.*
307 *minima* e *Z. bonariensis* (Tab.1) no inverno. Entretanto, *S. giganteus* obteve maior valor
308 de CA na área (60%). Dentre as espécies comuns no verão destacam-se *S. minima*,
309 *Luziola peruviana*, *Polygonum acuminatum*, *Wolffia* sp. e *Boehmeria cylindrica*, com
310 valores de FA entre 36% e 49%. No inverno destacam-se *Wolffia* sp., *M. micrantha*,
311 *Limnobium laevigatum*, *Bacopa* sp., *Eichhornia crassipes* e *E. anagalis*, com valores de
312 FA variando entre 33% e 46%.



313

314 **Figura 6.** Curvas de Acumulação de Espécies para as três áreas úmidas e para os
 315 períodos amostrados no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. a – São Gonçalo (Verão); b
 316 – São Gonçalo (Inverno); c – Senandes (Verão); d – Senades (Inverno); e – Taim
 317 (Verão); f – Taim (Inverno).

Variáveis ambientais e macrófitas aquáticas

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

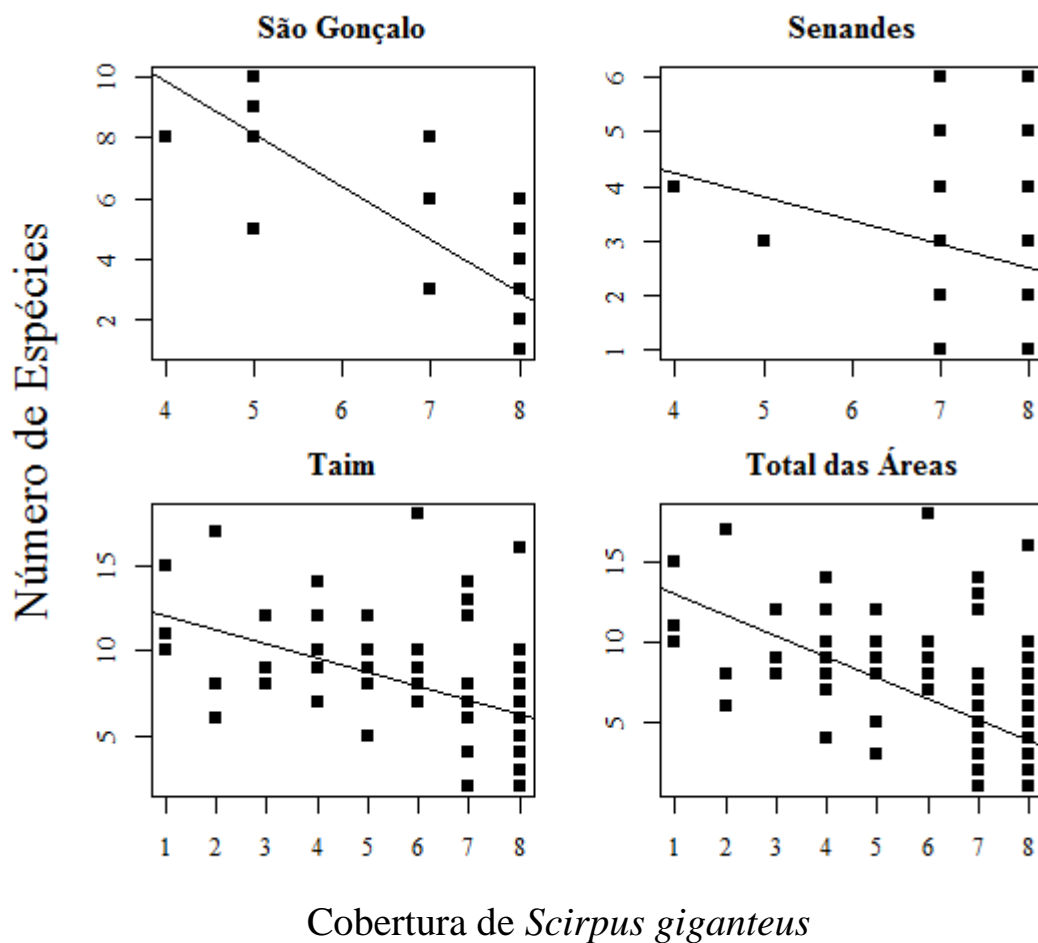
328

Em relação às variáveis ambientais do sedimento, foi evidenciada diferença significativa, entre as áreas e períodos amostrados, sobre as variáveis: pH em água, teores de magnésio, boro, cobre e zinco do componente químico do sedimento (Tab. 3). Todas as variáveis abióticas da água foram significativamente diferentes entre as áreas úmidas amostradas (Tab. 4). Para a maioria das variáveis, distinguiram-se três grupos (as variáveis foram estatisticamente diferentes entre as três áreas úmidas), exceto para as variáveis oxigênio, profundidade no inverno e pH, nas quais distinguiram-se dois grupos. Houve diferença significativa na profundidade entre as áreas ($F = 45,27$; $p = 2,87 \times 10^{-16}$) e entre as estações ($F = 67,08$; $p = 8,27 \times 10^{-14}$).

Houve diferença significativa na riqueza de macrófitas aquáticas entre as áreas úmidas ($F = 48,64$; $p = 2 \times 10^{-16}$), sendo o Taim a área mais rica, mas não houve

329 diferença significativa entre os períodos ($F = 1,18$; $p = 0,28$) e não houve interações
 330 entre os dois fatores ($F = 1,15$; $p = 0,32$). A composição de espécies foi diferente entre as
 331 áreas úmidas ($F = 37,13$, $p = 0,001$) e entre os períodos estudados ($F = 5,46$, $p = 0,001$).

332 Foi constatada relação negativa entre a riqueza e a cobertura de *Scirpus*
 333 *giganteus* quando as áreas amostradas foram analisadas em conjunto ($R^2_{adj} = 0,379$; $p =$
 334 2×10^{-16}). Também foi constatada uma relação negativa entre a riqueza e a cobertura
 335 dessa espécie nas áreas São Gonçalo e Taim (São Gonçalo: $R^2_{adj} = 0,578$; $p = 3,16 \times 10^{-9}$;
 336 Senandes: $R^2_{adj} = 0,037$; $p = 0,127$; Taim: $R^2_{adj} = 0,225$; $p = 4,47 \times 10^{-5}$). À medida que a
 337 cobertura de *S. giganteus* reduz tende a aumentar a riqueza de macrófitas aquáticas (Fig.
 338 7).



