



# Journal of Environmental Analysis and Progress



ISSN: 2525-815X

10.24221/jeap.10.2.2025.7031.071-087

## Macrófitas aquáticas de corpos de água em diferentes regiões fitogeográficas de Pernambuco, Brasil

### Aquatic macrophytes from water bodies in different phytogeographic regions of Pernambuco, Brazil

Alexandre dos Santos Ferreira<sup>a</sup>, Anamaria Silva Diniz<sup>a</sup>, Silvano Lima do Nascimento Filho<sup>a</sup>, Emanuel Lucas de Carvalho Pedrosa Tavares<sup>a</sup>, Ariadne do Nascimento Moura<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Laboratório de taxonomia e ecologia de microalgas-LABFIC, Departamento de Biologia. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. CEP: 52171-900. E-mail: [alexandre.sferreira@ufrpe.br](mailto:alexandre.sferreira@ufrpe.br), [anamaria.s.diniz@gmail.com](mailto:anamaria.s.diniz@gmail.com), [silvano.biouast@gmail.com](mailto:silvano.biouast@gmail.com), [emanuel.lucas@ufrpe.br](mailto:emanuel.lucas@ufrpe.br), [ariadne\\_moura@hotmail.com](mailto:ariadne_moura@hotmail.com) (Autor correspondente).

#### ARTICLE INFO

Recebido 30 Mai 2024

Aceito 28 Fev 2025

Publicado 17 Abr 2025

#### ABSTRACT

Aquatic macrophytes are plants that have adapted to return to the aquatic environment, play roles in nutrient cycling, serve as habitat for different communities, act in phytoremediation, are bioindicators in aquatic environments, and provide several benefits to humans and aquatic communities. Due to the importance of macrophytes for living beings and aquatic ecosystems, the study aimed to evaluate the richness, distribution, and diversity of aquatic macrophytes in four mesoregions (Região Metropolitana do Recife-RMR, Zona da Mata, Agreste, and Sertão) from Pernambuco State. The field research was conducted in 21 water bodies between September 2022 and February 2024. Plants were photographed and collected, whenever possible, to be deposited in the Herbarium Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). In total, 61 species classified in 30 families were identified. The most representative were Poaceae and Asteraceae, with seven species each; Fabaceae and Cyperaceae, with six each; and Malvaceae, with three. Amphibian macrophytes were the most representative (43 spp.), followed by emergent (19 spp.). The mesoregions studied presented a high beta diversity ( $\beta_{Jac} = 0.84$ ), indicating a high species heterogeneity. The RMR showed greater similarity with the Zona da Mata, sharing 13 species, and the Sertão showed greater dissimilarity to the other mesoregions, with 12 species exclusive to this region. Pernambuco showed a great diversity of macrophytes in all mesoregions, with 51 native species and one endemic to Brazil.

**Keywords:** Asteraceae, biological forms, diversity, Northeast, Poaceae, taxonomy.

#### RESUMO

Macrófitas aquáticas são vegetais terrestres que se adaptaram para retornar ao ambiente aquático, desempenham funções na ciclagem de nutrientes, servem como habitat para diversas comunidades, atuam na fitorremediação, são bioindicadores em ambientes aquáticos e proporcionam diversos benefícios para o homem e comunidades aquáticas. Devido à importância das macrófitas para os seres vivos e para ecossistemas aquáticos, o estudo objetivou avaliar a riqueza, distribuição e diversidade de macrófitas aquáticas em quatro mesorregiões (Região Metropolitana do Recife-RMR, Zona da Mata, Agreste e Sertão) de Pernambuco. Para isso foram realizadas pesquisas de campo em 21 corpos de água entre setembro de 2022 e fevereiro de 2024. As plantas foram fotografadas e coletadas, sempre que possível, para serem depositadas no herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). No total, foram identificadas 61 espécies e classificadas em 30 famílias, sendo as mais representativas Poaceae e Asteraceae com sete espécies, Fabaceae e Cyperaceae com seis e Malvaceae com três. As macrófitas anfíbias foram mais representativas



Journal of Environmental Analysis and Progress © 2016  
is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

(43 spp.), seguidas de emergentes (19 spp.). As mesorregiões estudadas apresentaram uma elevada diversidade beta ( $\beta_{Jac} = 0,84$ ) indicando uma elevada heterogeneidade de espécies. A RMR apresentou maior similaridade com a Zona da Mata, compartilhando 13 espécies e o Sertão mostrou maior dissimilaridade em relação às outras mesorregiões com 12 espécies exclusivas desta região. Pernambuco mostrou grande diversidade de macrófitas em todas as mesorregiões, com 51 espécies nativas e uma endêmica do Brasil.

