



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



Alismataceae: Aspectos taxonômicos e distribuição em áreas úmidas no sul do Brasil

Ana Paula Roschildt da Silva

Orientadora: Prof^a. Dra. Sonia Marisa Hefler

Coorientadora: Prof^a. Dra. Ana Silvia Rolon

Rio Grande
2023



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



Alismataceae: Aspectos taxonômicos e distribuição em áreas úmidas no sul do Brasil

Aluna: Ana Paula Roschildt da Silva

Orientadora: Prof^a. Dra Sonia Marisa Hefler

Coorientadora: Prof^a. 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
2023

Ficha Catalográfica

S586a Silva, Ana Paula Roschildt da.

Alismataceae: aspectos taxonômicos e distribuição em
áreas úmidas no sul do Brasil / Ana Paula Roschildt da
Silva. – 2023.

116 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio
Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Biologia de
Ambientes Aquáticos Continentais, Rio Grande/RS, 2023.

Orientadora: Dra. Sonia Marisa

Hefler. Coorientadora: Dra. Ana

Silvia Rolon.

1. Áreas úmidas 2. Florística 3. Mata Atlântica 4. Morfologia
5. Pampa 6. Plantas aquáticas I. Hefler, Sonia Marisa II. Rolon.

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE FURG INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS	
---	---	---

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS – Nº 02/2023

Às 09h00 (nove horas) do dia 01 (primeiro) do mês de fevereiro de 2023 (dois mil e vinte e três), via Webconferência no link: (<https://conferenciaweb.rnp.br/webconf/sonia-marisa-hefler-sonia>), reuniram-se docentes, discentes e comunidade em geral, para a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado da acadêmica Ana Paula Roschildt da Silva. A Dissertação intitulada “**Alismataceae: Aspectos taxonômicos e distribuição em áreas úmidas no sul do Brasil**” foi avaliada pela Banca Examinadora composta pela Prof^a. Dra. Sônia Marisa Hefler (Orientadora e Presidente da Banca); Prof^a Dra Ana Silvia Rolon (Co-orientadora); Prof^a Dra Edélti Faria Abertoni (FURG) e Prof^o Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo (UNESP). Após a defesa e arguição pública, a Banca Examinadora reuniu-se, para deliberação final, e considerou a acadêmica **APROVADA**. Desta forma, o acadêmico concluiu mais uma das etapas necessárias para a obtenção do grau de **MESTRE EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS**.

Nada mais havendo a tratar, às 12h00h (doze horas) foi lavrada a presente ata, que lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora, pela Acadêmica e pelo Coordenador do Curso.



Prof^a. Dra. Sônia Marisa Hefler

Documento assinado digitalmente
 ANA SILVIA ROLON
 Data: 29/03/2023 10:18:33-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

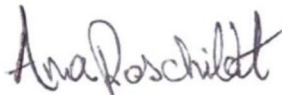
Prof^a Dra Ana Silvia Rolon

Documento assinado digitalmente
 EDELTI FARIA ALBERTONI
 Data: 29/03/2023 10:57:56-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Dra Edélti Faria Abertoni



Prof^o Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo



Ana Paula Roschildt da Silva



Prof. Dr. Rogério Tubino Vianna
 Coordenador do Curso

Dedico este trabalho em especial a memória da minha querida amiga e cunhada, Mariana Paulino, que com seu sorriso cativante marcou a minha existência para todo o sempre. Em sua homenagem, deixo aqui registrado um trecho de um texto escrito com suas próprias palavras "A vida é interminável, o que quer dizer que nunca morremos, na realidade também nunca chegamos a nascer. Apenas nos limitamos a passar por fases diferentes".

Também dedico este trabalho a todos os terráqueos, a todas as formas de vida. Desde as pequenas abelhas que voam de flor em flor coletando pólen e néctar, e assim promovem a reprodução das plantas, até os 88 bilhões de animais de criação que deveriam possuir o direito a uma vida digna. Como diria o Dr. Paul Farmer "a ideia de que algumas vidas são menos importantes é a raiz de tudo que há de errado no mundo".

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe e melhor amiga, Loreni Roschidt, por todo o amor que me deu e por ter feito de mim a pessoa que sou hoje. Mesmo sendo mãe solo, enfrentou todas as dificuldades da vida para criar eu e meu irmão. Agradeço por ser meu exemplo de força e humildade. Por ter me incentivado a trilhar um caminho de estudos. Por ter encarado tantos temporais naquela parada de ônibus, enquanto me esperava chegar da escola. Por ter me acompanhando ao longo de tantos caminhos, caminhos muitas vezes sem rumo. Agradeço por ser a minha luz.

Ao meu irmão, Julio César, por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida. Por ser meu exemplo de superação. Por me motivar a estudar e por me dar todo o suporte ao longo dessa jornada. Graças a sua ajuda, eu tive oportunidade de ter esse notebook, com o qual desenvolvi e escrevi todo esse trabalho.

Ao meu companheiro e esposo, Alexander Fraga, por me manter segura e saudável. Por estar comigo diariamente, seja me amando ou aturando meus dramas. Agradeço por ter se esforçado tanto pra eu pudesse chegar até aqui. Essa é uma conquista nossa.

Aos meus companheiros felinos, Pipsi e Docinho, por serem o meu porto seguro. Por iluminarem os meus dias e por proporcionarem momentos tão genuínos de felicidade.

Ao meu amigo e fiel escudeiro, Daniel Burd, por estar sempre disposto a ajudar. Agradeço por todos os momentos de cantorias e gargalhadas pelos corredores da FURG. Uma amizade construída naqueles pavilhões, que irei levar comigo até o infinito e além.

À minha amiga, Simara Trevisan, por nossa amizade intensa. Lembro com carinho dos nossos sorrisos e risadas no mato, das nossas conversas profundas na academia, e de tudo aquilo que nos fez mudar e evoluir. Agradeço por exaltar as minhas qualidades e me ajudar a reconhecer o meu potencial.

Ao meu amigo e irmão de universo, Léo Cordeiro, com quem compartilhei pela primeira vez o sonho de cursar Ciências Biológicas. Agradeço por nossos momentos de loucura na FURG e por nossas conversas sobre a existência e seres extraterrestres. Também agradeço por sempre fazer o possível para estar ao meu lado em momentos tão especiais da minha vida. Não há distância que faça a nossa amizade diminuir.

Aos meus amigos, Carol Castro, Matheus Nogueira e Matheus Duarte, por sempre estarem dispostos a me ouvir e compartilhar experiências. Agradeço pelas longas conversas que adentravam a noite, e por todos os risos que tornaram os meus dias mais leves.

À minha querida orientadora, Sonia Hefler, por todo o carinho que teve comigo ao longo dessa jornada. Agradeço de todo o coração, pela companhia em nossas viagens para coleta de campo. Lembro com muita saudade de todos os momentos de aprendizagem e descontração que vivemos por aqueles campos pampeanos, momentos que me fizeram lembrar dos motivos pelos quais eu amo tanto a botânica. Obrigada por ter aceitado me orientar e por ser uma amiga tão especial.

À minha coorientadora, Ana Rolon, por toda a paciência que teve comigo, por partilhar o seu conhecimento e por me atender todas as vezes que precisei. Sou extremamente grata por todo o suporte com as análises estatísticas e por todas as sugestões que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Aos técnicos e técnicas dos laboratórios do Bloco V da FURG, por todo o suporte necessário. Em especial a Caroline Igansi, por me ajudar com o transporte e preparação das exsiccatas. Também agradeço por ter me dado a oportunidade de entrar em contato pela primeira vez com o Laboratório de Florística, e por ter ensinado que a gente reconhece uma planta “pelo seu jeito”.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, por todo o suporte para a realização deste trabalho. Também agradeço aos professores e professoras que fizeram parte da minha formação intelectual, e aos meus colegas do PPGBAC, por nossas conversas descontraídas, pelo conhecimento compartilhado, e pelo apoio em várias etapas do curso.

À Universidade Federal do Rio Grande-FURG, por ser a minha segunda casa ao longo de todos esses anos. Por toda a estrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Também agradeço a todos os servidores que fazem parte da universidade, em especial aos motoristas das viaturas, por toda a cordialidade durante as coletas de campo.

Ao financiamento em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço a mim mesma, por não ter desistido mesmo nos momentos mais difíceis. Por saber reconhecer meus defeitos e ter a capacidade de entrar em metamorfose constantemente.

Gratidão!

RESUMO

Alismataceae é uma família de plantas aquáticas ou semi-aquáticas que apresenta 17 gêneros e 114 espécies distribuídas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. Apesar do Brasil apresentar 50% de toda a diversidade de espécies da família, há muitas lacunas de conhecimento sobre a sua taxonomia e distribuição, sobretudo na região sul do país. O objetivo do trabalho foi contribuir para a delimitação dos táxons em nível específico a partir de análises macromorfológicas, além de analisar a riqueza, composição e distribuição de espécies de Alismataceae no Estado do Rio Grande do Sul. O estudo é baseado na revisão de registros em repositórios de dados on-line, herbários e coletas no extremo sul do estado. A partir do levantamento de dados de ocorrência, analisamos a distribuição das espécies nas regiões fisiográficas, hidrográficas e biomas do estado, e comparamos a riqueza e a composição das espécies entre as regiões. Também analisamos as espécies indicadoras dos biomas e regiões hidrográficas, e classificamos as espécies quanto a forma biológica e o ambiente de ocorrência. Foram registrados quatro gêneros e 10 espécies para o Estado, sendo *Echinodorus* o mais representativo em termo de número de espécies. Alismataceae diferiu significativamente em riqueza e composição entre os biomas, sendo o Pampa mais rico que a Mata Atlântica. No entanto, entre as regiões hidrográficas não houve diferença significativa para a riqueza e a composição de espécies. Em relação aos aspectos ecológicos, a maioria das espécies apresenta mais de uma forma biológica, sendo quatro emersas/anfíbias, duas emersas/submersas, e uma submersa/flutuante. Com base nos nossos resultados podemos sugerir que espécies consideradas cosmopolitas possuem pouca preferência por habitats, sendo capazes de formar extensas populações em múltiplos ambientes. Por fim, confirmamos a ampla distribuição de Alismataceae para o Rio Grande do Sul, com ocorrência em todas as regiões fisiográficas.

Palavras-chave: Áreas úmidas; Florística; Mata Atlântica; Morfologia; Pampa; Plantas aquáticas.

ABSTRACT

Alismataceae is a family of aquatic or semi-aquatic plants that has 17 genera and 114 species distributed in tropical, subtropical and temperate regions. Although Brazil has 50% of the entire species diversity of the family, there are many gaps in knowledge about its taxonomy and distribution, especially in the southern region of the country. The objective of this work was to contribute to the delimitation of taxa at a specific level based on macromorphological analyses, in addition to analyzing the richness, composition and distribution of species of Alismataceae in the State of Rio Grande do Sul. The study is based on the review of records in online data repositories, herbaria and collections in the extreme south of the state. From the collection of occurrence data, we analyzed the distribution of species in the physiographic, hydrographic and biome regions of the state, and compared the richness and composition of species between regions. We also analyzed the indicator species of the biomes and hydrographic regions, and classified the species according to the biological form and the environment of occurrence. Four genera and 10 species were recorded for the state, with *Echinodorus* being the most representative in terms of number of species. Alismataceae differed significantly in richness and composition between biomes, with the Pampa being richer than the Atlantic Forest. However, between hydrographic regions there was no significant difference for species richness and composition. In terms of ecological aspects, most species have more than one biological form, four of which are emerged/amphibian, two are emerged/submerged, and one is submerged/floating. Based on our results, we can suggest that species considered cosmopolitan have little preference for habitats, being able to form extensive populations in multiple environments. Finally, we confirm the wide distribution of Alismataceae for Rio Grande do Sul, with occurrence in all physiographic regions.

Keywords: Aquatic plants; Atlantic Forest; Floristic Humid areas; Morphology; Pampa;

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é composta por uma introdução geral e dois capítulos, além de considerações finais e perspectivas. A introdução geral contém uma breve revisão sobre aspectos geográficos e ambientais do Rio Grande do Sul, características das áreas úmidas e sua relação com a comunidade de macrófitas aquáticas, além de um panorama geral a respeito dos temas que envolvem o conhecimento da família Alismataceae, destacando características morfológicas e taxonômicas, bem como informações sobre a distribuição e importância ecológica/econômica. A introdução geral, assim como as considerações finais e perspectivas, estão formatadas de acordo com as normas da ABNT. Cada capítulo está organizado seguindo as normas do periódico ao qual será submetido. O capítulo 1, intitulado “*Alismataceae in a subtropical area in the Southern Brazil*”, segue as normas da revista Flora, e está dividido em introdução, metodologia, resultados, conclusões e agradecimentos, além do referencial utilizado. Neste capítulo, o item discussão está associado aos resultados. O capítulo 2, intitulado “*Riqueza e composição de Alismataceae nos Campos do Sul do Brasil*”, segue as normas da revista Hydrobiologia, e está estruturado da mesma forma que o capítulo 1, exceto pelo item resultados e discussão, que neste encontra-se separado.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
1. Aspectos geográficos e ecológicos do Rio Grande do Sul	15
2. Áreas úmidas	19
3. Macrófitas aquáticas	20
1. Alismataceae	23
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO I	36
Abstract	37
1. Introduction	38
2. Methods	41
2.1. Study area	41
2.2. Data survey	41
2.3. Data analysis	41
3. Results and discussion	43
3.1. Key to identify Alismataceae taxa for Rio Grande do Sul	44
3.2. Description of species	45
4. Conclusions	55
Funding	56
Declaration of competing interest	56
Acknowledgment	56
Rereferences	57
Figures	64
Tables	74
CAPÍTULO II	76
Resumo	78
Introdução	79
Material e métodos	81
Área de estudo	81
Coleta de dados	83
Análise de dados	85
Resultados	85
Discussão	87
Riqueza e composição entre biomas e regiões hidrográficas	87
Espécies indicadoras dos biomas e regiões hidrográficas	88

Riqueza de Alismataceae comparada com outras regiões	90
Formas biológicas	91
Agradecimentos	92
Referências	93
Figuras	100
Tabelas	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	108
ANEXOS	111

LISTA DE FIGURAS

Introdução Geral

Figura 1. Mapa da divisão entre os Biomas Pampa e Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul, adaptado de IBGE (2004).

Figura 2. Mapa das Regiões Fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul, adaptado de Fortes (1959).

Figura 3. Mapa das regiões hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul, adaptado de SEMA (2014).

Figura 4. Formas biológicas de macrófitas aquáticas, adaptado de Pedralli (1990).

Capítulo I

Figure 1. Geographical distribution of the consulted herbaria in Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 2. a-d. *Echinodorus grandiflorus*- a. habit and habitat; b. flower; c. inflorescence apex at early stage, highlighting the reddish coloration; d. translucent markings seen under light microscope. e-f. *E. longiscapus*- e. flower; f. habit, highlighting the inflorescence without branches. (a-d. *Roschildt 07*; e-f. *J.Tocce*).

Figure 3. Geographical distribution of *Echinodorus grandiflorus* and *E. longiscapus* according to the biomes of Rio Grande do Sul Brazil.

Figure 4. Geographical distribution of *Echinodorus grandiflorus* and *E. longiscapus* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 5. a-d. *Echinodorus macrophyllus*- a. habit; b. flower; c. inflorescence with vegetative proliferations; d. inflorescence apex at early stage. e-g. *E. uruguayensis*- e. habit; f. flower; g.

habitat of the submerged form, leaf blades evident. (a,c,d. *Canalli 84*; e. *Lowe*; f. *Tosi*; g. *Schmitke*).

Figure 6. Geographical distribution of *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* and *E. uruguayensis* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 7. Geographical distribution of *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* and *E. uruguayensis* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 8. a-c. *Hydrocleys nymphoides* - a- a. habit; b. habitat; c. flower. d-f. *Helanthium tenellum* - d. habit; e. habitat; f. flower. (a-c. *Roschildt 10*; d. *Saulys*; e. *Wulker*; f. *Feaver*).

Figure 9. Geographical distribution of *Helanthium tenellum* and *Hydrocleys nymphoides* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 10. Geographical distribution of *Helanthium tenellum* and *Hydrocleys nymphoides* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 11. a. *Sagittaria rhombifolia*- a. habit, showing the decubent inflorescences. b-c. *S. lancifolia*- b. habit; c. inflorescence. d-f. *S. montevidensis*- d. habit; e. flower; f. rhizome with the presence of entomological galls. (a. *Rouge*; b-c. *Tocce*; d-f. *Roschildt 06*).

Figure 12. Geographical distribution of *Sagittaria lancifolia* and *S. rhombifolia* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 13. Geographical distribution of *Sagittaria lancifolia* and *S. rhombifolia* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 14. Geographical distribution of *Sagittaria montevidensis* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

Figure 15. Geographic distribution of *Sagittaria montevidensis* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

Capítulo II

Figura 1. América do Sul com destaque para a divisão dos biomas do Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com a classificação do IBGE (2017).

Figura 2. Regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, adaptado de SEMA (2014).

Figura 3. Riqueza de espécies de Alismataceae comparada entre os biomas Pampa e Mata Atlântica.

Figura 4. Distribuição geográfica de *Echinodorus grandiflorus* e *E. longiscapus* de acordo com as regiões hidrográficas do estado.

Figura 5. Distribuição geográfica de *Sagittaria montevidensis* de acordo com as regiões hidrográficas do estado.

Figura 6. Distribuição geográfica de *Helanthium tenellum* e *Hydrocleys nymphoides* de acordo com as regiões hidrográficas do estado.

Figura 7. Distribuição geográfica de *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* e *E. uruguayensis* de acordo com as regiões hidrográficas do estado.

Figura 8. Distribuição geográfica de *Sagittaria lancifolia* e *S. rhombifolia* de acordo com as regiões hidrográficas do estado.

Figura 9. Análise de redundância (RDA) para a composição das espécies de acordo com os biomas estudados. Pampa (em vermelho) e Mata Atlântica (em preto). Os círculos (○) representam os pontos de coleta e os sinais de adição (+) representam as espécies.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Table 1. List of Alismataceae species recorded in floristic studies in Rio Grande do Sul, Brazil.

Capítulo II

Tabela 1. Lista de Alismataceae para o Rio Grande do Sul, em ordem alfabética de espécies, nome popular (se houver) e forma biológica: A=Anfíbia; E=Emersa; FF=Flutuante fixa; S=Submersa. Habitat: Ar=Arroio; Ban=Banhado; BA= Banco de areia; CA=Cultura de arroz; Can=Canga; CI= Campo inundável; CD= Canal de drenagem; Cor=Corredeira; Lag=Lagoa; MLag= Margem de lagoa; MP= Mata paludosa; MRio=Margem de rio; Rio; Res=Restinga; Var=Várzea; Vaz=Vazante. Solo: Arg= Argiloso; Aren=Arenoso; Hum=Humoso; Silt=Siltoso.

Tabela 2: Espécies de Alismataceae registradas para área de estudo, classificadas quanto aos biomas e regiões hidrográficas.

Tabela 3. Análise de espécies indicadoras por meio da associação de uma ou duas espécies, e sua relação significativa para o grupo Pampa.

INTRODUÇÃO GERAL

1. Aspectos geográficos e ambientais do Rio Grande do Sul

No sul do Brasil, há a formação de um conjunto de diferentes ecossistemas em função da diversidade climática, tipos de solo e relevo. Para o Rio Grande do Sul, esses ecossistemas são derivados de dois grandes biomas, Pampa e Mata Atlântica (Figura 1), que classificam o Estado em uma zona de transição ambiental, onde entram em contato diferentes comunidades ecológicas (IBGE, 2004).

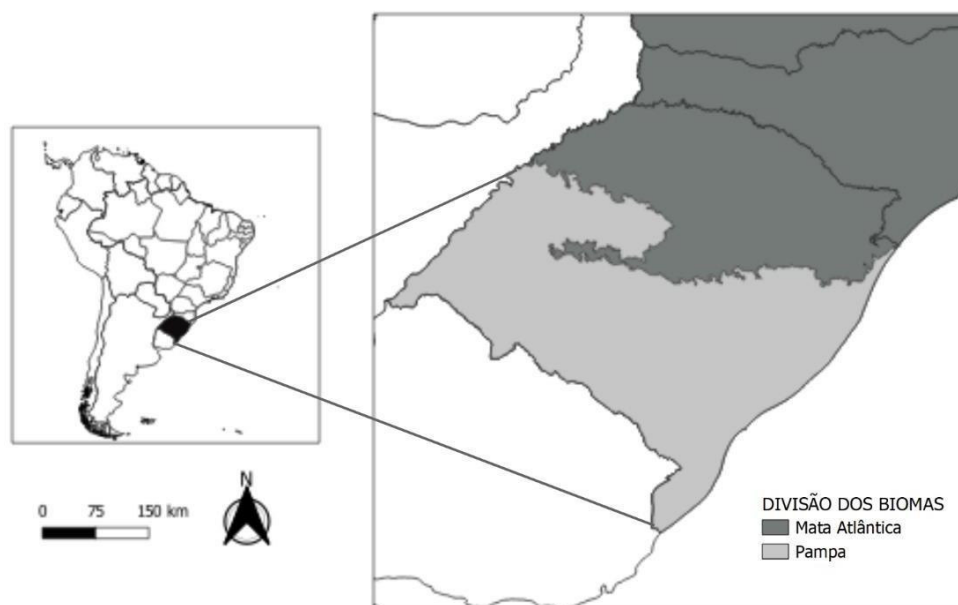


Figura 1. América do Sul com destaque para a divisão do biomas Pampa e Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com a classificação do IBGE (2017).

O bioma Pampa é caracterizado pelo clima chuvoso, sem períodos de seca, e com temperaturas negativas no inverno, o que influencia no tipo de vegetação (IBGE, 2022). O Pampa compreende o sul do Brasil, Uruguai, leste e nordeste da Argentina, sendo que no Brasil, sua área é de 176,4 mil Km², cerca de 2,1% do território nacional. Apesar de ser o menor bioma do país, ocupa 63% da área total do Rio Grande do Sul, o que o torna o único bioma restrito a apenas um estado brasileiro (Figura 1) (IBGE, 2022). Além da predominante vegetação campestre, o pampa é formado por matas ciliares, matas de encostas, formações arbustivas, banhados, e afloramentos rochosos (Filho & Winckler, 2022). Essa variedade de ambientes faz com que o bioma tenha uma alta diversidade florística, podendo apresentar até 56 espécies de plantas vasculares por metro quadrado (Menezes *et al.*, 2018). A vegetação é composta principalmente por gramíneas, entre as quais crescem diversas espécies herbáceas, subarbustivas e arbustivas, além de árvores e cactáceas adaptadas aos afloramentos rochosos da região (Stumpf *et al.*, 2009). De acordo com o Portal Embrapa (2022), estima-se que a flora do Pampa seja composta por mais de 3.000 espécies, sendo muitas delas endêmicas.

Segundo o MapBiomas (2019), o Pampa é o bioma que mais perdeu vegetação nativa em relação ao seu tamanho nas últimas três décadas, cerca de 21,4%. Esse cenário se torna ainda mais preocupante considerando que o Pampa é o bioma brasileiro com o menor percentual de unidades de conservação, estando apenas 3% da sua área total protegida. Além disso, essas unidades de conservação não representam as diferentes singularidades do bioma, uma vez que muitas regiões não possuem nenhuma unidade de conservação ou apresentam uma porcentagem muito reduzida de áreas protegidas. Para Cordeiro e Hasenack (2009), até mesmo as Unidades de Conservação apresentam algum tipo de alteração antrópica. O mapeamento da cobertura vegetal, realizado pelo Mapbiomas (2021), identificou que restam apenas 46,1% de vegetação nativa. Dentre as áreas de vegetação nativa, as formações campestres equivalem a 32,6%, enquanto que as formações florestais ocupam 11,8% do território.

Um dos fatores responsáveis pela diminuição das áreas de campos nativos é o avanço da agricultura, que ganhou mais de 1,9 milhão de hectares nos últimos anos. Atualmente, 44,1% da área de vegetação do bioma foi alterada por usos antrópicos, sendo que desse total 39,9% do território é ocupado por monoculturas e áreas de pastagens, e 2,8 % é ocupado pela silvicultura (Mapbiomas, 2021). De acordo com Hasenack (2017), a substituição da vegetação nativa para atividades agrícolas e silvicultura favorece a perda da biodiversidade. Além da agricultura e do cultivo de arroz, outras atividades, mesmo que em menor escala, também são ameaças a biodiversidade, tais como: introdução de espécies florestais exóticas, urbanização, extração de solo, minério e madeira, caça predatória, e comércio ilegal de espécies vegetais e animais (Bilenca; Miñarro, 2004).

Embora esteja entre os menores biomas do Brasil, o Pampa é a região de maior diversidade topográfica e geológica da Região Sul do país (Ab'Sáber, 2005). Dentro dessa complexidade de ambientes encontrados, especialmente no Rio Grande do Sul, Fortes (1959) classificou o Estado em 11 regiões fisiográficas (Figura 2), das quais sete (Litoral, Encosta do Sudeste, Serra do Sudeste, Depressão Central, Campanha, Missões e Planalto Médio) possuem todo o seu território, ou pelo menos parte dele, representado pelo Pampa.

Cada região fisiográfica possui características únicas de solo, relevo e vegetação, e apesar da proximidade de algumas regiões, é possível notar que essas características refletem na diversidade florística das comunidades vegetais (Boldrini, 1997). A região da Depressão Central e a região da Serra do Sudeste, por exemplo, apesar de muito próximas apresentam uma formação vegetacional bem distinta. A vegetação da Depressão Central é composta por formações campestres, silváticas e palustres, sendo a vegetação palustre a que mais caracteriza a fisionomia natural da região. Já, a Serra do Sudeste apresenta predominância de vegetação campestre, além de matas de galeria e extensas matas latifoliadas subtropicais (Rambo, 1956).

Essa diversidade de formações vegetacionais também pode ser notada dentro da mesma região fisiográfica, como é o caso do Litoral, que é caracterizado por formações pioneiras de restinga e vegetação formada principalmente por espécies que ocorrem ao longo de rios, lagoas, dunas ou áreas inundáveis (Stumpf *et al.*, 2009). Parte dessa vegetação é composta por espécies que são típicas da porção norte do estado, a qual é representada pela Mata Atlântica, e outra parte é formada por espécies características do Pampa (Stumpf *et al.*, 2009).

Além das sete regiões fisiográficas já citadas, o Estado apresenta mais quatro regiões, sendo elas: Alto Uruguai, Campos de Cima da Serra, Encosta Inferior do Nordeste e Encosta Superior do Nordeste (Figura 2). Ambas são majoritariamente formadas por florestas latifoliadas, e algumas áreas de contato com matas de pinhais, com exceção dos Campos de Cima da Serra, que predominantemente são representados por uma vegetação campestre, entremeada pela presença esparsa de capões de araucária (Fortes, 1956).

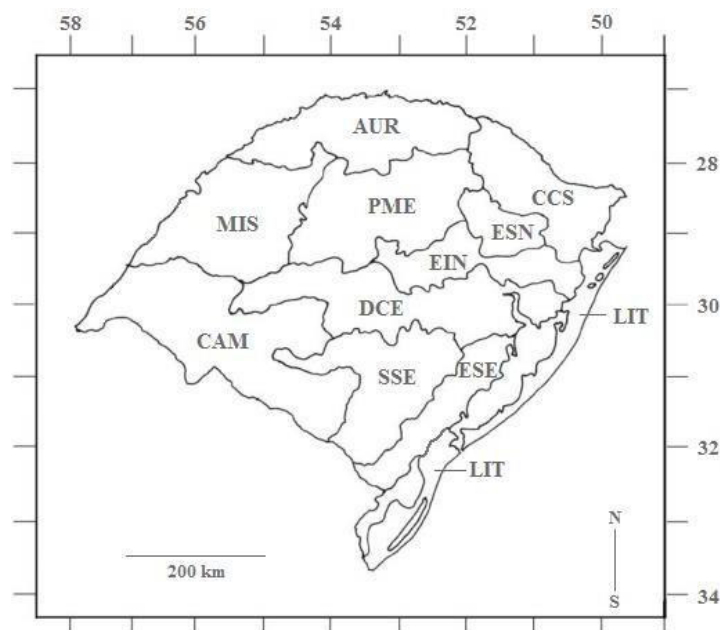


Figura 2. Mapa das regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul, adaptado de Fortes (1959). Legenda: AUR- Alto Uruguai, CAM- Campanha, CCS- Campos de Cima da Serra, ESN- Encosta Superior do Nordeste, ESE- Encosta do Sudeste, EIN- Enconsta Inferior do Nordeste, DCE- Depressão Central, LIT- Litoral, MIS- Missões, PME- Planalto Médio, SSE- Serra do Sudeste.

Essa heterogeneidade de formações vegetacionais é característica da Mata Atlântica, bioma que se destaca pelo predomínio de florestas, mas que também apresenta várias formações associadas, como campos de altitude, brejos de altitude, manguezais e áreas de restinga (Câmara, 2003). Essa alta diversidade vegetal deve-se ao fato de que a Mata Atlântica originalmente percorria toda a extensão do litoral brasileiro, indo do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul (Martins *et al.*, 2011).

Atualmente, restam cerca de 12% (149,7 mil km²) da cobertura original da Mata Atlântica, sendo esse o bioma mais ameaçado do Brasil (IBGE, 2022). São muitas as ameaças que estão contribuindo para a sua degradação, tais como expansão de áreas agrícolas, residenciais e assentamentos (Rocha, 2002), extração de lenha, exploração ilegal de madeira, introdução de espécies exóticas (Galleti & Fernandez, 1998), e caça de animais silvestres (Dean, 1996).

Outro ponto importante em relação a Mata Atlântica, é a presença de muitas nascentes, arroios e rios, fazendo com que ela possua sete das dez maiores bacias hidrográficas do Brasil (SOSMA, 2021). O relatório realizado pelo Mapbiomas (2021) apontou que as principais bacias

hidrográficas da Mata Atlântica possuem menos de 20% de cobertura vegetal. A vegetação, principalmente às margens dos corpos d'água, desempenha diversas funções na dinâmica de uma bacia hidrográfica, e sua presença é necessária para a manutenção dos processos hidrológicos e ecológicos nesses ambientes (Barbosa, 2000). As bacias hidrográficas são áreas onde, devido ao relevo, há o escoamento da água da chuva para um corpo de água. O corpo de água principal recebe contribuição dos seus afluentes, e cada afluente pode possuir contribuintes menores que são alimentados de forma direta ou indireta por nascentes. Alguns dos benefícios da manutenção da integridade florística nas bacias hidrográficas são, promover a manutenção dos habitats aquáticos e melhorar a qualidade da água (Balbinot *et al.*, 2007), bem como regularizar e amortecer as vazões dos corpos d'água e as pequenas enchentes (Garcez & Alvarez, 1988).

No Rio Grande do Sul há 25 bacias hidrográficas, as quais são agrupadas em regiões hidrográficas para fins de gerenciamento (SEMA, 2014). O Sistema Estadual de Recursos Hídricos (1994), segundo o artigo 171 da Constituição Estadual, dividiu o Estado em três regiões hidrográficas, Guaíba, Litorânea e Uruguai (Figura 3), sendo cada região formada por uma divisão administrativa que constitui a unidade principal de planejamento e gestão das águas.

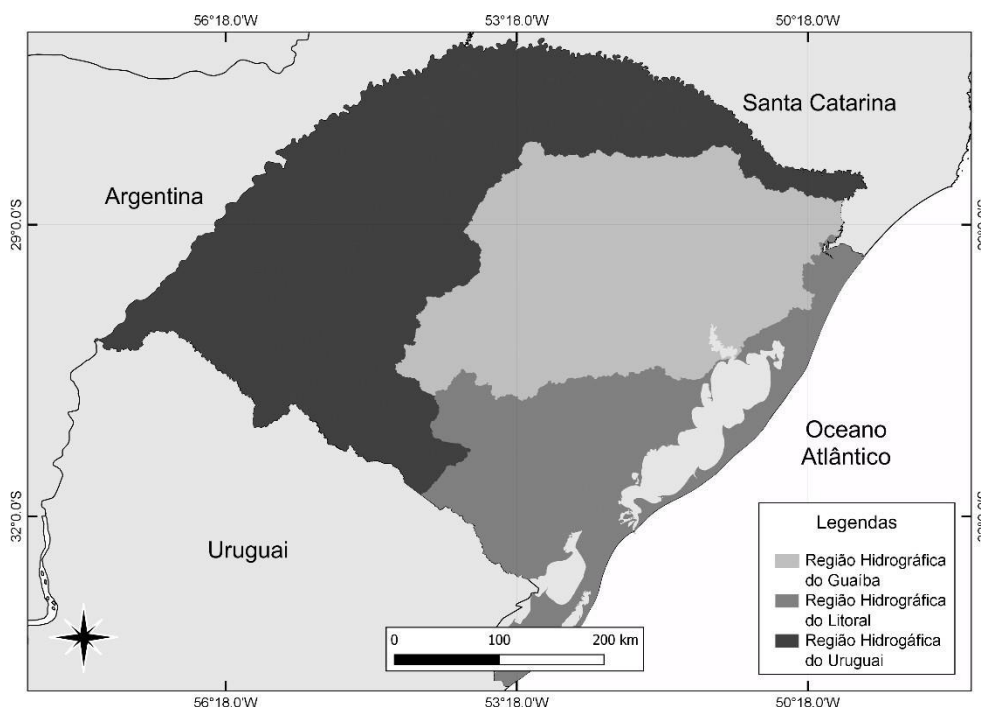


Figura 3. Mapa das regiões hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul, adaptado de SEMA (2014).

Cada Região Hidrográfica possui um conjunto vegetacional distinto, estando intimamente relacionada com a fisiografia. A Região Hidrográfica do Guaíba é formada por 7 regiões fisiográficas, sendo elas: Depressão Central, Campanha, Campos de Cima da Serra, Encosta Inferior do Nordeste, Encosta Superior do Nordeste, Planalto Médio e Serra do Sudeste. A Região Hidrográfica do Uruguai também é composta por 7 regiões fisiográficas, sendo elas: Depressão Central, Missões, Alto Uruguai, Campanha, Campos de Cima da Serra, Planalto Médio e Serra do

165 Sudeste. A Região Hidrográfica Litorânea é formada por 6 regiões fisiográficas: Litoral,
166 Campanha, Depressão Central, Encosta do Sudeste, Encosta Inferior do Nordeste e Serra do
167 Sudeste.

168168

169 Entre essas regiões, O Litoral e a Depressão Central se destacam por reunirem a maior
170 parte das áreas úmidas naturais do Rio Grande do Sul (Maltchik *et al.*, 2003). O Litoral possui os
171 dois maiores corpos hídricos do estado, a Lagoa Mirim e Lagoa dos Patos, que juntas formam o
172 maior sistema lagunar da América do Sul, além de várias lagoas menores e banhados (Vieira &
173 Rangel, 1988).

174

175 2. Áreas úmidas

176 As áreas úmidas também conhecidas como zonas úmidas estão entre os ecossistemas mais
177 complexos do mundo, uma vez que as características ambientais de cada área são definidas de
178 acordo com variações hidrológicas e climáticas de cada região (Halls, 1997). Como consequência
179 da vasta variedade de ambientes, as áreas úmidas apresentam uma alta biodiversidade, abrigando
180 diversas espécies, muitas delas endêmicas e adaptadas a estes locais (Getzner, 2002).

181

182 As definições de áreas úmidas são muitas e variam conforme o autor. Para Cowardin *et al.*
183 (1979), as áreas úmidas são “áreas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, onde o lençol
184 freático é geralmente próximo da superfície ou a terra é coberta por águas superficiais”. No
185 entanto, o conceito mais aceito e completo foi o proposto pela Convenção Internacional de Ramsar,
186 1971, a qual definiu áreas úmidas como ambientes naturais ou artificiais, permanentemente ou
187 temporariamente inundados ou com solos encharcados, com água parada ou corrente, doce, salobra
188 ou salgada, incluindo áreas de água marítima com até seis metros de profundidade na maré baixa.