339 **Figura 7.** Regressão entre a riqueza e cobertura de *Scirpus giganteus* Kunth em cada
 340 área e em todas as áreas amostradas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil.

341 **Tabela 3.** Médias e desvios-padrão, entre parênteses, das variáveis abióticas do
 342 sedimento das três áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul mensuradas nos períodos
 343 de verão e inverno.

	São Gonçalo		Senandes		Taim		Valor-F
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	
pH em água	5.8(0.4) ^a	5.7(0.1) ^a	5.7(0.2) ^a	5.2(0.3) ^{ab}	5.6(0.1) ^{ab}	5.8(0.2) ^a	7,03**
Alumínio (cmolc/dm ³)	0.0(0.1)	0.0(0.0)	0.1(0.0)	0.1(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0,11
Cálcio (cmolc/dm ³)	9.2(1.8)	10.2(1.4)	3.2(0.9)	4.9(0.6)	4.6(1.3)	6.1(1.7)	1,11
Magnésio (cmolc/dm ³)	3.3(0.6) ^b	4.8(0.6) ^a	0.8(0.2) ^c	0.4(0.1) ^d	0.3(0.2) ^d	0.8(0.2) ^c	22,59***
Potássio (mg/dm ³)	0.2(0.1)	0.2(0.1)	0.2(0.2)	0.2(0.1)	0.1(0.0)	0.1(0.0)	1,94
M.O. (%)	6.2(1.2)	8.2(1.4)	8.2(0.5)	9.2(0.4)	7.4(3.0)	8.4(1.5)	0,31
Fósforo (mg/dm ³)	3.2(0.7)	3.8(1.0)	7.6(2.8)	6.4(2.8)	8.4(2.6)	7.6(3.0)	0,94
Boro (mg/dm ³)	1.4(0.3) ^a	0.9(0.3) ^b	0.2(0.1) ^c	0.2(0.0) ^c	0.4(0.2) ^c	0.4(0.1) ^c	4,66*
Cobre (mg/dm ³)	1.4(0.2) ^{ab}	1.9(0.4) ^a	0.3(0.1) ^d	1.2(0.5) ^{bc}	0.4(0.1) ^d	0.9(0.1) ^c	4,67*
Zinco (mg/dm ³)	5.4(0.6) ^{ab}	7.8(1.2) ^a	2.1(0.8) ^d	3.5(0.7) ^{bc}	3.4(1.5) ^{cd}	2.6(0.7) ^{cd}	5,87**
Manganês (mg/dm ³)	12.6(7.8)	17.5(5.7)	26.8(48.3)	8.6(3.1)	11.3(6.1)	6.6(2.4)	1,09
Ferro (g/dm ³)	3.4(1.3)	3.5(0.8)	0.6(0.5)	0.3(0.4)	2.0(0.8)	1.4(0.8)	1,07

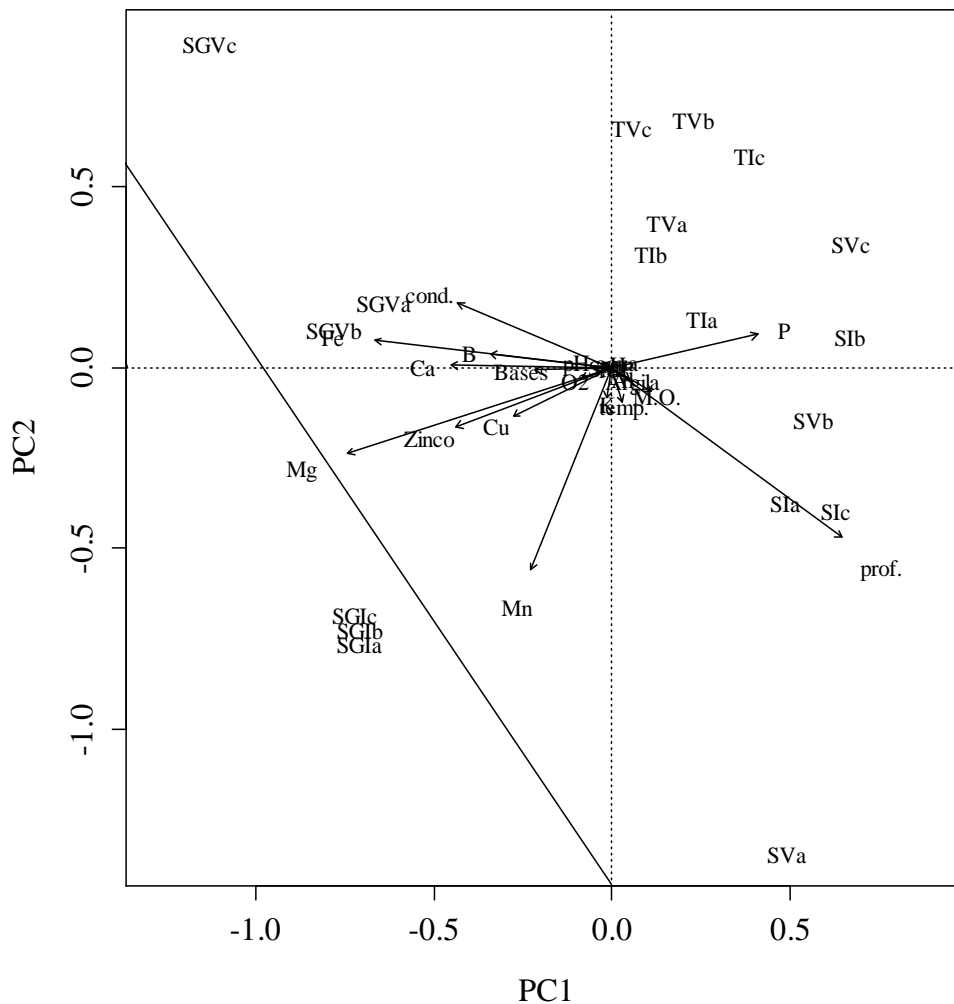
Letras iguais ao longo das linhas representam grupos homogêneos;*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05

344 **Tabela 4.** Médias e desvios-padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas da água
 345 mensuradas no período de inverno, e da variável profundidade no verão e no inverno,
 346 nas três áreas úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul.