**Palavras-Chave:** Asteraceae, diversidade, formas biológicas, Nordeste, Poaceae, taxonomia.

## Introdução

Macrófitas aquáticas são vegetais terrestres que evoluíram e se adaptaram para retornar ao ambiente aquático; possuem grande diversidade ecológica e elevada capacidade adaptativa para viver em ambiente seco durante um determinado período do seu ciclo de vida (Esteves, 2011).

Diante da crescente redução da biodiversidade em ambientes de água doce (Lukács et al., 2015), torna-se essencial a realização de estudos sobre a diversidade de macrófitas. Essas plantas desempenham um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, especialmente na ciclagem de nutrientes (Pott & Pott, 2000), são importantes produtoras primárias e outras comunidades podem crescer associadas às macrófitas, como o perifiton (CEMIG, 2021).

As macrófitas podem proporcionar diversos benefícios e serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima por meio da absorção de  $CO_2$ , da purificação da água, da alimentação, produtos bioquímicos, de medicamentos e de artesanato (Thomaz, 2023), podem ser utilizadas na fitorremediação e como bioindicadoras (Molisani et al., 2006; Sood et al., 2011; Pereira et al., 2012; Ansari et al., 2020).

É de grande importância o estudo da biodiversidade, por meio da distribuição e abundância de espécies, para entender quais fatores determinam os padrões de riqueza de espécies no tempo e/ou espaço (Magurran, 2004). Os fatores responsáveis pela riqueza e diversidade das macrófitas aquáticas são diversos e complexos. Fatores abióticos, como a qualidade da água, a temperatura, o pH, a disponibilidade de nutrientes e a profundidade dos corpos d'água desempenham papel fundamental na distribuição dessas plantas (Alahuhta et al., 2017).

A importância das medidas de diversidade se destaca justamente por permitir uma análise detalhada dos padrões de riqueza e composição das macrófitas. A diversidade  $\alpha$ , que se refere à riqueza de espécies em um local específico, ajuda a entender como diferentes ambientes favorecem a presença de determinadas espécies, a diversidade  $\beta$ , por sua vez, avalia as diferenças na composição de espécies entre diferentes ambientes ou ao longo

do tempo, sendo fundamental para compreender como os fatores abióticos e antrópicos influenciam a variação entre as comunidades de macrófitas e a diversidade  $\gamma$ , ou regional, permite uma visão mais ampla da riqueza de espécies em uma região como um todo, essencial para estudos comparativos e para a implementação de estratégias de conservação que considerem a variabilidade ecológica (Magurran, 2004).

Essas ferramentas de medida de diversidade são essenciais para a gestão e conservação dos ecossistemas aquáticos, pois ajudam a monitorar as mudanças na composição das espécies e a identificar os fatores que impulsionam essas alterações, oferecendo subsídios para a preservação das espécies e a manutenção dos serviços ecossistêmicos que elas proporcionam (Garcia-Giron et al., 2020).

A diversidade  $\beta$  pode ser analisada por meio do aninhamento, que é a repetição de espécies entre os locais, formando subgrupos a partir da comunidade mais rica e do *turnover*, que é a substituição de espécies ao longo das comunidades (Baselga, 2009).

Em um ponto de vista global, a diversidade  $\beta$  de macrófitas aquáticas é representada principalmente pelo *turnover* (Garcia-Giron et al., 2020), e é modificada por fatores abióticos como a altitude, temperatura, pH do corpo de água e atividade humana (Alahuhta et al., 2017). Além disso, a diversidade é maior nos trópicos e é influenciada por gradientes climáticos (Garcia-Giron et al., 2020).

No Brasil, estudos mostraram que os principais fatores que alteram a diversidade beta e riqueza de formas biológicas das macrófitas aquáticas são espaciais (Thomaz, Souza & Bini, 2003), físico-químicos, além do uso de terra próximo aos corpos de água (Bomfim et al., 2025). Um dos primeiros estudos sobre a diversidade de macrófitas em reservatórios no Brasil foi desenvolvido por Junk & Melo (1990), evidenciando os impactos da construção de hidrelétricas na biodiversidade e aumento de espécies de macrófitas invasoras.

A partir do século XXI houve um aumento do número de estudos florísticos sobre macrófitas aquáticas, tendo o Brasil como o país da América do Sul com o maior número de

pesquisas sobre o tema, e a maioria dos estudos tratou dos padrões de similaridade entre os locais de estudo (Machado-Filho et al., 2014).

No Nordeste brasileiro, o *checklist* resultante da revisão bibliográfica realizada por Moura-Júnior et al. (2013) registrou 412 espécies de macrófitas aquáticas na região. Mais recentemente, uma atualização, por meio do estudo de Moura-Júnior & Cotarelli (2019), registrou 637 espécies, e as maiores riquezas foram registradas na Bahia (591 spp.) e Pernambuco (531 spp.).