189

190 Estima-se que cerca de 6% (10,2 milhões km²) do mundo seja coberto por áreas úmidas
191 (Junk *et al.*, 2013). A América do Sul é o continente que abriga a maior planície alagável do
192 planeta, o bioma Pantanal, partilhado pelo Brasil, Paraguai e Bolívia (MMA, 2020). No Brasil,
193 abrangem vários tipos de ambientes aquáticos, e estima-se que cerca de 20% do território seja
194 coberto por áreas úmidas (Junk *et al.*, 2015). Atualmente, o país possui 27 sítios Ramsar (locais
195 designados como áreas úmidas de importância internacional), com uma superfície de
196 aproximadamente 26 milhões de hectares (MMA, 2020).

197

198 As áreas úmidas são ambientes muito heterogêneos e característicos da paisagem do sul do
199 Brasil, e devido a essa variedade de ambientes, Maltchik *et al.* (2004) classificaram as áreas úmidas
200 da região em cinco níveis (sistema, subsistemas, tipos, classes e subclasses), e em seis sistemas
201 (lacustres, palustres, ribeirinhos, estuarinos, marinhos e artificiais), de acordo com fatores
202 biológicos, como a característica da vegetação aquática dominante, e com fatores
203 hidrogeomorfológicos.

204

205 Apesar das áreas úmidas serem consideradas como um dos ecossistemas mais importantes
206 do mundo, no passado esses ambientes eram vistos como improdutivos e insalubres (Halls, 1997).
207 Como consequência da sua rápida degradação, acredita-se que no mundo todo cerca de 80% desses
208 ambientes tenham sido perdidos ao longo dos anos (Davidson, 2014). No Brasil, o aumento
209 populacional e a expansão agrícola são os principais responsáveis pela redução da sua área total
210 (Junk *et al.*, 2013).

211

Desde 1970 a agricultura vem se tornando a maior causa da degradação desses ambientes, levando a perda de mais da metade das áreas úmidas de importância internacional (Courouble *et al.*, 2021). De acordo com um estudo realizado pela Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2020) há uma relação entre a perda da biodiversidade e a ocorrência de pandemias. Ainda segundo a IPBES, mudanças no uso da terra são a causa de cerca de 30% das doenças emergentes. Ao degradar os ambientes naturais, destruindo seus habitats e causando a extinção das espécies, outras espécies prevalecem, e essas geralmente são as que hospedam patógenos que podem infectar seres humanos (Tollefson, 2020). Sendo assim, estratégias de conservação das áreas úmidas também se configuram como uma importante ferramenta nas políticas de saúde (Wu *et al.* 2020).

No Rio Grande do Sul, aproximadamente 90% das áreas úmidas desapareceram e cerca de 72% dos remanescentes são menores que 1 km² (Maltchik *et al.*, 2004). Uma das principais causas da degradação e fragmentação dessas áreas no estado é o crescimento de lavouras de arroz irrigado. A orzicultura fez com que ambientes como várzeas, banhados e pequenos charcos fossem afetados por obras de irrigação, canalização e drenagem (Fontana *et al.*, 2003). Além do cultivo de arroz, o represamento para geração de energia hidrelétrica (Fraser & Keddy 2005), introdução de espécies invasoras, poluição e alterações climáticas, estão entre as principais causas de perda desses ambientes (Junk *et al.*, 2013).

As áreas úmidas fornecem diversos serviços ambientais fundamentais para a manutenção da biodiversidade local e para o bem-estar das populações humanas, tais como: controle da vazão de rios e de inundações, estabilização de regiões costeiras, retenção de sedimentos e nutrientes, abrigo de diversas espécies, recarga de aquíferos subterrâneos, estabilidade climática, e diminuição de poluentes nas águas e bacias hidrográficas associadas (Maltchik, 2003). Além disso, a maioria dos ambientes alagados do mundo possuem características morfométricas que propiciam o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, e grande parte de sua produtividade pode ser explicada pela presença dessa comunidade vegetal (Mitsch; Gosselink, 1993).

3. Macrófitas aquáticas

Macrófita aquática é um conceito utilizado para classificar vegetais sob o ponto de vista ecológico, independente da classificação taxonômica (Esteves & Camargo, 1986). Esse conceito ainda é muito questionado, variando conforme o autor. Weaver & Clements (1938) foram os primeiros a definirem as macrófitas aquáticas como plantas herbáceas que crescem em solos cobertos por água ou saturados. Para Cook (1974) macrófitas aquáticas são vegetais vasculares, visíveis a olho nu, que possuem suas partes fotossintetizantes ativas de forma permanente ou por algum período, submersas ou flutuantes em água doce. A partir da definição de Cook (1974), Irgang e Gastal (1996) propuseram um conceito ainda mais amplo, sendo esse um dos mais utilizados até hoje para o sul do Brasil, no qual definem as macrófitas aquáticas como vegetais visíveis a olho nu, que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos (inclusive ambientes de água salobra), e possuem suas partes fotossintetizantes total, parcialmente submersas ou flutuantes na água.

A maioria das macrófitas aquáticas são vegetais que retornaram do ambiente terrestre para o ambiente aquático, e dessa forma possuem características comuns aos vegetais terrestres, como a presença de cutícula fina e estômatos, adaptações que permitem a uma mesma espécie ocupar diferentes tipos de ambientes, e em sua maioria serem resistentes a períodos de seca (Esteves,

1998). A ocorrência destas plantas em determinados ambientes está diretamente ligada a sua forma biológica, a qual está relacionada com adaptações morfológicas, distribuição e profundidade da água (Pedralli, 1990). Desta forma, as macrófitas foram classificadas por Irgang *et al.* (1984) e Pedralli (1990) em sete formas biológicas (Figura 3), sendo estas:

- Anfíbia: vive em ambientes alagados ou na interface água-terra, sendo capazes de modificar a sua morfologia aquática para a terrestre quando o nível da água está baixo ou em períodos de seca;
- Emergente: enraizada no sedimento, mas com folhas acima do nível da água.
- Flutuante fixa: com folhas flutuantes, mas com raízes fixas no sedimento;
- Flutuante livre: flutuam livremente na água, sem raízes fixas no sedimento;
- Submersa fixa: enraizada no sedimento, com estruturas vegetativas crescendo submersas na água, mas suas estruturas reprodutivas podem ultrapassar o nível da água;
- Submersa livre: não enraizada no sedimento, com crescimento submerso, mas geralmente emitem a estrutura reprodutiva para fora da água;
- Epífita: desenvolve-se sobre outras plantas aquáticas.

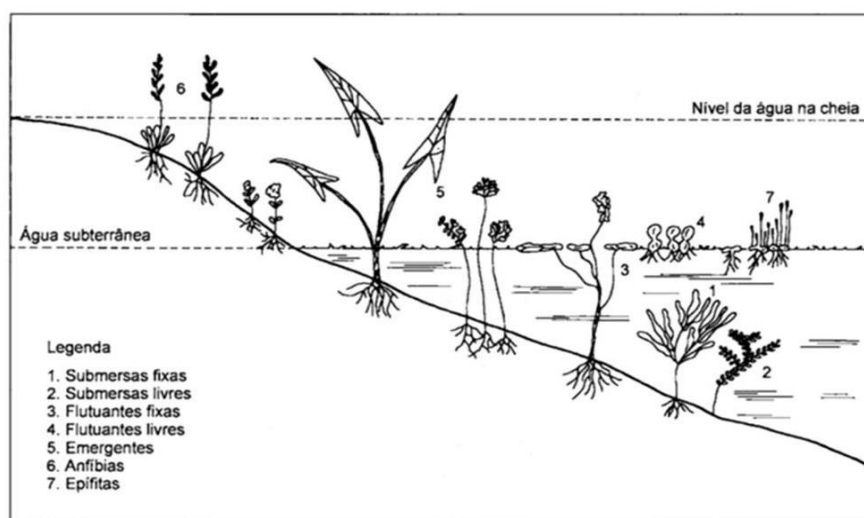


Figura 4. Formas biológicas de macrófitas aquáticas, adaptado de Pedralli (1990).

Do ponto de vista ecológico, as macrófitas são fundamentais para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, uma vez que atuam na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia, além de funcionarem como bioindicadoras da qualidade da água, já que a sua presença em abundância pode indicar alterações no estado trófico de corpos d'água (Pompêo, 2017). Esses vegetais também são responsáveis por outras importantes funções, tais como: influenciar na redução da turbidez da água ao sedimentarem os materiais em suspensão, servir como alimento, e também abrigo e local para o desenvolvimento de vários organismos invertebrados e vertebrados, já que suas raízes são um substrato adequado para a deposição de ovos (Esteves, 1998), além de servir como substrato para o desenvolvimento da comunidade perifítica, uma vez que suas raízes e folhas submersas podem reter parte do material particulado, e proteger as margens do corpo d'água contra a erosão,

já que conferem maior estabilidade para o entorno dos sistemas aquáticos devido à sua fixação no solo (Xavier *et al.*, 2021).

Do ponto de vista econômico, as espécies de macrófitas aquáticas são utilizadas principalmente como PANC (Plantas Alimentícias Não Convencionais), adubo orgânico e matéria-prima para o desenvolvimento de fármacos, utensílios domésticos e tijolos (Xavier *et al.*, 2021). Além disso, estão sendo cada vez mais utilizadas na fitorremediação (processo que envolve a utilização de plantas e comunidades microbianas associadas) para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes do solo e da água (Accioly & Siqueira, 2000). Nesse processo, as plantas exercem a função de filtro biológico, uma vez que suas raízes não absorvem apenas os nutrientes essenciais para seu desenvolvimento e crescimento, mas também os poluentes presentes no ambiente, como petróleo e metais pesados (Cabral & Santos, 2016). No entanto, para que esse processo seja efetivo, se faz necessária tanto a escolha da espécie correta a ser utilizada, quanto a retirada periódica das plantas, pois o conteúdo absorvido pelas raízes pode posteriormente retornar ao meio com a decomposição dos tecidos vegetais (Abrantes, 2009).

Apesar de seus benefícios, em certas condições o seu crescimento descontrolado em ecossistemas aquáticos pode gerar efeitos adversos para o meio ambiente, como o agravamento do processo de eutrofização e o aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (Bianchini Jr., 2003). Em alguns casos, o excesso da comunidade macrofítica também pode acarretar na redução da biodiversidade (Winton & Clayton, 1996), além de problemas com a utilização dos corpos d'água para a geração de energia e o abastecimento público de água (Pompêo, 2017). Esse crescimento descontrolado vem sendo potencializado por ações de origem antrópica, como a erosão do solo pela atividade agrícola e o excesso de nutrientes provenientes de resíduos domésticos e industriais, que levam à eutrofização artificial (Diniz *et al.*, 2018).

As macrófitas aquáticas possuem uma ampla distribuição geográfica, decorrente do ambiente aquático, que possibilita o aparecimento de espécies cosmopolitas (Santamaria, 2002). A nível mundial há poucos estudos sobre a distribuição e mesmo sobre o número de espécies de macrófitas aquáticas. Dentre essas publicações destacam-se os trabalhos de Chambers *et al.* (2008) e Murphy *et al.* (2019). O estudo realizado por Chambers *et al.* (2008) estimou cerca de 2.614 espécies, distribuídas em 412 gêneros e 88 famílias, enquanto Murphy *et al.* (2019) totalizaram 3.457 espécies em 456 gêneros e 93 famílias de macrófitas vasculares.

No Brasil, as primeiras pesquisas com macrófitas aquáticas tiveram início por volta de 1970, mas foi apenas a partir da década de 90 que houve um aumento significativo (Thomaz & Bini, 2003), sendo os primeiros trabalhos focados em informações sobre sistemática, taxonomia e ecologia (Irgang & Gastal, 1996; Pedralli, 2000 e Pott & Pott, 2000). Com o aumento das pesquisas, começaram a surgir trabalhos focados no levantamento de espécies em diversos estados do país (Amaral *et al.*, 2008; Pivari *et al.*, 2008; Bove e Paz, 2009 e Bao *et al.*, 2018). Para o Rio Grande do Sul, os dados de distribuição e riqueza de macrófitas aquáticas ainda são subestimados, visto que o acesso ao interior das áreas úmidas é mais difícil (Rosa *et al.*, 2007) e o tratamento dos espécimes para fins de herborização é mais delicado (Fidalgo & Bononi, 1989). Um estudo realizado por Irgang e Gastal (1996), catalogou mais de 400 espécies para o litoral, enquanto Oliveira *et al.* (2019) elaboraram uma lista com 760 espécies, mas com abrangência para os três estados da região sul. Além destes, outros estudos em âmbito regional foram realizados, seja analisando a diversidade e a riqueza, ou a composição florística de macrófitas aquáticas, podendo-

se citar Bertoluci *et al.* (2004); Mauhs *et al.* (2008); Spellmeier *et al.* (2009) Kafer *et al.* (2011) e Rolon *et al.* (2011)

Em relação à riqueza de macrófitas aquáticas, a maioria dos estudos estão concentrados nas famílias que geralmente apresentam a maior riqueza específica nos levantamentos, como Cyperaceae e Poaceae (Keddy 2000; Sieben *et al.* 2010; Käfer *et al.*, 2011). No entanto, estas famílias possuem muitas espécies de múltiplos habitats, que também ocorrem em ambientes terrestres, diferentemente de algumas famílias de Angiospermas que são típicas de ambientes aquáticos e contribuem com altos percentuais, senão a totalidade de plantas vivendo na condição aquática, como Podostemaceae, Plantaginaceae, Eriocaulaceae, Lentibulariaceae, Isoetaceae e Alismataceae (Murphy *et al.*, 2019).

4. Alismataceae

Alismataceae Vent é uma família de monocotiledôneas caracterizada pelo hábito aquático ou semi-aquático (Haynes & Holm-Nielsen, 1994). De acordo com estudos filogenéticos mais recentes, datações moleculares e análises biogeográficas, sugere-se que Alismataceae surgiu nas regiões Neotropical, Paleártica Ocidental e Afrotropical durante o Cretáceo (Li *et al.*, 2021). A distribuição intercontinental ocorreu principalmente por meio de dispersão envolvendo migração através de pontes terrestres e dispersão de longa distância (Chen *et al.*, 2012). A maioria das espécies ocorre em ambientes lóticos e lênticos de água doce, podendo também se desenvolver em ambientes de água salobra (Chen *et al.*, 2012). Geralmente estão enraizadas em substratos enlameados e cheios de água, ou crescem suspensas na água, podendo formar associações de ilhas flutuantes (Haynes & Holm-Nielsen, 1994).

Em relação às características morfológicas, os representantes dessa família possuem um ciclo de vida perene ou anual, e apresentam seiva leitosa, placentação basal e fruto geralmente aquênio. Outras características são flores radiais e trímeras, estames numerosos e livres, anteras loculares, rimosas e extrorsas (Haynes *et al.*, 1998), além de ovário súpero, unilocular, e geralmente um óvulo. Suas folhas são emersas, submersas e flutuantes; lineares ou pecioladas; com lâmina ovada ou elíptica e com base aguda a sagitada (Haynes & Holm-Nilsen, 1994).

A importância ecológica que as espécies de Alismataceae possuem pode ser exemplificada por *Echinodorus grandiflorus*, cujas sementes são consumidas por aves aquáticas (Scremin-Dias *et al.*, 1999), e as flores são polinizadas por abelhas do grupo *Protodiscelis*, que coletam pólen exclusivamente dessa espécie e de algumas outras espécies, como *Echinodorus floribundus* e *Hydrocleys nymphoides* (Carvalho, 2012). Pela importância medicinal merece destaque o gênero *Echinodorus*, em especial, *E. grandiflorus* (Cham. & Schltdl.) Micheli. e *E. macrophyllus* (Kunth) Micheli, popularmente conhecidas como chapéu-de-couro, chá-mineiro, erva-de-pântano, erva-de-bugre, congonha-do-campo ou erva-do-brejo (Lorenzi & Matos, 2002). *E. macrophyllus* pode ser empregada como diurético e antihipertensivo (Coimbra, 1994), enquanto, *E. grandiflorus*, como anti-inflamatório e anti-oxidante, possuindo ainda efeito cardioprotetor e sendo eficaz no tratamento de artrite (Marques *et al.*, 2017). Espécies de *Sagittaria* também são utilizadas como calmante epidérmico (Judd *et al.*, 2009). Em relação à importância como alimento, estudos sugerem que sementes de *Echinodorus* eram consumidas por Indígenas norte-americanos da etnia Mohave (Torrey, 1857, *apud* Rogers, 1983), assim como, os rizomas de espécies de *Sagittaria* também podem ser consumidos como alimento (Judd *et al.*, 2009). Ainda, algumas espécies

também são frequentemente empregadas na tecnologia de fitorremediação por possuírem potencial de fitoextração de metais tóxicos, como é o caso de *S. montevidensis* Cham. & Schltdl. (Ferrer *et al.*, 2017), e *Hydrocleys nymphoides* (Wild.) (Tian *et al.*, 2011).

Mesmo com todas as evidências da importância destas plantas, nos últimos 10 anos, a degradação das áreas úmidas causada pela expansão da agricultura e pecuária, pela drenagem de banhados, e pela poluição de cursos d'água, afetaram a ocorrência de muitos indivíduos de Alismataceae. Como exemplo, podemos mencionar *Sagittaria lancifolia* L. espécie que pode ter sofrido uma redução de pelo menos 30% em sua população (CNCFLora, 2022), o que a classifica como vulnerável (espécie que enfrenta um risco de extinção elevado na natureza), segundo a Lista Vermelha da Flora Brasileira (Brasil, 2022). Outras quatro espécies, *Echinodorus paniculatus* Micheli, *E. bolivianus* (Rusby) Holm-Nielsen, *E. lanceolatus* Rataj, e *S. rhombifolia*, são classificadas como menos preocupantes (espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas). As demais espécies que ocorrem no Brasil não estão inseridas na lista, fato que pode estar relacionado com a escassez de estudos, visto que há grandes lacunas em informações sobre a distribuição de diversas espécies de macrófitas aquáticas (Chambers *et al.*, 2008), e o conhecimento produzido sobre a flora aquática ao longo dos anos no Brasil ainda não foi consolidado (Pivari *et al.*, 2019).

Enquanto algumas espécies sofreram uma redução no número de indivíduos, outras aumentaram a sua densidade e área de ocorrência, causando problemas ecológicos, sociais e econômicos. Como exemplo de alismataceas invasoras, podemos citar *Sagittaria montevidensis*, que ocorre em altas infestações, principalmente em áreas de cultivo de arroz irrigado (Merotto *et al.*, 2010), e *Hydrocleys nymphoides*, conhecida por infestar barragens agrícolas, bloquear corpos de abastecimento de água, e impedir a passagem de luz e oxigênio em corpos d'água, além de competir com outras espécies emergentes (Aston & Jacobs, 1980).

Apesar de trabalhos, como o de Rataj (1978), Haynes & Holm-Nielsen (1994) e Lehtonen (2006), terem reunido uma extensa gama de características essenciais para o estudo taxonômico, as relações filogenéticas e a história evolutiva da família ainda não são conclusivas (Li *et al.*, 2021). Embora Cronquist (1981) e o sistema APG II (2003) tenham considerado Limnocharitaceae como uma família distinta de Alismataceae, classificações como a de Pichon (1946), Dahlgren *et al.* (1985), Judd *et al.* (1999), Lehtonen & Myllys (2008) e APG III (2009), aceitaram Alismataceae num sentido mais amplo, incluindo todos os gêneros de Limnocharitaceae (*Limnocharis* Humb. & Bonpl., *Hydrocleys* Rich. e *Butomopsis* Kunth) em Alismataceae.

Ainda assim, há controvérsias em relação à posição das duas famílias. Estudos recentes de filogenia incluíram Limnocharitaceae na sinonímia de Alismataceae, o que foi suportado devido às semelhanças morfológicas (Souza & Lorenzi, 2012). Ambas apresentam laticíferos, flores hipóginas, três ou mais carpelos, um ou mais óvulos, sementes com embrião curvado (Judd *et al.*, 1999), e grãos de pólen pantoporados e espinescentes (Furness & Banks, 2010). Entretanto, a posição de Limnocharitaceae em Alismataceae ainda varia conforme os estudos de análise filogenética, onde muitos sugerem a monofilia de Limnocharitaceae (Li & Zhou, 2009; Cuenca *et al.*, 2010; Petersen *et al.*, 2015). Tais autores afirmam que novas análises são necessárias para esclarecer a relação entre essas duas famílias. Dessa forma, para esse trabalho reconhecemos Limnocharitaceae como sinonímia de Alismataceae, seguindo a classificação adotada na Lista de Espécies da Flora do Brasil (Matias, 2022) e no Plants of the World Online (Powell, 2022).

Além das divergências filogenéticas em relação à Limnocharitaceae, a dificuldade de identificação das espécies, também é um dos grandes problemas de Alismataceae, levando a opiniões controversas em relação à delimitação de espécies e classificação infragenérica. Muitas espécies da família, sobretudo do gênero *Echinodorus* são taxonomicamente difíceis de identificar devido a sua plasticidade fenotípica (Lehtonen, 2006). Recentemente, Christenhusz *et al.* (2018) propuseram uma nova classificação para o gênero, com base na interpretação de que a espécie *Echinodorus berteroi* (Spreng.) Fassett é frequentemente separada das demais espécies de *Echinodorus*, fazendo referência a análise baseada em DNA nuclear feita por Lehtonen e Myllys (2008). De acordo com a nova proposta, *Echinodorus berteroi* seria a única espécie aceita para o gênero, e as outras 26 espécies pertenceriam a um novo gênero, *Aquarius* Christenh. & Byng. Entretanto, a nova classificação não considerou os artigos subsequentes (Lehtonen, 2008; Lehtonen & Falck, 2011), que com base na morfologia e análises de DNA nuclear e plastidial, sustentaram a monofilia de *Echinodorus*.

Considerando a incerteza das relações filogenéticas acerca deste gênero e a falta de trabalhos mais recentes que suportem a nova classificação proposta por Christenhusz *et al.*, (2018), aceitamos a monofilia de *Echinodorus*, classificação também adotada para a Flora e Funga do Brasil (Matias, 2022). Desta forma, a família encontra-se representada por 17 gêneros e 114 espécies, estando distribuída mundialmente de forma subcosmopolita (Govaerts, 2021). No Brasil existem cinco gêneros naturalmente encontrados: *Echinodorus*, *Helanthium* (Benth. & Hook.f.) Engelm. ex J.G.Sm, *Hydrocleys* Rich., *Limnocharis* e *Sagittaria* e 40 espécies (Haynes *et al.*, 1998; Matias, 2022). No país podem ser encontrados representantes em todos os domínios fitogeográficos, Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Matias, 2022). Para o Rio Grande do Sul, Matias (2022) cita a ocorrência de 4 gêneros e 12 espécies, enquanto Oliveira *et al* (2019) aponta a ocorrência de 4 gêneros e 8 espécies. Para ambos os autores, o gênero mais representativo em número de espécies é *Echinodorus*, seguido por *Sagittaria*, *Helanthium* e *Hydrocleys*.

Além das divergências filogenéticas, há algumas lacunas principais no conhecimento de Alismataceae. Entre as quais, podemos destacar a escassez de dados sobre a sua riqueza, distribuição e taxonomia, sobretudo para o Rio Grande do Sul, onde o único estudo realizado a nível de família foi a dissertação de Rego (1988) e a nível de gênero foi Bevilacqua *et al.* (2001).

Em relação à falta de dados sobre a riqueza, distribuição, e aspectos taxonômicos da família, entendemos que a ampliação de coletas para compor os acervos das coleções faz-se necessário. Embora os incansáveis esforços para o conhecimento da biodiversidade tenham gerado uma considerável quantidade de dados, muitos destes encontram-se dispersos, sejam em museus, relatórios de governos locais, ou até mesmo na literatura e no acervo das universidades (GBIF, 2020). Mas atualmente é possível encontrar essas informações em repositórios de dados on-line, sendo esse um meio mais acessível, mais rápido, e menos custoso financeiramente, já que não envolve gastos com grandes deslocamentos para coleta (Sayão & Sales, 2016). Os repositórios de dados permitem que os dados científicos sejam gerenciados, preservados e divulgados. Para Semeler & Pinto (2019), os dados científicos são evidências de uma pesquisa, sendo estes coletados, observados, registrados e/ou criados para fins de análise, mas que também podem ser utilizados para produzir resultados para um futuro estudo.

A partir do levantamento de dados pré-existentes, é possível trabalhar com registros e informações que são constantemente atualizados e que abrangem diferentes períodos de tempo.

Além disso, com os dados disponíveis nos repositórios, é possível obter informações para a identificação de áreas com grande riqueza de espécies, e para indicar o estado do conhecimento da biodiversidade, direcionando futuros esforços de coleta e pesquisa, bem como para definir áreas prioritárias para a conservação (Chapman, 2005; Oliveira *et al.*, 2015).

Nesse contexto, descrever a flora de Alismataceae para o Rio Grande do Sul, além de contribuir para o reconhecimento das espécies que compõem os ambientes aquáticos continentais do Sul do Brasil, pode servir de subsídio para avaliar a necessidade de futuras iniciativas de conservação para táxons com distribuição restrita no Estado. O presente estudo teve como principais objetivos: (I) apresentar aspectos taxonômicos, ecológicos e dados de distribuição geográfica, considerando os biomas e diferentes fisiografias do estado (II) comparar a riqueza e a composição das espécies entre os biomas e regiões hidrográficas (III) analisar possíveis espécies indicadoras de cada região (IV) comparar a riqueza das espécies no estado com outras regiões do Brasil (V) classificar as espécies quanto a forma biológica e o ambiente de ocorrência.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, N.A. Potencialidades paisagísticas. 1. ed. São Paulo: Ateliê editorial, 2005. 151p.
- ABRANTES, L.L.M. Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos utilizando *Typha angustifolia* e *Phragmites australis*. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2009. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/624/1/Dissertacao%20Lorena%20L%20M%20Abrantes.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2022.
- ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds). Tópicos em ciência do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 299-352.
- AMARAL, M.C.E.; BITTRICH, V.; FARIA, A.D.; ANDERSON, L.O. & AONA, L.Y.S. Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do estado de São Paulo. 1.ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 452p.
- APG III -The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, V. 161, p. 105-121, 2009.
- BAO, F.; LEANDRO, T.D.; ROCHA, M.; Dos Santos, V. S.; STEFANELLO, T. H.; ARRUDA, R. *et al.* Plant species diversity in a Neotropical wetland: patterns of similarity, effects of distance, and altitude. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, p. 85-97, 2018.
- BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. (Eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 1ed.São Paulo: USP/Fapesp, 2000. p. 249-269.
- BERTOLOCÍ, V. D. M; ROLON, A. S.; MALTCHIK, L. Diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas do município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul. Pesquisas, Botânica, v. 54, p. 187-199, 2004.
- BEVILAQUA, G. A. P. *et al.* Distribuição geográfica e composição química de Chapéu 458 de couro (*Echinodorus* spp.) no Rio Grande do Sul. Cienc. Rural, v. 31, n. 2, 2001.
- BIANCHINI JÚNIOR, I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. (Eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. 1.ed. Maringá: EDUEM, 2003. p. 85-126.
- BILENCA D; MIÑARRO, F. Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em las pampas y campos de Argentina, Uruguay e sur de Brasil. 1. ed. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre, 2004. 323p.

- BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Boletim do Instituto de Biociências. Boletim do instituto de biociências, v.56, p. 1-39, 1997.
- BOVE, C.P.; PAZ, J. Guia de campo das plantas aquáticas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2009. 176p.
- CABRAL, C. M.; SANTOS, J. B. Grupo INOVAHERB: excelência em pesquisas sobre fitorremediação de ambientes com resíduos de herbicidas no Brasil. Revista Científica Vozes dos Vales, v. 9, p. 1-11, 2016.
- CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest, In Galindo-Leal, C. & I. G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. 1.ed. Washington, D.C: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, 2003 pp. 31-42.
- CARVALHO, A.T. Interações entre *Protodiscelis* (Colletidae, Neopasiphaeinae) e plantas aquáticas e a importância de odores florais na atração de polinizadores. Tese de doutorado-Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4107?&locale=es>. Acesso em: 10 de jun. de 2022.
- CHAMBERS, P.; LACOUL, P.; MURPHY, K.J.; THOMAZ, S.M. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p. 9 – 26, 2008.
- CHAPMAN, A.D. Principles and Methods of Data Cleaning. version 1.0. Copenhagen: Report for the Global Biodiversity Information Facility, 2005. 72p.
- CHEN, L.Y.; CHEN, J.M.; GITURU, R.W., TEMAN, T.D.; WANG, Q.F. Generic phylogeny and historical biogeography of Alismataceae, inferred from multiple DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 63, p. 407-416, 2012.
- CNCFlora- Centro Nacional de Conservação da Flora. *Sagittaria lancifolia* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Sagittaria lancifolia](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Sagittaria%20lancifolia). Acesso em: 12 de maio de 2020.
- COIMBRA, R. Manual de fitoterapia. 2 ed. Belém: CEJUP, 1994. 335p.
- COOK, C.D.K. Water plants on the world. The Hague: Dr. Junk Publisher, 1974. 561p.
- CORDEIRO, J.L.P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.D. *et al.* (Eds.). Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. 1.ed. Brasília: MMA, 2009. p. 285-299.

- COWARDIN, L.M, CARTER, V; GOLET, F.C; LAROE, E.T. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States US. 1st. Washington, DC: Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. 1979. 171p.
- CRISTENHUSZ, M. J. M.; FAY, M. F.; BYNG, J.W. GLOVAP nomenclature part I. In: CRISTENHUSZ, M. J. M; FAY, M. F; BYNG, J. W. (Eds.). The Global Flora. 4. ed. Bradford: Ed. Plant Gateway Ltd, 2018. p.51-54.
- CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. 1.ed. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.
- CUENCA, A.; PETERSEN, G.; SEBERG, O.; DAVIS, J.I.; STEVENSON, D.W. Are substitution rates and RNA editing correlated?. BMC Evolutionary Biology, v. 10, p. 349–364, 2010.
- DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H. T.; YEO P. F. (1985). The families of the monocotyledons. Berlin: Springer-Verlag, 1985. 501p.
- DAVIDSON, N. C. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research v.65, p.934-941, 2014.
- DEAN, W. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.
- DINIZ, F.M.; SANTOS, M.O.; MELO, S.M. Levantamento da fauna de macroinvertebrados associados à macrófitas aquáticas. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 3, p. 86-91, 2018. <https://doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1693.086-091>.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2022). Pampa. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-pampa>. Acesso em 22 de ago de 2022.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 601p.
- ESTEVES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. Acta Limnologica, v. 1, p. 273-298, 1986.
- FEPAM- Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Regiões Hidrográficas do Estado do RS. Relatório Anual de Recursos Hídricos no RS (*DRH – SEMA*). Brasil, 2002. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/regioes_hidro.asp. Acesso em: 10 de jun. de 2022.
- FERRER, E. M. K.; BETEMPS, G. R.; ROSA, N. N.; SANCHES FILHO, P. J. Avaliação da *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl. como bioindicador e fitoextrator de metais tóxicos. Revista Água e Ambiente, v. 12, p. 919-93, 2017.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62p.
- FILHO, A.T; WINCKLER, L.T. Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa [recurso eletrônico]: Reunindo saberes. Pelotas: Editora UFPel, 2020. 227 p.

- FONTANA, C.S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, 632p.
- FORTES, A. B. Geografia física do Rio Grande do Sul. Eds. Porto Alegre: Editora Globo, 1959. 393p.
- FRASER, L. H.; KEDDY, P. The future of large wetlands: A global perspective. In: LAUCHLIN H.; KEDDY A. (Eds.). The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation. 1. ed. Cambridge: Cambridge University, 2005. p. 446–468.
- FURNESS, C. A.; BANKS, H. Pollen evolution in the early-divergent monocot order Alismatales. International Journal of Plant Sciences, v. 171, p. 713–739, 2010.
- GALETTI, M.; FERNANDEZ, J. C. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. Journal of Applied Ecology, v. 35, p. 294-301, 1998.
- GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. Hidrologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 291p.
- GETZNER, M. Investigating public decisions about protecting wetlands. J Environ manage, v. 64, n. 3, p. 237-243, 2002.
- GIBF. Acesso livre e aberto a dados de biodiversidade. 2022. Disponível em: <https://www.gbif.org/>. Acesso em: 25 de jul. de 2022.
- GOVAERTS, R. World Checklist of Arecaceae Facilitated by the Royal Botanic Gardens, 2021. Disponível em: <http://wcsp.science.kew.org/>. Acesso em: 13 de abr. de 2022.
- HALLS, A. J. (ed.) Wetlands, biodiversity and the Ramsar Convention: the role of the convention on wetlands in the conservation and wise use biodiversity. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland, 1997.
- HASENACK, H. Determinantes biofísicos e geopolítico do uso da terra no estado do rio grande do sul, brasil. Tese de doutorado- Universidade federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Agronegócios, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/179094>. Acesso em: 04 de jun. de 2022.
- HASTON, H. I.; JACOBS, S. *Hydrocleys nymphoides* (Butomataceae) in Australia, Muelleria: An Australian Journal of Botany, v. 4, p. 285-293, 1980.
- HAYNES, R. R.; HOLM-NIELSEN, L. B. The Alismataceae. Flora Neotropica - Monograph 64. New York: The New York Botanical Garden, 1994. 109p.
- HAYNES, R. R.; LES, D. H.; HOLM-NIELSEN, L. B. Alismataceae. In: Kubitzki, K. (Eds.). The families and genera of vascular plants – Flowering plants monocotyledons Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). 4.ed. Berlin: Springer, 1998. p. 11-15.

716 IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Biomas brasileiros. Brasil, 2022. Disponível
 717 em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307_biombras-brasileiros.html.
 718 Acesso em: 24 de jun. de 2022.

719

720 IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Mapa da vegetação do Brasil e Mapas de
 721 biomas do Brasil. Brasil, 2004. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 de jun. de
 722 2020.

723

724 IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas brasileiros. Brasil, 2022. Disponível
 725 em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307_biombras-brasileiros.html.
 726 Acesso em: 24 jun 2022.

727

728 IPBES- The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
 729 *Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform on*
 730 *Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany, 2020. Disponível em:
 731 [https://ipbes.net/sites/default/files/202012/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and](https://ipbes.net/sites/default/files/202012/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf)
 732 [%20Pandemics%20Report_0.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/202012/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf). Acesso em: 23 de ago de 2022.

733

734 IRGANG, B. E.; GASTAL Jr., C.V.S. Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do
 735 Sul. Ed.1. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 290p.

736

737 IRGANG, B.E; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.L. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica
 do Taim, Roessleria, v.2, p. 395-404, 1984.

738

739 JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P.F.; DONOGUE, M.J.
 740 Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 612p.

741

742 JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F; KANDUS, P.; LACERDA,
 743 L. D.; *et al.* Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para
 744 uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável, in: CUNHA N., C.; PIEDADE, M. T. F.;
 745 JUNK, W.(Eds.) Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus
 746 Macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT, 2015. p. 13-82.

747

748 JUNK, W. J.; SHUGING, N. A.; FINLAYSON, C..M.; GOPAL, B.; KVET, J.; ROBARTS, R. D.
 749 *et al.* Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global
 750 climate change: A synthesis. Aquatic Science, v. 75, p. 151–167, 2013.

751

752 KÄFER, D.S.; COLARES, I.G.; HEFLER, S.M. Composição florística e fitossociologia de
 753 macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. Rodriguésia, v. 62,
 754 p. 835-846, 2011.

755

756 KEDDY, P.A. Wetland Ecology: Principles and Conservation. 1.ed. Cambridge: Cambridge
 757 University Press, 2000, 614 p.

758

759 LEHTONEN, S. Phylogenetics of Echinodorus (Alismataceae) based on morphological data.
 760 Botanical Journal of the Linnean Society, v. 150, p. 291–305, 2006.