	São Gonçalo	Taim	Senandes	Valor-F	P-valor
Condutividade elétrica (μS.cm ⁻¹)	194,5(41,6) ^a	159,8(13,4) ^b	84,2(17,2) ^c	112,1** *	2x10 ⁻¹⁶
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,7(2,8) ^a	5,8(1,6) ^b	6,8(2,7) ^{ab}	4,89**	0,00998
pH	6,39(0,15) _b	6,60(0,32) _a	6,39(0,12) _b	7,663** *	0,00091 5
Profundidade Inverno (cm)	34(11) ^b	41(15) ^b	57(12) ^a	15,58** *	2,02x10 ⁻⁶
Profundidade Verão (cm)	10(8) ^c	20(20) ^b	46(9) ^a	31,05** *	1,2x10 ⁻¹⁶
Temperatura (°C)	12,8(0,5) ^b	10,8(1,6) ^c	14,5(0,7) _a	67,78** *	2x10 ⁻¹⁶

Letras iguais ao longo das linhas representam grupos homogêneos;*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05

347 A análise de ordenação dos dados ambientais explicou 71,2 % da variação nos
 348 dados. O primeiro eixo esteve representado pelas variáveis: cálcio, magnésio, fósforo,
 349 boro, cobre, zinco, ferro, condutividade elétrica e, em menor proporção, pelas variáveis
 350 pH em água, matéria orgânica e oxigênio dissolvido. Já o segundo eixo esteve
 351 representado pelas variáveis profundidade da água, manganês, e, em menor proporção,
 352 pelas variáveis potássio, pH e temperatura da água (Fig. 8). O modelo mostrou-se
 353 significativo ($F = 3,90$, $p = 0,043$). A riqueza esteve positivamente correlacionada com
 354 o segundo eixo de ordenação da PCA ($R^2_{adj} = 0,17$, $p = 0,033$, $r = 5,36$).

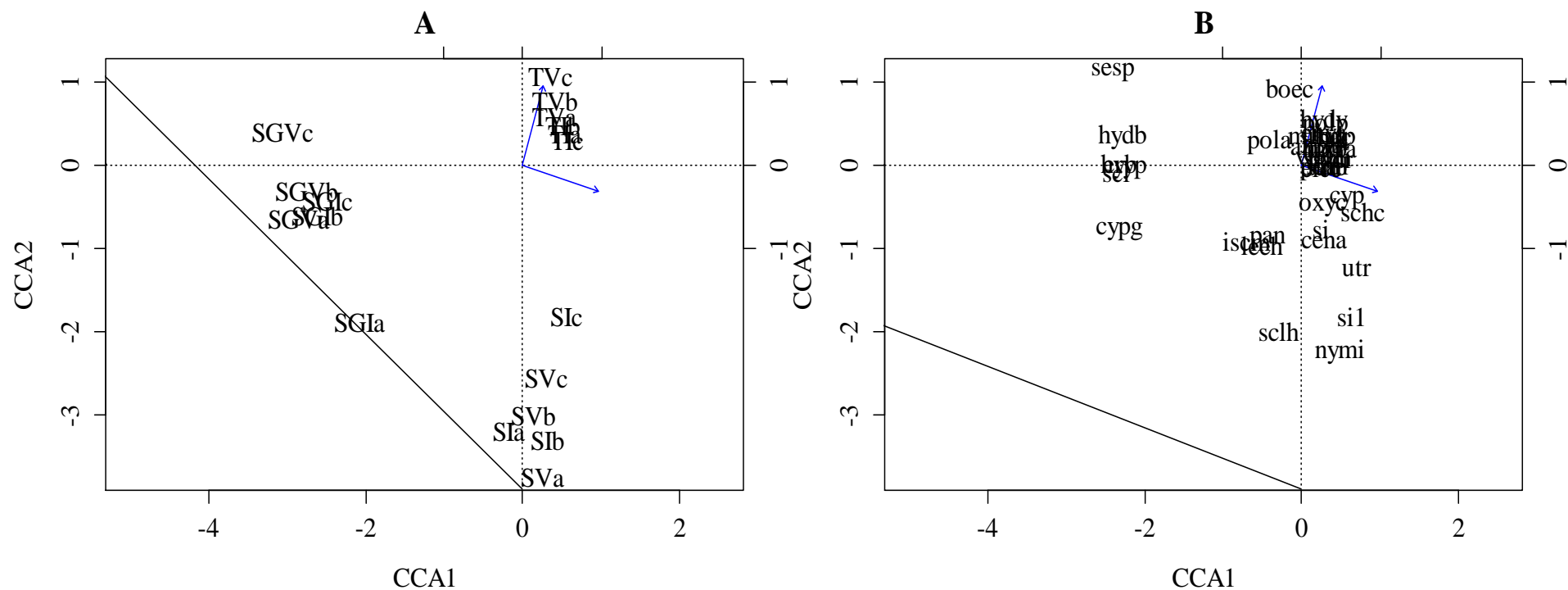


355 **Figura 8.** Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais da água e
 356 do sedimento em três áreas úmidas no Sul do Rio Grande do Sul. Siglas: SV: Senandes
 357 Verão; SI: Senandes Inverno, SGV: São Gonçalo Verão; SGI: São Gonçalo Inverno;

358 TV: Taim Verão; TI: Taim Inverno. As letras a, b e c correspondem aos primeiro,
359 segundo e terceiro transectos, respectivamente, de cada área; “Al”: alumínio; “Ca”:
360 cálcio; “cond.”: condutividade elétrica da água; “Cu”: cobre; “Fe”: ferro; “M.O.”:
361 matéria orgânica; “Mg”: magnésio; “K”: potássio; “Mn”: manganês; “O2”:
362 dissolvido na água; “P”: fósforo; “B”: boro; “pH agua”: pH em água; “pH”:
363 hidrogeniônico; “prof.”: profundidade da coluna d’água; “temp.”: temperatura da água.