Em Pernambuco, foram realizados diversos estudos objetivando a identificação da flora, como Lima et al. (2009), que realizaram o levantamento de macrófitas depositadas em herbários e listaram 199 espécies. Estes autores indicaram que o maior número de coletas foi no litoral do estado, evidenciando a falta de estudos de diversidade de plantas aquáticas para a mesorregiões como o Agreste e o Sertão.

Sobral-Leite et al. (2010) registraram 189 espécies para Pernambuco, indicando uma elevada diversidade entre as mesorregiões, a partir de coletas realizadas e da análise de exsicatas depositadas em herbários do estado. Moura-Júnior et al. (2009) identificaram 48 espécies de plantas aquáticas nos açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos, localizados na Região Metropolitana do Recife (RMR), em Pernambuco. Lima et al. (2011) identificaram 59 espécies em três reservatórios de abastecimento público de Pernambuco e no município de Camocim de São Félix, na região Agreste de Pernambuco. Xavier et al. (2012) identificaram 33 espécies de macrófitas em reservatórios no Agreste de Pernambuco.

O estudo objetivou analisar a riqueza, a distribuição, a diversidade e as formas biológicas das macrófitas aquáticas, em diferentes mesorregiões de Pernambuco.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estado de Pernambuco está localizado na região Nordeste do Brasil e tem uma extensão de 98.067,877 km<sup>2</sup>. Seu território é dividido em cinco mesorregiões: Região Metropolitana do Recife (RMR), Zona da Mata, Agreste, Sertão e São Francisco, a maior parte do território estadual é coberta por formações de Caatinga, e com formações de Mata Atlântica ocorrendo no leste do estado (IBGE, 2024). O período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro e julho, e o período seco, entre agosto e dezembro, sendo a precipitação pluviométrica total diferente em cada mesorregião, com os maiores valores na RMR (2074,7 mm), seguido de Zona da Mata (1313,9 mm), Agreste (777,3 mm), Sertão e São Francisco (621,5 mm) (APAC, 2024).

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), a RMR possui clima do tipo “Am” (Clima Tropical de Monção) com um curto período seco e outro chuvoso. A Zona da Mata e parte do Agreste são classificados como “As” (Clima Tropical com verão seco) com temperaturas elevadas no verão e uma redução significativa na precipitação, enquanto no inverno ocorre um aumento na precipitação e umidade. Outra parte do Agreste e o Sertão possuem clima “BSh” (Clima semiárido de baixas latitudes e altitudes), são caracterizados por elevadas temperaturas e taxas de evapotranspiração, poucas e irregulares chuvas.

Considerando a identificação e as análises morfológicas da comunidade de macrófitas, foram realizadas coletas em 21 corpos de água localizados em Pernambuco (Figura 1 e Tabela 1), entre os meses de setembro de 2022 e fevereiro de 2024.

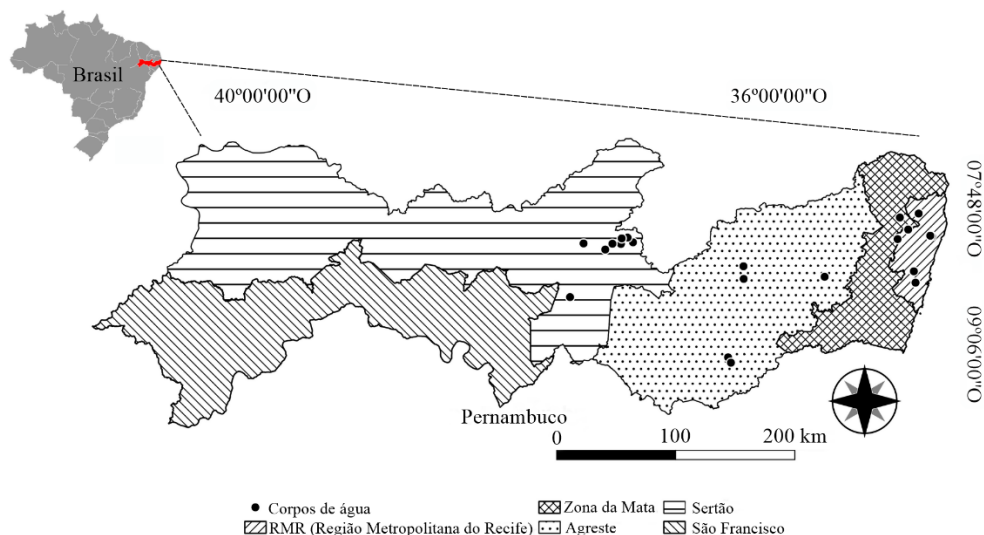


Figura 1. Distribuição geográfica dos corpos de água estudados em Pernambuco e suas mesorregiões (Região Metropolitana do Recife (RMR), Zona da Mata, Agreste, Sertão e São Francisco) Fonte: Adaptado de IBGE (2024).