761

- LEHTONEN, S. An integrative approach to species delimitation in *Echinodorus* (Alismataceae) and the description of two new species. *Kew Bulletin*, v. 63, p. 525–563, 2008.
- LEHTONEN, S.; FALCK, D. (2011) Watery varieties: Aquarium plant diversity from aesthetic, commercial, and systematic perspectives, in: Aquino, J. C. (Eds.). *Ornamental Plants: Types, Cultivation and Nutrition*. New York: Nova Science Publisher, 2011, p. 11-46.
- LI, H.T.; LUO, Y.; GAN, L.; MA, P.F.; GAO, L.M.; YANG, J.B. *et al.* Plastid phylogenomic insights into relationships of all flowering plant families. *BMC Biology*, v. 232, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.1186/s12915-021-01166-2>.
- LI, X.; ZHOU, Z. Phylogenetic studies of the core Alismatales inferred from morphology and *rbcl* sequences. *Progress in Natural Science*, v. 19, p. 931–945, 2009.
- MALTCHIK L, COSTA, E. S.; BECKE, C. G.; OLIVEIRA, A. E. Inventory of wetlands of Rio Grande do Sul (Brazil). *Pesquisas, Botânica*, v. 53, p.79-88, 2003.
- MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; GUADAGNIN, D.; STENERT, C. Wetlands of t. Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 16, p. 137-151, 2004.
- MAPBIOMAS-Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Pampa - Coleção 6. Brasil, 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/hub-de-aves-migratorias-pampa-e-o-bioma-brasileiro--que-mais-perde-vegetacao-natural>. Acesso em: 02 out de 2022.
- MARQUES, A. M.; PROVANCE JR, D. W.; KAPLAN, M. A. C. *Echinodorus grandiflorus*: Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological overview of a medicinal plant used in Brazil. *Food and Chemical Toxicology*, v. 109, p. 1032-1
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. Livro Vermelho da Flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2013. 1100p.
- MARTINS, M. S.; RÓZ, A. L.; MACHADO, G. O. Mata Atlântica. Localização geográfica da região. Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.educar.sc.usp.br>. Acesso em: 08 de mar. de 2021.
- MATIAS, L.Q. Alismataceae *in* Flora do Brasil em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB39>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- MAUHS, J.; MARCHIORETTO, M. S.; BUDKE, J. C. Riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em área úmida na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, série botânica*, v.57, p. 289-302, 2008.
- MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. A regeneração natural sob reflorestamentos ciliares no estado de São Paulo: a importância da fauna para processos de restauração. In: Seminário brasileiro de áreas degradadas, VI. Curitiba. Anais...Curitiba: Sobrade, 2005. p. 51-59.

809 MENEZES, L.S.; VOGEL-ELY, C.; LUCAS, D.B.; MINERVINI-SILVA, G.H.; BOLDRINI, I.I.;
810 OVERBECK, G.E. Plant species richness record in Brazilian Pampa grasslands and implications.
811 Revista Brasileira de Botânica, Porto Alegre, v.41, p.817-823, 2018
812
813 MEROTTO JUNIOR, A.; KUPAS, V.; NUNES, A. L.; GOULART, I.C.G.D.R. Isolamento do
814 gene ALS e investigação do mecanismo de resistência a herbicidas em *Sagittaria montevidensis*.
815 Ciência Rural, v.40, p.2381-2384, 2010.

816 MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. The value of wetlands: importance of scale and landscape
817 setting. Ecological Economics, v.35, p. 25-33, 1993.

818
819 MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sítios Ramsar. Brasil,2020. Disponível em:
820 <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/s%C3%ADtios Ramsar.html>.
821 Acesso em: 25 de jul. de 2020.
822

823 MURPHY, K.; EFREMOV, A.; DAVIDSON, T.A.; MOLINA-NAVARRO, E.; FIDANZA, K.;
824 BETIOL, T.C.C. *et al.* World distribution, diversity and endemism of aquatic macrophytes.
825 Aquatic Botany, v.158, p. 103-127, 2019.
826

827 OLIVEIRA, L.S.; ANDRADE, B.O.; BOLDRINI, L.L.; MOÇO, M.C.C. Aquatic vascular plants
828 of South Brazil: checklist and a comparative floristic approach. Acta Botanica Brasilica, v. 33, p.
829 709-715, 2019.

830
831 OLIVEIRA, U.; BRESCOVIT, A. D.; SANTOS, A.J. Delimiting areas of endemism through
832 kernel interpolation. Plos One, v. 10, p. 1–18, 2015. doi:10.1371/journal.pone.0116673. 2015.
833

834 PEDRALLI, G. Macrófitas aquáticas: técnicas e métodos de estudo. Estudos de Biologia, v. 26,
835 p. 5-24, 1990.
836

837 PEDRALLI, G. Padrões florísticos como subsídios à conservação da biodiversidade de macrófitas
838 aquáticas, in: PEDRALLI, G. (Eds.). Tópicos Atuais em Botânica. Embrapa: Brasília, 2000. p.
839 335-339.
840

841 PETERSEN, G.; SEBERG, O.; CUENCA, A.; STEVENSON, D.W.; THADEO, M.; DAVIS, J.
842 *et al.* Phylogeny of the Alismatales (Monocotyledons) and the relationship of Acorus (Acorales?).
843 Cladistics, v.32, p. 1–19, 2015.
844

845 PICHON, M. Sur lès alismatacées et les butomacées. Notulae systematicae. Paris: Herbarium Du
846 Museum de Paris, 1946. 170-183P.
847

848 PIVARI, M. O. D.; MELO, P. H. A.; SOUZA, F. S.; STEHMANN, J. R.; MOURA JÚNIOR, E.
849 G.; MOREIRA, S. N. *et al.* New initiatives for Brazilian aquatic plant data management. Acta
850 Botanica Brasilica, v. 33, p. 78-87, 2019. doi: 10.1590/0102-33062018abb0280.
851

852 PIVARI, M.O.D.; POTT, V.J. & POTT A. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas
853 subregiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 22, p. 559-
854 567, 2008.

- POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros. 1.ed. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2008, 424p.
- POTT, V.J.; POTT, A. Plantas aquáticas do Pantanal. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2000. 404 p.
- POWO- Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Kew, London, 2022. Disponível em: <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. Acesso em: 28 de out. 2022.
- RAMBO, S. J. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. 3. ed. Porto Alegre: Editora Unisinos, 1956. 472 p.
- RATAJ, K. Alismataceae of Brazil. Acta Amazonica, v. 8, p. 1-53, 1978.
- REGO, S. C. A. Alismataceae Ventenat no Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado- Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre. 1998. 119p.
- ROCHA, R. O futuro da Mata Atlântica: um olhar sobre o sul da Bahia. 14. ed. Bahia: WW Brasil, 2002. p.40-46.
- ROGERS, G. K. The genera of Alismataceae in the Southeastern United States. J. Arnold Arbor, v. 64, p. 383-420, 1983.
- ROLON, A. S; ROCHA, O.; MALTCHIK, L. Diversity of aquatic macrophytes in the Lagoa do Peixe National Park. Neotropical Biology and Conservation, v.6, p. 12, 2011.
- ROSA, I.M.L.; OLIVEIRA, T.P.R.; CASTRO, A.L.C; DE SOUZA MORAES, L.E.; XAVIER, J.H.A.; NOTTINGHAM, M.C. *et al.* Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg. Neotrop. Ichthyol, v.5, p. 405-414, 2007.
- SANTAMARIA, L. Why are most aquatic plants broadly distributed? Dispersal, clonal grow and small-scale heterogeneity in a stressful environment. Acta Ecológica, v. 23, p. 137-154, 2002.
- SAYÃO; L. F; SALES, L. F. Algumas considerações sobre os repositórios digitais de 607 dados de pesquisa. Inf. Inf., v. 21 n.2, p. 90-115, 2016.
- SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J.; HORA, R. C.; SOUZA, P. R. Nos Jardins Submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito. Campo Grande: UFMS, 1999, 160p.
- SEMA- Secretária Municipal do Meio Ambiente. Diário Oficial Decreto 52.109-01/12/2014. Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/>. Acesso em: 04 de out. de 2022.
- SEMLER, A. R.; PINTO, A. L. Os diferentes conceitos de dados de pesquisa na abordagem da biblioteconomia de dados. Ciência da Informação, v. 48, p.130-129, 2019.

902 SIEBEN, E.J.J.; KOTZE, D.C.; MORRIS, C.D. The vegetation of the wetlands in the Maloti-
 903 Drakensberg, South África. *Bothalia*, v. 40, 2010, p. 117-134.
 904

905 SOSMA- Fundação SOS Mata Atlântica. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica.
 906 Brasil, 2019. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf. Acesso em 17 de jun. de 2020.
 907
 908

909 SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias
 910 de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 1.ed. São Paulo: Nova Odessa,
 911 2012, 768p.
 912

913 SPELLMEIER, J.; PÉRICO, E.; FREITAS, E. M. Composição florística de um Banhado no
 914 município de Estrela/Rio Grande do Sul. *Pesquisas, botânica*, v. 60, p. 367-381, 2009.
 915

916 STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. Cores e formas no Bioma Pampa: plantas
 917 ornamentais nativas. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 276p.
 918

919 THOMAZ, S. M; BINI, L. M. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas
 920 desenvolvidos no Brasil, in: THOMAZ, S. M; BINI, L. M. Ecologia e Manejo de macrófitas
 921 aquáticas. Maringá: Eduem, 2003, 342p.
 922

923 TIAN, R.; ZHU, M.; SUN, X.; LIU, M.; CHENG, C. Nitrogen and phosphorus removal effects of
 924 different hydrophyte combinations under simulated eutrophic conditions. *Journal of Beijing*
 925 *Forestry University*, v. 33, p. 191-195, 2011.
 926

927 TOLLEFSON, J. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely. *Nature*, v. 584,
 928 p.175-176, 2020. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02341-1>.
 929

930 VIEIRA, E. F. & RANGEL, S. S. Planície costeira do Rio Grande do Sul: geografia física,
 931 vegetação e dinâmica sócio-demográfica. 1. ed. Porto Alegre: Sagra, 1988. 256p.

932 WEAVER, J. E., CLEMENTS F. E. Plant ecology. 2st. New York, NY: McGraw-Hill, 1929. 601p.

933 WINTON, M. D.; CLAYTON, J. S. The impact of invasive submerged weed species on seed banks
 934 in lake sediments. *Aquatic Botany*, v. 53, p. 31-45, 1996.
 935

936 WU, F.; ZHAO, S.; YU, B.; CHEN, I. M.; WNAG, W.; SONG, Z. G. *et al.* A new coronavirus
 937 associated with human respiratory disease in China. *Nature*. v.579 p.265-269, 2020. doi:
 938 10.1038/s41586-020-2008-3.
 939

940 XAVIER, J. O.; CAMPOS, M. C. S.; RIBEIRO, S. T. M.; MOTA, H. R. Macrófitas Aquáticas.
 941 Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. 1.ed. Belo Horizonte: Cemig, 2021.
 942 96p.
 943
 944
 945
 946

947
948 **CAPÍTULO I**
949

950
951 **Alismataceae in humid subtropical areas in southern Brazil**
952

953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975 Manuscrito submetido para o periódico Flora
976 <https://www.elsevier.com/journals/flora/0367-2530/guide-for-authors>
977
978
979

Alismataceae in humid subtropical areas in southern Brazil

Ana Paula Roschildt-da Silva^{a,a*}, Ana Silvia Rolon^{b,b} & Sonia Marisa Hefler^{a,c}

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

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

^a annyroschildt@hotmail.com; 555 053 981270227 (Corresponding author)

^b asrolon@gmail.com

^c smhefler@yahoo.com

Abstract

Alismataceae is a family of aquatic or semi-aquatic plants with a wide distribution in humid areas, occurring in tropical, subtropical and temperate regions. Although Brazil accounts for 50% of the entire species diversity of the family, there are many gaps in the knowledge of the species and their distribution, especially in the southern region of the country. This paper presents the study of Alismataceae species in the Biomes Pampa and Atlantic Forest of Rio Grande do Sul, highlighting taxonomic, ecological and distribution aspects. The study was based on the morphological analysis of specimens deposited in online data repositories and herbaria, as well as specimens collected in wetlands in the extreme south of Brazil. Ten taxa were registered for Rio Grande do Sul: *Echinodorus grandiflorus*, *E. longiscapus*, *E. macrophyllus*, *E. reptilis*, *E. uruguayensis*, *Helanthium tenellum*, *Hydrocleys nymphoides*, *Sagittaria lancifolia*, *S. rhombifolia* and *S. montevidensis*. This study presents an identification key for the taxa, morphological descriptions, images of the species and distribution maps. Ecological and phenological data are also provided.

Key-words: Aquatic plants; Atlantic Forest; distribution; online repositories; Pampa;; taxonomy

1. Introduction

The state of Rio Grande do Sul is classified as an environmental transition zone, where different ecological communities derived from two important biomes, Pampa and Atlantic Forest, are in contact (IBGE, 2004). Despite being the smallest biome in Brazil, the Pampa is the region with the greatest topographic and geological diversity in the south of the country (Ab'saber, 2005). Within this complexity of environments found, especially for Rio Grande do Sul, Fortes (1959) considered soil, relief and vegetation characteristics to classify the State into 11 physiographic regions, of which seven (Litoral, Encosta do Sudeste, Depressão Central, Campanha, Missões and Planalto Médio), have all or at least part of their territory represented by the Pampa biome and four belonging mostly to the Atlantic Forest biome (Alto Uruguay, Campos de Cima da Serra, Encosta Inferior do Nordeste and Encosta Superior do Nordeste). Among these regions, the Litoral and the Depression Central stand out for gathering most of the natural wetlands in Rio Grande do Sul (Maltchik et al., 2003a).

Wetlands are among the most productive and biologically diverse ecosystems in the world (Mitsch & Gosselink, 1993). These environments provide several fundamental environmental services for the maintenance of local biodiversity and for the well-being of human populations, such as the control of river flows and floods, the stabilization of coastal regions, the retention of sediments and nutrients, shelter for several species, the recharge of underground aquifers, climate stability and the reduction of pollutants in waters and associated watersheds (Maltchik, 2003). In addition, most wetland environments are largely colonized by aquatic macrophytes and much of their biodiversity can be explained by the presence of this plant community (Mitsch & Gosselink, 1993). Aquatic macrophytes are aquatic plants visible to the naked eye, which inhabit areas ranging from wetlands to truly aquatic environments. This group of organisms includes macroalgae from the divisions of chlorophytes (green algae), xanthophytes (yellow-green algae), rhodophytes (red algae) and blue algae (cyanobacteria), bryophytes (mosses and liverworts), pteridophytes (ferns) and spermatophytes (plants with seeds) (Chambers et al., 2008).

Southern Brazil is home to the greatest diversity of aquatic macrophytes in the country (760 species), which may be a result of the great heterogeneity of habitats in the region, among which we highlight lakes, lagoons, floodplains, wetlands and swamps (Oliveira et al., 2019). Among the three states of the southern region, Rio Grande do Sul is the one with the highest diversity of aquatic macrophytes, with more than 400 species cataloged only for the coast (Irgang & Gastal, 1996) and 555 species with coverage for the entire territory of the state (Oliveira et al., 2019). Regarding floristic studies, Rio Grande do Sul also has the largest number (RS; 57%), followed by Paraná (PR; 29%) and Santa Catarina (SC; 14%) (Oliveira et al., 2019).

Most of the work conducted in wetlands in the state references taxonomic entities that generally have the highest concentrated specific species richness: Cyperaceae and Poaceae (Keddy 2000; Sieben et al. 2010; Käfer et al., 2011). However, these families have multiple habitat species that also occur in terrestrial environments, unlike some Angiosperm families that are typical of aquatic environments and contribute high percentages if not all of the plants living in the aquatic condition, such as Podostemaceae, Plantaginaceae, Eriocaulaceae, Lentibulariaceae, Isoetaceae and Alismataceae (Murphy et al., 2019).

Alismataceae Vent is a family of aquatic or semi-aquatic plants, which are perennial or annual, most species of which occur in freshwater environments, slow or still, are rooted in muddy and soggy substrates, or suspended in water, thus forming floating island associations (Haynes & Holm-Nielsen, 1994). As the main characteristics, the family presents radial and trimeric flowers, numerous and free stamens, extrorse anthers, a superior ovary, emersed, submerged or floating leaves, the presence of lactiferous, basal placentations and generally achene fruit. Recent studies

involving phylogeny, molecular dating and biogeographic analyses suggest that Alismataceae arose in the Neotropical, Western Palearctic and Afrotropical regions during the Cretaceous (Li et al., 2021). Intercontinental distribution occurred primarily through dispersal involving migration across land bridges and long-distance dispersal (Chen et al., 2012).

The family is subcosmopolitan and has 114 species in 17 genera (Govaerts, 2021). In Brazil, representatives of Alismataceae are naturally present in all biomes, Amazon, Caatinga, Cerrado, Atlantic Forest, Pampa and Pantanal (Matias, 2022a), accepted in five genera, *Echinodorus* Rich. ex Engelm., *Helanthium* (Benth. & Hook.f.) Engelm. ex J.G.Sm, *Hydrocleys* Rich., *Limnocharis* Humb. & Bonpl. and *Sagittaria* Ruppius ex L., with 40 species (Haynes et al., 1998; Matias, 2022a).

For Rio Grande do Sul, there is reference to the occurrence of four genera (*Echinodorus*, *Helanthium*, *Hydrocleys* and *Sagittaria*); however, there is divergence in terms of specific richness. While Matias (2022a) points to the occurrence of 12 species, Oliveira et al. (2019) and Rego (1988) cite only eight species, with Rego (1988) not including the genus *Hydrocleys*, which previously belonged to Limnocharitaceae.

For Alismataceae, although works such as Haynes & Holm-Nilsen (1994), Rataj (1978) and Lehtonen (2006) have gathered many essential characteristics for family recognition, taxonomic classification and evolutionary history are still inconclusive (Li et al., 2021). Even though Cronquist (1981) historically considered Limnochariaceae as a family distinct from Alismataceae and this classification was recognized by APG II (2003), classifications such as that of Pichon (1946), Dahlgren et al. (1985), Judd et al. (1999), Lehtonen & Myllys (2008) and APG III (2009) accepted the three genera of Limnocharitaceae, *Limnocharis* Humb. & Bonpl., *Hydrocleys* Rich. and *Butomopsis* Kunth in Alismataceae, based on several morphological characteristics, among which should be mentioned: the presence of laticifers, hypogynous flowers, three or more carpels and seeds with curved embryo. In addition to these characteristics, Furness & Banks (2010) indicated the presence of pantoporate and spinescent pollen grains as a morphological synapomorphy of the family. Thus, for this work, we recognize Limnocharitaceae as a synonym of Alismataceae, following the classification adopted by the Flora and Funga of Brazil (Matias, 2022a) and by Plants of the World Online (Powo, 2022).

In addition to phylogenetic divergences in accepting Alismataceae in a broader or narrower sense, there is also difficulty in identifying many species in the family, which leads to divergences in species delimitation and infrageneric classification. Many species, especially of the genus *Echinodorus* are difficult to delimit due to their phenotypic plasticity (Lehtonen, 2006). Furthermore, new circumscriptions for *Echinodorus* have been proposed, such as accepting *Echinodorus berteroi* (Spreng.) Fassett as the only species for the genus, while the other 26 species would be included in a new genus, *Aquarius* Christenhusz & Byng (Lehtonen and Myllys, 2008), because nuclear DNA analysis suggests that this species is often separated from the other species of the genus. However, a new study presented by Christenhusz et al. (2018), which was based on morphological features and nuclear and plastidial DNA analysis, supports the monophyly of *Echinodorus*, not accepting the circumscription previously proposed for the genus (Lehtonen and Myllys, 2008) and which was adopted in subsequent publications (Lehtonen, 2009a; Lehtonen and Falck, 2011). For the present study, the monophyly of *Echinodorus* is recognized and accepted, also following the classification adopted by the Flora and Funga of Brazil (Matias, 2022a).

Although Brazil accounts for about 50% of the entire species diversity of the family (BGF, 2015), there are many gaps in the knowledge of the species and their distribution, especially for Rio Grande do Sul, where studies are restricted to Rego (1988) for the family and Bevilacqua et al. (2001) for the genus *Echinodorus*, justifying the need for updated information, given the

advances in terms of taxonomic circumscription of the family. Thus, this study aimed to contribute to the knowledge and distribution of Alismataceae species in Rio Grande do Sul, considering the different phytogeographic domains and physiographic regions.

2. Methods

2.1. Study area

The state of Rio Grande do Sul (27°04'-33°45'S;49°42'-57°38'W), located in the southern region of Brazil, has a land area of 281,707 km² (IBGE, 2017). The region's climate is temperate subtropical type, classified as humid mesothermal (Cfa- Köppen), with average annual precipitation between 1,299 - 1,500 mm in the south, and 1,500 - 1,800 mm in the north. Average temperatures range from 15-18°C, with lows as low as -10°C and highs of 40°C (Rio Grande do Sul, 2022).

2.2. Data survey

The analyses of representatives of Alismataceae for Rio Grande do Sul, were obtained, in particular, through collection records from the following online data repositories: Global Biodiversity Information Facility-GBIF (2022), Brazilian Biodiversity Information System-SiBBr (2022), Reflora (2022) and SpeciesLink (2022), and specimens from the following herbaria, whose acronyms are according to Thiers (2022), were consulted: BLA, CGMS, COR, CRI, ECT, ESA, FLOR, FUEL, FURB, HAS, HCF, HDCF, HPBR, HPL, HUCCS, HVAT, IAP, ICN, INPA, K, LEB- Brazil, MBM, MOBOT, MPUC, NYBG. In addition to these, specimens were also analyzed in situ at HURG (University of Rio Grande Herbarium), and ex situ in herbaria in the State, whose specimens are not yet indexed in the repositories consulted (HBEI, RSPF, HUIRB, HNIM and HERW). To obtain data from these herbaria it was necessary to contact via e-mail to request the list of herborized material and/or images.

Field expeditions for collections were only possible from November 2021 to March 2022, during spring and summer, in municipalities in the extreme south of Brazil. The restriction of collection to this area and this period was due to the Covid-19 Pandemic

2.3. Data analysis

From the collection data, as well as morphological observations of the family for the state, the recognized species were grouped in tables and checked to enable duplicate records to be discarded (same specimen referenced in more than one database). Specimens whose taxonomic identification was unreliable, whose place of occurrence was incorrect or absent, or even specimens from cultivars, were not included in the analyses.

To georeference the locations of species records deposited in the repositories, the geographic coordinates informed on the collection labels were considered; when these were not available, the geoLoc tool (Reference Center for Environmental Information) and Google Maps were used to obtain the coordinates of the municipality seat. Similarly, when identifying incongruences between coordinates indicated on the labels and localities, the coordinate of the municipality seat, or of some locality indicated on the label, was used. If this was not possible, the

material was not used as a reference point for localization. The specimens collected during the study period were georeferenced by the roid application “As Minhas Coordenadas GPS” (Ross, 2022).

From the occurrence of the analyzed specimens, based on georeferenced data, distribution maps of the species were prepared for Rio Grande do Sul. The software Quantum GIS 3.16 was used to plot the data, considering the phytogeographic division between the Pampa biome and the Atlantic Forest biome (IBGE, 2004) and the physiographic divisions proposed by Fortes (1956): Alto Uruguay, Campanha, Campos de Cima da Serra, Depressão Central, Encosta do Sudeste, Encosta Superior do Nordeste, Litoral, Missões, Planalto Médio and Serra do Sudeste. To prepare these maps, the following data sources were used: Pampa and Lagoons Review (IBGE, 2015) and Water Mass Tract (ANA, 2016) for the biomes; and Water Mass Tract and Watershed (ANA, 2016), Municipal Mesh (IBGE, 2020) and Geographic Regions of the State of Rio Grande do Sul (IBGE, 2017), for the physiographic regions.

For the descriptions, fertile specimens were selected from field collections and from digital images of herborized material available in the repositories consulted. For the latter, the selected specimens were those that allowed the analysis of macromorphological structures and/or showed extreme variation for each species analyzed. To perform the measurements on digital images, the image processing and analysis software ImageJ (Rasband, 2022) was used. In the morphological descriptions, measurements were made of vegetative and reproductive structures that could be analyzed with this digital resource, following the terminologies used by Pansarin and Amaral (2005). Reproductive structures that require a greater magnification for observation, such as anthers, carpels, fillets and stamens, were not included in the descriptions, due to their absence or to the difficulty in analyzing the digital images (inadequate herborization or insufficient sharp magnification). Identification keys for the species of Rio Grande do Sul are also included, as is information related to ecological and phenological aspects based on information from the literature, labels from analyzed specimens and field observations.

The selected material consists of only one collection per municipality in Rio Grande do Sul. In cases where there was a reduced number of specimens or even few images in online repositories, we chose to analyze additional material, which includes specimens collected in bordering states (Santa Catarina and Paraná), as well as countries bordering Rio Grande do Sul (Uruguay). For *E. macrophyllus*, *S. lancifolia* and *H. nymphoides*, the additional material analyzed is from other states of Brazil. For *E. reptilis*, the type-material, the only sample located, was analyzed. Both the additional material examined and the specimen-types consulted were not used for morphological descriptions, but only for morphological comparisons and species confirmation, except for *E. reptilis*.

The plates with images of the taxa studied were made from photographs of specimens in the field during the collecting expeditions, or from images captured on the Web, selected from other studies and/or repositories and aim to illustrate the habit, habitat and vegetative and reproductive morphological structures that are characteristic of each species. The species *E. reptilis* was not included in the plates due to the scarcity of reliable photographs.

For the conservation status of species, the National Center for Flora Conservation - CNCFlora (2022), State Decree No. 52,109, December 1, 2014 (SEMA, 2014) and MMA Ordinance No. 148, June 7, 2022 (BRASIL, 2022) were consulted. The databases consulted follow the Red List categories standardized by the IUCN (2022): Least Concern (LC), Near Threatened (NT), Vulnerable (VU), Endangered (EN), Critically Endangered (CR), Extinct in the Wild (EW), Extinct (EX), Data Deficient (DD) and Not Evaluated (NE).

3. Results and discussion

From the survey of data in online repositories, we obtained records of representatives of Alismataceae in 14 of the 23 active herbaria in Rio Grande do Sul, which is equivalent to 60% of the herbaria in the state (SBB, 2022) (Fig. 1). This percentage is related to the fact that some herbaria have not yet made their collection available on digital platforms and/or do not have specimens of Alismataceae in their records. The latter was the main reason for the lack of data in these eight herbaria that were mostly consulted *ex situ*. Even though most of the herbaria in RS (73%) are located near the coastal region, they have specimens collected in the most diverse regions of the State, which leads us to suggest that the scarcity of collections of representatives of this family in many of the herbaria consulted, must be especially linked to the lower occurrence of individuals in localities that are far from the coastal plain, since this is the region with the highest concentration of wetlands in the State (Maltchik et al., 2003a). Another important factor to be considered is that consulting the online repositories also allowed us to include specimens from the digital collection of other herbaria in Brazil and also from other countries, thus expanding the sampling of specimens collected in the study area.

A total of 1025 records were analyzed (includes online repositories, herbarium and collections). Of these, 210 were discarded because of duplicate records in the online repositories and 60 because of inconsistencies in identification and location. Thus, 755 records were considered for this study.

From the analysis of ten floristic studies carried out in Rio Grande do Sul (Table 1), five species of Alismataceae were recorded, with *Sagittaria montevidensis* being the most frequent. However, these floristic data do not express the richness of species for the state, due to their regional character and also their restricted range to a few physiographic regions of the state, only five of the 11 indicated by Fortes (1956), which were mostly located in the Pampa biome.

On the other hand, when analyzing studies with coverage for the entire territory of the State, the species richness is very close to that found in the present study, such as Rego (1988) and Oliveira et al. (2019), who cited eight species, and Matias (2022a), who quoted 12 species. However, it should be noted that in Rego's (1988) study, *E. reptilis* and *E. macrophyllus* were not mentioned. The former was only recognized by Lethonem in 2008 and the latter was possibly omitted because there was no record of collection before 2000 for the state. Both species are currently accepted by Matias (2022a) and also recorded in the present study. In addition, *E. argentesis* Rataj, also mentioned by Rego (1988), is now accepted as a synonym of *E. grandiflorus* (Powo, 2022; Matias, 2022a).

It should also be noted that the study by Oliveira et al. (2019) presents a compilation of several floristic studies, some of them which involve searches for information in online repositories; among the species mentioned are *Helanthium bolivianum* (Rusby) Lehtonen & Myllys and *Echinodorus floribundus* (Seub.) Seub. The former was not confirmed in the specimens analyzed in the present study, even though it is possible that it occurs, since there are records of the species in Santa Catarina and Paraná, states bordering Rio Grande do Sul. For the second species, only one specimen (V.J. Pott; A. Pott 9757, CGMS) was found in the state, which is, in fact, *E. grandiflorus*. *E. floribundus* is often mistakenly identified and even marketed under the name *E. grandiflorus*, but Lehtonen (2008) reported that the species is easily recognized by its size, usually greater than 1.5 m, and leaf blades with translucent dots, not dots or lines, as in closely related species (*E. longiscapus* and *E. griflorus*). In addition, the inflorescence of *E. floribundus* has many long, nearly horizontal branches, whereas there are few, short and nearly erect branches in *E. grandiflorus* (Lehtonen, 2008).

There was also the citation of *E. lanceolatus* Rataj, *E. paniculatus* Micheli. and *E. aschersonianus* Graebner for the state (Matias, 2022a), which are not confirmed in the present

study. The first one, after a revision of the Flora of Brazil by the author herself (L. Q. Matias, Per. Com.), is no longer confirmed for the State, which also corroborates with the CNCFlora (Centro Nacional de Conservação da Flora, 2022). *E. paniculatus* Micheli. which is the only record for Rio Grande do Sul (S.P. Hein; T.M. Clara, 5070, RBR), is another species, probably *E. grandiflorus*, by the oval leaf blade, with translucent marks and cylindrical petiole, while *E. paniculatus* has lanceolate leaf blade, triangular petiole and the absence of translucent marks. Finally, *E. aschersonianus* Graebner, accepted by some authors (Holm-Nielsen, 1994; Rataj 2004; Pansarim & Amaral, 2005; Matias, 2022a), had its synonymization confirmed after Lehtonen (2006) studied the type specimen (Osten 3249) and observed herborized plants in the field and concluded that it is the submersed form of *E. uruguayensis*; therefore, this was accepted as a synonym by authors such as Rego (1988), Lehtonen (2006) and Powo (2022), so was accepted for the present study.

In addition to the situations reported, such as incorrect identifications and geographic inaccuracies, other difficulties were faced for the analyses based on data from online repositories, such as: poorly collected and/or incorrectly herborized specimens, as well as the absence of images associated with the database or even low-quality photographs. According to Maldonado et al. (2015), among these problems, the imprecision of geographic data is the one that most affects diversity patterns, overestimating richness in certain regions. Thus, to minimize these errors, unreliable information was discarded and the search for georeferenced points was conducted based on information from the collection tags.

The analysis of morphological characteristics, especially of very small structures, was compromised for many specimens, either because of the low resolution of the images, or because the specimens were poorly preserved and/or had floral parts missing. Even with these difficulties, a good part of the specimens allowed the identification and data collection for the morphological descriptions.

3.1 Key to identify Alismataceae taxa for Rio Grande do Sul

1. Dycline flowers.

2. Petals white without macula at base; scape triangular; bracts ovate to lanceolate.....
..... *Sagittaria lancifolia*

2'. Petals white with macula at base; scape cylindrical; bracts lanceolate.

3. Rhizome cylindrical; blades sagitate, base sagitate; veins 14-20. *Sagittaria montevidensis*

3'. Rhizome globose; blades lanceo-elliptic to oval, base attenuate; veins 7-8. *Sagittaria rhombifolia*

1'. Monocline flowers.

4. Translucent markings present on leaf blades.

5. Floating and submerged leaves; translucent line-like markings. *Echinodorus uruguayensis*

5'. Emerged leaves; translucent markings in the form of dots and lines.

6. Triangular petiole, decumbent inflorescence and lanceolate to elliptical blades. *Echinodorus reptilis*

6'. Cylindrical petiole, erect inflorescence and blades only oval.

7. Inflorescence glabrous to pubescent, mostly unbranched with <1 m height. *Echinodorus longiscapus*

7'. Inflorescence glabrescent to glabrous, branched with >1 m height
..... *Echinodorus grandiflorus*

4'. Translucent markings absent on leaf blades.

8. White petals without macula.

9. Herbs 2.5-24 cm tall, blades linear, base attenuate. *Helanthium tenellum*

9'. Herbs 22- 110 cm tall, blades oval, base cordate truncate.....

..... *Echinodorus macrophyllus*

8'. Yellow or light yellow petals with yellow macula. *Hydrocleys nymphoides*

3.2. Description of species

1. *Echinodorus grandiflorus* (Cham & Schltdl.) Micheli Monogr. Phan. 3: 57. 1881. (T. Lhotsky/Sello s.n.; 1815; **LT**: Sellow s.n.; Brazil (LE; ILT: BM, BR, E-GL, K)! Fig.2a-d, 3, 4.

Herbs perennial, 36-90cm tall, glabrescent to glabrous. Rhizome fusiform, ca. 4 cm long. Leaves emersed, petiole cylindrical, 18-78cm long, blades 10-25×4.5-22cm, oval, apex rounded to obtuse, base cordate to subordate, rarely attenuate, veins 7-15, translucent markings in the form of lines and points. Inflorescence paniculate, glabrous, scape 57-80×0.3-0.7cm, erect, occasionally with vegetative proliferations, cylindrical, triangular between verticils; verticils 5-25, with 4-24 flowers; bracts lanceolate, 0.5-4cm long, glabrescent, apex acute. Flowers 3.5×4.8 cm dia, pedicels 1-5cm long, sepals 4-9×4-6mm. Aquenium obovate, 1-3×1.5mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Arroio dos Ratos, 16.III.1985, B. Irgang et al. s/n° (ICN 96467); Barra do Quaraí, 14.V.1971, J.C Lindeman et al. s/n° (ICN 008434); Barra do Ribeiro, 06.XII.1967, B. Irgang & Z. Ceroni 279 (ICN); Bom Jesus, 09.I.2005, R.A. Wasum 2394 (HUCS); Cambará do Sul, 28.XI.1983, S.A. Rego & M. Paiva s/n° (RBR 5071); Campinas do Sul, 20.IX.1995, C.S. Zanchett s/n° (HPBR 6093); Canela, 01.I.2007, C. Claudinei s/n° (PACA-AGP 117650); Canguçu, 15.I.2002, Z. Leitzke s/n° (PEL 22696); Canoas, 16.I.1932, B. Rambo 269 (SP); Capão da Canoa, 04.XII.1992, s/c (MPUC 12805); Capão do Leão, 06.I.2001, S. Pesamosca s/n° (PEL 25330); Caxias do Sul, 01.II.2000, L. Scur 401 (MBM); Cidreira, 04.I.2012, L. Manzoni s/n° (HUCS 38638); Dom Pedro de Alcântara, 01.XI.2010, P.J.S. Silva Filho 1686 (MPUC); Erechim, 26.X.1986, I.P. Kochanski s/n° (HPBR 1372); Esmeralda, 19.01.1996, J.A. Jarenkow s/n° (PEL 3050); Farroupilha, 15.XI.1956, O.R. Camargo 973 (PACA-AGP); Guaíba, 19.XII.2010, N.I. Matzenbacher s/n° (ICN 00043758); Jaguarão, 10.II.1938, B. Rambo s/n° (PACA-AGP 2883); Maquiné, 16.IX.2001, G. Coelho de Souza (ICN 126145); Marcelino Ramos, 28.XI.1993, A. Butzke s/n° (HUCS 11854); Montenegro, 31.X.1945, Henz 32535 (S); Mostardas, 09.I.2008, R. Meneghel 91 (MBM); Nonoai, 01.III.1945, B. Rambo s/n° (PACA-AGP 28169); Nova Santa Rita, 19.XII.2017, V.L. Bittencourt 150 (ICN); Osório, 12.IV.1981, A. Schwarzbald 14 (ICN); Palmares do Sul, 01.XII.2003, M.L. Abruzzi 4372 (HAS); Passo Fundo, 20.X.1957, O.R. Camargo 2236 (PACA-AGP); Pelotas, 19.XII.1892, C.A.M. Lindman 939 (S) Pirapó, 00.II.1989, R. Záchia 31 (ICN); Porto Alegre, 13.I.1985, M. Sobral 3700 (ICN); Rio Grande, 25.III.2022, A.P. Roschildt 9 (HURG); Santa Maria, 01.III.1956, O.R. Camargo 128 (PACA-AGP); Santa Vitória do Palmar, 26.II.1978, G. Martinelli 4008 (RB); Santana da Boa Vista, 19.I.1996, J.A. Jarenkow et al. (PEL 14953); São Gabriel, 04.XI.1987, H. Longhi 600 (ICN); São Jerônimo, 01.IX.1982, O. Bueno 3576 (HAS); São João do Polêsine, 25.I.2000, R.A. Záchia et al. 4210 (SMDB); São Leopoldo, 19.XII.1961, A. Sehnem 7937 (PACA-AGP); São Lourenço do Sul, 03.III.2022, A.P. Roschildt 7 (HURG); Sobradinho, 12.XII.1988, M.A. Durlo s/n° (HDCF 3950); Tapes, 01.XII.1980, J. Goergem s/n° (ICN 050190); Taquari, 14.XII.1957, O.R. Camargo (BLA 14720); Torres, 02.II.1984, A.S. Rego 179 (ICN); Tramandaí, 30.III.1984, G. Pedralli & A.S. Rego

s/nº (ICN 110369); Triunfo, 28.III.1999, *J.M. Consoni* s/nº (PACA-AGP 91223); Tupanciretã, 28.I.1942, *B. Rambo* s/nº (PACA-AGP 9415); Uruguaiana, 00.IX.1985, *G. Pedralli* s/nº (ICN 00043750); Viamão, 03.XII.1991, *C. Schlindwein* 1195 (UFP); Santa Cruz do Sul, 01.XI.1995, *S.M. Nunes* s/nº (MPUC 6255); Santiago, 02.XII.1998, *S. Bochi* s/nº (LEB 729461); São Francisco de Asis, 16.XII.2007, *E. Freitas* s/nº (LEB 2406); Santo Antônio da Patrulha, 15.V.2015, *P.H. Schneider* s/nº (PACA-AGP 117857); Chuí, 14. XI.2021, *A.P. Roschildt* 03 (HURG).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: This species is very common in Rio Grande do Sul, being found in the Pampa and Atlantic Forest (Fig. 3), as well as in all physiographic regions of the state (Fig. 4). It occurs in swamps, streams, the interior and margins of rivers and lakes, preferentially in humid, flooded and clay soil. Specimens were also collected in sandy and brackish soil, a type of environment also mentioned by Pansarin and Amaral (2005). *E. grandiflorus* presents wide morphological variation, especially in leaf size and shape, the number of veins and inflorescence size. For Joaquim (2000), the rate of leaf growth and leaf area can be influenced by soil moisture and shading, which was also observed in the specimens collected in this study. According to conservation status, the species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Economic status: *Echinodorus grandiflorus* is widely used in folk medicine due to its anti-inflammatory, antioxidant (Marques et al., 2017) and antihypertensive (Prando et al., 2016) properties, as well as for the manufacture of soft drinks in many regions of Brazil (Pimenta, 2002; Brugiolo, 2010).