364 Os dois primeiros eixos gerados pela CCA explicaram 37,5% da variação na
365 composição de espécies, sendo que o primeiro explicou 22,1% e o segundo 15,3% da
366 variação. A aleatorização dos dados gerados pelo teste de permutação revelou
367 significância da associação entre as matrizes biológica e ambiental ($F = 4,494$, $p =$
368 $0,001$). Assim como, os eixos da PCA estavam correlacionados com os eixos da
369 ordenação canônica ($p < 0,001$ e $p = 0,002$). A ordenação das unidades amostrais (Fig. 9)
370 evidenciou a diferença entre os banhados, formando três grupos. Não houve
371 diferenciação entre as UAS de inverno e verão.

372 O primeiro eixo CCA está negativamente e fortemente relacionado a espécies
373 que ocorreram com exclusividade no São Gonçalo, como *Hydrocotyle bonariensis*,
374 *Hybiscus* sp. e *Cyperus giganteus*. Em oposição, esse eixo está positivamente
375 relacionado com o eixo I da PCA, e com espécies frequentes no Taim e no Senandes. O
376 eixo II da CCA apresenta relação positiva com as amostras do Taim e com o eixo II da
377 PCA e relação negativa, porém maior, com amostras do Senandes. *Nymphoides indica*,
378 *Scleria hirtella*, *Utricularia* sp. são bastante influentes nesse eixo.



379 **Figura 9.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre a frequência absoluta nos transectos e os primeiros eixos da PCA ambiental em três
 380 áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul – Brasil. A – Eixos da PCA e unidades amostrais dispostas; B – Eixos da PCA e espécies dispostas. As
 381 siglas das espécies estão de acordo com a Tabela1. Siglas: SV: Senandes Verão; SI: Senandes Inverno , SGV: São Gonçalo Verão; SGI: São
 382 Gonçalo Inverno; TV: Taim Verão; TI: Taim Inverno. As letras a, b e c correspondem aos primeiro, segundo e terceiro transectos,
 383 respectivamente, de cada área.

384

385 **Discussão**

386 A riqueza de macrófitas aquáticas nas três áreas úmidas durante os dois
387 períodos amostrados, pode ser considerada representativa, tomando-se como base o
388 tamanho total amostrado e trabalhos realizados em locais com espécies dominantes
389 na vegetação, como em Kafer (2013, dados não publicados) e Mauhs et al. (2006), os
390 quais encontraram 22 e 18 espécies. Já em trabalhos sem dominância evidente de
391 uma espécie ou em escalas geográficas maiores é possível verificar uma maior
392 riqueza de espécies, como, por exemplo, em Cervi et al. (2009), no qual a riqueza foi
393 de 117 espécies. Rolon et al. (2010) relataram a existência de aproximadamente 250
394 espécies de macrófitas aquáticas no Rio Grande do Sul. Já Irgang e Gastal (1996)
395 afirmam a existência de 400 a 500 espécies de macrófitas aquáticas no Estado.

396 Diversos trabalhos em áreas úmidas tem constatado Cyperaceae e Poceae
397 como as famílias mais representativas nesses locais (Mauhs et al. 2006; Pivari et al.
398 2008; Cervi et al. 2009; Ferreira et al. 2010; Rolon et al. 2010; Kafer et al. 2011;
399 Pivari et al. 2011; Cunha et al. 2012). Essas famílias também são representativas no
400 Rio Grande do Sul. A forma biológica anfíbia e o hábito herbáceo predominantes
401 também foram constatados na maioria dos estudos com macrófitas aquáticas (Pivari
402 et al. 2011 e Kafer et al. 2011). Costa et al. (2003) encontraram hábito herbáceo
403 como o mais frequente (46%) em uma área úmida da mesma região climática desse
404 estudo. Já em Cervi et al. (2009) a forma anfíbia foi a segunda mais frequente, sendo
405 a emergente predominante.

406 Os menores valores de riqueza, diversidade específica e equabilidade de
407 Pielou no São Gonçalo e no Senandes em relação aos valores encontrados no Taim
408 podem estar relacionadas com uma maior variação hidrológica (profundidade da
409 água) nessas áreas. Diversos autores relatam relação e importância do ciclo

410 hidrológico na estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas (Maltchik et al.
411 2007; Thomaz et al. 2009; Bornette e Puijalon 2011). Essas diferenças também
412 podem ter sido causadas pela influência do tamanho das áreas, visto que quanto
413 menores as áreas, menor é a capacidade de retenção da água (maior
414 evapotranspiração), assim como menor a área potencial a ser colonizada. Embora
415 pequenas áreas úmidas também possam apresentar alta riqueza de macrófitas
416 aquáticas (Rolon e Maltchik 2006), o tamanho da área úmida é considerado um
417 importante determinante para a riqueza de plantas aquáticas (Rolon et al. 2012).

418 No presente estudo, a cobertura de *Scirpus giganteus*, foi determinante na
419 riqueza das áreas úmidas amostradas influenciando negativamente a riqueza de
420 macrófitas aquáticas nas unidades amostrais, corroborando com os trabalhos de
421 Kandus e Adamoli (1993) e Kafer et al. (2011), também realizados com *S. giganteus*.
422 Kafer (2013, dados não publicados) relatou relação negativa entre a cobertura de *S.*
423 *giganteus* e luminosidade que chega ao substrato (radiação fotossinteticamente
424 ativa). *S. giganteus* possui alta densidade de folhas no dossel e uma ampla expansão
425 de biomassa tanto acima quanto abaixo do sedimento (Cabrera 1970). Ervin e Wetzel
426 (2002), verificaram influência de outra macrófita aquática dominante, *Juncus effusus*
427 L., sobre a riqueza, diversidade e composição florística de macrófitas aquáticas em
428 uma área úmida dos Estados Unidos e sua relação com baixa disponibilidade de luz
429 sobre a comunidade macrofítica. Assim como nesse estudos, a presença e cobertura
430 de *S. giganteus* influenciou a riqueza e a composição de macrófitas nas áreas
431 estudadas, isso possivelmente deve-se ao fato da espécie interferir na
432 disponibilidade de luz e espaço para outras espécies, fatores limitantes ao
433 desenvolvimento de plantas (Thomaz 2002; Biudes e Camargo 2008).