Tabela 1. Descrição dos corpos de água utilizados no estudo, estado trófico (IET) (H = Hipereutrófico; S = Supereutrófico; E = Eutrófico; M = Mesotrófico; O = Oligotrófico e U = Ultraoligotrófico) (<sup>1</sup> = Severiano et al., 2021; <sup>2</sup> = Dados não publicados; <sup>3</sup> = Amorim, Dantas & Moura, 2020), fluxo da água, municípios e mesorregiões em Pernambuco, Brasil, e suas coordenadas geográficas. RMR = Região Metropolitana do Recife; ZNM = Zona da Mata; AGR = Agreste; SER = Sertão. Fonte: Ferreira et al. (2025).

Corpo de água	IET	Fluxo da água	Município	Mesorregião	Coordenadas
Apipucos	E <sup>1</sup>	Lêntico	Recife	RMR	8°01'09"S, 34°55'57"O
Riacho Campus UFRPE - Sede	-	Lótico	Recife	RMR	8°01'00"S, 34°56'46"O
Botafogo	H <sup>2</sup>	Lêntico	Igarassu	RMR	7°50'13"S, 35°02'02"O
Bitá	M <sup>2</sup>	Lêntico	Ipojuca	RMR	8°22'30"S, 35°03'33"O
Pirapama	M <sup>2</sup>	Lêntico	Cabo de Santo Agostinho	RMR	8°17'17"S, 35°04'20"O
Tapacurá	H <sup>2</sup>	Lêntico	São Lourenço da Mata	RMR	8°02'34"S, 35°11'46"O
Cursai	O <sup>3</sup>	Lêntico	Paudalho	ZNM	7°52'38"S, 35°10'43"O
Goitá	E <sup>2</sup>	Lêntico	Paudalho	ZNM	7°58'14"S, 35°07'00"O
Açude	-	Lêntico	Camocim de São Félix	ZNM	8°19'50"S, 35°45'16"O
Ipojuca	H <sup>2</sup>	Lêntico	Belo Jardim	AGR	8°20'49"S, 36°22'26"O
Tabocas	M <sup>2</sup>	Lêntico	Belo Jardim	AGR	8°14'56"S, 36°22'30"O
Mundaú	H <sup>2</sup>	Lêntico	Garanhuns	AGR	8°56'45"S, 36°29'34"O
Cajueiro	H <sup>2</sup>	Lêntico	Garanhuns	AGR	8°59'08"S, 36°28'16"O
Barra	S <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°04'48"S, 37°18'47"O
Cachoeira I	H <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°04'01"S, 37°13'15"O
Barro branco	U <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°01'52"S, 37°15'44"O
Campos	E <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°02'13"S, 37°18'31"O
Barreiros	O <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°04'40"S, 37°22'42"O
Moxotó	M <sup>2</sup>	Lêntico	Sertânia	SER	8°07'21"S, 37°25'59"O
Marrecas	H <sup>2</sup>	Lêntico	Custódia	SER	8°04'31"S, 37°36'03"O
Poço da Cruz	E <sup>2</sup>	Lêntico	Ibimirim	SER	8°29'11"S, 37°42'10"O

#### Amostragem e identificação

As macrófitas foram visualizadas por meio de busca ativa na região litorânea dos corpos de água e coletadas, manualmente ou com tesoura. Quando necessário, foram utilizados um bote e um ancinho para a coleta de macrófitas submersas ou flutuantes. As espécies coletadas foram fotografadas, preferencialmente com a presença de flores e frutos, utilizando a câmera do celular e, sempre que possível, depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). Uma melhor visualização das estruturas morfológicas de algumas macrófitas foi obtida utilizando um microscópio estereoscópio (Bel SZT Led).

As identificações e a consulta de nomes populares foram realizadas com base em literatura especializada, como Pott & Pott (2000), Lima et

al. (2011), Moreira & Bragança (2011), Dermachi et al. (2018), CEMIG (2021) e websites como BioDiversity4All (2024), PI@ntNet (2024), SpeciesLink (2024) e World Flora Online (2024). A lista de espécies seguiu a classificação de famílias, proposta pelo APG IV (2016) para as angiospermas, e a classificação de Smith et al. (2006) para as samambaias. O nome das macrófitas e seus respectivos autores foram confirmados utilizando o banco de dados da Flora e Funga do Brasil (2024).

As formas biológicas foram definidas, de acordo com Esteves (2011), como anfíbia, emergente, flutuante fixa, flutuante livre, submersa livre, submersa fixa e epífita, para as macrófitas aquáticas (Figura 2).