Phenology: Flowering and fruiting from September to May. In South America from November to May (Lehtonen, 2008), or November to February in Sao Paulo (Pansarin & Amaral, 2005).

Popular name: "chapéu-de-couro" (Pott & Pott, 2000), chá-de-campanha, chá-do-brejo, chá-de-pobre, chá-mineiro, congonha-do-brejo, erva-do-brejo, erva-do-pântano (Lorenzi & Matos, 2002).

2. *Echinodorus longiscapus* Arechav. Anales Mus. Nac. Montevideo 4(1): 67–68, t. 2, 1903. **LT:** Arechavaleta, Anales Mus. Nac. Montevideo 4: f. 2 (1903). Fig. 2e-f, 3, 4.

Herbs perennial, 13.8-58 cm tall, glabrescent to pubescent. Rhizome fusiform, 8-10 cm long. Leaves emersed, petiole cylindrical, 2.8-38 cm long, blades 3.6-20 × 2.8-15 cm, oval, apex rounded, base truncate to cordate, veins 5-13, translucent markings in the form of points and lines. Inflorescence racemose, rarely paniculate with some branching, glabrous to pubescent, scape 36-85.5 × 0.13-0.5 cm, erect, without vegetative proliferations, cylindrical, triangular between verticils; verticils 3-9, with 2-12 flowers; bracts lanceolate, 0.5-1 cm long, glabrescent, apex acute. Flowers 2.0-4 cm dia, pedicels 0.4-1.7 cm long, sepals ca. 5 × 2 mm. Aquenium oblanceolate, ca. 2.0 × 0.7 mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Arroio Grande, 16.XII.1999, *A.P. Marques et al.* s/nº (PEL 2100); Barra do Quaraí, 31.III.2022, *R.M. Senna et al.* 2288 (HAS); Bom Jesus, 13.I.1942, *B. Rambo* (PACA-AGP 8572); Cambará do Sul, 28.XI.1983, *M. Paiva & A.S. Rego* 143 (ICN); Cerro Largo, 00.XII.1948, *A. Sehnem* (HAS 92104); Esteio, 16.XI.1936, *B. Rambo* s/nº (PACA-AGP 269); Gravataí, 00.II.1983, *T. Strehl* 548 (HAS); Guaíba, 10.I.1985, *D.B. Falkenberg & B. Irgang* (ICN 96460); Lagoa Vermelha, 14.XII.1966, *J. Lindeman* 3660 (MBM); Montenegro, 31.X.1945, *E. Henz* (PACA-AGP 32532); Mostardas, 24.II.1984, *G. Pedralli et al.*

1458 s/n° (ICN 98501); Osório, 00.XII.1953, *J. Vidal* 4-395 (R); Palmares do Sul, 00.I.2004, *C. Mansan*
 1459 573 (HAS); Pantano Grande, 04.V.1984, *D.B. Falkenberg & A.S. Rego* 221 (ICN); Pelotas,
 1460 04.II.1950, *A. Egidio & Teodoro* 62 (MBM); Porto Alegre, 20.XI.1974, *S.M. Callegari* 199 (RB);
 1461 Rio Grande, 04.XII.1983, *G. Pedralli & A.S. Rego* 152 (ICN); Rio Pardo, 23.IV.1983, *Falkenberg,*
 1462 *DB & Sobral, M* s/n° (ICN 098481); São Francisco de Paula, 00.XII.2005, *R.M. Senna* 993 (HAS);
 1463 Santa Rosa, 00.II.1947, *A. Spies* s/n° (PACA-AGP 47320); São Gabriel, 05.IV.1984, *D.B.*
 1464 *Falkenberg* 244 (RBR); São Leopoldo, 16.03.1932, *C. Orth* s/n° (PACA-AGP 33943); São
 1465 Lourenço do Sul, 26.IV.2012, *C.L. Bonilha* 609 (ICN); Tavares, 24.II.1984, *A.S. Rego et al.* 212
 1466 (ICN); Vacaria, 30.XII.1946, *B. Rambo* s/n° (PACA-AGP 34578).

1467 Additional material: ARGENTINA, PROVÍNCIA DE CORRIENTES, Corrientes, 01.XII.1970,
 1468 Krapovickas, A. 16763 (MBM).

1469
 1470 Distribution, ecology, taxonomic conservation status: *Echinodorus longiscapus* is
 1471 morphologically similar to *E. floribundus* and *E. grandiflorus*. Both species are often misidentified
 1472 in herborized material. The species in question differs from the other two by its morphology and
 1473 ecological preference, with *E. longiscapus* being the smallest species among them (0.5–1 m alt.),
 1474 with oval leaves that are 5–20 cm long and glabrous to pubescent inflorescences that are mostly
 1475 unbranched, while *E. floribundus* is larger (1.5–3 m alt.), with oval leaves that are 20–40 cm long
 1476 with pubescent inflorescences and many ramifications. *E. grandiflorus* is the species of
 1477 intermediate size (1–1.5 m alt.), with leaves that are 10 to 25 cm long, with glabrous inflorescences
 1478 and few ramifications. Regarding ecological preference, while *E. grandiflorus* grows in
 1479 permanently humid environments, *E. longiscapus* grows mainly in temporarily flooded
 1480 depressions and *E. floribundus* can grow in humid depressions, flooded savannas and in palm
 1481 groves (*Mauritia flexuosa* L.f.) (Lehtonen, 2008).

1482 The species is very common in Rio Grande do Sul, occurring in the Pampa and Atlantic
 1483 Forest (Fig. 3), as well as in all physiographic regions except the Planalto Médio and the Serra do
 1484 Sudeste (Fig. 4). Rego (1988) presents it as the species with the widest distribution in the state,
 1485 however it was second in this study. *E. longiscapus* inhabits swampy forests, river and stream
 1486 margins, humid fields and swamps. The species also occurs in neighboring countries Uruguay and
 1487 Argentina (Lehtonen, 2008). According to Matias (2022a), the species is restricted to the Pampa
 1488 and Atlantic Forest, not occurring in northern Brazil. According to the conservation status the
 1489 species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora,
 1490 2022; BRASIL, 2022).

1491
 1492 Phenology: Collected with flowers from October to April in Rio Grande do Sul, while for South
 1493 America, Lehtonen (2008) observed flowering from September to June.

1494 Popular name: “chapéu-de-couro” (Lorenzi & Matos, 2002).

1495
 1496 3. *Echinodorus macrophyllus* (Kunth) Micheli, Monogr. Phan. 3: 50, 1881. **LT:** *Sello s.n.*; 23
 1497 Sep; Brazil: Rio de Janeiro: Porto d'Estrella (BM (photo, MO)). Fig. 5a-d, 6, 7.

1498 Herbs perennial, 22-110 cm tall, glabrous to glabrescent. Leaves emersed, petiole cylindrical, 19-
 1499 45 cm long; blades 6-25 × 5-22 cm, ovate, apex obtuse to rounded, base cordate to truncate, veins
 1500 8-13, without translucent markings. Inflorescence paniculate, scape 28-97 cm long, 3-4 mm wide,
 1501 erect, without vegetative proliferations, cylindrical, triangular between verticils; verticils 6-17,
 1502 with 3-10 flowers; bracts lanceolate, shorter than pedicels, 0.8-3.30 cm long, glabrescent, apex

acute. Flowers 1.5-2.5 cm dia, pedicels 1.30-2.30 cm long, sepals 3-7×3-5 mm, ovate, glabrescent. Akenium oblanceolate, 2-3×1-2mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Aratiba, 20.V.2005, *P.C. Mohr* s/n° (HPBR 9435); Floriano Peixoto, 06.XI.2005, *I. Babicz* s/n° (HPBR 9621); Pelotas, 0.II.2004, *M. Couto* s/n° (ECT 0000022).

Additional material: BRASIL, ESPIRÍTO SANTO, Vitória, 15.VIII.2007, *O.J. Pereira & G. Lübe* 7498 (EAC); SÃO PAULO, Rio Grande da Serra, 14.XI.1994, *R. Simão-Bianchini* 596 (UEC); Ubatuba, 06.V.1990, *R. Romero et al.* 05 (UEC).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: *Echinodorus macrophyllus* morphologically resembles *E. griflorus*, mainly by the size and shape of the leaves. The main characteristic to differentiate them is the absence of translucent markings on the leaf lamina in *E. macrophyllus*, a feature that is not easily visible to the naked eye. According to Matias (2022a), another characteristic that differentiates the species is the presence of a fruit with a more prominent beak in *E. macrophyllus*, which was also observed in the materials analyzed in this study. The species is considered rare, with only three records for the state, being present in both biomes (Fig. 6) and restricted to the Litoral and Alto Uruguai physiographic regions (Fig. 7). The specimens analyzed lack data regarding the preferred habitats of the species for the state. According to Pott & Pott (2000), *E. macrophyllus* can be found in floodplains, floodable fields, marshes and temporary ponds. According to the conservation status, the species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Phenology: Flowering was observed from November to May, while Canalli & Bove (2017), from September to December and April to August for southeast Brazil.

Popular name: “chapéu-de-couro” (Dutra *et al.*, 2006).

4. *Echinodorus reptilis* Lehtonen Kew Bull. 63(4): 548–550, f. 7, map, 2008 [2009]! Fig. 6,7.

Herbs perennial, ca. 7.5 cm long, glabrous. Leaves emersed, petiole triangular, ca. 4 cm long, blades 2-3×0.7-1.2 cm, lanceolate to elliptic, apex acute, base attenuate, veins 3, translucent markings in the form of dots and short lines. Inflorescence racemose, scape ca. 2.0×0.1 cm, decumbent, without vegetative proliferations, cylindrical to triangular; verticils 2, with 2-3 flowers; bracts lanceolate, much shorter than pedicels, up to 0.6 cm long, glabrous, apex acute. Flowers long petiolate ca. 2 cm dia, pedicels ca. 1.5 cm long, sepals ca. 5×3 mm, oval. Akenium oblanceolate, ca. 1,5 mm long, 0,5 mm wide.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, 2017, *Remeck & Gernak* s/n° (BA,10961).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: Distribution in southern Paraguay, northern/eastern Argentina and southern Brazil, has populations that occur only in river sandbanks, a habitat that is generally not conducive to other species of the genus (Lehtonen, 2008). For Brazil, populations of this species are reported only for Rio Grande do Sul, with only one known sample deposited in the BA Herbarium in Buenos Aires (Remeck & Gernak s/n°), which was confirmed in this study. Thus, until now, its occurrence has been restricted to the Pampa (Fig. 6), occurring

only in the physiographic region Depressão Central (Fig. 7). Phylogenetically, *E. reptilis* is close to *E. uruguayensis* (Lehtonen & Myllys, 2008), but while *E. uruguayensis* grows mainly in submerged conditions and eventually has emerged leaves, *E. reptilis* grows emerged and does not develop emerged leaves. Besides the emerged growth form, the plant presents small size and decumbent inflorescence with 2 to 3 verticils and only 2 to 5 flowers in each verticil, characteristics that Lehtonen (2008) considered to differentiate it from other *Echinodorus* species, which present a larger number of verticils and flowers. According to the conservation status the species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Phenology: They flower and fruit from October to January (Lehtonen, 2008).

5. *Echinodorus uruguayensis* Arechav. Anales Mus. Nac. Montevideo 4(1): 66–67, t. 2, 1902. **LT:** *Arechavaleta s.n.*; Oct 1900; Uruguay: Tacuarembó: Arroyo Cardoso (MVM-4238) Fig. 5e-g, 6, 7.
= *Echinodorus aschersonianus* Graebn.

Herbs perennial, 15-63 cm tall, glabrous. Rhizome fusiform, long, ca. 16 cm long. Leaves floating or submerged, petiole cylindrical, 1-24 cm long; leaves floating, blades ca. 15.5×3.5-4 cm, elliptic to oval, rounded apex, attenuated base, veins 5, translucent line-like markings; submerged leaves, blades 5-15.5×0.6-2 cm, linear to lanceolate, acute to rounded apex, attenuated base, veins 3, translucent line-like markings present. Inflorescence cymose, scape 35-60×0.13-0.4 cm, erect to decumbent, often with vegetative proliferations, triangular; verticils 2-6, with 3-8 flowers; bracts lanceolate, 0.8-1.5 cm long, glabrous, long acuminate apex. Flowers 3.5-4.7 cm dia., pedicel 0.4-2.5 cm long, sepals ca. 7×4 mm, oval. Aquenium oval to oblanceolate, 1.5-2×0.6-2 mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Agudo, 12.XII.1988, M.A. Durlo s/n° (HDCF 3949); Ijuí, 28.XI.1953, J. Pivetta 599 (PACA-AGP); Porto Alegre, 15.XII.1936, C. Orth s/n° (PACA-AGP 32944); Quaraí, 00.I.1945, Rambo, B. s/n° (PACA-AGP 26330); Rio Grande s/d, s/c (K 000098929); Três Passos, 00.I.1994, A.R. Schultz 334 (ICN); Uruguiana, 14.I.1941, B. Rambo s/n° (PACA-AGP 4201).

Additional material: PARANÁ, Capitão Leônidas Marques, 10.IV.2004, O.S. Ribas 6230 (MBM); SANTA CATARINA, Riqueza, 10.XI.1984, L.B. Smith 13120 (NY); 16.X.1964, L.B. Smith, & R.M. Klein 12591 (US).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: The species stands out for presenting a polymorphism related to the type of biological form, which, when submerged, presents linear lanceolate leaf blade and is elliptic to ovate when floating. The leaves can also acquire different colors, such as dark olive green, reddish brown, or dark red, which according to Kasselman (2003) are characteristics that classify them as hybrids. *E. uruguayensis* is considered rare for Rio Grande do Sul, due to the few records of collection so far. Besides the low number of records, all collections were made more than three decades ago, which could place this species in a threatened condition for the state. However, *E. uruguayensis* is still found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022). *E. uruguayensis* does not occur in all phytogeographic domains of Brazil being present only in the Pampa and Atlantic Forest (Matias, 2022a), which was confirmed in the present study (Fig. 6). The species that was previously distributed in the physiographic regions of Alto Uruguai and Campanha (Rego, 1988),

now shows its expanded distribution, including the regions Depressão Central and Planalto Médio (Fig. 7), preferentially in paludose areas. According to Lehtonen (2008), it can also inhabit small clear water rivers, rapids and other bodies with running water. It is native from northern Argentina, eastern Chile, Uruguay, southern Brazil and Paraguay (Haynes & Holm-Nielsen, 1994; Lehtonen, 2008).

Phenology: The material with flowers and fruits was collected from September to May.

6. *Helanthium tenellum* (Mart. Ex Schult. f.) Britton Man. N. States (ed. 2) 54. 1905. **LT:** *Martius a56*, Brazil: Buritihaes, Contendas (M). Fig.8d-f, 9, 10.
= *Echinodorus tenellus* (Mart. ex Schult. f.) Buchenau

Herbs perennial, 2.5-24 cm tall, glabrous. Rhizome oblong, 0.1-0.5 cm dia. Leaves emersed, petiole cylindrical 0.2-6.5 cm long, blades 0.9-7×0.13-0.5, linear, apex acute, base attenuate, vein 1, translucent markings absent. Inflorescence paniculate, scape 4-18.5×0.4-0.5cm, erect, without vegetative proliferations, triangular; verticils 1-4, with 2-9 flowers; bracts lanceolate, 0.1-0.3 cm, apex acute. Flowers ca. 1cm dia, pedicel 0.5-3.8, sepals 1-3mm long, ovate. Aquenium obovate, ca. 1×1 mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Bom Jesus, 15.XI.1989, , *B.M.T. Walter* s/n° (HCF 16236); Mostardas, 16.I.2018, *V.L. Bittencourt* 289 (ICN); Osório, 22.IV.2015, *C. Demeda* 43045 (HUCF); Porto Alegre, 07/11/1950, *A.R. Schultz* 771 (ICN); Rio Grande, 05.XII.1996, *B. Irgang & C. Gastal* s/n° (HURG 1367); São Lourenço do Sul, 10.II.2018, *W. Mattenauer* (HURG 6164); Santa Maria, 03.X.2018, *R.G. Rolim* 17395 (SMDB); Santa Vitória do Palmar, 17.XII.1999, *B.E. Irgang* 69 (ICN); Santo Ângelo, 11.X.1973, *K. Hagelund* s/n° (ICN 6939); Tramandaí, 18.XII.1949, *A.R. Schultz* 710 (ICN); Torres, 00.II.1939, *J. Vidal* s/n° (R 010068459); Viamão, 15.III.2003, *J. Paz* 84 (ICN).

Additional material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Osório, 20.IV.2015, *F. Gonzatti* 1838 (HUCS); Torres, II.1939, *J. Vidal* s/n° (R010068459); SANTA CATARINA, Florianópolis, 19.XI.2014, *J.P.R Ferreira & R. Trevisan* 662 (FLOR).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: The species is distributed from the southeastern United States to Argentina (Pansarin & Amaral, 2005). For Brazil, it has a wide distribution, with occurrence from the Amazon to southern Brazil (Pansarin & Amaral, 2002; Matias, 2022a). In Rio Grande do Sul, most specimens were collected in the Pampa biome (Fig. 9). Regarding physiographic regions, most records are restricted to the coast, which corroborates other floristic surveys (Table 1). There are also a small number of records for the regions Depressão Central, Campos de Cima da Serra, Encosta do Sudeste and Missões (Fig. 10). In attempts at new collections the species was no longer found in sites of historical records for this study. According to Scremin-Dias (2000), the collection of species in dry periods may be difficult, because the plant can lose its parts areas and store starch in its roots during this season, which makes it able to develop new parts areas in rainy periods. *H. tenellum* occurs mainly in swamps, ponds and streams. Besides these environments, the species can be found in vazantes and floodable fields, on sandy and silty soils (Pott & Pott, 2000). According to the conservation status, the species is found as Not Evaluated (NE) from the consulted sources (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Phenology: Flowering seems to vary greatly by state, as for Rio Grande do Sul the species was collected with flowers between October and May, while for Rio de Janeiro between January and July (Canalli & Bove, 2017), and for São Paulo between August and April (Pansarin & Amaral, 2005).

Popular name: "pygmy chain-sword", "dwarf Amazonian sword plant", "erva do pântano" (Haynes & Holm-Nielsen, 1994, Pott & Pott, 2000).

7. *Hydrocleys nymphoides* (Willd.) Buchenau, Index Crit. Butom. Alism. Juncag. 9, 1868. HT.: in aquia ad Caracas, Venezuela, *Humboldt & Bonpl s.n.* (B-W, IDC; microfiche 18477). Fig. 8a-c, 9, 10.

Perennial herb, 15.5-40 cm tall. Rhizome globose 0.5-1 cm dia. Floating leaves, petiole 7-27 cm long, blade 3-5.6x2.5-5 cm, oval to rounded, apex rounded, base cordate, veins 5-7, no translucent markings. Inflorescence cymose, scape 16-30.5x0.2-0.5, floating, often with vegetative proliferations; 2-3 flowers; bracts elliptic, 2.6-3 cm long, apex obtuse. Flowers ca. 2.2 cm dia., pedicel 5.5-11 cm long, sepals ca. 1.8x0.5 mm, elliptic-lanceolate. Follicle ca. 2,5 x 0,5 mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, 24.XII.1981, *J. Stehmann & M. Sobral* s/n° (ICN 89305); Barra do Quaraí, 17.XI.1984, *M. Sobral* 3396 (RB); Canoas, 12.X.1930, *I. Augusto* s/n° (ICN 8037); Chui, 08.I.2016, s/c (Sisbio-Dibio 862470); Glorinha, 14.XII.1949, *B. Rambo* 44773 (P); Gravataí, 14. XII.1949, *B. Rambo* s/n° (PACA-AGP 44773); Guaíba, 13.V.2012, *N.I. Matzenbacher* s/n° (HUCS 43227; Porto Alegre, 1922, *E. Schweiger* s/n° (ICN 031086); Quaraí, 13.XII.1989, *C. Schlindwein* s/n° (ICN 24719); Rio Grande, 25.III.2022, *A.P. Roschidt* 10 (HURG); Santa Maria, 01.V.1987, *B.E. Irgang & A. Alvarez Filho* s/n° (MPUC 128088); Santa Vitória Do Palmar, 09.I.2016, s/c (PACA-AGP 862435); São Leopoldo, 10.XI.1934, *B. Rambo* 1285 (ICN); Tramandaí, 08.III.1981, *M. Sobral & P. Brack* 794 (ICN); Uruguaiana, 17.XI.1984, *M. Sobral* 3396 (INPA); Viamão, 00.IX.1974, *B. Irgang* s/n° (ICN 027204).

Additional material: BRASIL, SÃO PAULO, Monte Mor, 15.III.1998, *E.R. Pansarin, et al.* 156 (UEC).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: *Hydrocleys nymphoides* is a species of Neotropical distribution, with occurrence from the south of the United States to northern Argentina (Haynes & Holm-Nielsen, 1992). Although it occurs in all phytogeographic domains of Brazil (Matias, 2022a), most records for Rio Grande do Sul are concentrated in the Pampa biome (Fig. 9), which may be related to the physiographic regions that make up this biome. Among these regions are the Depressão Central and the Litoral, which contain most of the wetlands of the state (Maltchik et al., 2003a), as well as the Campanha region, which is located between the Uruguay and Ibicuí Rivers, two of the largest water bodies in Rio Grande do Sul (Fortes, 1956). For the Atlantic Forest, records are restricted to the region of the Encosta Inferior do Nordeste (Fig. 10), at the limit of the transition area between the two biomes. Historical collections indicate its occurrence in streams, swamps and ponds. According to studies for other states in Brazil, such as Pansarin & Amaral (2002) and Matias and Nascimento (2022b), the species can also be found in swampy soils and periodically flooded floodplains. According to the conservation status the

species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Economic status: Recently several studies have shown that the species has high potential as an invasive plant, especially in wetlands and disturbed waterways. The plant, which is stoloniferous, can spread by fragments of its creeping stem, seedlings produced at the end of the growing season, or by seeds. Dispersal probably occurs by water currents, boats and machinery, waterfowl, and people (Kodela & Jobson, 2018).

Phenology: For Rio Grande do Sul, collections indicate flowering from November to May, however, for central-western Brazil, Pansarim & Amaral (2002) indicated that the species can eventually be found flowering throughout the year.

Popular name: "water poppy" (Mobot, 2022) e "lagartixa" (Pott & Pott, 2000).

8. *Sagittaria lancifolia* L. Syst. Nat. (ed. 10) 2: 1270, 1759. **LT:** *Anon.s.n:* (LINN-1124.6 (photo, MEXU)) Fig.11a, 12, 13.

Herbs perennial, 29-88cm tall, glabrous. Rhizome globose, ca. 4cm dia. Emerged leaves, petiole cylindrical, 23.5-67cm long, blade 3.7-21x0.7-5cm, lanceolate to ovate, apex acuminate or acute, base attenuate, veins 5-6, translucent markings absent. Inflorescence paniculate or simple, scape 4.5-70x0.3-0.4cm, erect, without vegetative proliferations, triangular; verticils 1-18, with 3-4 flowers; bracts ovate to lanceolate, 0.4-1.5cm long. glabrous, acute apex. Flowers ca. 3 cm dia, pedicel 0.8-3cm long, sepals 4-10x10-14mm, oval. Aquenium obovate, 2.0-3.0x1mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Rio Grande, 17.XII.1998, M. Perazzolo s/nº (HURG 1763); Tramandaí, 13.I.1985, A. Rego 281 (ICN); Viamão, 02.I.2009, P.J.S. Silva Filho 925 (ICN).

Additional material: BRASIL, ALAGOAS, Feliz Deserto, 19.VIII.2006, M.N. Rodrigues *et al.* 1962 (MAC); Piaçabuçu, 13.VIII.1987, G.L. Esteves *et al.* 1909 (MAC); BAHIA, Nova Viçosa, 08.VII.1986, G. Hatschbach 50738 (MBM); ESPÍRITO SANTO, Linhares, 19.III.2019, A. Nepomuceno *et al.* 746 (VIES); RIO DE JANEIRO, Quissamã, 06.VII.2005, C.P. Bove & J. Paz (R 205815).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: In Brazil, *Sagittaria lancifolia* may have suffered a 30% reduction in populations over the years and is currently classified as Vulnerable (VE) (BRASIL, 2022; CNCFlora, 2022). However, for Rio Grande do Sul the species is classified as Endangered (NE) (SEMA, 2014). According to CNCFlora (2022), most subpopulations of the species are located in Atlantic Forest habitats, but for Rio Grande do Sul, the records of the present study indicate that its distribution is restricted to the Pampa biome (Fig. 12), occurring in the Litoral and Depressão Central physiographic regions (Fig. 13). The present study indicates that most of the collections for the species were in coastal areas, corroborating with other studies, such as Rego (1988) for the coast of Rio Grande do Sul, Matias & Nascimento (2022b) for the coast of the state of Espírito Santo and Bogin (1955) and Kenner (2005), for the coast of the entire American continent. Although it is considered endemic in restinga areas (Pansarim & Amaral, 2005), the records for this study indicate that specimens were collected from artificial lakes, rivers and swamps. According to Matias (2022a), there is no confirmed occurrence of the species for

bordering states, such as Santa Catarina and Paraná which was confirmed in the present study, when additional material to the study area was consulted. Part of the material deposited in herbaria was wrongly identified, being confused with *Sagittaria montevidensis*. To differentiate them, the most evident characteristics are the shape of the leaf blade and the floral scape. *S. lancifolia* has lanceolate leaflets and a triangular floral scape, while *S. montevidensis* has sagittate leaflets and a cylindrical floral scape.

Phenology: The specimens analyzed were collected with flowers in January and March, but according to Pansarim & Amaral (2005), they can be found blooming almost all year round.

Popular name: “aguapé-de-folha-estreita” e “golfe” (Pott & Pott, 2000).

9. *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl. Linnaea 2: 156, 1827. T: F. Sellow s.n.; 1814-31; Brazil: in Brasilia meridionalis (HAL-63582) Fig.11d-f, 14, 15.

Perennial herb, 16-119cm tall. Rhizome cylindrical, ca. 8cm dia. Leaves emerged, rarely submerged, petiole 11-96cm long; filodial leaves linear; leaf blade 3.4-37x0.5-22.5 cm, hastate to sagittate, apex acute, base sagittate, veins 14-20, translucent markings absent. Inflorescence racemose or paniculate, scape 14-125x0.15-2cm, erect, without vegetative proliferations, cylindrical; verticils 1-12, with 2-5 flowers; bracts lanceolate, 0.3-3cm long, apex obtuse to rounded-acute. Flowers petiolate, ca. 3.5cm dia., pedicels 1-4.8cm long, sepals 5-9x2.5-4.5mm, oval. Aquenium oblong-lanceolate, 2.3-5x1.1-1.7mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Arroio Grande, 22.II.2022, A. Roschildt 06 (HURG); Balneário Pinhal, 16.XII.2011, E. Valduga 208 (HUCS); Cachoeira do Sul, 23.IV.1983, D.B. Falkenberg & M. Sobral s/nº (ICN); Cachoeirinha, 10.IX.2004, J.R.V. Iganci 112 (PEL); Camaquã, 04.IV.1984, S.A. Rego et al. 271 (RBR); Campo Bom, 01.IV.1975, L. Aguiar & C. Medaglia s/nº (HAS 1551); Canela, 04.IV.1984, A.S. Rego s/nº (ICN 96456); Canoas, 01.XII.1973, K. Hagehund 7223 (ICN); Capão da Canoa, 23.I.1984, A.S. Rego s/nº (RBR 5112); Capão do Leão, 11.XI.2010, S. Pesamosca s/nº (PEL 25331); Capivari do Sul, 14.V. 2002, E.N. Garcia 786 (ICN); Caxias do Sul, 7.XII.1988, R. Wasum s/nº (US 1383125); Dom Pedrito 04.IV.1975, B. Irgang et al. s/nº (ICN 027398); Esteio, 01.VI.1949, B. Rambo 118 (US); Estrela, 08.IIX.2006, J. Spellmeier 39 (HVAT); Gravataí, 01.III.1983, M. Neves 256 (HAS); Guaíba, 11.IV.1983, A.S. Rego s/nº (ICN 96488); Ilópolis, 30.XI.2002, C. Gonçalves s/nº (HVAT 1076); Imbé, 00.I.1967, K. Hagehund 5227 (ICN); Itaquí, 01.I.1943, H. Kleerekoper 31 (NY); Itati, 28.II.1973, A.S. Rego s/nº (ICN198979); Jaguarão, 22.II.2022, A.P. Roschildt 04 (HURG); Livramento, 15.X.1971, A.S. Rego s/nº (ICN 8571); Montenegro, 01.X.1977, I. Ungaretti 767 (HAS); Osório, 17.IX.1983, G. Pedralli & S.A. Rego 108 (ICN); Mostardas, 16.I.2018, V.L. Bittencourt 277 (ICN); Palmares do Sul, 07.I.1985, A.S. Rego 279 (ICN); Pântano Grande, 04.XII.1983, G. Pedralli 195 (ICN); Pelotas, 04.XII.1983, A.S. Rego et al. 160 (ICN); Porto Alegre, 29.XII.1966, J.C. Lindeman & H. Haas 29946 (MBM); Quaraí, 16.X.1983, A.S. Rego 118 (ICN); Restinga Seca, 12.X.1983, A.S. Rego 442 (ICN); Rio Grande, 03.III.2022, A.P. Roschildt 08 (HURG); Santa Maria, 01.IV.2001, E.R. Salviani & H. Lorenzi 262 (HPL); Santa Vitória do Palmar, 14.XI.2021, A. Roschildt 02 (HURG); Santana do Livramento, 10.XII.2008, F. Marchett 699 (HUCS); São Borja, 30.IX.1983, A.S. Rego et al. 113 (ICN); São Gabriel, 08.I.1969, A. Pott 181 (BLA); São Jerônimo, 01.IX.1982, R.L. Dutra 45 (HAS); São João do Polêsine, 30.IX.1954, F.R. Daniel 1277 (HRCB); São Leopoldo, 01.X.1941, J.E. Leite 440 (NYBG); São Lourenço do Sul, 15.XII.2002, G. Heiden 236 (ECT); São Vicente do Sul, 29.XII.1976, A.S. Rego s/nº (ICN);

Tapes, 01.XII.1980, *J. Georgem* s/n° (ICN 050191); Taquarí, 05.XII.1957, O.R. Camargo 2739 (PACA-AGP); Terra de Areia, 05.XII.1978, *H. Longhi* 626 (ICN); Torres, 09.XI.1983, *A.S. Rego* 134 (PEL); Tramandaí, 11.I.1984, *A.S. Rego* 096490; Triunfo, 26.IX.1998, *J.M. Consoni* (PACA-AGP 41194); Uruguaiana, 17.X.1987, *W Longhi* (ICN 043367); Viamão, 16.X.1983, *A.S. Rego et al.* 116 (ICN).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: *Sagittaria montevidensis* is very common in the state, with records confirmed for the Pampa and Atlantic Forest (Fig. 14). Previously the species was cited for the regions Depressão Central, Litoral, Campanha, Missões and Serra do Sudeste (Rego, 1988), but for this study its range of occurrence was extended to all physiographic regions except Alto Uruguai (Fig. 15). The species has characteristics of a competitive plant and adaptation to a wide ecological range, which allows it to inhabit flooded environments with different physicochemical characteristics (Cassol et al., 2008). This was verified in the present study, when its occurrence was found in streams, ponds, swamps, rice crops and drainage channels. This range of occurrence in different humid environments was also mentioned by Rego (1988). Furthermore, it was observed that in sites that present a high concentration of organic matter, such as drainage channels, the species can reach up to 1.50 m in height, while in less eutrophicated sites, it can measure 20–60 cm in height. Although *S. montevidensis* is easily recognized in the field by the presence of decline flowers and sagitate leaves (Rego, 1988), the great morphological variability of the species causes it to be constantly misidentified. As an example, one can cite Alves (2011), who to illustrate the habit and inflorescence of *E. grandiflorus* used photos of *S. montevidensis*. The species *E. grandiflorus* and *S. montevidensis*, known respectively as leather hat and false leather hat, have very similar phenotypic characteristics, but while *E. grandiflorus* has medicinal properties, *S. montevidensis* does not yet have its medicinal properties known (Coelho et al., 2016). Constantly noticed the presence of entomogenic galls on the plant root ends (Fig. 11f) which, according to Costa Lima (1956), are produced by coleoptera of the species *Hypselys ater* Boheman. This insect, known as the aquatic curculionid, feeds and develops in different organs of aquatic plants in lentic environments (Spangler, 1981). According to the conservation status the species is found as Not Evaluated (NE) from the sources consulted (SEMA, 2014; CNCFlora, 2022; BRASIL, 2022).

Phenology: According to Rego (1988), its flowering and fruiting occurs from October to April; however, for the state, in the records and collections, specimens were found flowering in all months of the year.

Popular name: “aguapé-de-flecha” and “falso-chapéu-de-couro” (Demarco et al., 2019).

10. *Sagittaria rhombifolia* Cham. Linnaea 10: 219, 1835. **LT:** *Sellow* s.n.; Brazil (E; photo, MEXU); **ILT:** K, LE). 11b-c, 13.

Perennial herbs, 30-95cm tall, glabrous to glabrescent. Rhizome globose, 2-2.5cm dia. Leaves emersed or submersed, petiole 1-57cm long; leaves emersed, 5.3-20x1.5-5.5 cm, lanceo-elliptic to ovate, apex acute to rounded, base attenuate, veins 7-8, translucent markings absent. Inflorescence racemose, scape 28-82x0.3-0.6 mm, erect, without vegetative proliferations, cylindrical; verticils 4-6, with 1-3 flowers; bracts lanceolate, 1-4.4 cm long, glabrous, apex acute to acuminate. Flowers long petiolate, ca. 4cm dia, pedicel 1.7-3.2cm long, sepals, 6-9x5-7mm, elliptic. Aqueonium obovate, ca. 6 x 1,5mm.