434 A menor frequência da espécie dominante *Scirpus giganteus* no Taim em
435 relação as outras áreas pode estar relacionada à presença de capivaras (*Hydrochoerus*
436 *hydrochaeris*) na região. Verificou-se nessa área várias parcelas onde as capivaras
437 derrubaram *S. giganteus* e forragearam *Zizaniopsis bonariensis*. A presença de
438 grandes animais nas áreas úmidas, como as capivaras, influencia diretamente a
439 disponibilidade de luz e nutrientes na vegetação, uma vez que circulando por entre a
440 vegetação, eles abrem caminhos por onde a luz penetra facilmente. Além disso, a
441 presença desses grandes herbívoros aumenta a disponibilidade de nutrientes no
442 ecossistema através de suas excretas, facilitando reciclagem de nutrientes na cadeia.

443 O fato de não ter sido constatada relação entre a riqueza e a cobertura de
444 *Scirpus giganteus* no Senandes, pode estar relacionado à alta cobertura dessa espécie
445 em quase todas as parcelas. Assim, para o modelo de regressão, não pode-se ter
446 como parâmetro a riqueza onde a cobertura dessa espécie tenha sido baixa.

447 Embora tenha ocorrido diferenças entre as áreas e períodos amostrados em
448 relação as várias variáveis do componente químico do sedimento e da coluna d'água,
449 apenas algumas foram explicativas na riqueza e composição de espécies. Dentre as
450 variáveis, as principais foram profundidade da água, manganês, e, em menor
451 proporção, as variáveis potássio, pH e temperatura da água, as quais estiveram
452 relacionadas ao eixo II da PCA. Segundo os dados da PCA e da CCA deste estudo,
453 águas mais profundas e maiores concentrações de manganês refletiram menor
454 riqueza.

455 A profundidade da água está fortemente relacionada à penetração de luz em
456 ambientes aquáticos (Spence 1982, Casanova e Brock 2000), fator esse indispensável
457 para a realização da fotossíntese pelas plantas. Outra variável que relaciona-se com a
458 profundidade da água e a luminosidade nesses ambientes é a temperatura da água.

459 Ambientes aquáticos rasos apresentam maiores temperaturas (maior penetração de
460 luz) em relação a ambientes mais profundos. Corroborando com o presente estudo,
461 Mauhs et al. (2006) também obtiveram relação negativa entre a riqueza e a
462 profundidade de áreas úmidas do Rio Grande do Sul. Entretanto, Della Bella et al.
463 (2008) verificaram relação positiva entre a profundidade da água e a riqueza de
464 espécies em áreas úmidas da Itália. Porém, essa relação foi utilizada para diferenciar
465 áreas úmidas permanentes (maiores profundidades) de áreas úmidas temporárias
466 (menores profundidades). Rolon et al. (2008) demonstraram menor riqueza em áreas
467 úmidas temporárias (intermitentes) do que em áreas úmidas permanentes. Ferreira et al.
468 (2010) e Cunha et al. (2012) encontraram relação entre a composição de espécies e a
469 profundidade da água.

470 De acordo com Casanova e Brock (2000) o aumento da profundidade da
471 água compromete a habilidade que as plantas emergentes têm em alcançar a
472 superfície da água. Das espécies associadas a menores profundidades da água pode-
473 se citar as emergentes *Boehmeria cylindrica* e *Sesbania punicea*. Por outro lado, a
474 espécie flutuante *Nymphoides indica* e a espécie submersa *Utricularia* sp. estiveram
475 associadas a maiores profundidades nas áreas estudadas. David (1996) e Kutschker et
476 al. (2014) também relataram relação positiva entre espécies flutuantes e submersas
477 com a profundidade da água.

478 Em sedimentos de áreas úmidas, há uma demanda substancial por oxigênio,
479 que condiciona as plantas a perderem oxigênio através de suas raízes e a sofrerem
480 efeitos adversos de fitotoxinas no solo, tais como a forma reduzida do manganês
481 (Pezeshki 2001). Esse fenômeno pode selecionar espécies que também utilizam
482 oxigênio atmosférico como uma fonte alternativa desse gás, ou que tenham
483 adaptações para evitar a perda de oxigênio (Bornette e Puijalon 2011). Os limites de

484 toxicidade de manganês variam entre espécies (Kerbaui 2004), mas de modo geral, a
485 toxicidade do manganês, influenciada pela demanda de oxigênio em sedimentos
486 aquáticos, pode ter influenciado negativamente a riqueza e composição de espécies
487 no presente estudo. Embora alguns autores relatem a importância do pH na riqueza e
488 na estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas (Della Bella et al. 2008), no
489 presente estudo essa variável obteve baixa proporção de explicação sobre a riqueza e
490 composição de macrófitas aquáticas.

491 Houve maior dispersão específica entre as áreas amostradas do que entre os
492 períodos. Isso revela menor substituição de espécies ao longo do tempo. O fato de a
493 riqueza de macrófitas aquáticas não diferir estatisticamente entre os períodos
494 amostrados pode estar relacionada à habilidade de espécies anfíbias suportarem a
495 variação hidrológica e permanecerem na comunidade ao longo do tempo. Indicando
496 que as variáveis locais e regionais peculiares de cada área úmida tiveram maior
497 influência na estruturação da composição de espécies de macrófitas do que a
498 variação temporal das variáveis ambientais.

499 Desta forma, pode-se concluir que a presença da espécie dominante *Scirpus*
500 *giganteus* foi influente na riqueza de espécies de macrófitas aquáticas nas áreas
501 úmidas amostradas no sul do Rio Grande do Sul. Além disso, a variação na riqueza e
502 composição das macrófitas aquáticas também foi reflexo das peculiaridades de cada
503 banhado, como a variação na profundidade da água, e características químicas do
504 sedimento e da água em cada área. Entender a importância das interações biológicas
505 na estruturação de comunidades é essencial para direcionar estratégias de
506 conservação. As áreas amostradas e ocorrência de espécies dominantes são
507 representativas das áreas úmidas do sul do Brasil, nesse sentido, resultados tais como
508 os discutidos no presente estudo podem contribuir para um plano de gestão das áreas

509 úmidas remanescentes do sul do Brasil com o propósito de manter a biodiversidade
510 de espécies e de ecossistemas aquáticos.

511

512 **Referências Bibliográficas**

513

514 Amaral M do CE, Bittrich V, Faria AD, Anderson LO, Aona LYS (2009) Guia de
515 Campo para Plantas Aquáticas e Palustres do Estado de São Paulo. Holos, São Paulo

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

519 Batista TDL, Canteiro R de CA, Dorneles LP, Colares IG (2007) Levantamento
520 florístico das comunidades vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde ,
521 Rio Grande , RS. *Revista Brasileira de Biociências* 5:225–227.