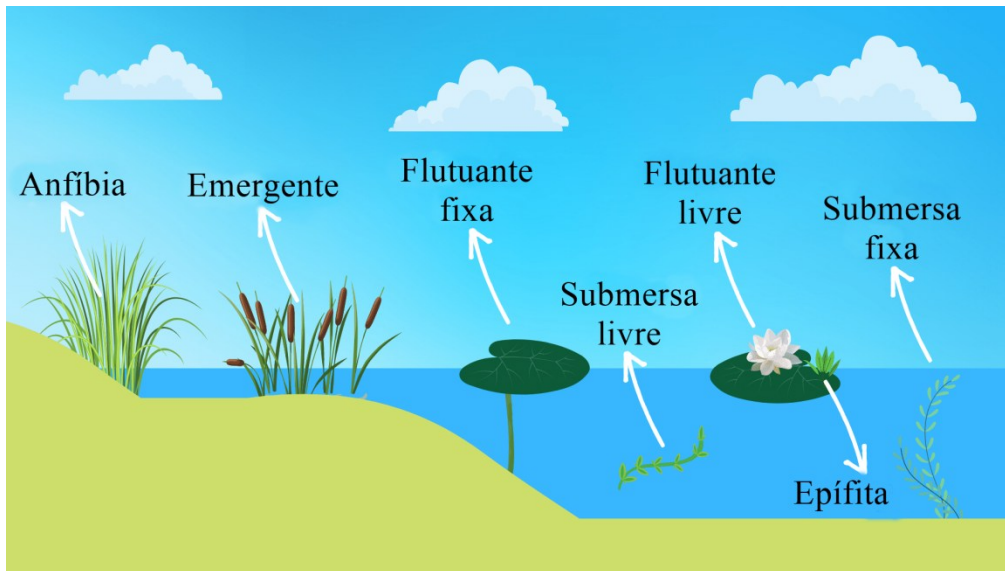


Figura 2. Representação das formas biológicas das macrófitas aquáticas identificadas em reservatórios estudados no estado de Pernambuco. Fonte: Adaptado de Esteves (2011).

#### Análise dos dados

O índice de Jaccard foi utilizado para a análise da similaridade florística das macrófitas entre as mesorregiões estudadas e um dendrograma de dissimilaridade foi feito por meio do pacote “*dendextend*” (Galili, 2015).

A Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi usada para testar diferenças na estrutura da comunidade de macrófitas entre as quatro mesorregiões. A Análise Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) foi executada para a representação dessas distâncias entre as mesorregiões. Para essas análises foi utilizado o pacote “*vegan*” (Oksanen et al., 2022).

Foi calculada a diversidade alfa, diversidade beta e seus componentes (*turnover* e aninhamento), entre as mesorregiões, para avaliar

a heterogeneidade entre elas, por meio dos pacotes “*tidyverse*” (Wickham et al., 2019) e “*betapart*” (Baselga et al., 2022).

Um diagrama de Venn foi realizado para verificar o número de espécies únicas de cada mesorregião e a quantidade que é compartilhada entre elas, utilizando o pacote “*VennDiagram*” (Chen, 2022).

Todas as análises foram realizadas no programa “*R Studio*” (R CORE TEAM, 2022).

#### Resultados

Foram identificadas 61 espécies (diversidade  $\gamma$ ), distribuídas em 30 famílias, sendo as mais representativas Poaceae e Asteraceae, ambas com sete espécies, Fabaceae e Cyperaceae com seis espécies cada, e Malvaceae com três espécies (Tabela 2, Figura 3).

Tabela 2. Lista de presença (+) e ausência (-) das espécies de macrófitas identificadas, nomes populares e informações (<sup>N</sup> = Nativa; <sup>E</sup> = Endêmica; \* = Primeiro registro para Pernambuco) em cada região do Estado de Pernambuco (RMR = Região Metropolitana do Recife; ZNM = Zona da Mata; AGR = Agreste; SER = Sertão), de acordo com as formas biológicas (FB): Anfíbia (A), Emergente (Em), Flutuante Livre (FL), Flutuante Fixa (FF), Submersa Livre (SL), Submersa Fixa (SF) e a riqueza de espécies (S). Fonte: Ferreira et al. (2025).

Família/Espécie	Nome popular	FB	RMR	ZNM	AGR	SER
<b>ACANTHACEAE</b>						
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Amarelinha	A	-	+	-	-
<b>ALISMATACEAE</b>						
<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau <sup>N</sup>	Golfe	Em	+	-	-	-
<b>AMARANTHACEAE</b>						
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb. <sup>N</sup>	Tripa de Sapo	A / Em	-	+	+	-
<i>A. pungens</i> Kunth <sup>N</sup>	Periquito de espinho	A	-	-	-	+
<b>ARACEAE</b>						
<i>Lemna valdiviana</i> Phil. <sup>N</sup>	Lentilha d'água	FL	+	-	-	-
<i>Pistia stratiotes</i> L. <sup>N</sup>	Alface d'água	FL	+	+	-	-