Examined material: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Cambará do Sul, 28.XI.1983, A. Rego & M. Paiva s/nº (ICN 098520); São Francisco de Paula, 27.X.1983, A.S. Rego s/nº (ICN 96478); São Gabriel, 00.VI.2008, C.V.S. Gastal s/nº (EAC 43596). Vacaria, 30.XII.1946, B. Rambo s/nº (PACA-AGP 34577).

Additional material: ARGENTINA, Corrientes, 28.III.1975, M.M. Arbo *et al.* 943 (MBM). BRASIL, SANTA CATARINA, Lages, 03.XII.1956, L.B. Smith 8137 (NY); Porto União, 19.XII.1956, L. Smith & R. Reitz s/nº (US 2655227).

Distribution, ecology, taxonomic conservation status: The species is distributed from Central America to South America, from southern Costa Rica to Argentina (Matias & Irgang, 2006). In Brazil it occurs from northern Amazonia to the south of the country (Pansarin & Amaral, 2005; Matias, 2022a). For Rio Grande do Sul, there are few records of collection of the species and its occurrence is restricted to the physiographic regions of Campanha and Campos de Cima da Serra (Fig. 13). The species is classified by CNCFlora (2022) as Least Concern (LC). However, according to the other sources consulted, the species is found as Not Evaluated (NE) (SEMA, 2014; BRASIL, 2022). We believe that *S.rhombifolia* may be classified as endangered in a future analysis, since there are few specimens collected and no records of collections for more than 12 years for the state. Records show its occurrence in rivers, paludose areas and urban areas. According to Hall & Gil (2016), it also occurs in canga formations, margins and interiors of permanent ponds, marshes and flooded swampy fields. *S. rhombifolia* presents a wide leaf variation, which correlates with its ecological type; if submerged, it presents the leaves sessile and linear and if emersed the leaves are longipeciolate, usually rhombiform, with acute apex and acute to rounded base (Durigan, 2018). This variation in leaf morphology was confirmed in the specimens analyzed for the present study.

Phenology: It was collected flowering in June, October, November and December in the state of Rio Grande do Sul, data divergent from that of Pansarin & Amaral (2005) which in their study for the state of Rio de Janeiro, found specimens flowering only in December and January.

Popular name: “lagartixa” (Pott & Pott, 2000), “golfo” and “golfe” (Matias & Irgang, 2006).

4. Conclusions

Although the quality of data from online repositories is being improved, there is still a need for advances in the quality of materials and data made available, especially location data and geographic coordinates, as well as adequate collection and herborization and good resolution of images.

Although there was already a taxonomic revision for the family (Rego, 1988) in Rio Grande do Sul, there were many gaps and information to be updated. The present work brought important issues to be discussed, such as a lower number of species confirmation for the state, in relation to previous studies, which is probably related to misidentifications and recent circumscriptions for the family. In addition, it expanded and addressed new aspects related to the distribution, ecology and phenology of the species, as well as an updated key for species identification.

The present study also presents the amplification of the distribution of Alismataceae species in new geographical domains, namely, the Encosta Inferior do Nordeste, Encosta Superior do Nordeste and Planalto Médio, which had no occurrence records in previous studies (Rego,

1883 1988). Thus, we can confirm the wide distribution of Alismataceae for Rio Grande do Sul, with
1884 occurrence in all physiographic regions.

1885 Regarding the conservation status, it was found that most of the species are not evaluated,
1886 with the need for this evaluation following the standards of the IUCN, because there are indications
1887 that there are other species with some degree of threat, besides those indicated in this study.
1888

1890 **Funding**

1891
1892 This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -
1893 Brazil (CAPES) [Finance Code 001].
1894

1896 **Declaration of Competing Interest**

1897
1898
1899 The authors declare that they have no known competing financial interests or personal
1900 relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.
1901

1903 **Acknowledgment**

1904
1905
1906 The authors thank the technicians of the Floristic Laboratory/FURG for all the support provided.
1907 To the online repositories for making data available for this study. To the curators of the herbaria,
1908 who thoughtfully sent their digital collections and material for the analyses. To the HURG
1909 herbarium for receiving the collected specimens. We also thank the Federal University of Rio
1910 Grande for the logistical support, and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
1911 Superior-Brasil (CAPES) for partially funding this study. Finally, the first author thanks Daniel
1912 Burd and Alexander Fraga for the great assistance during field collection.
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930

References

- Ab'Saber, A.N., 2005. Potencialidades paisagísticas, in: Filho, P.M. (Eds.) Os domínios de natureza no Brasil. Ateliê editorial, São Paulo, pp. 45-63.
- Alves, J.A.A., 2011. Espécies medicinais, in: Coradin, L., Siminski A., Reis, A. (Eds.) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 608-614.
- Alves, F.S., Marchiori, J.N.C., Deble, L.P. Oliveira-Deble, A.S., 2013. Flórula da região do Jaraú, município de Quaraí-Rio Grande do Sul. Balduínia. 39, 24-39.
- ANA – Agência Nacional de Águas, 2016. Corpos hídricos superficiais. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2fb4464c-fc83-41d0-b63a-d020395a4a99> (accessed 10 January 2021).
- APG II - The Angiosperm Phylogeny Group, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linn. Soc. 141, 399-436.
- APG III -The Angiosperm Phylogeny Group, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161, 105-121.
- Bertuzzi, T., 2013. Florística de Ecossistemas Aquáticos Temporários na Região de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertation. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Bevilaqua, G.A., Nedel, J.L., Zuanazzi, J.Á., Correa, C.T., 2001. Distribuição geográfica e composição química de chapéu de couro (*Echinodorus* spp.) no Rio Grande do Sul. Cienc. Rural. 31, 213-218. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000200004>.
- BGF- The Brazil Flora Group, 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. Rodriguésia. 66, 1085-1113.
- Bogin, C., 1955. Revision of the genus *Sagittaria* (Alismataceae). NYBG. 9, 179-233.
- Brasil- Ministério do Meio Ambiente, 2022. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733> (accessed 16 december 2022).
- Brugiolo, A.S., 2010. Avaliação do efeito do extrato aquoso de *Echinodorus grandiflorus* na modulação da resposta imune no modelo de alergia pulmonar induzida por OVA. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora.
- Canalli, M.Y., Bove, P.C., 2017. Flora do Rio de Janeiro: Alismatacea. Rodriguésia. 68, 17-28.
- Cassol, B., Agostinetto, D., Mariath, J.E.A., 2008. Análise morfológica de *Sagittaria montevidensis* desenvolvida em diferentes condições de inundação. Planta Daninha. 26, 487-496.

1979 Chambers, P. A., Lacoul, P., Murphy, K. J., Thomaz, S. M., 2008. Global Diversity of Aquatic
1980 Macrophytes in Freshwater. *Freshwater Animal Diversity Assessment*. 595, 9 - 26.
1981
1982 Chen, L.Y., Chen, J.M., Gituru, R.W., Teman, T.D., Wang, Q.F., 2012. Generic phylogeny
1983 historical biogeography of Alismataceae, inferred from multiple DNA sequences. *Mol Phylogenet*
1984 *Evo.* 63, 407-416. doi: 10.1016/j.ympev.2012.01.016.
1985
1986 Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., Byng, J.W., 2018. GLOVAP nomenclature part I, in:
1987 Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., Byng, J.W. (Eds.) *The Global Flora*. Plant Gateway Ltd,
1988 Bradford, pp. 51-54.
1989
1990 CNCFlora- Centro Nacional de Conservação da Flora, 2012. *Sagittaria lancifolia* in Lista
1991 vermelha da flora brasileira. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Sagittaria> (accessed 12
1992 May 2020).
1993
1994 CNCFlora- Centro Nacional de Conservação da Flora, 2022. *Echinodorus lancirolatus* in lista
1995 vermelha da flora brasileira. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Echinodorus> (Acessed
1996 16 April 2022).
1997
1998 Coelho, A.P., Laughinghouse IV, H.D., Kuhn, A.W., Boligon, A.A., Canto-Dorow, T.S, Silva,
1999 A.C., Tedesco, S.B., 2016. Genotoxic antiproliferative potential of extracts of
2000 *Echinodorus griflorus* *Sagittaria montevidensis* (Alismataceae). *Caryologia*. 70, 82-91. doi:
2001 10.1080/00087114.2016.1275932.
2002
2003 Costa Lima, A.M., 1956. *Coleoptera*. in: Costa Lima, A.M. (Eds.) *Insetos do Brasil*. Escola
2004 Nacional de Agronomia Série Didática, Rio de Janeiro, pp. 31-111.
2005
2006 Cronquist, A., 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia
2007 University Press, New York.
2008
2009 Dahlgren, R.M.T., Clifford, H.T., Yeo, P.F., 1985. *The families of the monocotyledons*. Springer-
2010 Verlag, Berlin.
2011
2012 Durigan, G., Pilon, N.A.L., Assis, G.B., Souza, F.M., Baitello, J.B., 2018. Angiospermas. Plantas
2013 pequenas do Cerrado: biodiversidade negligenciada. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São
2014 Paulo.
2015
2016 Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G., Souza, P.A., 2013. Descrições morfológicas de palinórfos
2017 holocênicos de um fragmento da Savana Estépica Parque em Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul,
2018 Brasil. *Pesqui. em Geocienc.* 40, 209-232.
2019
2020 Fortes, A.B., 1959. *Geografia física do Rio Grande do Sul*. Editora Globo, Porto Alegre.
2021
2022 Furness, C.A., Banks, H., 2010. Pollen evolution in the early-divergent monocot order
2023 Alismatales. *IJPS*. 171, 713–739.
2024
2025 GIBF- Global Biodiversity Information Facility, 2020. <https://www.gbif.org/> (accessed 25 June
2026 2020).

- Govaerts, R., 2021. World Checklist of Arecaceae Facilitated by the Royal Botanic Gardens, <http://wcsp.science.kew.org/> (accessed 13 april 2021).
- Govaerts, R., 2022. World Checklist of Arecaceae Facilitated by the Royal Botanic Gardens, <http://wcsp.science.kew.org/> (accessed 13 april 2021).
- Hall, C.F., Gil, A.S.B, 2016. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Alismataceae. *Rodriguésia*. 67, 1195-1199. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667517>.
- Haynes, R.H., Holm-Nielsen, L., 1992. The Limnocharitaceae. *Flora Neotrop.* 56, 1-32.
- Haynes, R.H., Holm-Nielsen, L., 1994. The Alismataceae. *Flora Neotrop.* 64, 1-112.
- Haynes, R.H., Les, D.H., Holm-Nielsen, L.B., 1998. Alismataceae, in: Kubitzki, K. (Eds.). *The families genera of vascular plants – Flowering plants monocotyledons Alismatanae Commelinanae (except Gramineae)*. Springer-Verlag, Berlim. pp. 11-18.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapas de biomas do Brasil. <https://www.ibge.gov.br> (access 01 june 2020).
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Revisão Pampa e Lagoas. <https://www.ibge.gov.br> (Access 01 june 2020).
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Regiões Geográficas do Estado do Rio Grande do Sul. <https://www.ibge.gov.br> (accessed 01 june 2020).
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022 Biomas brasileiros. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html> (accessed 24 june 2022).
- Irgang, B.E., Gastal Júnior, C.V.S., 1996. Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre.
- IUCN, 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org> (accessed 16 december 2022).
- Joaquim WM (2000) Desenvolvimento de mudas adventícias de chapéu de couro (*Echinodorus grandiflorus* Cham.; Schldl. Micheli) em função do sombreamento e níveis de água do solo. Botucatu, 91p. Dissertação de mestrado. Universidade federal Paulista, Botucatu. 91p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Donoghue, M.J., 2009. *Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético*. Artmed, Porto Alegre.
- Käfer, D.S., Colares, I.G., Hefler, S.M., 2011. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. *Rodriguésia*. 62, 835-846.

- Kasselmann, C., 2003. Aquarium Plants. Krieger Publishing Company, Melbourne.
- Keddy, P.A., 2000. Wetl Ecology: Principles Conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
- Keener, B.R., 2005. Molecular systematic revision of the aquatic Monocot genus *Sagittaria* (Alismataceae). Ph.D. Thesis. The University of Alabama, Tuscaloosa.
- Kodala, P.G., Jobson, R.W., 2018. *Hydrocleys nymphoides* (Alismataceae) naturalised in New South Wales waterways. *Journal of Plant Systematics*. 21,167-173.
- Lehtonen, S., Falck, D., 2011. Watery varieties: Aquarium plant diversity from aesthetic, commercial, systematic perspectives, in: Aquino J.C, (Eds), *Ornamental plants: Types, Cultivation and Nutrition*. Nova Science publishers, Nova York.
- Lehtonen, S., Myllys, L., 2008. Cladistic analysis of *Echinodorus*(Alismataceae): simultaneous analysis of molecular morphological data. *Cladistics*. 24, 218-239.
- Lehtonen, S., 2008. An integrative approach to species delimitation in *Echinodorus* (Alismataceae) the description of two new species. *Kew Bulletin* 63: 525–563.
- Lehtonen, S., 2006. Phylogenetics of *Echinodorus* (Alismataceae) based on morphological data. *Bot. J. Linn. Soc.* 150, 291–305.
- Li, H.T., Luo. Y., Gan. L. Ma, P.F., Gao, L.M., Yang, J.B., Gitzendanner, J.C.M.A. *et al.*, 2021. Plastid phylogenomic insights into relationships of all flowering plant families. *BMC Biology*. 232, 2-13. <https://doi.org/10.1186/s12915-021-01166-2>.
- Lorenzi, H., Matos, F.J.A., 2002. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Maldonado, C., Molina, C.I., Ziska, A., 2015. Estimating species diversity distribution in the era of Big Data: to what extent can we trust public databases? *Glob. Ecol. Biogeogr.* 24, 973–984.
- Maltchik, L., 2003. Áreas úmidas: importância, inventários e classificação. Masters of science. Unisinos, São Leopoldo.
- Maltchik, L., Costa, E.S., Becke, C.G., Oliveira, A.E., 2003a. Inventory of wetls of Rio Grande do Sul (Brazil). *Pesquisas, Botânica*. 53,79-88.
- Maltchik, L., Rolon, A.S., Guadagnin, D., Stenert, C., 2004. Wetls of the Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities. *Acta Limnol. Bras.* 16, 137-151.
- Marques, A.M., Provance Júnior, D.W., Kaplan, M.A., Figueiredo, M.R., 2017. *Echinodorus grandiflorus*: Ethnobotanical, phytochemical pharmacological overview of a medicinal plant used in Brazil. *Food Chem Toxicol.* 109, 1032-1047. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.03.026>.

2122 Martinelli, G., Moraes, M.A., 2013. Livro Vermelho da Flora do Brasil. Instituto de Pesquisas
 2123 Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
 2124
 2125 Matias, L.Q., 2022a. Alismataceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
 2126 <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB39> (accessed 20 january 2022).
 2127
 2128 Matias, L.Q., Irgang, B.E., 2006. Taxonomy and distribution of *Sagittaria* (Alismataceae) in
 2129 North-eastern Brazil. Aquatic Bot. 84,183-190.
 2130
 2131 Matias, L.Q., Nascimento, H.P., 2022b. Flora of Espírito Santo, Brazil: Alismataceae. Rodriguésia
 2132 73, 1-10.
 2133
 2134 Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., 1993. Wetlands, Second Edition. Van Nostr Reinhold, New York.
 2135
 2136 MOBOT- Missouri Botanic Garden, 2022. Plant finder.
 2137 <https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=278316>
 2138 (accessed october 2022).
 2139
 2140 Murphy, K., Efremov, A., Davidson, T.A., Molina-Navarro, E., Fidanza, K., Betiol, T.C.C.,
 2141 Chambers, P., Grimaldo, J.T., Martins, S.V., Springuel, I., Kennedy, M., Mormul, R.P., Dibble,
 2142 E., Hofstra, D., Lukács, B.A., Gebler, D., Baastrup-Spohr, L., Urrutia-Estrada, J. 2019. World
 2143 distribution, diversity endemism of aquatic macrophytes. Aquatic Bot. 158, 103-127.
 2144
 2145 Oliveira, L.S., Andrade, B.O., Boldrini, L.L., Moço, M.C.C., 2019. Aquatic vascular plants of
 2146 South Brazil: checklist a comparative floristic approach. Acta bot. bras. 33, 709-715.
 2147
 2148 Pansarin, E.R., Amaral, M.C.E., 2005. Alismataceae, in: Werley, M.G.L., Shepherd, G.J.,
 2149 Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giulietti, A.M. (Eds.) Flora Fanerogâmica do Estado
 2150 de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo. pp. 1-10.
 2151
 2152 Pansarin, E.R., Amaral, M.C.E., 2002. Limnorchartaceae, in: Werley, M.G.L., Shepherd, G.J.,
 2153 Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Bittrich, V., Kameyama, C. (Eds.) Flora Fanerogâmica do Estado
 2154 de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo. pp. 155-158.
 2155
 2156 Pereira, S. A., Trindade, C. R. T., Albertoni, E. F., & Palma-Silva, C. 2012. Aquatic macrophytes
 2157 as indicators of water quality in subtropical shallow lakes, Southern Brazil. Acta Limno. Bras., 24,
 2158 52-63.
 2159
 2160 Pichon, M., 1946. Sur les alismatacées et les butomacées. Notulae systematicae. Herbarium
 2161 Museum de Paris, Paris.
 2162
 2163 Pimenta, D.S., Figueiredo, M.R., Kaplan, M.A.C., 2006. Essential oil from two populations of
 2164 *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltdl.) Micheli (Chapéu de couro). An. Acad. Bras. Ciênc.
 2165 78, 623-628.
 2166
 2167 POWO- Plants of the World Online, 2022. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew.
 2168 <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (accessed 28 october 2022).
 2169

- Pott, V.J., Pott, A., 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília.
- Prando, T.B.L., Barboza, L.N., Araújo, V.O., Gasparotto, F.M., Souza, L.M., Lourenço, E.L.L., Gasparotto Junior, A., 2016. Involvement of bradykinin B2 muscarinic receptors in the prolonged diuretic antihypertensive properties of *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltdl.) Micheli. *Phytomedicine*. 23, 1249-1258.
- Radaeski, J.N., Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G., 2014. Pollen Grains of species occur in the "Unidade de Conservação Parque Estadual do Espinilho", Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica*. 65, 305-332. doi:10.13140/RG.2.1.1840.2327.
- Rasband, W. Image J. <https://imagej.nih.gov/ij/download.html> (accessed 13 june 2022).
- Rataj, K., 1978. Alismataceae of Brazil. *Acta Amazonica*. 8, 1-53.
- Rataj, K., 2004. A new revision of the swordplant genus *Echinodorus* Richard, 1848 (Alismataceae). *Aqua*. 1, 1-142.
- Reflora- Herbário Virtual , 2020. [http:// reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/](http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/) (accessed 4 june 2020).
- Rego, S.C.A., 1988. Alismataceae Ventenat no Rio Grande do Sul. Masters of Science. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rio Grande do Sul/Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. Secretária de Planjemaento, Governança e Gestão, 2022. Clima, temperatura e precipitação. <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao> (accessed 13 March 2022).
- Rolon, A.S., 2011. Diversidade de macrófitas aquáticas em áreas úmidas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. Ph.D. Dissertation. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Ross, D., 2022. As Minhas Coordenadas GPS. v5.07. (Version 5.07). https://play.google.com/store/apps/details?id=com.freemium.android.apps.gps.coordinates&hl=pt_BR&gl=US&pli=1.
- SBB- Sociedade Botânica do Brasil, 2022. Catálogo da rede brasileira de herbários. <https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>(accessed 01 october 2022).
- Scremin-Dias, E., 2000. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Echinodorus paniculatus* Micheli e *Echinodorus tenellus* (Mart.) Buchenau, durante os períodos da cheia e da seca no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Ph.D. Dissertation. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SEMA- Secretária Municipal do Meio Ambiente (2014) Diário Oficial Decreto 52.109-01/12/2014. <http://www.sema.rs.gov.br/> (accessed 04 ocotober 2022).

2217 Sieben, E.J.J., Kotze, D.C., Morris, C.D., 2010. The vegetation of the wetls in the Maloti-
 2218 Drakensberg, South África. *Bothalia*. 40, 117-134.
 2219
 2220 SIBBR- Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira, 2022.
 2221 <https://www.sibbr.gov.br/> (accessed 25 july 2022).
 2222 Spangler, P.J., 1981. Coleoptera, in: Hurlbert, S.H., Rodriguez, G., Santos, N.D. (Eds). *Aquatic*
 2223 *Biota of Tropical South America Part I. Arthropoda*. San Diego State University, California.
 2224
 2225 SpeciesLink, 2022. <https://specieslink.net/search/> (accessed 26 august 2022).
 2226
 2227 Spellmeier, J., Périco, E., Freitas, E. M., 2009. Composição florística de um banhado no município
 2228 de Estrela/Rio Grande do Sul. *Pesquisas, botânica* 60:367-381.
 2229
 2230 Thiers, B., 2022. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria associated staff. New
 2231 York Botanical Gardern's Virtual Herbarium. <https://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed 29
 2232 september 2022).
 2233
 2234 Trindade, C.R.T., Pereira, A.S., Albertoni, E.F. & Palma-Silva, C., 2010. Caracterização e
 2235 importância das macrófitas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros-Furg, Rio
 2236 Grande, RS. *Cad. Ecol. Aquático*. 5, 1-22.
 2237
 2238
 2239
 2240
 2241
 2242
 2243
 2244
 2245
 2246
 2247
 2248
 2249
 2250
 2251
 2252
 2253
 2254
 2255
 2256
 2257
 2258
 2259

Figures

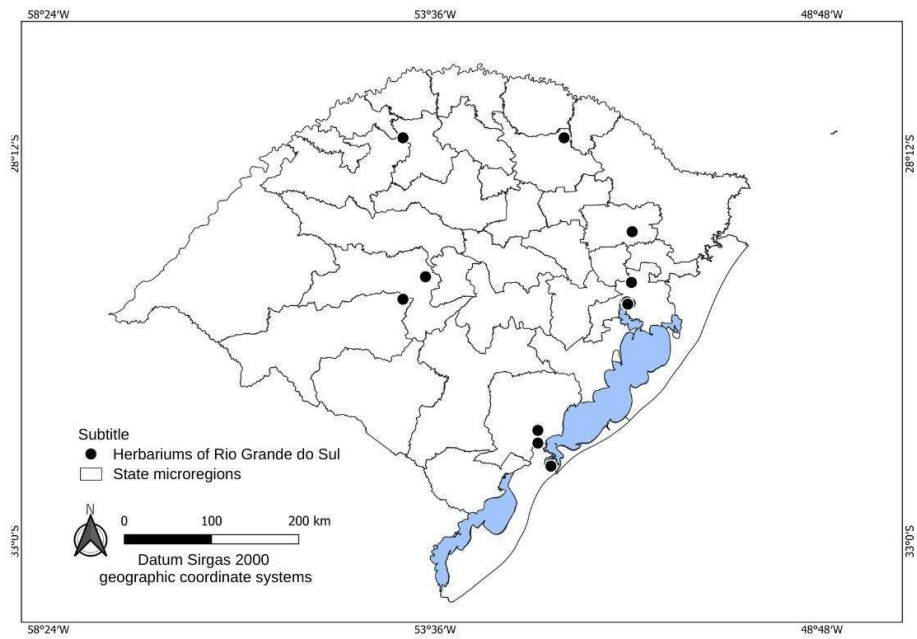


Figure 1. Geographical distribution of the consulted herbaria in Rio Grande do Sul.

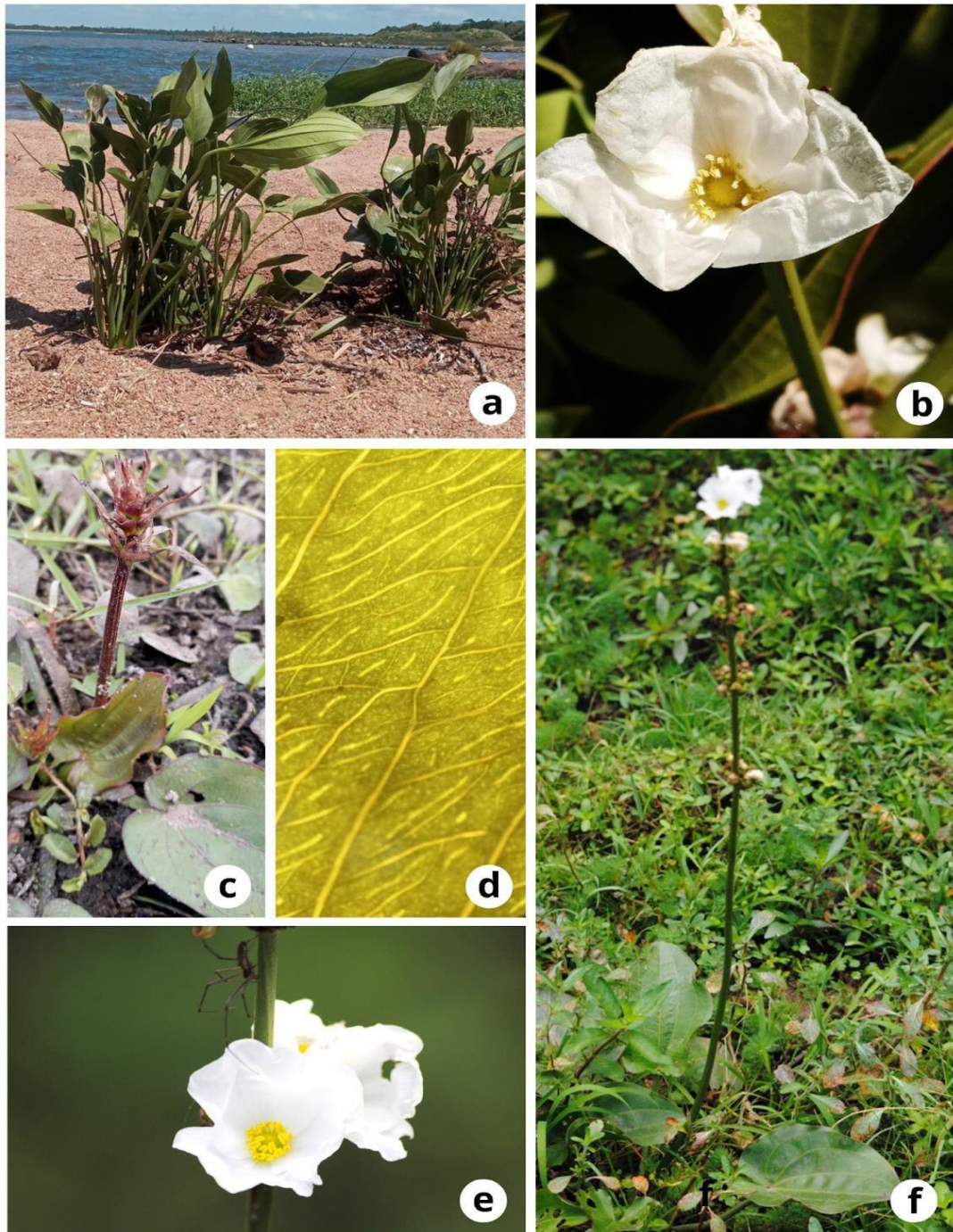


Figure 2. a-d. *Echinodorus grandiflorus*- a. habit and habitat; b. flower; c. inflorescence apex at early stage, highlighting the reddish coloration; d. translucent markings seen under light microscope. e-f. *E. longiscapus*- e. flower; f. habit, highlighting the inflorescence without branches. (a-d. Roschildt 07; e-f. J.Tocce).

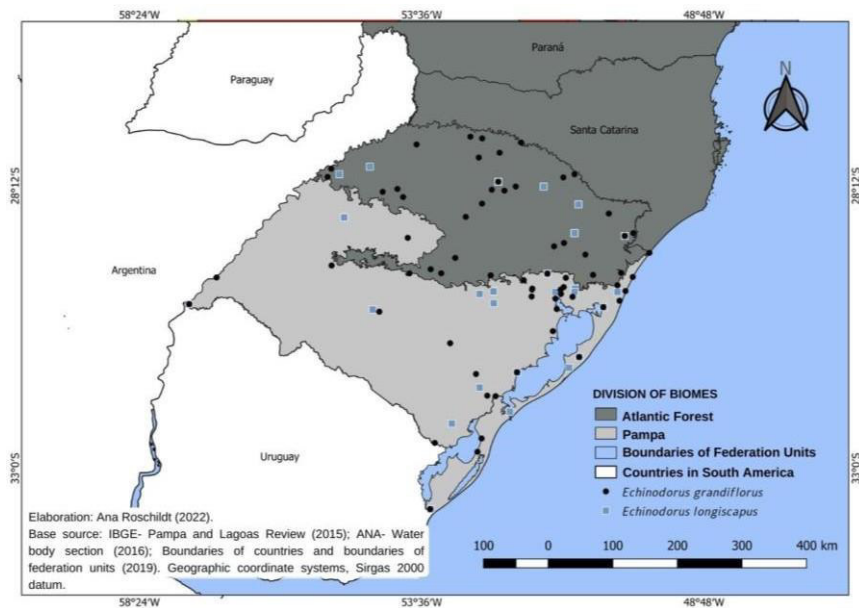


Figure 3. Geographical distribution of *Echinodorus grandiflorus* and *E. longiscapus* according to the biomes of Rio Grande do Sul Brazil.

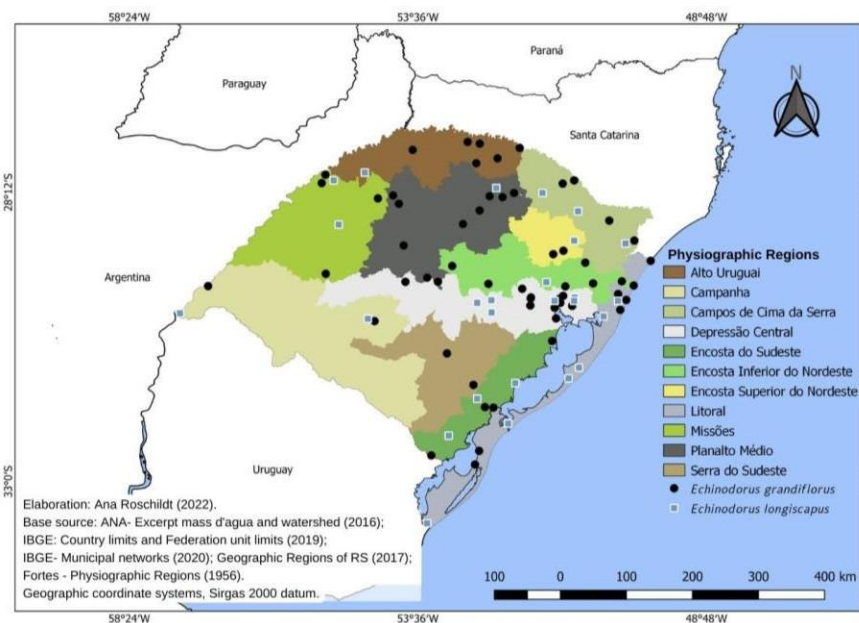
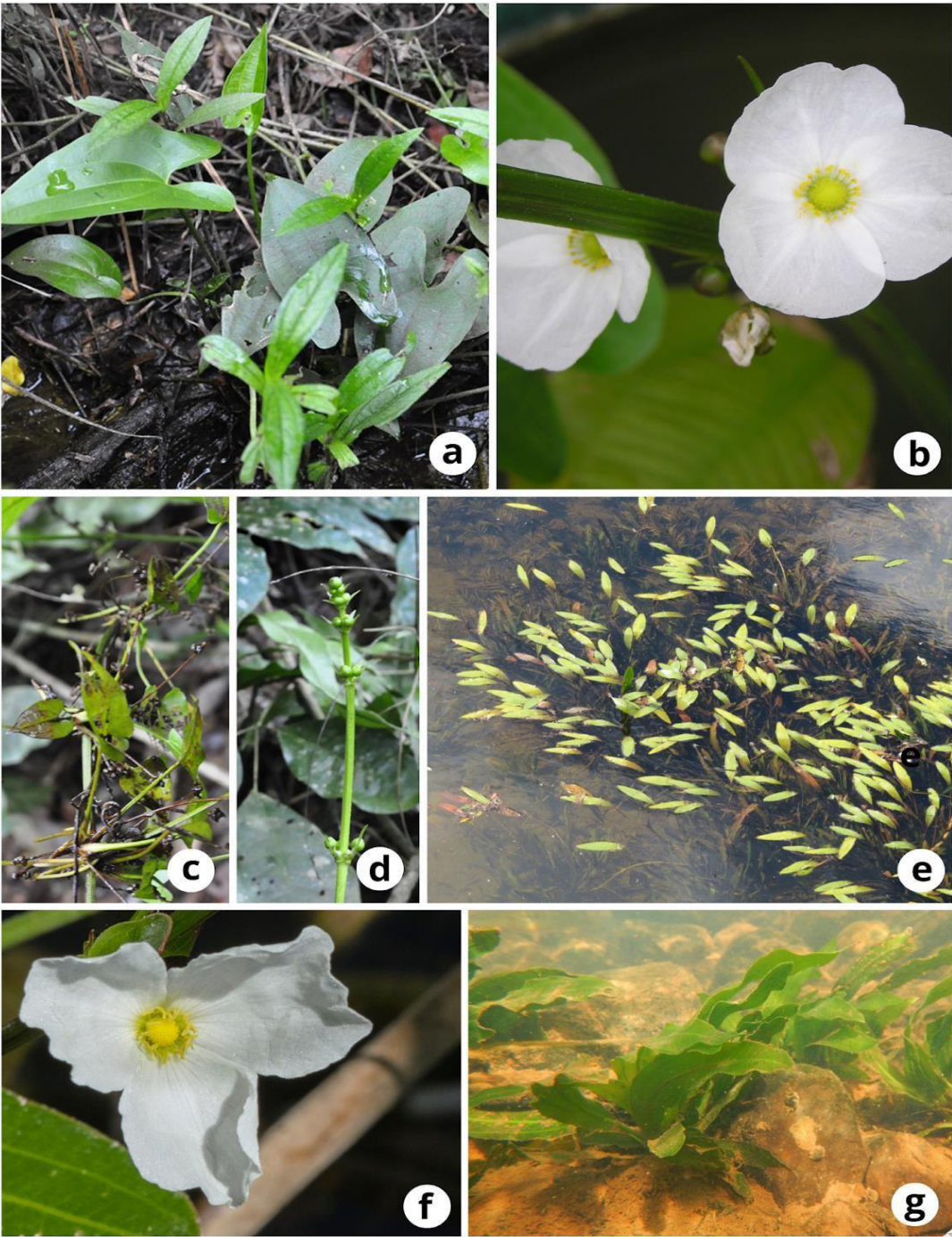


Figure 4. Geographical distribution of *Echinodorus grandiflorus* and *E. longiscapus* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.



2315

2316

2317

2318

2319

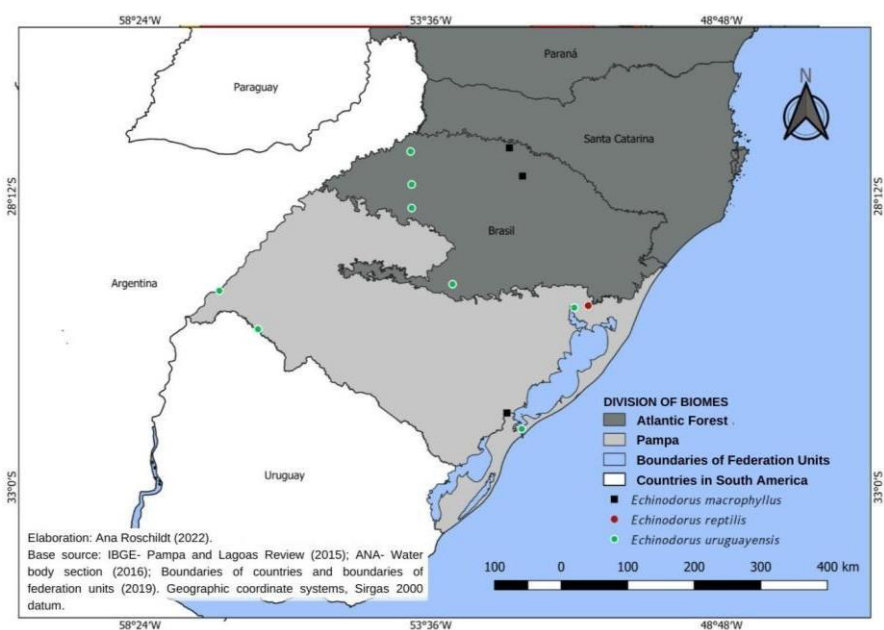
2320

2321

2322

Figure 5. a-d. *Echinodorus macrophyllus*- a. habit; b. flower; c. inflorescence with vegetative proliferations; d. inflorescence apex at early stage. e-g. *E. uruguayensis*- e. habit; f. flower; g. habitat of the submerged form, leaf blades evident. (a,c,d. Canalli 84; e. Lowe; f. Tosi; g. Schmitke).