522 Beltman B, Omtzigt NQA, Vermaat JE (2011) Turbary Restoration Meets Variable
523 Success: Does Landscape Structure Force Colonization Success of Wetland Plants?
524 *Restoration Ecology* 19:185–193. Doi: 10.1111/j.1526-100X.2010.00711.x

525 Bianchini Junior I (2003) Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas
526 aquáticas. In: Thomaz SM, Bini LM (eds). *Ecologia e manejo de macrófitas*
527 *aquáticas*. Eduem, Maringá, pp 85-126.

528 Biudes JFV, Camargo AFM (2008) Estudo dos fatores limitantes à produção
529 primária por macrófitas aquáticas no Brasil. *Oecologia Australis* 12:7–19. Doi:
530 10.4257/oeco.2008.1201.01

531 Bornette G, Pujalon S (2011) Response of aquatic plants to abiotic factors: A
532 review. *Aquatic Sciences* 73:1–14. Doi: 10.1007/s00027-010-0162-7

533 Cabrera AL (1970) Flora de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica
534 INTA, Buenos Aires

535 Cabrera AL, Fabris HA (1948) Plantas acuáticas de la Provincia de Buenos Aires,
536 5rd edn. Publicações Técnicas, La Plata

537 Carvalho ABP, Ozorio CP (2007) Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do
538 Sul, Brasil. Revista de Ciências Ambientais 1:83–95.

539 Casanova MT, Brock MA (2000) How do depth , duration and frequency of flooding
540 influence the establishment of wetland plant communities ? Plant Ecology 147:237–
541 250.

542 Cervi AC, Bona C, Moço MC de C, Linsingen L von (2009) Macrófitas aquáticas do
543 Município de General Carneiro , Paraná , Brasil. Biota Neotropica 9:215–222.

544 Cook CDK (1996) Aquatic plant book. 2nd edn. SBP academic Publishing,
545 Amsterdam.

546 Cordazzo CV, Seeliger U (1988) Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul
547 do Brasil, 2nd edn. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande

548 Costa CSB, Irgang BE, Peixoto AR, Marangoni JC (2003) Composição florística das
549 formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande
550 do Sul, Brasil. Acta Botanica Brasilica 17:203–212. Doi: 10.1590/S0102-
551 33062003000200004

552 Cunha N, Delatorre M, Rodrigues R, et al (2012) Structure of aquatic vegetation of a
553 large lake, western border of the Brazilian Pantanal. Brazilian Journal of Biology
554 72:519–531. Doi: 10.1590/S1519-69842012000300015

555 David PG (1996) Changes in Plant Communities Relative to Hydrologic Conditions
556 in the Florida Everglades. Wetlands 16:15–23.

557 Della Bella V, Bazzanti M, Dowgiallo MG, Iberite M (2008) Macrophyte diversity
558 and physico-chemical characteristics of Tyrrhenian coast ponds in central Italy:
559 Implications for conservation. *Hydrobiologia* 597:85–95. Doi: 10.1007/s10750-007-
560 9216-9

561 Ellenberg D, Mueller-Dombois D (1974) *Community Sampling: The Relevé Method*.
562 *Aims and methods of vegetation ecology* 547.

563 Ervin GN, Wetzel RG (2002) Influence of a dominant macrophyte, *Juncus effusus*,
564 on wetland plant species richness, diversity, and community composition. *Oecologia*
565 130:626–636. Doi: 10.1007/s00442-001-0844-x

566 Ferreira FA, Mormul RP, Pedralli G, et al (2010) Estrutura da comunidade de
567 macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais,
568 Brasil. *Hoehnea* 37:43–52.

569 Ferreira TF, Van Nes EH, Marques DM (2009) Continuous growth of the giant grass
570 *Zizaniopsis bonariensis* in subtropical wetlands. *Freshwater Biology* 54:321–330.
571 Doi: 10.1111/j.1365-2427.2008.02110.x

572 Forzza RC (2010) Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Disponível em
573 <http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf> . Acesso em Jun 2015.

574 Forzza et al. (2015) Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de
575 Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em Ago. 2015

576 Hall DL, Willig MR, Moorhead DL, et al (2004) Aquatic macroinvertebrate diversity
577 of playa wetlands: The role of landscape and island biogeographic characteristics.
578 *Wetlands* 24:77–91. Doi: 10.1672/0277-5212(2004)024[0077:AMDOPW]2.0.CO;2

579 Irgang BE, Gastal JR CVS (1996) Plantas aquáticas da planície costeira do Rio
580 Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

581 Instituto Nacional de Meteorologia (2015). Disponível em
582 <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em Jun 2015.

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

585 Kafer D de S, Colares IG, Hefler SM (2011) Composição florística e fitossociologia
586 de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande , RS , Brasil.
587 *Rodriguesia* 62:835–846.

588 Kafer DS (2013). Composição e distribuição das macrófitas aquáticas e sua relação
589 com fatores abióticos em uma área úmida no sul do Brasil. Dissertação, Universidade
590 Federal do Rio Grande

591 Kandus P, Adamoli JM (1993) Freshwater marsh vegetation response to flooding
592 patterns in the lower delta of the Parana river. *Wetlands Ecology and Management*
593 2:213–222. Doi: 10.1007/BF00188155

594 Kerbauy GB (2004) *Fisiologia Vegetal*. Guanabara Kogan, Rio de Janeiro

595 Kutschker AM, Epele LB, Miserendino ML (2014) Aquatic plant composition and
596 environmental relationships in grazed Northwest Patagonian wetlands, Argentina.
597 *Ecological Engineering* 64:37–48. Doi: 10.1016/j.ecoleng.2013.12.007

598 Lobo E, Leighton G (1986) Estructura de las fitocenosis planctônicas de los sistemas
599 de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biología*
600 *Marina y Oceanografía* 22(1):143-160.

601 Magalhaes TL De, Lopes R, Mantovani A (2013) Levantamento florístico em três
602 áreas úmidas (banhados) no Planalto de Santa Catarina , Sul do Brasil. *Revista*
603 *Brasileira de Biociências* 11:269–279.