ARALIACEAE						
<i>Hydrocotyle</i> sp. <sup>N</sup>	-	FL	+	-	-	-
ASTERACEAE						
<i>Centratherum punctatum</i> Cass. <sup>N</sup>	Perpétua roxa	A	-	+	-	-
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob. <sup>N</sup>	Erva do Sião	Em	-	+	-	-
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. <sup>N</sup>	Erva de botão	Em	+	+	-	+
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Coentro do mato	A	-	-	+	-
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera <sup>N</sup>	Macela	A / Em	-	-	-	+
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski <sup>N</sup>	Vedélia	A	-	+	-	-
<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva de touro	A	-	-	-	+
BORAGINACEAE						
<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger <sup>N</sup>	Crista de Galo	A	-	-	-	+
<i>Heliotropium indicum</i> L. <sup>N</sup>	Crista de Peru	A	-	-	-	+
CABOMBACEAE						
<i>Cabomba aquatica</i> Aubl. <sup>N</sup>	Cabomba	FF	+	-	-	-
CERATOPHYLLACEAE						
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. <sup>N</sup>	Rabo de raposa	SL	-	+	-	-
CLEOMACEAE						
<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf. <sup>N</sup>	Mussambê	A / Em	+	-	-	+
COMMELINACEAE						
<i>Commelina erecta</i> L. <sup>N</sup>	Erva de Santa Luzia	A	+	+	-	-
CONVOLVULACEAE						
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult. <sup>N</sup>	Salsa	A / Em	+	+	+	+
<i>I. carnea</i> Jacq. <sup>N</sup>	Algodão Bravo	A	-	-	-	+
CYPERACEAE						
<i>Cyperus ligularis</i> L. <sup>N</sup>	Tiriricão	Em	-	+	-	-
<i>C. luzulae</i> (L.) Retz. <sup>N</sup>	Capim de botão	A / Em	+	-	-	-
<i>C. odoratus</i> L. <sup>N</sup>	Capim de cheiro	A	+	+	+	+
<i>C. surinamensis</i> Rottb. <sup>N</sup>	Tiririca	A / Em	+	-	-	+
<i>Cyperus</i> sp. <sup>N</sup>	-	A	-	+	-	-
<i>Fuirena umbellata</i> Rottb. <sup>N</sup>	Capim navalha	A	-	+	-	-
FABACEAE						
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth. <sup>N</sup>	Cabeça de elefante	A	+	-	-	-
<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Carrapichinho	A	+	-	-	-
<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb. <sup>N</sup>	Feijão de rola	A / Em	-	+	-	+
<i>Mimosa pudica</i> L. <sup>N</sup>	Dormideira	A	-	-	+	-
<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth. <sup>N</sup>	Feijão do Nilo	A	+	-	-	-
<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	-	A	-	-	-	+
HYDROCHARITACEAE						
<i>Egeria densa</i> Planch. <sup>N</sup>	Elódea	SF	-	+	+	-
MALVACEAE						
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky <sup>N</sup>	Malva de lavar prato	A	-	-	-	+
<i>Melochia tomentosa</i> L. <sup>N</sup>	Malva roxa	A	-	-	-	+
<i>Sida maculata</i> Cav. <sup>NE</sup>	Malva	A / Em	-	-	-	+
MENYANTHACEAE						
<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze <sup>N</sup>	Lagartixa	FF / FL	-	+	+	+
NYMPHAEACEAE						
<i>Nymphaea pulchella</i> DC. <sup>N</sup>	Lírio d'água	FF	+	+	+	-

## ONAGRACEAE

*Ludwigia helminthorrhiza* (Mart.) H.Hara <sup>N</sup>

Lombrigueira

FF /  
FL

- + - -

*L. leptocarpa* (Nutt.) H. Hara <sup>N</sup>

Florzeiro

Em

+ + + -

## OXALIDACEAE

*Oxalis barrelieri* L. <sup>N\*</sup>

Azedinha

A

- + - -

## PLANTAGINACEAE

*Stemodia durantifolia* (L.) Sw. <sup>N</sup>

Petacoera

A

+ - + +

## POACEAE

*Agrostis* sp. <sup>N</sup>

-

Em

- + - -

*Chloris barbata* Sw. <sup>N</sup>Campim pé de  
galinha roxo

A

- - + +

*Eleusine indica* (L.) Gaertn.

Capim pé de galinha

A

+ - - -

*Melinis repens* (Willd.) Zizka

Capim rosa de natal

A

- - - +

*Panicum repens* L.

Pirimembeca

A /  
Em

+ - + -

*Paspalum paniculatum* L. <sup>N</sup>

Capim vassoura

A /  
Em

+ - - -

*Urochloa* sp.