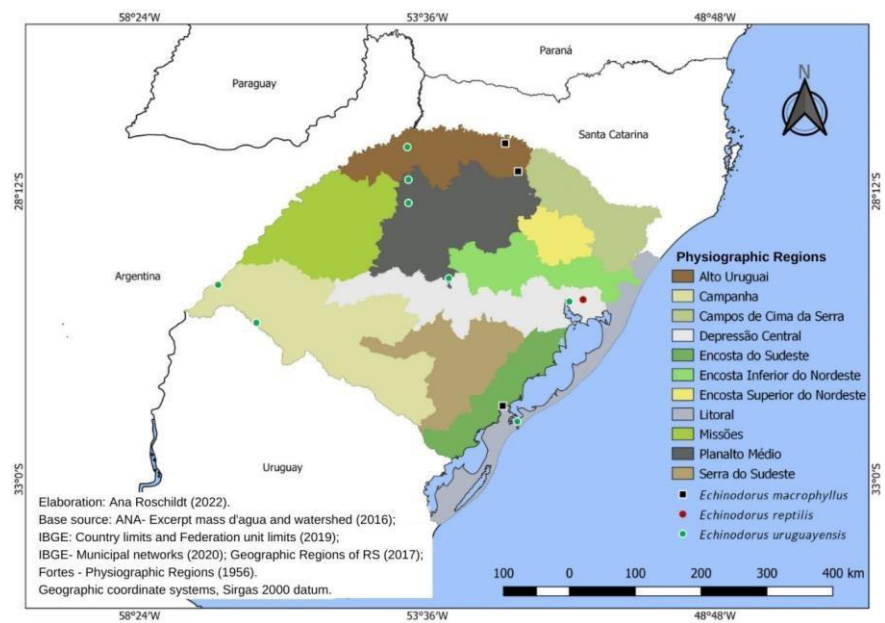
2323



2324

2325 **Figure 6.** Geographical distribution of *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* and *E. uruguayensis*
2326 according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

2327



2328

2329 **Figure 7.** Geographical distribution of *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* and *E. uruguayensis*
2330 according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

2331

2332



Figure 8. a-c. *Hydrocleys nymphoides* - a- a. habit; b. habitat; c. flower. d-f. *Helanthium tenellum* - d. habit; e. habitat; f. flower. (a-c. Roschildt 10; d. Saulys; e. Wulker; f. Feaver).

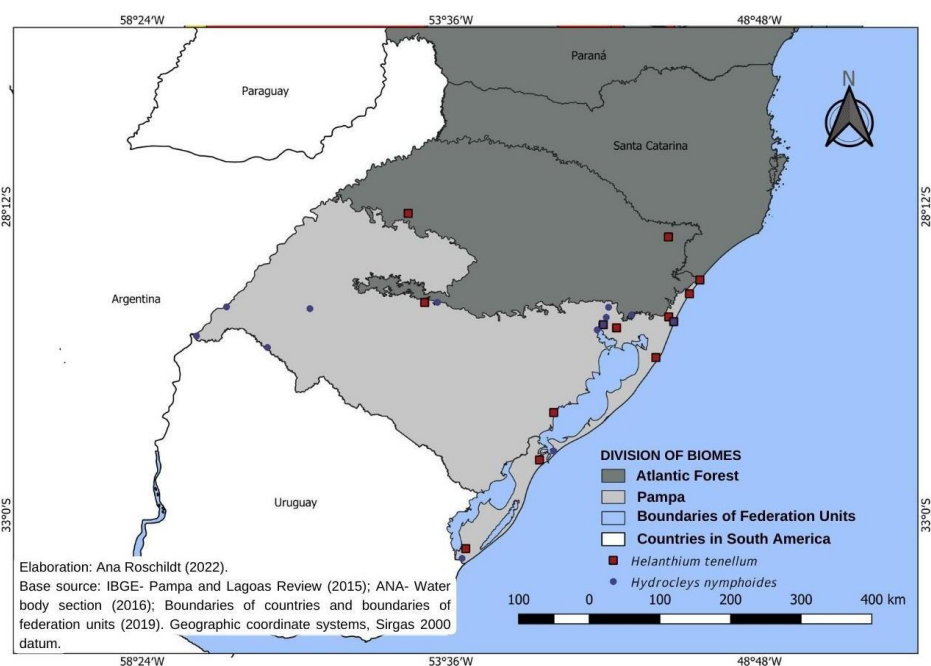


Figure 9. Geographical distribution of *Helanthium tenellum* and *Hydrocleys nymphoides* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

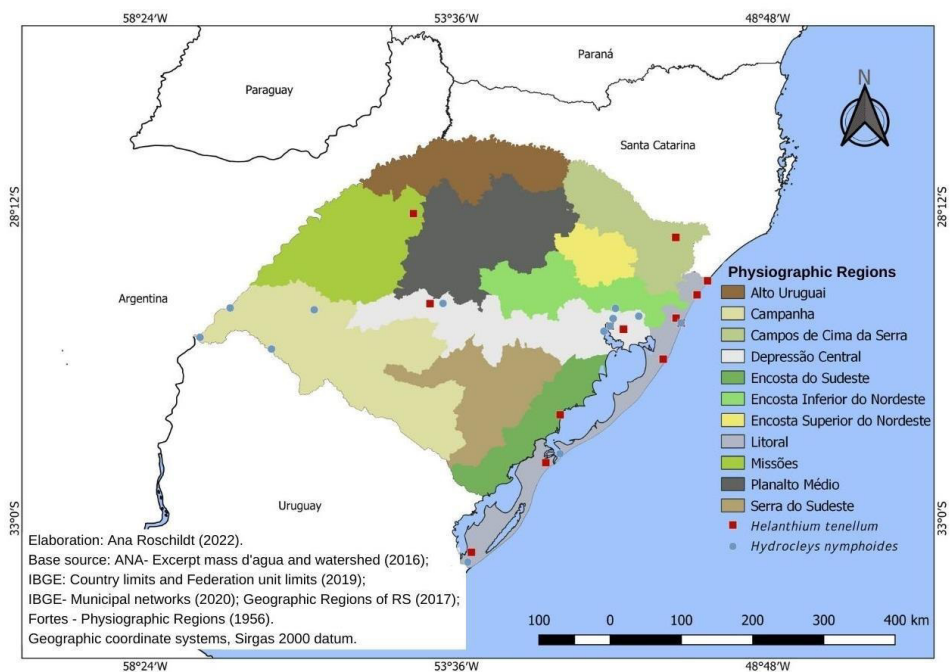


Figure 10. Geographical distribution of *Helanthium tenellum* and *Hydrocleys nymphoides* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.



Figure 11. a. *Sagittaria rhombifolia*- a. habit, showing the decubent inflorescences. b-c. *S. lancifolia*- b. habit; c. inflorescence. d-f. *S. montevidensis*- d. habit; e. flower; f. rhizome with the presence of entomological galls. (a. Rouge; b-c. Tocce; d-f. Roschildt 06).

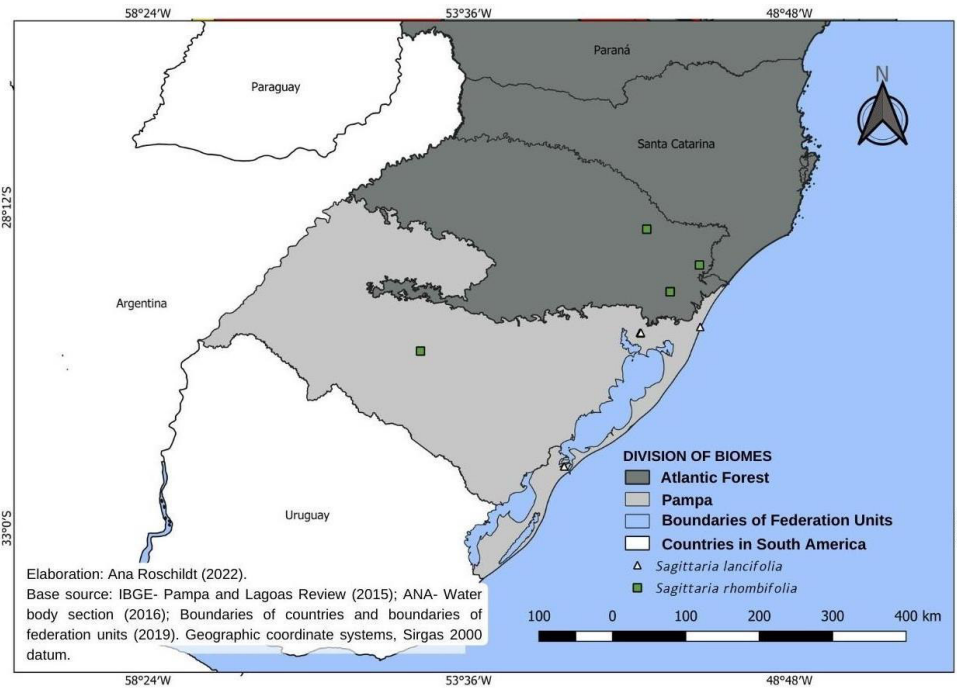


Figure 12. Geographical distribution of *Sagittaria lancifolia* and *S. rhombifolia* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

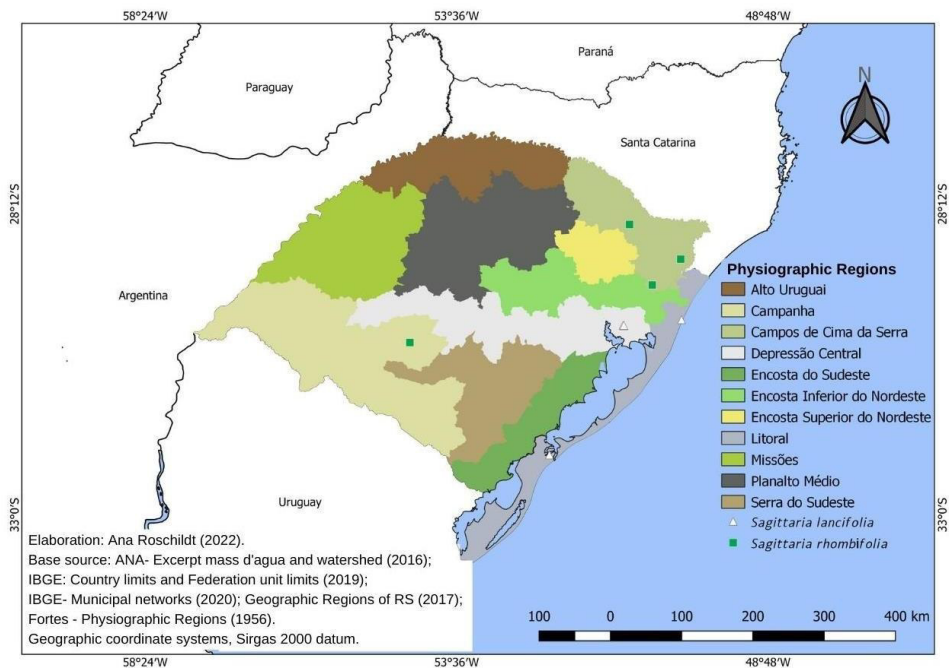


Figure 13. Geographical distribution of *Sagittaria lancifolia* and *S. rhombifolia* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

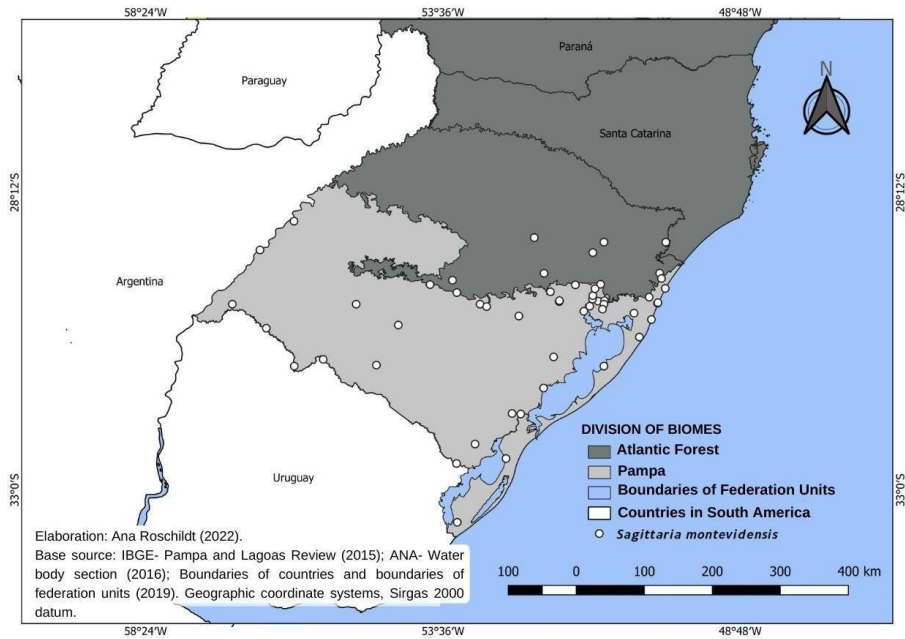


Figure 14. Geographical distribution of *Sagittaria montevidensis* according to the biomes of Rio Grande do Sul, Brazil.

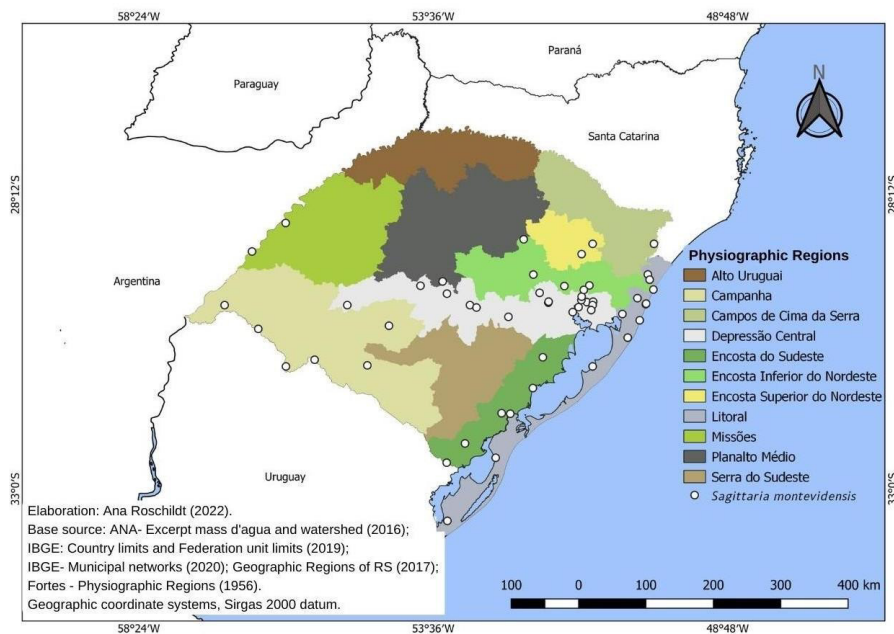


Figure 15. Geographic distribution of *Sagittaria montevidensis* according to the physiographic regions of Rio Grande do Sul, Brazil.

2453 **Tables**

2454

2455 **Table 1.** List of Alismataceae species recorded in floristic studies in Rio Grande do Sul, Brazil.

2456

Authors	Species	Site	Environment	Physiographic Region	Biome
Alves <i>et al.</i> , 2013	<i>Sagittaria montevidensis</i>	Quaraí	Countryside	Campanha	Pampa
Bertuzzi, 2013	<i>Echinodorus longiscapus</i>	Pelotas	Aquatic	Encosta do Sudeste	Pampa
	<i>Sagittaria montevidensis</i>				
Evaldt <i>et al.</i> , 2013	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Barra do Quaraí	Steppic Savanna Park	Campanha	Pampa
	<i>Sagittaria montevidensis</i>				
Jacobbi <i>et al.</i> , 2013	<i>Helanthium tenellum</i>	Rio Grande	Swamp	Litoral	Pampa
	<i>Sagittaria montevidensis</i>				
Demarco <i>et al.</i> , 2016	<i>Sagittaria montevidensis</i>	Pelotas	Stream	Encosta do Sudeste	Pampa
Radaeski <i>et al.</i> , 2014	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Barra do Quaraí	Steppic Savanna Park	Campanha	Pampa
Rolon <i>et al.</i> , 2011	<i>Helanthium tenellum</i>	Mostardas e Tavares	Wetlands	Litoral	Pampa
	<i>Echinodorus grandiflorus</i>				
	<i>Sagittaria lancifolia</i>				

Spellmeier <i>et al.</i> ,2009	<i>Sagittaria montevidensis</i>	Estrela	Swamp	Encosta Inferior do Nordeste	Atlantic Forest
Trindade <i>et al.</i> , 2010	<i>Helanthium tenellum</i> <i>Sagittaria Montevidensis</i>	Rio Grande	Wetlands	Litoral	Pampa
Pereira <i>et al.</i> , 2012	<i>Helanthium tenellum</i> <i>Sagittaria montevidensis</i>	Rio Grande	Wetlands	Litoral	Pampa

2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476

CAPÍTULO II

Riqueza e composição de Alismataceae em áreas úmidas subtropicais do Sul do Brasil

Manuscrito a ser submetido para o periódico Hydrobiologia
<https://www.springer.com/journal/10750/submission-guidelines>

Riqueza e composição de Alismataceae em áreas úmidas subtropicais do Sul do Brasil

Ana Paula Roscholdt-da Silva^{a,a*}, Ana Silvia Rolon^{b,b} & Sonia Marisa Hefler^{a,c}

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

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

^a annyroscholdt@hotmail.com; 555 053 981270227 (Corresponding author)

^b asrolon@gmail.com

^c smhefler@yahoo.com

2546 **Resumo**
2547

2548 Alismataceae é uma família de plantas característica de ambientes aquáticos e semi-aquáticos de
2549 água doce. As áreas úmidas do Sul do Brasil abrigam mais de 30% de toda a diversidade da família.
2550 Apesar dessa representatividade, são escassos os trabalhos de cunho ecológico, que relacionam a
2551 distribuição das espécies com o habitat em que vivem. Dessa forma, os principais objetivos deste
2552 trabalho foram comparar a riqueza e a composição das espécies entre biomas e regiões
2553 hidrográficas e analisar os padrões de distribuição das espécies, além de analisar as possíveis
2554 espécies indicadoras de cada região e classificar as espécies quanto a forma biológica e o ambiente
2555 de ocorrência. O estudo foi baseado em um levantamento de registros de espécies obtidos de
2556 repositórios de dados on-line, herbários e coletas de campo. Os registros de ocorrência foram
2557 classificados de acordo com os biomas e as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul. Com base
2558 na análise do material botânico depositado em herbários e observações de campo, as espécies
2559 também foram classificadas quanto a sua forma biológica. A família Alismataceae diferiu em
2560 riqueza e composição entre os biomas, sendo os municípios do Pampa mais ricos que os da Mata
2561 Atlântica. A riqueza e composição de espécies não variou entre as regiões hidrográficas, mostrando
2562 que a conectividade hidrológica é relativamente baixa quando comparada com a conectividade
2563 ecológica dos biomas. A partir da análise de espécies indicadoras constatou-se que entre os biomas,
2564 apenas o Pampa apresenta espécies características, sendo elas *Sagittaria montevidensis* e
2565 *Hydrocleys nymphoides* e combinações dessas espécies em coocorrência com outras. A maioria
2566 das espécies apresenta mais de uma forma biológica, sendo as emersas e anfíbias as mais
2567 representativas. Tal resultado está relacionado com fatores como o nível de profundidade da água
2568 e o grau de plasticidade adaptativa de cada espécie. Nossos resultados também sugerem que
2569 espécies com ampla distribuição pelo estado possuem baixa especificidade por habitats. Por fim,
2570 destacamos que os dados apresentados são capazes de fornecer informações importantes sobre o
2571 desenvolvimento e padrões de distribuição dessas espécies em áreas úmidas, ampliando o
2572 conhecimento acerca da família.

2573
2574 **Palavras chave:** plantas aquáticas; distribuição; repositórios on-line; Pampa; Mata Atlântica.

2575
2576
2577

2578

2579

2580

2581

2582

2583

2584

2585

2586

Introdução

A biodiversidade ocorre de forma heterogênea no espaço geográfico, sendo resultado de diferentes escalas espaciais e temporais (Crawley & Harral, 2001). Para explicar essas variações de diversidade biológica, há dois tipos principais de escalas, a continental, onde as variações são resultado de diferentes condições microclimáticas e processos biogeográficos, e a regional, onde as variações podem ser influenciadas principalmente por fatores climáticos locais, tipos de relevo e histórico da região (Lortie et al., 2004; Ricklefs & He, 2016).

Além desses fatores, possivelmente determinantes para explicar a biodiversidade de uma determinada região, outra questão refere-se ao fato de que a distribuição de muitas espécies ainda é pouco conhecida, de modo que em nenhuma parte do globo se tem conhecimento total sobre a biodiversidade (Rodrigues, 2011). Essa lacuna no conhecimento sobre a distribuição das espécies é chamada de déficit wallaceano (Hortal et al., 2015). O déficit Wallaceano pressupõe que os mapas de biodiversidade têm forte correspondência com o esforço amostral, e com a forma como os dados biogeográficos são analisados e organizados (Hortal et al., 2008). Em regiões de difícil acesso o e/ou de importância negligenciada, como as áreas úmidas por exemplo, onde a frequência de coletas é relativamente menor, possivelmente os dados de riqueza das espécies são subestimados, sugerindo que regiões com um maior esforço amostral também sejam aquelas que apresentam a maior riqueza de espécies (Rosa et al, 2007; Hortal et al., 2008).

As áreas úmidas, estão entre os ecossistemas mais complexos do mundo, uma vez que as características ambientais são definidas de acordo com variações hidrológicas e climáticas de cada região (Halls, 1997). Nesse contexto, esses ecossistemas são ótimos modelos para compreender se os padrões de distribuição de uma espécie estão sendo majoritariamente influenciados por diferentes escalas regionais, e se há uma relação entre os dados de biodiversidade e o esforço amostral.

As macrófitas aquáticas, vegetais característicos das áreas úmidas, são importantes componentes estruturais desses ambientes (Scremin-Dias et al., 1999). Sendo assim, a colonização e o estabelecimento dessa comunidade vegetal é determinante para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos (Wolters et al., 2018). No entanto, a ocorrência das macrófitas aquáticas em determinados ambientes está intimamente relacionada com aspectos climáticos e hidrológicos, bem

como temperatura, composição dos sedimentos e disponibilidade de nutrientes (Pedralli, 1990; Bianchini Junior, 2003). Da mesma forma, a riqueza e a composição desses vegetais podem ser influenciadas por diversos fatores, sejam eles ambientais, espaciais ou biológicos (Oertli et al. 2002; Lacoul & Freedman 2006).

As macrófitas aquáticas apresentam amplas faixas de distribuição mundial, sendo encontradas em todas as regiões biogeográficas do mundo (Santamaria, 2002; Chambers et al., 2008). No entanto, de acordo com Murphy et al., 2019, vários gêneros de macrófitas aquáticas possuem distribuição restrita, ocupando menos de 10% das potenciais áreas para o seu estabelecimento. Essa distribuição variável é dependente do grau de adaptação de cada espécie, e está sujeita às condições físicas e químicas do ambiente aquático. (Bini et al., 1999; Ferreira et al., 2015).

Vários estudos analisam os padrões de distribuição das espécies de macrófitas (Ot'ahel'ová et al., 2007; Pitelli et al., 2008; Rosa et al., 2017). A existência de diferentes padrões está associada a diversos fatores, entre os quais é possível citar: o tipo de ambiente analisado, as regiões geográficas, a extensão espacial, as escalas de observação e os grupos funcionais (Alahuhta et al., 2013; Heino et al., 2015). Estes padrões são organizados de acordo com a amplitude de distribuição das espécies, podendo ser classificados como ampla distribuição, distribuição restrita e distribuição muito restrita (endêmicas locais) (Alves et al., 2003).

Em escala global há poucos estudos sobre a distribuição e mesmo sobre o número de espécies de macrófitas aquáticas. Dentre essas publicações destacam-se os trabalhos de Chambers et al. (2008) e Murphy et al. (2019). O estudo realizado por Chambers et al (2008) estimou cerca de 2.614 espécies, distribuídas em 412 gêneros e 88 famílias, enquanto Murphy et al. (2019) totalizou 3.457 espécies em 456 gêneros e 93 famílias de macrófitas vasculares. No Brasil, as primeiras pesquisas com macrófitas aquáticas tiveram início por volta de 1970, mas foi apenas a partir da década de 90 que houve um aumento significativo (Thomaz & Bini, 2003), sendo os primeiros trabalhos focados em informações sobre sistemática, taxonomia e ecologia (Irgang & Gastal, 1996; Pedralli, 2000 e Pott & Pott, 2000). Com o aumento das pesquisas, começaram a surgir diversos trabalhos com ênfase em padrões ecológicos, riqueza e composição de espécies. No entanto, a maioria desses estudos são focados em assembléias de macrófitas aquáticas para além das relações taxonômicas (Henry-Silva et al., 2010; Araújo et al., 2012; Sabino et al., 2015; Duarte et al., 2015; Souza et al., 2019) não

2651 analisando um conjunto de espécies pertencentes ao mesmo nível taxonômico. São poucos os
2652 trabalhos que analisam as relações ecológicas e de distribuição considerando grupos taxonômicos
2653 (Mello, 2010; Soares et al., 2015).

2654
2655 Um grupo de plantas característico de ambientes aquáticos e semi-aquáticos de água doce é a
2656 família Alismataceae, reconhecida por desempenhar diversos serviços ecossistêmicos fundamentais
2657 para esses ecossistemas, servindo como alimento para aves aquáticas, além de serem amplamente
2658 utilizadas na medicina popular para diversos fins, e estarem relacionadas a absorção de minerais
2659 pesados pelas raízes, contribuindo para o tratamento de efluentes (Ribeiro et al., 2015). Atualmente a
2660 família está representada por 17 gêneros e 114 espécies, estando distribuída mundialmente de forma
2661 subcosmopolita (Govaerts, 2021). No Brasil, são encontradas espécies em todos os biomas, Amazônia,
2662 Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, estando representada por 40 espécies e cinco
2663 gêneros: *Echinodorus* Rich. ex Engelm., *Helanthium* (Benth. & Hook.f.) Engelm. ex J.G.Sm,
2664 *Hydrocleys* Rich., *Limnocharis* Humb. & Bonpl. e *Sagittaria* Ruppius ex L. (Matias, 2022).

2665
2666 A vegetação do sul do Brasil, que incluem as formações campestres do bioma Pampa e os
2667 campos que formam mosaicos com florestas de Araucária, incluídos no bioma Mata Atlântica
2668 (Overbeck et al. 2007), abrigam mais de 30% de toda a diversidade de espécies de Alismataceae no
2669 país (Matias, 2022). Apesar da representatividade da família, são escassos os trabalhos de cunho
2670 ecológico, que relacionam a distribuição das espécies com o habitat em que vivem. Para o Rio Grande
2671 do Sul, o único estudo que analisou a distribuição e a riqueza das espécies na região foi Rego (1988).
2672 Sendo assim, este trabalho tem como objetivos comparar a riqueza e a composição das espécies entre
2673 biomas e regiões hidrográficas, analisar os padrões de distribuição das espécies, e comparar a riqueza
2674 das espécies no estado com outras regiões do Brasil, bem como classificar as espécies quanto a forma
2675 biológica e o ambiente de ocorrência.

2676 **Material e métodos**

2677 *Área de Estudo*

2678 O trabalho foi desenvolvido no estado do Rio Grande do Sul, região sul do Brasil (27°04' -
2679 33°45' S; 49°42' -57°38' W) (Figura 1). Sua área territorial é de aproximadamente 280 mil km² (IBGE,
2680 2017). O clima é temperado do tipo subtropical, mesotérmico úmido (Cfa – Köppen). As temperaturas

médias anuais variam em torno de 15 e 18°C, com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C. A precipitação média no sul do Estado situa-se entre 1.299 e 1.500mm e, ao norte varia entre 1.500 e 1.800mm (Rio Grande do Sul, 2022). Lindman (1900) classifica o Estado como um ecótono, uma zona de transição onde entram em contato os biomas Pampa e Mata Atlântica. O Pampa ocupa a metade sul do estado abrangendo 63% do território, já a Mata Atlântica ocupa a porção norte, se estendendo por cerca de 37% do território (Rio Grande do Sul, 2022).

O bioma Pampa é caracterizado como uma região de clima chuvoso, sem períodos de seca, e com temperaturas baixas no inverno (IBGE, 2022). Todas essas características fazem do Pampa um bioma com diferentes formações vegetacionais, e que apesar de ser dominado por gramíneas, apresenta diversas espécies herbáceas, subarbustivas e arbustivas, além de árvores e cactáceas (Stumpf et al., 2009). Segundo a Embrapa (2022) a flora do Pampa é composta por mais de 3,000 espécies, sendo muitas delas endêmicas. Apesar de ser o segundo menor bioma brasileiro, é o que mais perde vegetação nativa proporcionalmente ao tamanho do seu território, cerca de 21,4%, nas últimas três décadas (MapBiomas, 2021). Entre os principais fatores responsáveis pela diminuição das áreas pampeanas, e consequentemente da biodiversidade, estão a agricultura e a siveicultura, além da introdução de espécies exóticas, a urbanização, a extração de recursos naturais, a caça predatória, e o comércio ilegal de espécies (Bilenca & Minãro, 2004).

O bioma Mata Atlântica apresenta diferentes tipos climáticos, que variam de climas quentes e úmidos a moderadamente frios (Pereira, 2009). Por se localizar na faixa litorânea, ocupada por mais de 72% da população brasileira, é o bioma mais ameaçado do Brasil (IBGE, 2022). As principais ameaças a esse bioma são a expansão de áreas agrícolas, residenciais, e assentamentos (Rocha, 2002), extração de lenha, exploração ilegal de madeira, invasão por espécies exóticas (Galleti & Fernandez, 1998), e a caça de animais silvestres (Dean, 1996). A vegetação agrupa um conjunto diverso de comunidades vegetais, incluindo florestas, restingas e campos de altitude, sendo esses ambientes sujeitos a estresses ambientais, como extremos de temperatura, inundação, períodos de seca e alta salinidade (IBGE, 2022).

Além da diversidade de ecossistemas e formações vegetacionais, o território do Rio Grande do Sul, considerado um dos estados do Brasil com maior disponibilidade hídrica, é drenado por uma densa malha hidrográfica superficial, onde se destacam três grandes bacias coletoras, também

referidas como regiões hidrográficas, sendo elas a bacia do Uruguai, a do Guaíba e a Litorânea (Figura 2). A bacia do Uruguai (Região Hidrográfica do Rio Uruguai), ocupa cerca de 57% do Estado, enquanto a bacia do Guaíba (Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba) abrange 30%, e a bacia Litorânea (Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas) compreende 13% (Rio Grande do Sul, 2022).

Cada região hidrográfica possui um conjunto vegetacional distinto, sendo sua presença fundamental para a manutenção dos processos hidrológicos e ecológicos nesses ambientes (Barbosa, 2000). Dentre os principais benefícios da integridade florística nas bacias hidrográficas, estão a manutenção dos habitats aquáticos, a melhora na qualidade da água (Balbinot *et al.*, 2007), bem como a regularização e o amortecimento das vazões dos corpos d'água e das pequenas enchentes (Garcez & Alvarez, 1988).

Coleta de dados

Os registros de coleta dos exemplares do Rio Grande do Sul foram obtidos a partir de repositórios de dados on-line, sendo estes: Global Biodiversity Information Facility-GBIF (2022), Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira-SiBBR (2022), Herbário Virtual Re flora (2022) e SpeciesLink (2022). Os exemplares consultados são provenientes dos seguintes herbários: BLA, CGMS, COR, CRI, ECT, ESA, FLOR, FUEL, FURB, HAS, HCF, HDCF, HPBR, HPL, HUCS, HVAT, IAP, ICN, INPA, K, LEB- Brasil, MBM, MOBOT, MPUC, NYBG. As siglas estão de acordo com Thiers (2022). Também foram consultados herbários que não possuem acervo digitalizado e/ou indexado nos repositórios, sendo estes: HURG, HBEI, RSPF, HUIRB, HNM e HERW.

Além da consulta em repositórios e herbários, foram realizadas expedições de coleta em municípios do extremo sul do Brasil. As coletas foram restritas para estas regiões em função da pandemia da COVID-19. Todas as coletas foram georreferenciadas e as informações ecológicas registradas. Para georreferenciar os locais de coleta foi utilizado o aplicativo Android *Minhas Coordenadas GPS*.

Para georreferenciar os locais de registro das espécies depositadas em herbários, foram consideradas as coordenadas geográficas informadas nas etiquetas de coleta das exsicatas, e

quando estas não estavam disponíveis, foi utilizada a ferramenta geoLoc (Centro de Referência em Informação Ambiental) e o *Google Maps* para a obtenção das coordenadas, considerando como local o município sede. Espécimes preservados cuja identificação taxonômica não se demonstrava segura, ou cuja informação de localidade estava incorreta ou ausente, foram descartados do levantamento de registro das espécies. Também foram descartados registros duplicados e triplicados (de um mesmo exemplar depositado em mais de um herbário) e espécimes cuja exsicata era proveniente de exemplares cultivados.

Os registros de ocorrência foram classificados quanto aos biomas (Mata Atlântica e Pampa) e quanto às Regiões Hidrográficas (Guaíba, Litorânea e Uruguai) do Rio Grande do Sul. Para a classificação e elaboração dos mapas de distribuição dos biomas foi utilizado o mapeamento do IBGE (2004), e a delimitação entre os biomas seguiu a Revisão Pampa e Lagoas (IBGE, 2015). Os mapas de distribuição foram elaborados a partir da classificação das Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2018) e a partir dos dados do Trecho de Massa d'água e Bacia Hidrográfica (ANA, 2016).

Com base na análise do material botânico depositado em herbários e observações de campo, as espécies foram classificadas quanto a sua forma biológica, de acordo com o proposto por Pedralli (1990), com o reconhecimento de sete formas biológicas: submersa fixa – enraizada no substrato, com estruturas vegetativas crescendo submersas na água, mas com estruturas reprodutivas que podem ultrapassar o nível da água; submersa livre – planta submersa não enraizada no substrato; flutuante fixa – planta com folhas flutuantes, mas com raízes fixas no substrato; flutuante livre – planta flutuante não fixa ao substrato; anfíbia – plantas que crescem em ambientes alagados ou na interface água-terra; emergente – enraizada no sedimento, mas com estruturas vegetativas e reprodutivas acima do nível da lâmina d'água.; epífita – desenvolvem-se sobre outras plantas aquáticas. A partir das informações registradas nas etiquetas de coleta do material herborizado e também por meio de observações de campo, as espécies foram classificadas quanto ao ambiente característico e tipo de solo onde ocorrem. Para cada espécie também foram apresentados os nomes populares de acordo com a literatura consultada (Haynes & Holm-Nielsen, 1994; Pott & Pott, 2000; Lorenzi & Matos, 2002; Matias & Irgang, 2006).

Análise de dados

Para as análises estatísticas os registros foram reunidos por municípios, os quais representaram as unidades amostrais. Cada unidade amostral recebeu valores de presença e ausência de espécies. As unidades amostrais foram classificadas de acordo com os biomas e regiões hidrográficas. A riqueza de espécies de Alismataceae foi comparada entre biomas e regiões hidrográficas por meio de Análises de Variância Univariada Multifatorial.