604 Maltchik L (2003) Three new wetlands inventories in Brazil. *Interciência* 28:421–
605 423.

606 Maltchik L, Rolon AS, Schott P (2007) Effects of hydrological variation on the
607 aquatic plant community in a floodplain palustrine wetland of southern Brazil.
608 *Limnology* 8:23–28. Doi: 10.1007/s10201-006-0192-y

609 Maltchik L, Rolon AS, Stenert C (2010) Aquatic macrophyte and macroinvertebrate
610 diversity and conservation in wetlands of the Sinos River basin. *Brazilian Journal of*
611 *Biology* 70:1179–1184.

612 Mauhs J, Marchioretto MS, Budke JC (2006) Riqueza e Biomassa de Macrófitas
613 Aquáticas em Uma Área Úmida Na Planície Costeira Do Rio Grande do Sul, Brasil.
614 *Pesquisas, Botânica* 57:289–301.

615 Mitsch WJ, Gosselink JG (1993) *Wetlands*, 2nd edn. Van Nostrand Reinhold, New
616 York

617 Murphy HT, Lovett-Doust J (2004) Context and connectivity in plant
618 metapopulations and landscape mosaics: Does the matrix matter? *Oikos* 105:3–14.
619 Doi: 10.1111/j.0030-1299.2004.12754.x

620 Oertli B, Joye DA, Castella E, et al (2002) Does size matter? The relationship
621 between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104:59–70. Doi:
622 10.1016/S0006-3207(01)00154-9

623 Oksanen JF, Blanchet G, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson
624 GL, Solymos PM, Henry H, Stevens HH, Wagner H (2014) *vegan: Community*
625 *Ecology Package*. R package version 2.2-0. Disponível em [http://CRAN.R-](http://CRAN.R-project.org/package=vegan)
626 [project.org/package=vegan](http://CRAN.R-project.org/package=vegan). Acesso em Jun 2014

627 Olson ER, Doherty JM (2014) Macrophyte diversity–abundance relationship with
628 respect to invasive and native dominants. *Aquatic Botany* 119:111–119. Doi:
629 10.1016/j.aquabot.2014.08.010

630 Palma-Silva C, Albertoni EF, Trindade CRT, Oliveira SS (2008) *Nymphoides indica*
631 (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae) em um pequeno lago raso subtropical (Rio Grande,
632 RS). *Iheringia - Serie Botanica* 63:249–256.

633 Pedralli G (1990) Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudo. *Estudos de*
634 *Biologia*, 26:5-24.

635 Pereira SA, Trindade CRT, Albertoni EF, Palma-Silva C (2012) Aquatic
636 macrophytes as indicators of water quality in subtropical shallow lakes , Southern
637 Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 24:52–63. Doi: 10.1590/S2179-
638 975X2012005000026

639 Pezeshki SR (2001) Wetland plant responses to soil flooding. *Environmental and*
640 *Experimental Botany* 46:299–312.

641 Pielou EC (1969) *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience,
642 New York

643 Pivari M, Oliveira V, Costa F, et al (2011) Macrófitas aquáticas do sistema lacustre
644 do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 62:759–770.

645 Pivari MOD, Salimena FRG, Pott VJ, Pott A (2008) Macrófitas Aquáticas da Lagoa
646 Silvana, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, BRASIL. *Iheringia - Serie Botanica*
647 63:321–327.

648 Pott VJ, Pott A (2000) *Plantas aquáticas do pantanal*. Empresa Brasileira de Pesquisa
649 Agropecuária, Brasília

650 R Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. R
651 foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: [http://www.R-](http://www.R-project.org)
652 [project.org](http://www.R-project.org) Acesso em Jun 2014.

653 Ripley B (2013) tree: Classification and regression trees. R package version 1.0-34.
654 Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=tree> Acesso em Jun 2014

655 Roberts DW (2013) labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R
656 package version 1.6-1. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=labdsv>
657 Acesso em Jun 2014

658 Rolon a S, Lacerda T, Maltchik L, Guadagnin DL (2008) Influence of area, habitat
659 and water chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in
660 southern Brazilian wetlands. *Journal of Vegetation Science* 19:221–228. Doi:
661 10.3170/2008-8-18359

662 Rolon AS, Homem HF, Maltchik L (2010) Aquatic macrophytes in natural and
663 managed wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *Acta Limnologica*
664 *Brasiliensia* (Online) 22:133–146. Doi: 10.1590/S2179-975X2010000200003

665 Rolon AS, Maltchik L (2006) Environmental factors as predictors of aquatic
666 macrophyte richness and composition in wetlands of southern Brazil. *Hydrobiologia*
667 556:221–231. doi: 10.1007/s10750-005-1364-1

668 Rolon AS, Rocha O, Maltchik L (2012) Do effects of landscape factors on coastal
669 pond macrophyte communities depend on species traits? *Aquatic Botany* 103:115–
670 121. Doi: 10.1016/j.aquabot.2012.07.004

671 Seeliger U, Odebrecht C, Castello JP (1998) Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do
672 Extremo Sul do Brasil. *Ecocientia*, Rio Grande

673 Silva AR da (2015) biotools: Tools for Biometry and Applied Statistics in
674 Agricultural Science. R package version 2.0. Disponível em: [http://CRAN.R-](http://CRAN.R-project.org/package=biotools)
675 [project.org/package=biotools](http://CRAN.R-project.org/package=biotools) Acesso em Mar 2015

676 Silva FC da (1999) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.
677 Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Rio de Janeiro

678 Spence DHN (1982) The zonation of plants in freshwater lakes. In: MacFadyen A,
679 Ford ED Advances in ecological research. Academic Press, London, pp 37-125.

680 Thomaz SM (2002) Fatores ecológicos associados à colonização e ao
681 desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. Planta Daninha
682 20:21–33. Doi: 10.1590/S0100-83582002000400003

683 Thomaz SM, Carvalho P, Padial a a, Kobayashi JT (2009) Temporal and spatial
684 patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain.
685 Brazilian Journal of Biology 69:617–625.

686 Trindade CRT, Pereira SA, Albertoni EF, Palma-Silva C (2010) Caracterização E
687 Importância Das Macrófitas Aquáticas Com Ênfase Nos Ambientes Límnicos Do
688 Campus Carreiros - Furg, Rio Grande , Rs. Cadernos de ecologia aquática 5:1–22.