-

A

- + - -

## POLYGONACEAE

*Polygonum ferrugineum* Wedd. <sup>N</sup>

Erva de bicho

A /  
Em

+ + - +

## PONTEDERIACEAE

*Pontederia crassipes* Mart. <sup>N</sup>

Baronesa

FF /  
FL

+ + + -

*P. paniculata* Spreng. <sup>N</sup>

Baronesa

FF

+ + - -

## PASSIFLORACEAE

*Turnera subulata* Sm. <sup>N</sup>

Onze horas/Xanana

A /  
Em

+ + - +

## PORTULACACEAE

*Portulaca* sp. <sup>N</sup>

-

A

- + - -

## RUBIACEAE

*Mitracarpus* sp. <sup>N</sup>

-

A

- + - -

## SALVINIACEAE

*Salvinia auriculata* Aubl. <sup>N</sup>

Orelha de onça

FL

+ + + -

## TYPHACEAE

*Typha domingensis* Pers. <sup>N</sup>

Taboa

A /  
Em

- - - +

## VERBENACEAE

*Lantana camara* L. <sup>N</sup>

Camara

A

+ - - +

*Stachytarpheta* sp. <sup>N</sup>

-

A

+ + - -

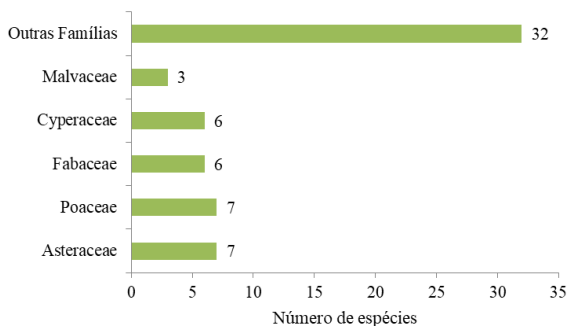
**Riqueza de espécies (S):****28 31 14 24**

Figura 3. Distribuição do número de espécies de macrófitas identificadas em cada família nos corpos de água estudados em Pernambuco. Fonte: Ferreira et al. (2025).

O reservatório Cursai apresentou a maior riqueza de espécies (diversidade  $\alpha$ ) com 25 espécies, seguido por Marrecas (15 spp.), Apipucos (13 spp.), Tapacurá e Barra (12 spp.), Barreiros (11 spp.), Cachoeira I, Barro Branco e Campos (10 spp.), Pirapama (8 spp.), Bitá e Cajueiro (7 spp.), Riacho Campus UFRPE - Sede, Goitá, Açude, Moxotó e Poço da Cruz (5 spp.), Mundaú (4 spp.), Botafogo, Ipojuca e Tabocas (3 spp.) (Figura 4).

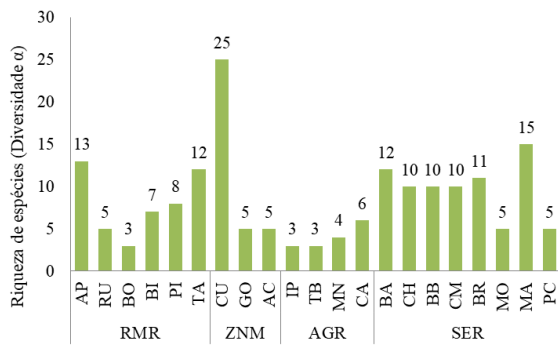


Figura 4. Riqueza de espécies em cada corpo de água estudado. (AP = Apipucos; RU = Riacho Campus UFRPE-Sede; BO = Botafogo; BI = Bitá; PI = Pirapama; TA = Tapacurá; CU = Cursai; GO = Goitá; AC = Açude; IP = Ipojuca; TB = Tabocas; MN = Mundaú; CA = Cajueiro; BA = Barra; CH = Cachoeira I; BB = Barro Branco; CM = Campos; BR = Barreiros; MO = Moxotó; MA = Marrecas; PC = Poço da Cruz) e suas mesorregiões (RMR = Região Metropolitana do Recife; ZNM = Zona da Mata; AGR = Agreste; SER = Sertão). Fonte: Ferreira et al. (2025).

As macrófitas de forma biológica anfíbia foram as mais representativas (43 spp.), seguidas

das emergentes (19 spp.), flutuantes livres (7 spp.), flutuantes fixas (5 spp.), submersas fixas (2 spp.) e submersas livres (1 spp.). Não foram identificadas macrófitas de forma epífita. O número total é maior que o número total de espécies identificadas, pois, algumas espécies possuem mais de uma forma biológica (Tabela 2, Figura 5). Todas as espécies estão registradas por fotografia (Figuras 6-10).