As diferenças na composição das espécies entre os biomas e regiões hidrográficas, foram averiguadas por meio de Análises de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) utilizando o índice de Bray-Curtis na matriz de distância. As análises foram realizadas no pacote “vegan” (Oksanen et al., 2018). A Análise de Espécies Indicadora (ISA) identificou potenciais espécies características dos biomas e regiões hidrográficas, considerando conjuntos formados por duas espécies. Tal análise foi realizada no pacote “indicspecies” (De Cáceres & Legendre, 2009). Todas as análises foram executadas no programa R versão 4.1.0 (R core Team 2021).

Para analisar a distribuição das espécies foram estabelecidos três padrões de distribuição, seguindo o proposto por Alves et al. (2003): ampla distribuição (espécie presente em todo o estado, abrangendo os dois biomas e as três regiões hidrográficas), distribuição restrita (espécie presente em pelo menos um bioma e duas regiões hidrográficas) e distribuição muito restrita (espécie presente em apenas um bioma e uma região hidrográfica). Para comparar a riqueza das espécies no Rio Grande do Sul com outras regiões, foi realizado um levantamento bibliográfico de estudos sobre riqueza e distribuição de espécies de Alismataceae para outros estados da região sul e para outras regiões do Brasil.

Resultados

Foram analisados 1025 registros, dos quais 269 foram descartados por serem duplicatas/triplicatas, por inconsistência na identificação e localização, ou por serem provenientes de exemplares cultivados. Portanto, para este estudo foram considerados 756 registros, com 10 espécies confirmadas para o Rio Grande do Sul, sendo elas: *Echinodorus grandiflorus* (Cham & Schltr.) Micheli; *E. longiscapus* Arechav.; *E. macrophyllus* (Kunth) Micheli; *E. reptilis* Lehtonen; *E. uruguayensis* Arechav.; *Helanthium tenellum* (Mart.) Britton; *Hydrocleys nymphoides* (Willd.) Buchenau; *Sagittaria lancifolia* L.; *S. montevidensis* Cham & Schltdl. e *S. rhombifolia* Cham.

Em relação aos aspectos ecológicos, a maioria das espécies apresenta mais de uma forma biológica, sendo quatro emersas/anfíbias, duas emersas/submersas, e uma submersa/flutuante. Apenas duas espécies apresentam uma única forma biológica, sendo uma delas flutuante fixa e outras duas emersas. De acordo com os registros de coleta, os ambientes preferenciais das espécies são banhados, arroios, lagoas, campos inundáveis e margens de rios, ocorrendo principalmente em solos arenosos ou argilosos (Tabela 1).

Das espécies registradas, 10 ocorrem no Bioma Pampa e oito no Bioma Mata Atlântica. Considerando as regiões Hidrográficas, nove espécies ocorrem na Região Hidrográfica da bacia do Guaíba, oito na Região Hidrográfica das bacias Litorâneas e oito em Regiões Hidrográficas da Bacia do Rio Uruguai (Tabela 2). No que se refere à riqueza média de espécies por unidade amostral, não houve interação entre biomas e regiões hidrográficas ($F = 0,907$; $p = 0,407$), entretanto verificou-se que a diferença significativa foi entre os biomas, sendo os municípios do Pampa mais ricos que os da Mata Atlântica ($F = 13,244$; $p < 0,001$) (Figura 3). O Pampa em média tem 2 a 3 espécies por município, enquanto a Mata Atlântica tem em média 1 a 2 espécies por município. A riqueza de espécies não variou entre as regiões hidrográficas ($F = 2,651$; $p = 0,076$).

Foram identificados três padrões de distribuição geográfica das espécies de Alismataceae para as áreas estudadas, sendo eles: ampla distribuição, distribuição restrita e distribuição muito restrita. *Echinodorus grandiflorus*, *E. longiscapus* (Figura 4) e *Sagittaria montevidensis* (Figura 5) estão distribuídas amplamente pelo estado (com ocorrência nos dois biomas e nas três regiões hidrográficas). *Helanthium tenellum*, *Hydrocleys nymphoides* (Figura 6) e *Echinodorus uruguayensis* (Figura 7), apesar de também apresentarem ampla distribuição, ocorrendo nos dois biomas e nas três regiões hidrográficas, estão distribuídas de forma mais agregada, com pontos de coleta concentrados em determinados locais, não abrangendo todo o território do estado.

De todas as espécies analisadas, *Echinodorus reptilis* é a única que apresenta distribuição muito restrita, com ocorrência apenas na porção de Pampa da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas (Figura 7). Tal resultado está relacionado com o fato da espécie possuir apenas um registro de coleta para o Brasil (Matias, 2022).

Echinodorus macrophyllus, *S. lancifolia* e *S. rhombifolia* e apresentam distribuição restrita a determinadas regiões. *Echinodorus macrophyllus* ocorre nos dois biomas, mas não ocorre na

Bacia do Guaíba (Figura 7). *Sagittaria lancifolia* possui todos os registros de coleta no Pampa, sendo estes próximos a Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas. *Sagittaria rhombifolia* apesar de ocorrer em ambos os biomas, foi coletada apenas na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba e na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai (Figura 8).

A composição das espécies do Pampa foi diferente da Mata Atlântica ($F= 6,5722$; $p = 0,01$), indicando que há conjuntos de espécies diferentes para cada bioma (Figura 9). Não houve interação entre os fatores biomas e regiões hidrográficas ($F= 2,2265$; $p = 0,054$). Assim como, não houve variação na composição das espécies entre as regiões hidrográficas ($F=1,6508$; $P= 0,139$).

A partir da análise de espécies indicadoras constatou-se que entre os biomas, apenas o Pampa apresenta espécies características, que ocorrem com maior frequência nesse bioma, sendo elas *Sagittaria montevidensis* ($p = 0,005$) e *Hydrocleys nymphoides* ($p = 0,010$). Assim como, as oito associações de pares de espécies, foram significativamente indicadoras desse bioma (Tabela 3). Para as regiões hidrográficas, apenas *S. montevidensis* foi considerada indicadora, sendo característica da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas e da Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba.

Discussão

Riqueza e composição entre biomas e regiões hidrográficas

Era esperado que a riqueza e a composição entre as espécies de Alismataceae fosse influenciada tanto pelos biomas, quanto pelas regiões hidrográficas, mas os resultados não corroboram com essas suposições. A diferença de riqueza e composição entre as espécies foi detectada apenas entre os biomas, indicando que as características que compõem esses ecossistemas possuem maior influência sobre a ocorrência dessas espécies e as características das regiões delimitadas pela hidrografia não foram determinantes para a organização das assembleias de Alismataceae.

Considerando que os biomas estão representados nas regiões hidrográficas, podemos supor que a conectividade hidrológica é relativamente baixa quando comparada com a conectividade ecológica dos biomas, visto que esses ecossistemas apresentam características únicas de vegetação, fauna, solo, e clima, que acabam influenciando na composição das espécies. Enquanto o bioma Pampa é composto predominante por formações campestres, de vegetação mais aberta, a

Mata Atlântica é formada por comunidades florestais, de vegetação mais densa e estratificada (IBGE, 2022). Além disso, ambos os biomas possuem sistemas agrícolas muito diferenciados, que também acabam influenciando no estabelecimento de espécies aquáticas. Mesmo com o avanço do cultivo de soja, a agricultura do Pampa ainda possui muitas áreas voltadas para o cultivo de arroz irrigado (planta aquática), que é beneficiado pelas extensas planícies de inundação, fazendo com que o bioma mantenha mais áreas de várzeas que não foram drenadas ou aterradas quando comparado a Mata Atlântica (Zakrzewski, 2007), em que muitas das áreas úmidas sofrem uma pressão ainda maior em termos de drenagem e vulnerabilidade, devido a agricultura mais voltada para a soja, trigo, aveia e milho (Parron et al., 2015). Sendo assim, grande parte da vegetação da Mata Atlântica é constituída pelos efeitos cumulativos de atividades antrópicas, que consequentemente impactam negativamente na biodiversidade (Oliveira & Montezuma, 2010).

Algumas espécies de Alismataceae, que possuem ampla distribuição pelo Estado, são consideradas cosmopolitas, como *Sagittaria montevidensis*, *Echinodorus grandiflorus* e *Echinodorus longiscapus* (Souza & Lorenzi, 2012). Essas espécies possuem pouca preferência por habitats, sendo capazes de formar extensas populações em múltiplos ambientes. Dentre essas espécies, merece destaque *S. montevidensis*, espécie que teve o maior número de registros. *S. montevidensis* é considerada uma planta infestante, ocorrendo em canais de irrigação e drenagem, bem como em lavouras de arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Noldin et al., 1999).

Espécies indicadoras dos biomas e regiões hidrográficas

A ocorrência de uma espécie em determinado local pode revelar indícios sobre as características daquele ambiente (Ricotta et al., 2015). Além disso, espécies indicadoras podem revelar mudanças ecológicas e serem utilizadas para avaliar a restauração de um habitat (Stapanian et al., 2013). No caso de *S. montevidensis*, a maioria dos registros ocorrem no Pampa, tornando essa espécie indicadora do bioma. Além disso, *S. montevidensis* também foi considerada indicadora da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas e da Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba. Tal relação, entre o bioma e as regiões hidrográficas mencionadas, se deve ao fato de que essas regiões possuem altos níveis de antropização, além de apresentarem solos ricos em matéria orgânica, habitat favorável para o estabelecimento da espécie (Pott & Pott, 2000).

Ao caracterizar a Região Hidrográfica do Guaíba e a Região Hidrográfica do Litoral, vemos que ambas sofrem com a poluição ocasionada principalmente pelo grande aumento populacional, o que consequentemente pode influenciar na ocorrência de espécies infestantes, como *S. montevidensis*. A Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba cobre 30,5% do território do Estado, abrigando 2/3 da população humana. Entre todas as regiões hidrográficas, ela destaca-se por ser a mais relevante economicamente. Devido à forte intervenção humana, é também a que recebe a maior quantidade de resíduos industriais e domésticos (Verdum et al., 2012). O mesmo ocorre com a Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas, local de maior aumento populacional ao longo dos últimos anos, e que vem enfrentando graves problemas de eutrofização. De acordo com Diniz et al. (2018), o excesso de nutrientes oriundos da descarga de efluentes domésticos, agrícolas e industriais, é um dos fatores mais determinantes para o aumento da diversidade e a composição de macrófitas aquáticas. Além do aporte de nutrientes, grandes volumes de água, de todas as áreas de várzeas dos principais afluentes da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas estão sendo direcionados para a irrigação de lavouras de arroz (Verdum et al., 2012), ambientes favoráveis para o estabelecimento de *S. montevidensis* (Cassol et al., 2008).

Outra espécie considerada indicadora do bioma Pampa é *Hydrocleys nymphoides*. Essa macrófita, que apresenta distribuição pantropical, também é considerada invasora de áreas úmidas perturbadas (Kodela & Jobson, 2018). Além de se reproduzir por meio de sementes e plântulas, *H. nymphoides* pode se espalhar facilmente por meio de fragmentos do seu caule rastejante, o que facilita a dispersão em ambientes favoráveis ao estabelecimento da espécie. Para Carvalho (2012), o potencial invasor da espécie pode ser explicado por um conjunto de características, que é formado por morfologia floral, sistema reprodutivo e interações com polinizadores.

Em determinadas áreas do Pampa, *S. montevidensis* e *H. nymphoides* apresentam uma forte tendência a ocorrerem associadas. Para De Carcéres et al. (2012), mesmo que uma área possua diferentes características e tenha uma composição de comunidade exclusiva em relação a outras áreas, é possível que duas ou mais espécies possam formar um grupo de espécies indicadoras. Como observado na Tabela 3, *S. montevidensis*, é a espécie mais característica do Pampa, aparecendo associada com outras quatro espécies. Também é interessante observar, que *S. montevidensis* não formou nenhuma associação com outras espécies do gênero, como *S. rhombifolia* e *S. lancifolia*, o que talvez possa estar relacionado ao baixo número de registros para estes táxons.

Em relação a outras espécies também consideradas cosmopolitas, como *Echinodorus reptilis* e *Echinodorus macrophyllus*, o número de registros foi menor do que o esperado, caracterizando ambas espécies como raras para a área de estudo. O reduzido número de coletas para *E. macrophyllus* talvez possa ser explicado pelo Déficit Wallaceano, visto que a espécie não possui registros recentes. *E. macrophyllus* possui apenas três registros para o Rio Grande do Sul, sendo todas as coletas realizadas há mais de 15 anos. Conforme analisado nos repositórios, e por Matias (2022), a espécie também ocorre em outras regiões do país, e possui registros mais recentes, reforçando a possibilidade da espécie estar sendo negligenciada quanto a novas coletas. *E. reptilis*, no entanto, possui apenas um exemplar coletado para o estado, sendo esse o único representante da espécie no Brasil, e não havendo novos registros há mais de 50 anos.

Riqueza de Alismataceae comparada com outras regiões

O número de espécies de Alismataceae confirmadas para a área de estudo foi diferente de outros levantamentos, tanto para o estado, quanto para outras regiões do sul do Brasil. Para o Rio Grande do Sul, Matias (2022) aponta a ocorrência de 12 espécies, enquanto Oliveira *et al.* (2019) confirmaram apenas oito. Rego (1988) também cita oito espécies para o estado, mas o autor não considerou o gênero *Hydrocleys*, antes pertencente a *Limnocharitaceae*. Confrontando a riqueza com outros estados da Região Sul do Brasil, Oliveira *et al.* (2019) citam a ocorrência de 10 espécies tanto para o estado de Santa Catarina, quanto para o estado do Paraná. No entanto, Matias (2022) cita valores de riqueza diferentes, sendo 16 espécies para o Paraná e 14 para Santa Catarina.

Para outras regiões do Brasil, existem alguns trabalhos que demonstram uma alta riqueza de espécies quando comparada ao Rio Grande do Sul, como Pott *et al.* (2018) que citam 22 espécies de *Alismataceae* para o estado do Mato Grosso do Sul, e Matias & Souza (2011) que citam 13 espécies para o estado do Ceará.

Outro ponto importante a se analisar, é que os valores de riqueza dos trabalhos realizados para diversos estados do país não condizem com aqueles que são apresentados na Flora e Funga do Brasil (2022). Como exemplo, podemos mencionar Canalli & Bove (2017) que citam nove espécies para o estado do Rio de Janeiro, enquanto a Flora e Funga do Brasil (2022) apontam 14, e Matias & Nascimento (2022) que citam sete espécies para o estado do Espírito Santo, enquanto a Flora e Funga do Brasil citam nove espécies.

Frente a essa ambiguidade em termos de riqueza de espécies dessa família, cabe ressaltar o quanto é fundamental a revisão de exemplares e registros de ocorrência nos repositórios de dados on-line. Em nosso estudo, verificamos que muitos dos exemplares depositados em herbários estavam identificados incorretamente, principalmente aqueles pertencentes ao gênero *Echinodorus*. De acordo com Lehtonen (2008), as espécies de *Echinodorus* são difíceis de identificar devido a sua plasticidade fenotípica, resultando em erros na atribuição taxonômica. Segundo Rataj (1975), a principal característica diagnóstica para as espécies do gênero, são as pontuações ou linhas translúcidas no limbo foliar, que podem estar ausentes ou presentes de acordo com cada espécie. Porém, essa característica é de difícil visualização, uma vez que essas pontuações só podem ser examinadas por meio de um microscópio eletrônico. Sendo assim, para identificar as espécies, é necessário analisar várias características em conjunto, como a forma da lâmina foliar e do pecíolo, e o tipo de inflorescência.

Com cinco espécies, *Echinodorus* é o gênero mais representativo no estado, seguido por *Sagittaria* com três. Os gêneros *Helanthium* e *Hydrocleys* são monoespecíficos. Esse padrão de diversidade, *Echinodorus* seguido por *Sagittaria*, é típico para o Brasil, variando apenas em relação ao número de espécies para cada gênero. *Echinodorus* possui 24 espécies com ocorrência para o país, enquanto *Sagittaria* possui seis espécies. Já em relação aos gêneros que são monoespecíficos no estado, para o Brasil *Hydrocleys* é mais representativo em termos de número de espécies que *Helanthium*, enquanto *Hydrocleys* está representado por cinco espécies, *Helanthium* possui apenas duas espécies (Matias, 2022).

Formas biológicas

A forma biológica de uma espécie está intimamente relacionada com diversos fatores, entre os quais destacam-se adaptações morfológicas, distribuição e profundidade da água (Pedralli, 1990). Entre as formas biológicas mais comuns de Alismataceae nas áreas estudadas, têm-se as anfíbias/emersas (40%), seguida de emersas/submersas (20%), emersas (20%), flutuantes fixas (10%) e submersas/flutuantes (10%).

Vários estudos mencionam a predominância das formas emersas e anfíbias (Pott & Pott, 1997; França et al., 2003; Moura et al., 2010; Gomes & Aoki, 2015; Silva & Fontes, 2018). A maior ocorrência dessas formas biológicas está atrelada à adaptações para sobreviver em corpos d'água com baixa profundidade (Neves et al., 2006) e para suportar as oscilações no nível da água

(Rocha et al., 2012). Além disso, algumas espécies possuem características morfológicas, reprodutivas e competitivas, que podem influenciar na representatividade de formas biológicas. As espécies anfíbias, por exemplo, que são em sua maioria invasoras, apresentam maiores percentuais de ocorrência, sendo assim, boas indicadores do grau de perturbação e/ou eutrofização dos ambientes em que estão presentes (Pedralli, 2001).

Em relação ao fator profundidade da água, foi observado que quanto maior o aporte de água, maior era a ocorrência de espécies flutuantes fixas e submersas. Conforme indicado na Tabela 1, em ambientes como margens de rios e lagoas, há uma maior predominância de formas emersas e anfíbias. Para Xavier et al. (2021), as plantas anfíbias e emergentes aparecem nas margens e áreas mais rasas, e à medida que aumenta a profundidade da água, surgem as formas flutuantes e submersas. Dessa forma, a composição florística de cada região pode estar diretamente relacionada a fatores abióticos e adaptações ecológicas de cada espécie.

Outra questão identificada no presente estudo, é que embora algumas espécies apresentem apenas uma única forma biológica, a maioria possui mais de uma, característica que representa um alto grau de plasticidade adaptativa (Rocha et al., 2007). Dentre as formas identificadas, a maioria das espécies são tanto emersas, quanto anfíbias. Espécies emersas e anfíbias são muito tolerantes ao estresse hídrico e podem se adaptar a condições de inundações e secas (Souza et al., 2017). As formas anfíbias são capazes de viver satisfatoriamente tanto em solos alagados, quanto na interface água-terra, geralmente modificando a morfologia da fase aquática para a terrestre quando o nível da água está baixo, ou em períodos de seca (Pedralli, 1990).

Conclusões

Com base nos resultados, foi possível observar que a riqueza e a composição das espécies se mostrou diferente para os biomas e regiões hidrográficas. Alismataceae é significativamente mais rica no bioma Pampa, e as regiões hidrográficas possuem pouca influência na riqueza e composição das espécies. Tais resultados nos revelam que as características dos biomas podem ter maior influência para a riqueza da família do que as características das regiões hidrográficas. Em relação a composição das espécies, os resultados corroborados pela análise de espécies indicadoras, mostraram a associação de algumas espécies, formando grupos que ocorrem preferencialmente em determinadas regiões. Dentre as espécies consideradas indicadoras, destacamos *S. montevidensis* e *H. nymphoides*, ambas consideradas cosmopolitas e capazes de se

adaptar em vários ambientes, sob os mais diversos tipos de limitações de crescimento e desenvolvimento. Nossos resultados também evidenciaram três padrões de distribuição geográfica, sendo a maioria das espécies amplamente distribuídas pelo estado. Já em relação as formas biológicas, a presença de espécies anfíbias e emergentes sugere um grau de perturbação nos ambientes estudados, além de uma forte adaptação de algumas espécies as variações hidrológicas. Por fim, destacamos que embora sejam necessários mais estudos para melhorar o entendimento sobre a composição e a riqueza, os dados apresentados são capazes de fornecer informações importantes sobre o desenvolvimento e padrões de distribuição dessas espécies em áreas úmidas, ampliando não só o conhecimento acerca da família, como também apontando observações relevantes para futuros estudos de biodiversidade e conservação em áreas úmidas.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Rio Grande por todo o suporte na logisitica do trabalho. Aos curadores dos herbários que cordialmente enviaram os dados solicitados e se disponibilizaram para responder possíveis dúvidas. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001, pela apoio financeiro concedido.

Referências

- ANA-Agência Nacional de Águas, (2016). Corpos hídricos superficiais. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2fb4464c-fc83-41d0-b63a-d020395a4a99>.
- Alahuhta, J., A. Kanninem, S. Hellsten, K. M. Vuori, M. Kuoppala, H. Hämäläinen, 2013. Environmental and spatial correlates of community composition, richness and status of boreal lake macrophytes. *Ecological indicators* 32: 172-181.
- Alves, M. V., W. W. Thomas, M. G. L. Wanderlei, 2003. Padrões de distribuição geográfica das espécies neotropicais de *Hypolytrum rich.* (Cyperaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 21: 265-276.
- Araújo, E. S., J. H. F. Sabino, V. M. Cotarelli, J. A. Siqueira Filho & M. J. A. Campelo, 2012. Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga. *Diálogos & Ciência* 32: 229-233.
- Balbinot, R., N. K. De Oliveira, S. C. Vanzetto, K. Pedroso & A. F. Valério, 2007. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Ambiência* 4:131-149.
- Barbosa, L. M., 2000. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In Rodrigues, R. R. & H., Leitão Filho (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. USP/Fapesp, São Paulo, 249-269.
- Bianchini Junior, I., 2003. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In Thomaz, S. M. & L. M., Bini (eds.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Eduem, Maringá, 85-126.
- Bilenca, D., F. Minãrro, 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em las pampas y campos de Argentina, Uruguay e sur de Brasil. *Fundación Vida Silvestre Argentina*, Buenos Aires.
- Bini, L. M., S. M., Thomaz, K. J., Murphy, A. F. M. Camargo, 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Biology, Ecology and Management of Aquatic Plants* 415: 147–154.
- Canalli, M.Y., P. C. Bove, 2017. Flora do Rio de Janeiro: Alismataceae. *Rodriguésia*. 68: 17-28
- Carvalho, A.T, 2012. Interações entre *protodiscelis* (Colletidae, Neopasiphaeinae) e plantas aquáticas e a importância de odores florais na atração de polinizadores. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba.
- Cassol, B., D. Agostinetto, J.E.A. Mariath, 2008. Análise morfológica de *Sagittaria montevidensis* desenvolvida em diferentes condições de inundação. *Planta Daninha* 26: 487-496.

3092 Chambers, P, P. Lacoul, K. J. Murphy, S. M. Thomaz, 2008. Global diversity of aquatic
 3093 macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 9 – 26.
 3094
 3095 Crawley, M. J. & J. E. Harral, 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291: 864-
 3096 868.
 3097
 3098 De Cáceres M, P. Legendre, S. K. Wiser & L. Brotons, 2012. Using species combinations in
 3099 indicator value analyses. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00246.x>. *Plant Ecology* 214:
 3100 291-302.
 3101
 3102 De Cáceres, M. & P. Legendre, 2009. Associations between species and groups of sites: indices
 3103 and statistical inference. *Ecology* 90: 3566- 3574.
 3104
 3105 Dean, W., 1996. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia
 3106 das Letras, São Paulo.
 3107
 3108 Diniz, F.M., M. O., Santos, S. M., Melo, 2018. Levantamento da fauna de macroinvertebrados
 3109 associados à macrófitas aquáticas. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 3: 86-91.
 3110 <https://doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1693.086-09>.
 3111
 3112 Duarte, G. S. V., V. J. Pott, A. P. Lemke, Y. R. Suárez, 2015. Efeito das características ambientais
 3113 sobre a riqueza e composição de macrófitas aquáticas em córregos urbanos. *Ciência e Natura* 37:
 3114 74-94.
 3115
 3116 Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (2022). Pampa.
 3117 <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-pampa>.
 3118
 3119 Esteves, F. A., 1998. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro.
 3120
 3121 França, F., E. Melo, A. G. Neto, D. Araújo, M. Bezerra, H. M. Ramos, I. Castro, D. Gomes, 2003.
 3122 Flora vascular de açudes de uma região do semi-árido da Bahia, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*
 3123 17: 549-559.
 3124
 3125 Ferreira, A. F., R. P. Moemul, G. Catian, A. Pott, G. Pedralli, 2015. Distribution pattern of neotro-
 3126 pical aquatic macrophytes in permanent lakes at a Ramsar site. *Brazilian Journal of Botany* 38: 13
 3127 1-139.
 3128
 3129 Galetti, M., J. C. Fernandez, 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes
 3130 in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* 35: 294-301.
 3131
 3132 Garcez, L.N., G. A. Alvarez, 1988. Hidrologia. Edgard Blücher, São Paulo.
 3133
 3134 GIBF- Global Biodiversity Information Facility, (2022). <https://www.gbif.org/>.
 3135
 3136 Gomes, A. C., C. Aoki, 2015. Efeito da sazonalidade hídrica sobre a fitossociologia de macrófitas
 3137 aquáticas em uma lagoa no Pantanal, Brasil. *Revista de Biologia Neotropical* 12: 1-7.

3138 Govaerts, R., (2021). World Checklist of Arecaceae Facilitated by the Royal Botanic Gardens.
 3139 <http://wcsp.science.kew.org/>.
 3140

3141 Halls, A. J., 1997. Wetlands, biodiversity and the Ramsar Convention: the role of the convention
 3142 on wetlands in the conservation and wise use biodiversity. Ramsar Convention Bureau, Gland,
 3143 Switzerland.
 3144

3145 Haynes, R. H., L. Holm-Nielsen, 1994. The Alismataceae. *Flora Neotropica* 64: 1-112.
 3146

3147 Heino, J., T. Siqueira, J. Soininen, S. Valanko, L. M. Bini, 2015. Metacommunity organisation,
 3148 spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. *Freshwater*
 3149 *Biology* 60: 845–869. <https://doi:10.1111/fwb.12533>.
 3150

3151 Henry-Silva, G.G. R. S. T., Moura & L. L. O. Dantas, 2010. Richness and distribution of aquatic
 3152 macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22: 147-
 3153 156.
 3154

3155 Hortal, J., F. de Bello, J.A.F. Diniz-Filho, T.M. Lewinsohn, J. M. Lobo & R. J. Ladle, 2015. Seven
 3156 shortfalls that beset large-scale knowledge on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution*
 3157 *and Systematics* 46: 523-549.
 3158

3159 Hortal, J., A. Jiménez-Valverde, J. F. Gómez, J. M. Lobo & A. Baselga, 2008. Historical bias in
 3160 biodiversity inventories affects the observed environmental niche of the species. *Oikos* 117: 847–
 3161 58.
 3162

3163 IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). Biomas brasileiros.
 3164 <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>.
 3165

3166 IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2004). Mapa da vegetação do Brasil e Mapas
 3167 de biomas do Brasil. <https://www.ibge.gov.br>.
 3168

3169 IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2015). Revisão Pampa e Lagoas.
 3170 <https://www.ibge.gov.br>.
 3171

3172 Irgang, B. E., C. V. S. Gastal Jr, 1996. Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do
 3173 Sul. UFRGS, Porto Alegre.
 3174

3175 Kodela, P.G. R. W. Jobson, 2018. *Hydrocleys nymphoides* (Alismataceae) naturalised in New
 3176 South Wales waterways. *J. Plant Syst.* 21,167-173
 3177

3178 Lacoul P. & B. Freedman, 2006. Environmental influences on aquatic plants in freshwater
 3179 ecosystems. *Environmental Reviews* 14: 89–136.
 3180

3181 Lehtonen, S., 2008. An integrative approach to species delimitation in *Echinodorus*
 3182 (Alismataceae) the description of two new species. *Kew Bulletin* 63: 525–563.
 3183

3184 Lindman, C. A. M., 1900. Vegetationen i Rio Grande do Sul (Sydbrasilien). Nordin & Josephson,
 3185 Stockholm.

3186 Lorenzi, H. & F. J. A. Matos, 2002. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas.
 3187 Instituto Plantarum, Nova Odessa.
 3188
 3189 Lortie, C. J., R. W. Brooker, P. Choler, Z. Kikvidze, R. Michalet, F. I. Pugnaire & R. M. Callaway,
 3190 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos* 107: 433-438.
 3191
 3192 MapBiomas, (2021). Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Pampa - Coleção 6,
 3193 [https://mapbiomas.org/hub-de-aves-migratorias-pampa-e-o-bioma-brasileiro--que-mais-perde-](https://mapbiomas.org/hub-de-aves-migratorias-pampa-e-o-bioma-brasileiro--que-mais-perde-vegetacao-natural)
 3194 [vegetacao-natural](https://mapbiomas.org/hub-de-aves-migratorias-pampa-e-o-bioma-brasileiro--que-mais-perde-vegetacao-natural).
 3195
 3196 Matias, L. Q. & B. E. Irgang, 2006. Taxonomy and distribution of *Sagittaria* (Alismataceae) in
 3197 North-eastern Brazil. *Aquatic Botany* 84:183-190.
 3198
 3199 Matias, L. Q. & D. J. S. Souza, 2011. Alismataceae no Estado do Ceará, Brasil. *Rodriguésia* 62:
 3200 887-900p.
 3201
 3202 Matias, L. Q. & H. P. Nascimento, 2022. Flora of Espírito Santo, Brazil: Alismataceae.
 3203 *Rodriguésia* 73:1-10.
 3204
 3205 Matias, L. Q., (2022). Alismataceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
 3206 <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB39>.
 3207
 3208 Mello, A. S. 2010. Aspectos taxonômicos e distribuição geográfica de Podostemaceae Rich. na
 3209 região sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.
 3210
 3211 Moura, A. N., E. L. Araújo, M. C. Bittencourt-Oliveira, R. M. M. Pimentel & U. P. Albuquerque,
 3212 2010. Reservatórios do nordeste do Brasil: biodiversidade, Ecologia e Manejo. Canal6, São Paulo.
 3213
 3214 Murphy, K., A. Efremov, A., T. A., Davidson, E., Molina-Navarro, K., Fidanza, T. C. C., Betiol,
 3215 P., Chambers, J. T., Grimaldo, S. V., Martins, I., Springuel, M., Kennedy, R. P., Mormul, E.,
 3216 Dibble, D., Hofstra, B. A., Lukács, D., Gebler, L., Baastrup-Spohr, J., Urrutia-Estrada, 2019.
 3217 World distribution, diversity endemism of aquatic macrophytes. *Aquatic Bot.* 158, 103-127.
 3218
 3219 Neves, E. L., K. R. B., Leite, F., França, E. Melo, 2006. Plantas aquáticas vasculares em uma lagoa
 3220 de planície costeira no município de Candeias, Bahia, Brasil. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas*
 3221 6: 24- 29.
 3222
 3223 Noldin, J. A., D. D. Eberhardt, R. Knoblauch, 1999. Resistência de *Sagittaria montevidensis* a
 3224 herbicidas: primeiras evidências. In Congresso brasileiro de arroz irrigado, 1. Reunião da cultura
 3225 de arroz irrigado. Embrapa, Pelotas, 566-569.
 3226
 3227 Oertli, B., D. A. Joey, E. Castella, R. Juge, D. Cambin, J. B. Lachavanne, 2002. Does size matter?
 3228 The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104: 59-70.
 3229
 3230 Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, R. Peter, R. B.
 3231 Minchin, L. S. Gavin, S. M. Peter, H. H. Steven, E. Szoecs & H. Wagner, 2019. Vegan:
 3232 Community Ecology Package. R package version 2.5-3.
 3233

3234 Oliveira, L. S., B. O. Andrade, L. L. Boldrini & M. C. C. 2019. Aquatic vascular plants of South
 3235 Brazil: checklist a comparative floristic approach. *Acta botanica brasílica* 33: 709-715.
 3236
 3237 Oliveira, R. R., & R. C. M., Montezuma, 2010. História ambiental e ecologia da paisagem.
 3238 Mercator: 117-128. [https://doi: 10.4215/RM2010.0919.0009](https://doi.org/10.4215/RM2010.0919.0009).
 3239
 3240 Oľahel'ová, H., M., Valachovic, R. Hrivna'k, 2007. The impact of environmental factors on the
 3241 distribution pattern of aquatic plants along the Danube River corridor (Slovakia). *Limnologica* 37:
 3242 290–302.
 3243
 3244 Overbeck, G. E., S. C. Müller, A. Fidelis, J. Pfadenhauer, V. D. Pillar, C. C. Blanco, I. I. Boldrini,
 3245 R. Both & E. D. Forneck, 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos.
 3246 *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101–116.
 3247
 3248 Parron, L. M., J. R. Garcia, E. B. Oliveira, G. G. Brown & R. B. Prado, 2015. Serviços ambientais
 3249 em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica [recurso eletrônico]. Embrapa,
 3250 Brasília. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14>.
 3251
 3252 Pedralli, G., 1990. Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudos. *Estudos de Biologia* 26:
 3253 5-24.
 3254
 3255 Pedralli, G, 2000 Padrões florísticos como subsídios à conservação da biodiversidade de
 3256 macrófitas aquáticas, In Pedralli, G. (Eds.). *Tópicos Atuais em Botânica*. Embrapa: Brasília, 335-
 3257 339.
 3258
 3259 Pedralli, G, 2001. Bioprospecção em áreas úmidas de Minas Gerais, Brasil. In *Bioprospecção*
 3260 *Alternativas para o novo Milênio*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Sociedade Botânica
 3261 do Brasil, 50-53.
 3262
 3263 Pereira, A. S., 2009. Mata Atlântica: Uma abordagem geográfica. *Nucleus* 6: 27-53.
 3264 Pitelli, R. L. C. M., C. M. Toffaneli, E.A. Vieira, R. A. Pitelli, E.D. Velini, 2008. Dinâmica da
 3265 comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. *Planta Daninha* 26: 473-480.
 3266
 3267 Pott, V. J., A., Pott, 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília.
 3268
 3269 Pott, V. J., S. N. Moreira, A. C. V. Arantes & A. Pott, 2018. Lista de Alismatales do estado de
 3270 Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 73: 117-122.
 3271
 3272 R Core Team, 2021. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for
 3273 Statistical Computing, Vienna, Austria.
 3274
 3275 Rataj, K., 1975. Revision of the genus *Echinodorus* Rich. *Studia Ceskoslovenska Akademie Ved*
 3276 2: 1-156.
 3277
 3278 Re flora- Herbario Virtual, (2022). [https:// reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/](https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/).
 3279
 3280 Rego, S. C. A., 1988. Alismataceae Ventenat no Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado,
 3281 Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Ribeiro, E., M. Pereira, E. Castro, G. Baroni, F. Corrêa, 2015. Relações da anatomia radicular na absorção, no acúmulo e na tolerância ao chumbo em *Echinodorus grandiflorus*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19: 605-612.
- Ricklefs, R. E., & F. He, 2016. Region effects influence local tree species diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113: 674-679.
- Ricotta, C., M. Carboni & A. T. Acosta, 2015. Let the concept of indicator species be functional! *Journal of vegetation science* 26: 839-847.
- Rio Grande do Sul/Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, (2022). Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Clima, temperatura e precipitação. <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>.
- Rocha, C. G., U. M. Resende, J. S., Lugnani, 2007. Diversidade de macrófitas em Ambientes aquáticos do IPPAN na Fazenda Santa Emília, Aquidauana, MS. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 456-458.
- Rodrigues, A. S. L., 2011. Species as surrogates in conservation. *Trends in Ecology e Evolution* 26: 625–626. <https://doi:10.1016/j.tree.2011.08.007>.
- Rosa, I. M. L., T. P. R. Oliveira, A. L. C. Castro, L. E. S. Moraes, J. H. A. Xavier, M. C. Nottingham, T. L. P. Dias, L. V. Bruto-Costa, M. E. Araújo, A. B. Birolo, A. C. G. Mai, C. Monteiro-Neto, 2007. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg. *Neotropical Ichthyology* 5: 405-414.
- Rosa, C. N., R., Tassi, D. G. A. Picilli, W. Pereira Filho, J. R. Favaretto, J. R. Fontoura, 2017. Identificação do padrão de distribuição de macrófitas aquáticas emergentes no banhado do Taim-RS-Brasil, frente a diferentes condições de hidrológicas. *Geociências* 36: 771 – 784.
- Sabino, J. H. F., E. S. Araújo, V. M. Cotarelli, J. A. Siqueira Filho & M. J. A. Campelo, 2015. Riqueza, composição florística, estrutura e formas biológicas de macrófitas aquáticas em reservatórios do semiárido nordestino, Brasil. *Natureza on line* 13: 184-194.
- Santamaría, L. 2002. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica* 23: 137-154.
- Scremin-Dias, E., V. J., Pott, R. C. Da Hora, P. R. De Souza, 1999. Nos Jardins Submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito. UFMS, Campo Grande.
- SEMA- Secretaria do meio ambiente e infraestrutura, (2018). Dados Gerais das Bacias Hidrográficas. <https://www.sema.rs.gov.br/si-dados-gerais-bh-638f7ed6d5a76>.
- SIBBR- Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira, (2022). <https://www.sibbr.gov.br/>.