689 Tropicos (2015) MOBOT – Missouri Botanical Garden. Disponível em:
690 <http://www.mobot.org> Acesso em Jul 2015

691 Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. Taxon
692 21:213–251

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

ANEXOS

Anexo I – Normas para Publicação na Revista *Wetlands*

696 **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)

697 **Instructions for Authors**

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

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

698 **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?

699 **Article Types**

The word count should include title, abstract, keywords, body of the text, figures, and tables but excluding authors affiliations, references and on-line supplementary material.

Original research (5,000-6,000): Articles reporting original research about wetlands, natural or constructed, including, but not limited to mechanisms underlying ecosystem processes, the values of wetlands to society, their management, quality assessment and restoration.

Short communications (2,000-3,000): Short articles in the same format as ‘Original Research’ articles reporting on new findings that are deemed to be potentially very

important or timely, but do not require a full-size article. Short communications should not be used for reporting preliminary data.

Review article (6,000): Articles summarizing past and recent research on a subject relevant to wetland science and management, often to synthesize over-arching patterns or opinions. The subject and content should be discussed with the Editor-in-Chief (NDSU.wetlands.editor@ndsu.edu) prior to submission.

Invited reviews (8,000): 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.

In exceptional cases longer articles may be submitted, but only after consultation with the Editor in Chief.

700 **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.

701 **Scientific style**

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

Text

- 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.

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.

702 **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](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document).

Accessed 15 Jan 1999

- Dissertation

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

703 **Tables**

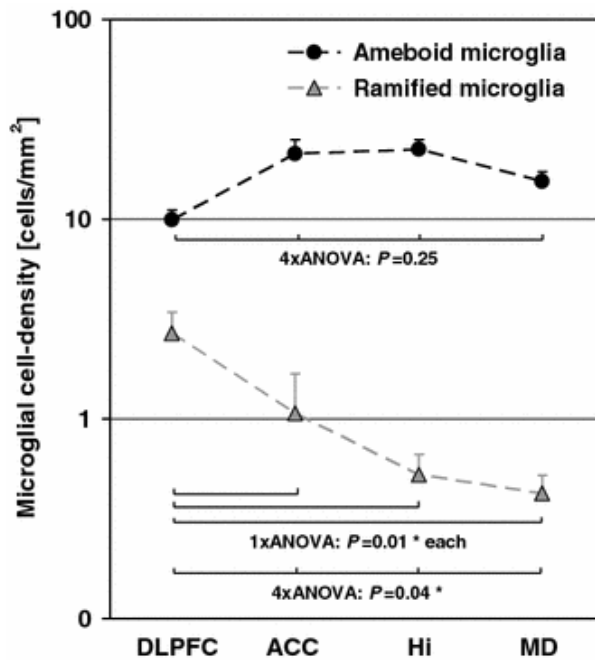
- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in 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.

704 **Artwork and Illustrations Guidelines**

Electronic Figure Submission

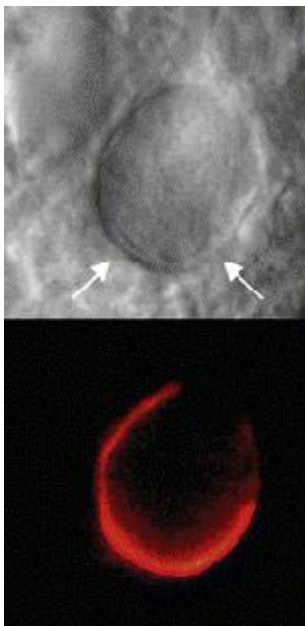
- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- 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.

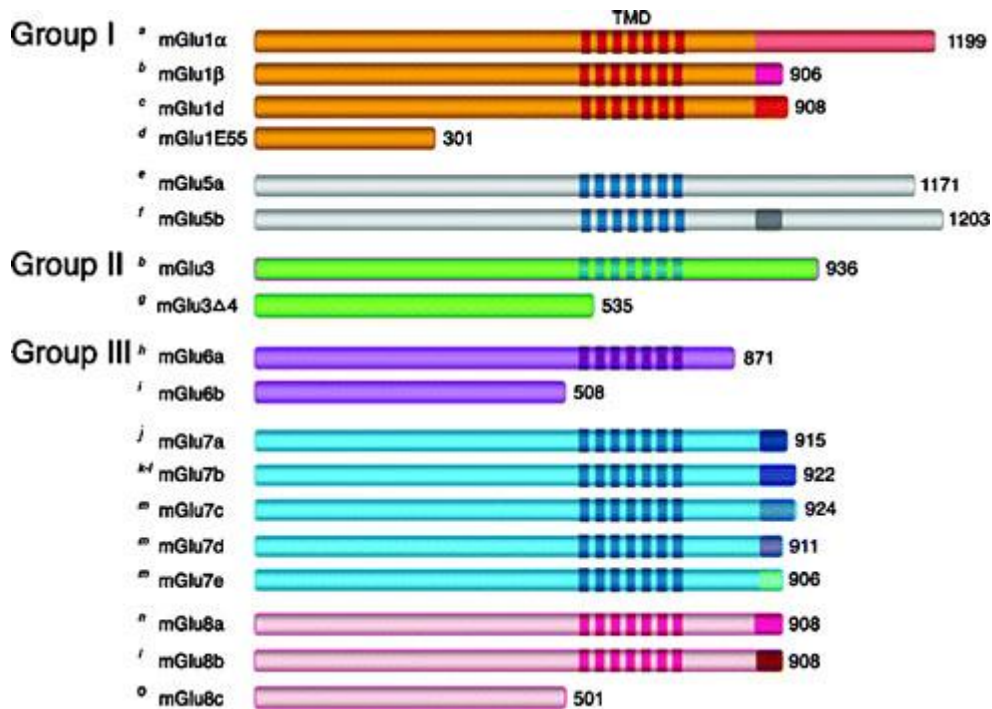
Halftone Art



- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art



- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- 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

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- 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 (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)

- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

705 **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

- Resolution: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

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)

706 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:

- [Edanz English editing for scientists](#)

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.

- [Edanz English editing for scientists](#)

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ズ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。

- [エダンズグループジャパン](#)

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](#)

707 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 and offprints.

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 now 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

Publication of color illustrations is free of charge.

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.