- 3329 Silva, E. C. V. & K. A. A., Fontes, 2018. Macrófitas aquáticas no nordeste maranhense:
3330 levantamento florístico e chave de identificação. Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi.
3331 Ciências Naturais 13: 355-365.
3332
- 3333 Soares, A. C., J. L. Villar, S. M. Hefler, 2015. Sinopse da família Cyperaceae em uma área do
3334 extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Rodriguésia 66: 441-453.
3335
- 3336 Souza, D. C., E. R. Cunha, R. A. Murillo, M. J. Silveira, M. M. Pulzatto, M. S. Dainez-Filho, L.
3337 A. Lolis & S. M. Thomaz, 2017. Species inventory of aquatic macrophytes in the last undammed
3338 stretch of the Upper Paraná River, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia 29:1-15.
3339
- 3340 Souza, V. C. & H. Lorenzi, 2012. Botânica Sistemática (Guia Ilustrado para identificação das
3341 famílias Fanerogâmicas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII). Instituto Plantarum de
3342 Estudos da Flora, Nova Odessa, São Paulo.
3343
- 3344 Souza, W. G. M., E. L. Silva, A. C. L. Pacheco, T. G. Pinheiro, M. C. Abreu, 2019. Riqueza e
3345 distribuição de macrófitas aquáticas no Rio Guaribas, Picos, Piauí. Boletim do Laboratório de
3346 Hidrobiologia 29: 1-13.
3347
- 3348 SpeciesLink, (2022). Alismataceae. <https://specieslink.net/search/>.
- 3349 Stapanian, A. M., J. V., Adams, B., Gara, 2013. Presence of indicator plant species as a predictor
3350 of wetland vegetation integrity: A statistical approach. Plant Ecology 214: 91-
3351 302.doi:10.1007/s11258-013-0168-z.
- 3352 Stumpf, E. R. T., R. L., Barbieri, G., Heiden, 2009. Cores e formas no Bioma Pampa: plantas
3353 ornamentais nativas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas.
3354
- 3355 Thiers, B., 2022. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria associated staff. New
3356 York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <https://sweetgum.nybg.org/ih/>.
3357
- 3358 Thomaz, S. M. & L. M. Bini, 2003. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas
3359 desenvolvidos no Brasil. In Thomaz, S. M., & L. M., Bini. Ecologia e manejo de macrófitas
3360 aquáticas. Ed. da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 19-35.
- 3361 Verdum, R., L. F. S., Vieira, B. F. Pinto, L. A. P. Silva (orgs.), 2012. Paisagem: leituras,
3362 significados e transformações. Editora da UFRGS, Porto Alegre.
- 3363 Wolters, J. W., R. C. Verdonchot, J. Schoelynck, P. F. Verdonchot & P. Meire, 2018. The role
3364 of macrophyte structural complexity and water flow velocity in determining the epiphytic
3365 macroinvertebrate community composition in a lowland stream. Hydrobiologia 806: 157-173.
3366
- 3367 Xavier, J. O., M. C. S. Campos, S. T. M. Ribeiro, H. R. Mota, 2021. Macrófitas Aquáticas.
3368 Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. Cemig, Belo Horizonte.
3369
- 3370 Zakrzewski, S. B., 2007. Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. EdFapes,
3371 Erechim.
3372
3373

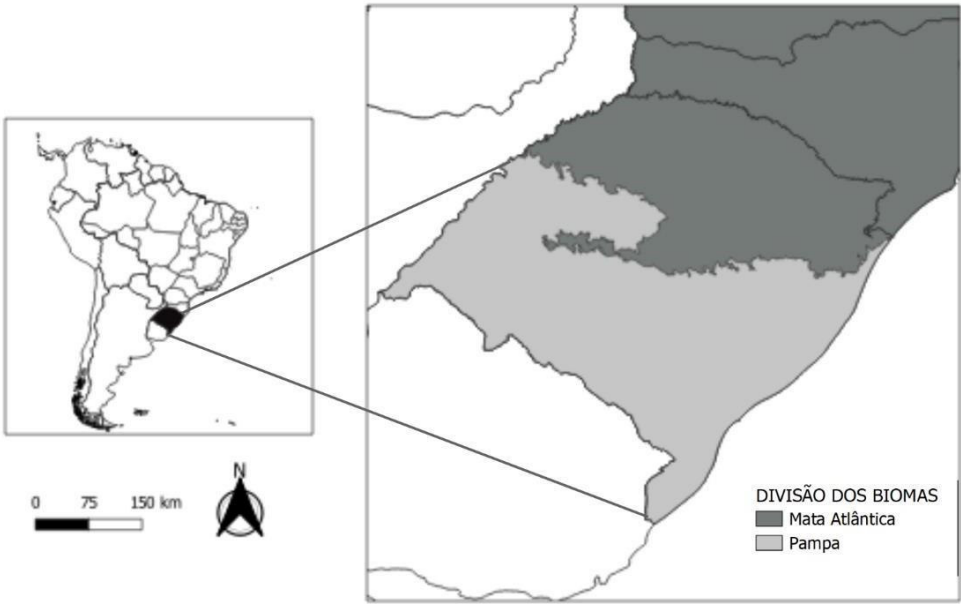


Figura 1. América do Sul com destaque para a divisão do biomas Pampa e Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com a classificação do IBGE (2017).

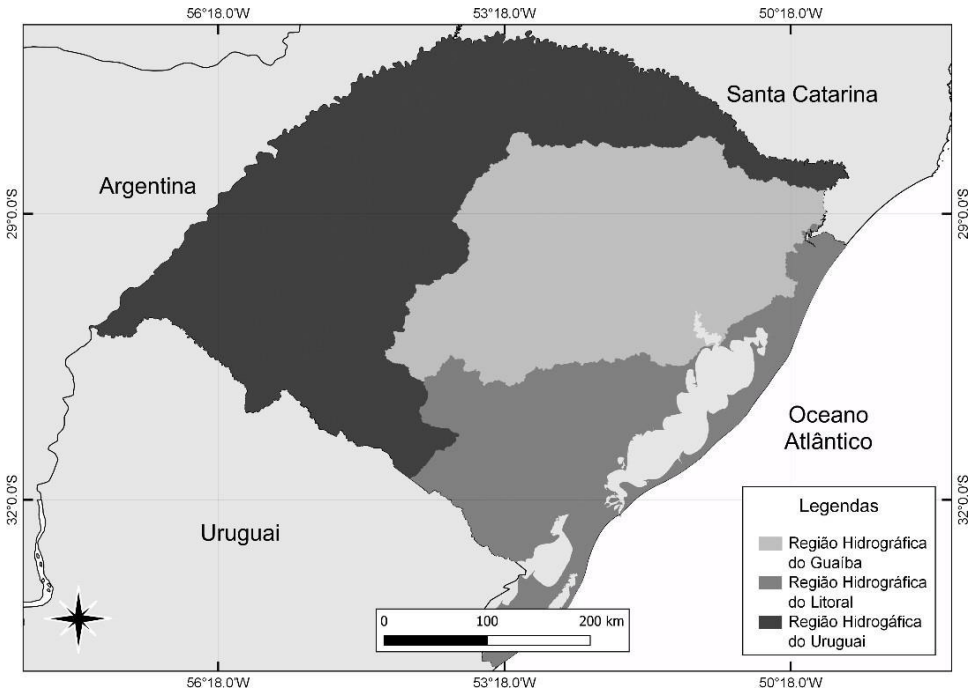


Figura 2. Regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, adaptado de SEMA (2014).

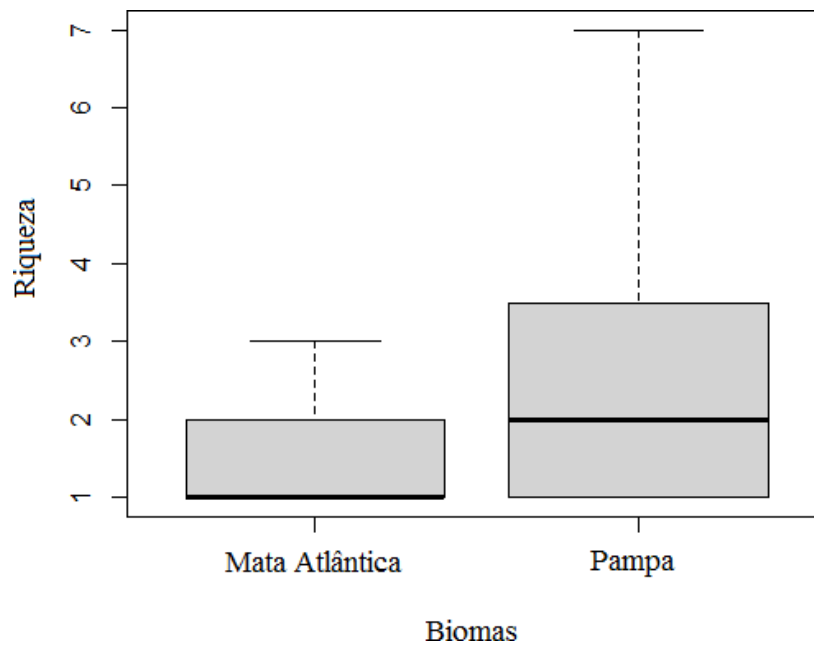


Figura 3. Riqueza de espécies de Alismataceae comparada entre os biomas Pampa e Mata Atlântica.

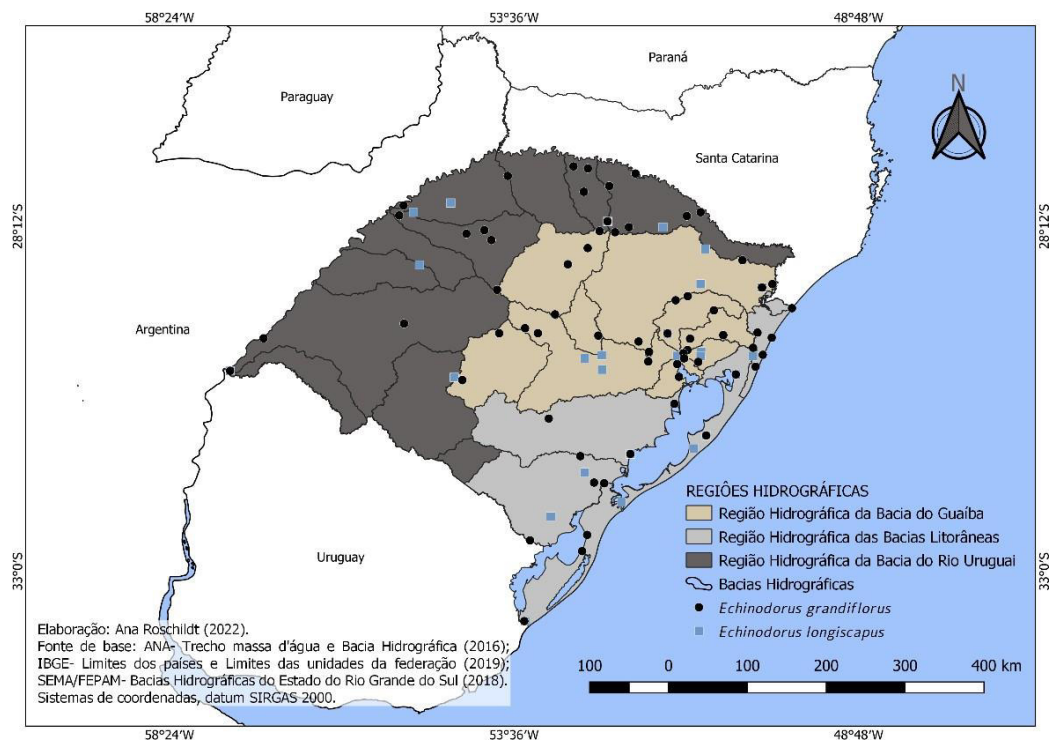


Figura 4. Distribuição geográfica de *Echinodorus grandiflorus* e *E. longiscapus* de acordo com as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil.

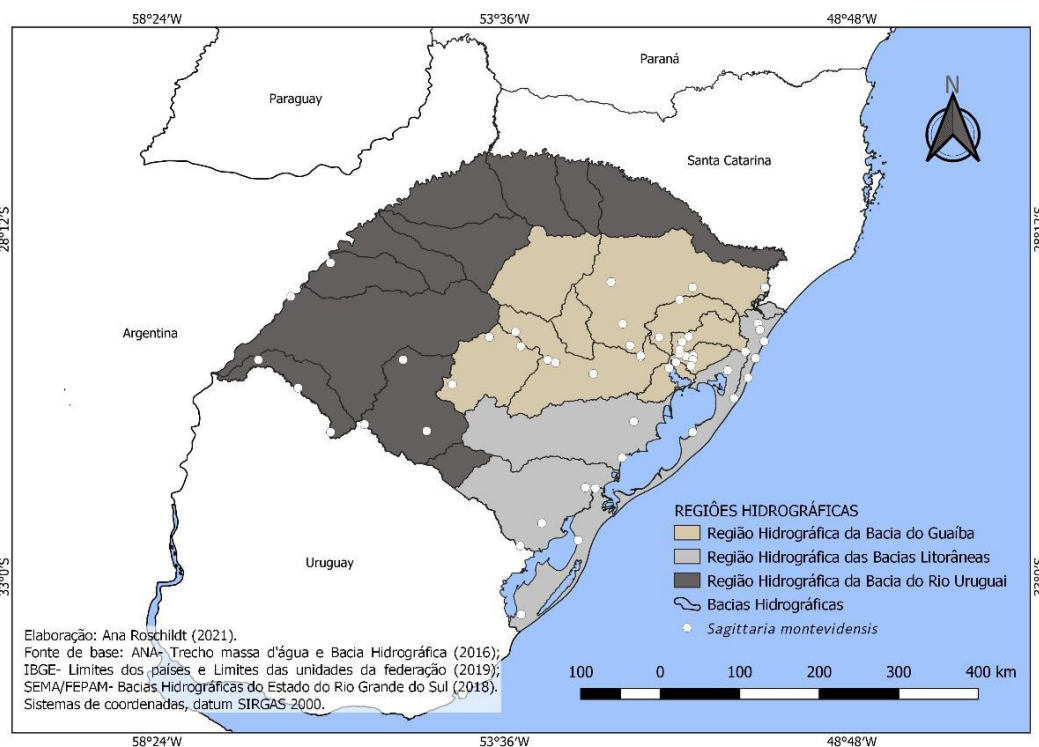


Figura 5. Distribuição geográfica de *Sagittaria montevidensis* de acordo com as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil.

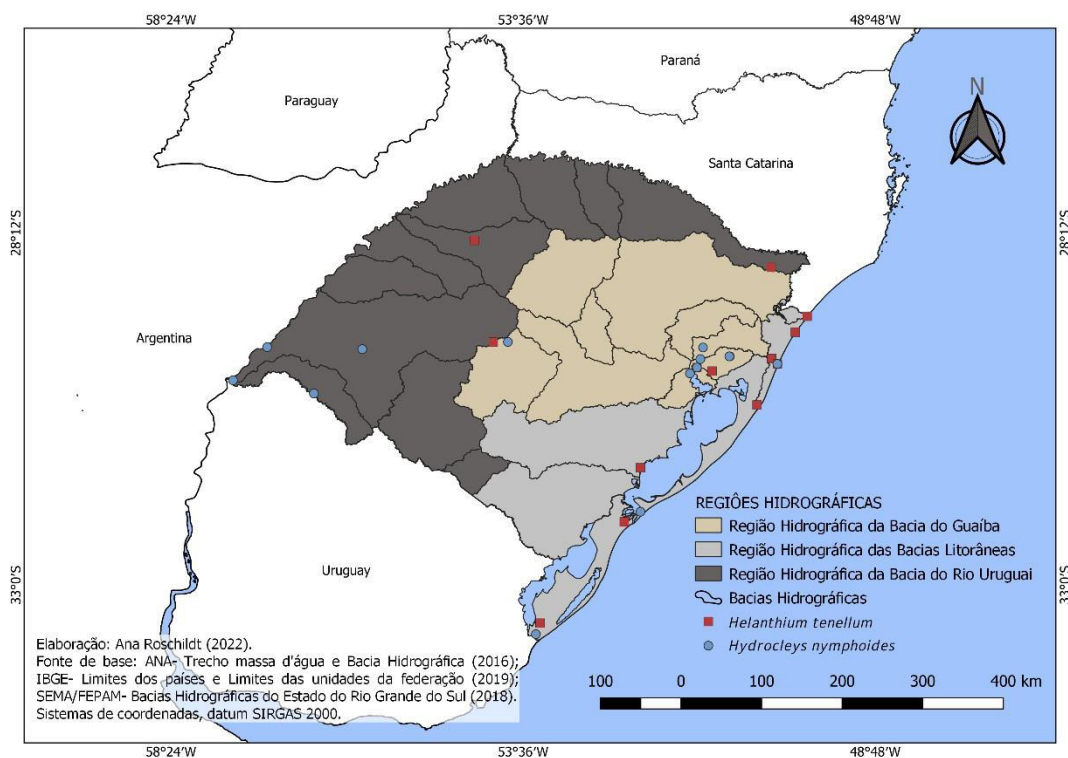


Figura 6. Distribuição geográfica de *Helanthium tenellum* e *Hydrocleys nymphoides* de acordo com as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil.

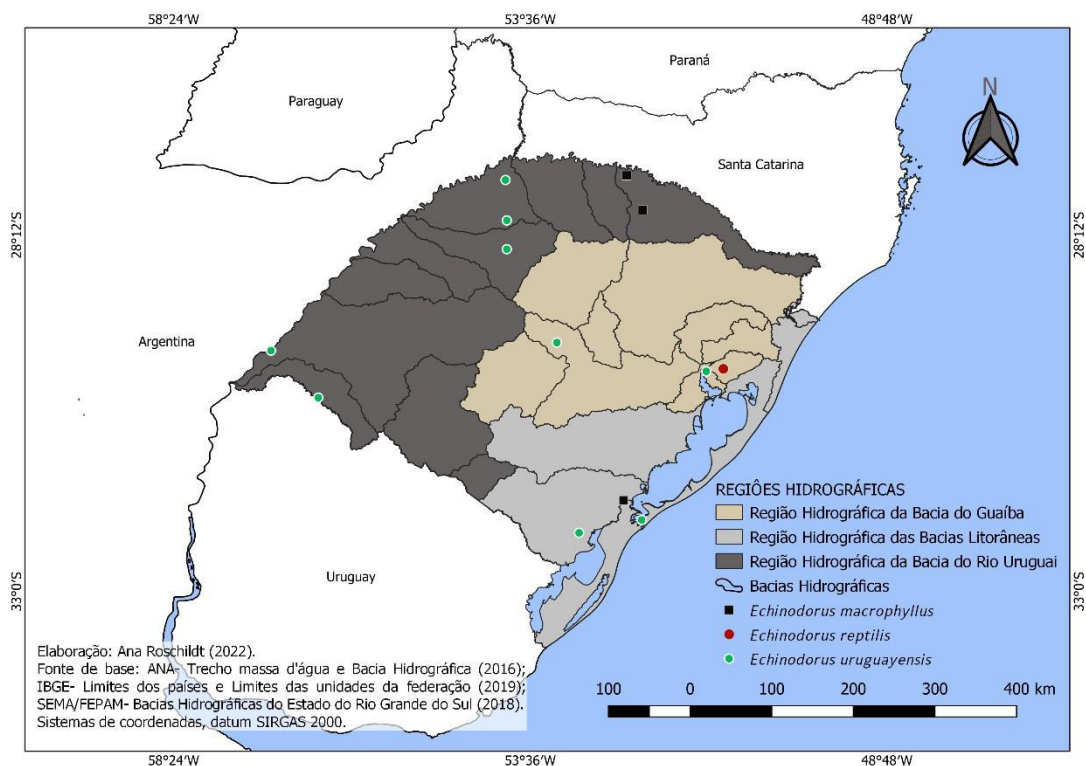


Figura 7. Distribuição geográfica de *Echinodorus macrophyllus*, *E. reptilis* e *E. uruguayensis* de acordo com as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil.

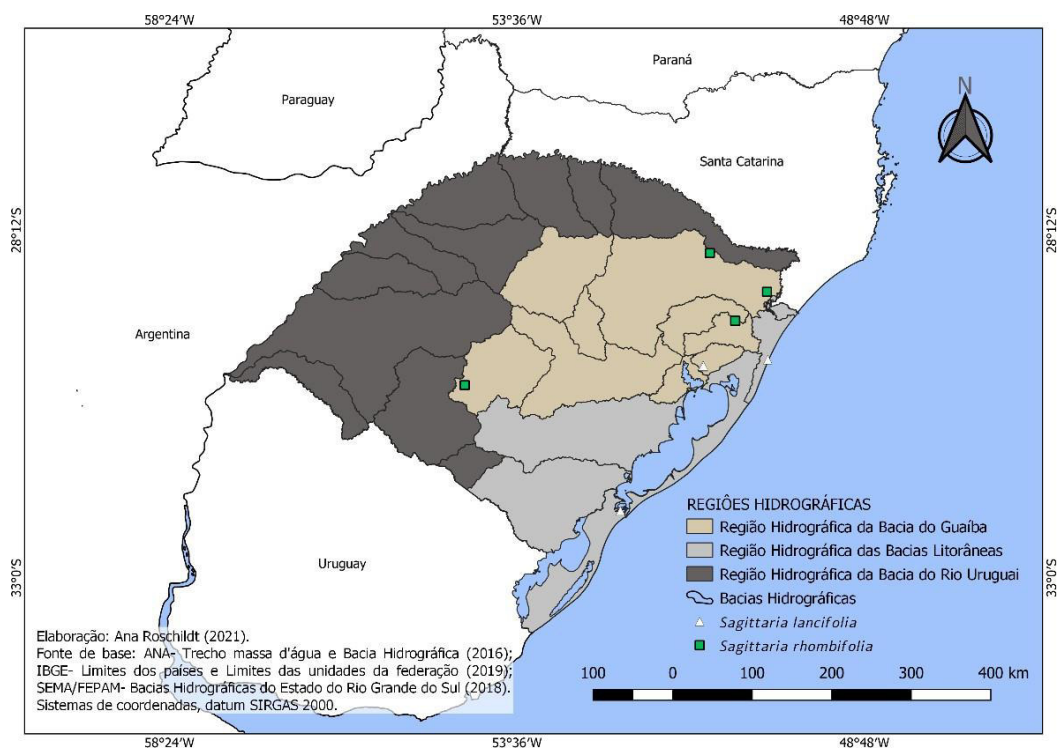


Figura 8. Distribuição geográfica de *Sagittaria lancifolia* e *S. rhombifolia* de acordo com as regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul, Brasil.

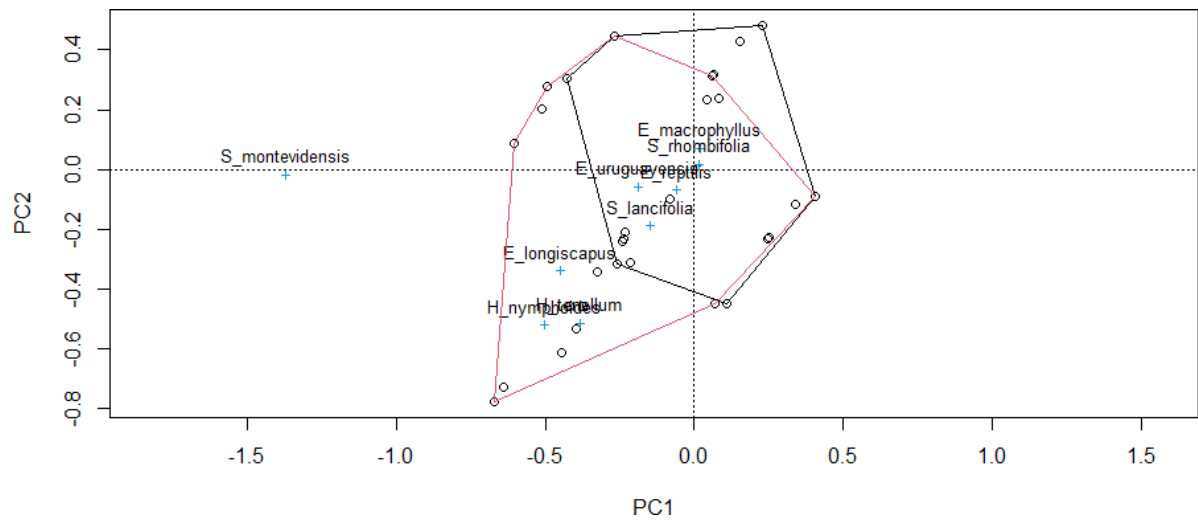


Figura 9. Análise de redundância (RDA) para a composição das espécies de acordo com os biomas estudados. Pampa (em vermelho) e Mata Atlântica (em preto). Os círculos (o) representam os pontos de coleta e os sinais de adição (+) representam as espécies.

3517 **Tabelas**

3518 **Tabela 1.** Lista de Alismataceae para o Rio Grande do Sul, em ordem alfabética de espécies, nome
 3519 popular (se houver) e forma biológica: A=Anfíbia; E=Emersa; FF=Flutuante fixa; S=Submersa.
 3520 Habitat: Ar=Arroio; Ban=Banhado; BA= Banco de areia; CA=Cultura de arroz; Can=Canga; CI=
 3521 Campo inundável; CD= Canal de drenagem; Cor=Corredeira; Lag=Lagoa; MLag= Margem de
 3522 lagoa; MP= Mata paludosa; MRio=Margem de rio; Rio; Res=Restinga; Var=Várzea;
 3523 Vaz=Vazante. Solo: Arg= Argiloso; Aren=Arenoso; Hum=Humoso; Silt=Siltoso.

Espécie	Nome Popular	Forma Biológica	Habitat	Solo
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Chapéu-de-couro Chá-da-campanha Chá-do-brejo	E/A	Ban/Ar/Lag Rio/MLag MRio	Arg/Aren
<i>Echinodorus longiscapus</i>	Chapéu-de-couro	E/A	MP/MRio/Ar CI/Ban	Arg
<i>Echinodorus macrophyllus</i>	Chapéu-de-couro	E/A	MRio/Var/CI	Silt
<i>Echinodorus reptilis</i>	x	E/S	BA	Aren
<i>Echinodorus uruguayensis</i>	x	S/FF	MP/Rio/Cor	Aren/Silt
<i>Helanthium tenellum</i>	Pygmy chain-sword Erva-do-pântano	E	Ban/Lag/Vaz CI	Aren/Silt
<i>Hydrocleys nymphoides</i>	Water-poppy Lagartixa	FF	Ar/Ban/Lag Var	Aren/Arg Hum
<i>Sagittaria lancifolia</i>	Aguapé-de-folha-estreita	E	Res/MLag/Rio Ban	Arg
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Aguapé-de-flecha Falso chapéu-de-couro	E/A	Ar/Lag/Ban CA/CD	Arg/Aren Hum
<i>Sagittaria rhombifolia</i>	Lagartixa Golfe	E/S	Rio/MP/Lag CI/Can	Aren/Arg

3524

3525

3526

3527

3528

3529

3530

3531 **Tabela 2:** Espécies de Alismataceae registradas para área de estudo, classificadas quanto aos biomas
 3532 e regiões hidrográficas
 3533

Espécie	Pampa	Mata Atl.	Guaíba	Litôrneas	R.Uruguai
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	x	x	x	x	x
<i>Echinodorus longiscapus</i>	x	x	x	x	x
<i>Echinodorus macrophyllus</i>	x	x		x	x
<i>Echinodorus reptilis</i>	x		x		
<i>Echinodorus uruguayensis</i>	x	x	x	x	x
<i>Helanthium tenellum</i>	x	x	x	x	x
<i>Hydrocleys nymphoides</i>	x	x	x	x	x
<i>Sagittaria lancifolia</i>	x		x	x	
<i>Sagittaria montevidensis</i>	x	x	x	x	x
<i>Sagittaria rhombifolia</i>	x	x	x		x

Tabela 3. Análise de espécies indicadoras por meio da associação de uma ou duas espécies, e sua relação significativa para o grupo Pampa.

Grupo Pampa/Associação	"P"
<i>S_montevicensis</i>	0.005 **
<i>E_grandiflorus</i> + <i>S_montevicensis</i>	0.005 **
<i>E_longiscapus</i> + <i>S_montevicensis</i>	0.005 **
<i>H_nymphoides</i>	0.010 **
<i>E_grandiflorus</i> + <i>H_nymphoides</i>	0.025 *
<i>H_nymphoides</i> + <i>S_montevicensis</i>	0.025 *
<i>H_tenellum</i> + <i>S_montevicensis</i>	0.025 *
<i>E_longiscapus</i> + <i>H_nymphoides</i>	0.040 *
<i>H_nymphoides</i> + <i>H_tenellum</i>	0.035 *
<i>E_uruguayensis</i> + <i>S_montevicensis</i>	0.050 *

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Em nosso estudo registramos quatro gêneros e 10 espécies de Alismataceae para o Rio Grande do Sul, número inferior ao mencionado por outros autores. Por meio de um levantamento massivo de dados em repositórios on-line e herbários, verificamos a não ocorrência de *E. floribundus*, *E. lanceolatus*, *Helanthium bolivianum*, *E. paniculatus* e *E. aschersonianus*, todas citadas para o estado em estudos anteriores, de acordo com bibliografias consultadas.

As espécies mais comuns, com o maior número de registros, foram *S. montevidensis* (327), *E. grandiflorus* (193) e *E. longiscapus* (71). As espécies mais raras foram *E. macrophyllus* (3) e *E. reptilis* (1). Em nosso estudo constatamos que a família está distribuída amplamente pelo estado, havendo espécies com ocorrência para todas as regiões fisiográficas. Registros de ocorrência das espécies para as regiões fisiográficas da Encosta Inferior do Nordeste, Encosta Superior do Nordeste e Planalto Médio são citados pela primeira vez em nosso trabalho.

Apesar dos repositórios de dados on-line serem ótimas ferramentas para estudos de biodiversidade, ainda há a necessidade de aprimorar a forma como os dados são disponibilizados. Nos repositórios encontramos muitos erros de localização e identificação de espécimes. Também nos deparamos com exemplares herborizados incorretamente, principalmente no que se refere às peças florais, que foram preservadas e dispostas incorretamente, e aos frutos e sementes, que mesmo estando presentes, a resolução fotográfica não permite uma análise dos mesmos. Uma alternativa futura seria anexar imagens destes aos espécimes digitalizados. Estas situações acabaram comprometendo a análise e consequentemente a descrição morfológica de algumas estruturas reprodutivas, que não puderam compor o nosso estudo, pois é válido destacar que este estudo se deu em sua grande maioria durante a Pandemia da Covid-19, o que impossibilitou coletas amplas, empréstimos ou mesmo visitas *in loco* aos herbários. Além disso, destacamos a importância em disponibilizar dados básicos nas etiquetas de coleta do material herborizado fornecendo informações como localização, coordenadas geográficas, e data de coleta. Também sugerimos que os coletores procurem informar o estado fenológico do exemplar no momento da coleta, e o tipo de ambiente e solo em que o material foi coletado. Tais informações são de extrema importância para trabalhos futuros, que podem utilizar desses dados para avaliar características morfológicas e relações ecológicas.

Outro ponto que deve ser mencionado, é a utilização do software de imagem ImageJ para as análises morfológicas. O software aprendeu-se como uma ótima ferramenta para a análise de excicatas, podendo facilmente substituir a análise presencial de material botânico, desde que este esteja preparado e digitalizado com boa qualidade. Também destacamos que o ImageJ pode ser utilizado facilmente por qualquer pessoa, já que possui uma interface simples, que dispensa um tutorial ou apresentação para o uso.

No capítulo II, nossos principais resultados dizem respeito a existência de diferenças na composição e riqueza de espécies entre os biomas, sendo o Pampa significativamente mais rico em termos de número de registros de espécies, em relação a Mata Atlântica. Também indentificamos que não houve diferença na riqueza e composição de espécies entre as regiões hidrográficas, evidenciando que a conectividade hidrológica é relativamente baixa quando comparada com a conectividade ecológica dos biomas.

Em relação a distribuição geográfica das espécies, identificamos três padrões de distribuição (ampla distribuição, distribuição restrita e distribuição muito restrita). Entre as espécies analisadas, destacam-se *Echinodorus grandiflorus*, *E. longiscapus* e *Sagittaria montevidensis*, todas com ampla distribuição pelo estado, e com o maior número de registros de coleta.

No que diz respeito a análise de espécies indicadoras, verificamos uma relação entre as espécies consideradas infestantes, *S. montevidensis* e *H. nymphoides*, em ambientes antropizados, demonstrando que existem espécies que ocupam preferencialmente determinados locais. Sendo assim, podemos sugerir que a ocorrência ou não de determinada espécie pode revelar informações sobre as condições ambientais dos ambientes que elas ocupam.

Outra questão discutida no presente estudo, refere-se ao fato de que a maioria das espécies analisadas possui mais de uma forma biológica, sendo estas tanto emersas, quanto anfíbias. Ficou evidente que tal característica está atrelada ao alto grau de plasticidade adaptativa dessas espécies.

A partir das questões abordadas em nosso estudo, respondemos algumas lacunas sobre o conhecimento de Alismataceae, no entanto ainda são necessários mais estudos para complementar as relações a cerca da distribuição e taxonomia das espécies. Como perspectivas deste estudo, espera-se

que sejam realizados trabalhos futuros, que possam acrescentar algumas questões que não puderam ser analisadas, como por exemplo, a análise e descrição de estruturas reprodutivas. Também se espera que a partir dos nossos dados de distribuição, seja realizada uma nova avaliação do estado de conservação das espécies, já que há indícios de que existem outras espécies com algum grau de ameaça, além das indicadas neste estudo. Por fim, espera-se que mais estudos de distribuição sejam realizados utilizando como base repositórios de dados on-line, e que estes possam melhorar cada vez mais a qualidade dos dados e imagens disponibilizadas, pois este recurso permite uma maior abrangência de dados e com baixo custo, no entanto, constatou-se que ainda apresenta limitações ao uso de muitas informações.

3664 ANEXOS

3665 Parecer de autorização do ICMBio



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 80734-1	Data da Emissão: 19/10/2021 09:01:02	Data da Revalidação*: 19/10/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA PAULA ROSCHILDT DA SILVA	CPF: 031.430.100-37
Título do Projeto: Coleta de material para análises em MEV	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coletas de campo	11/2021	01/2022

Observações e ressalvas

1	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
2	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exonera o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exonera o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/igen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exonera o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anulações previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0807340120211019

Página 1/3



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 80734-1	Data da Emissão: 19/10/2021 09:01:02	Data da Revalidação*: 19/10/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA PAULA ROSCHILDT DA SILVA	CPF: 031.430.100-37
Título do Projeto: Coleta de material para análises em MEV	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Outras ressalvas

1	ESEC do Taim
---	--------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Estação Ecológica do Taim	RS	Pampa	Não	Dentro de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Dentro de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Alismataceae	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta-transporte de espécimes de fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Plantas)	Flor, Caule, Folhas, Semente

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0807340120211019

Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 80734-1	Data da Emissão: 19/10/2021 09:01:02	Data da Revalidação*: 19/10/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA PAULA ROSCHILDT DA SILVA	CPF: 031.430.100-37
Título do Projeto: Coleta de material para análises em MEV	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de Amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0807340120211019

Página 3/3