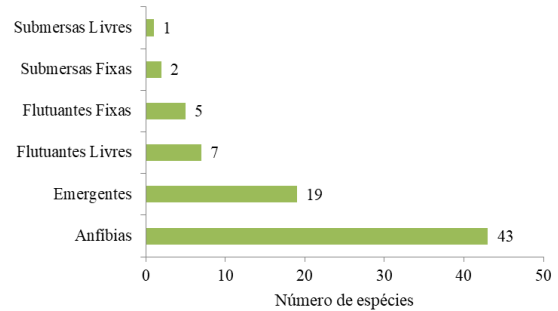


Figura 5. Distribuição do número de espécies de macrófitas identificadas em cada forma biológica nos corpos de água estudados no estado de Pernambuco. Fonte: Ferreira et al. (2025).



Figura 6. Macrófitas aquáticas de diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos em Pernambuco. A. *Thunbergia alata*; b. *Limnocharis flava* (flor e botão); c. *Limnocharis flava* (folha); d. *Alternanthera philoxeroides*; e. *Alternanthera pungens*; f. *Lemna valdiviana*; g. Crescimento excessivo de *Lemna valdiviana*, formando um tapete sobre a lâmina de água; h. *Pistia stratiotes*; i. *Hydrocotyle* sp.; j. *Centratherum punctatum*; k. *Chromolaena odorata*; l. *Eclipta prostrata*; m. *Parthenium hysterophorus*; n. *Pluchea sagittalis*; o. *Sphagneticola trilobata*. Barras: a-o = 2 cm. Fonte: Ferreira et al. (2025).



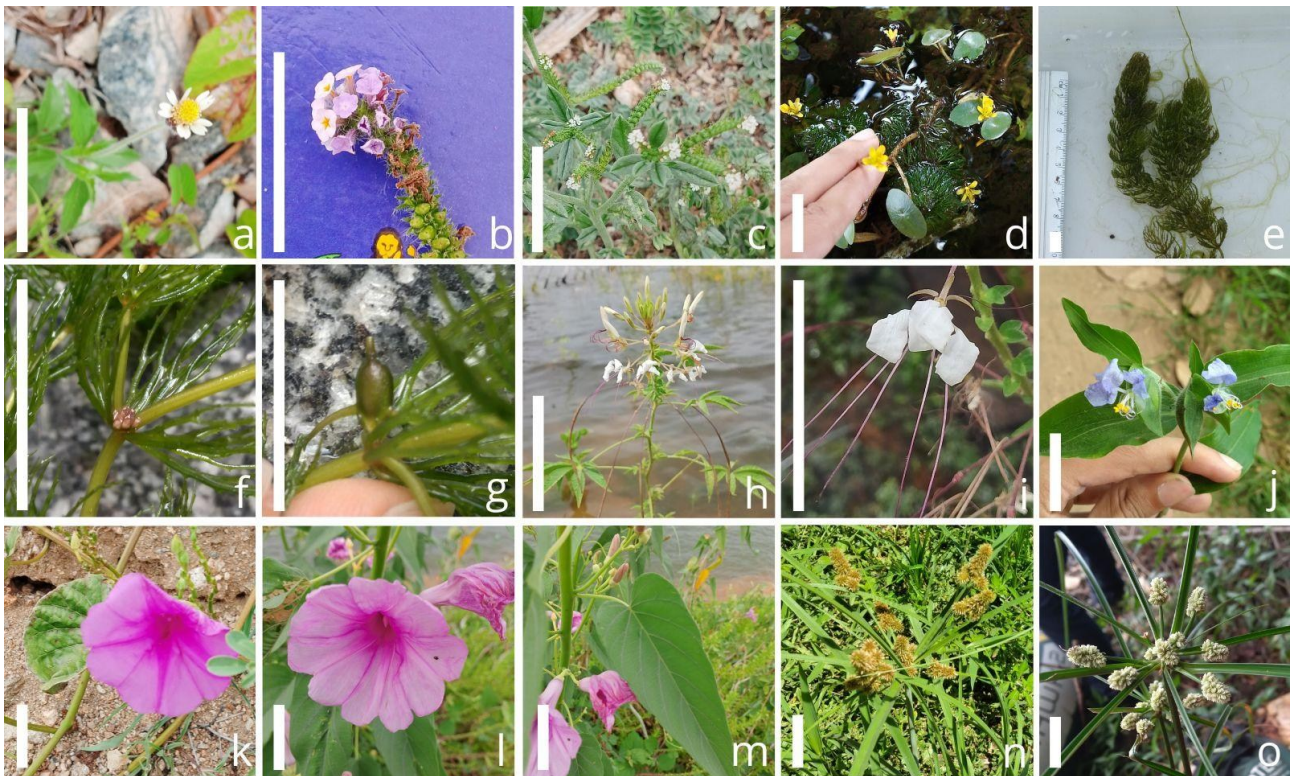


Figura 7. Macrófitas aquáticas de diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos em Pernambuco. a. *Tridax procumbens*; b. *Euploca procumbens*; c. *Heliotropium indicum*; d. *Cabomba aquatica*; e. *Ceratophyllum demersum*; f. *Ceratophyllum demersum* (inflorescência); g. *Ceratophyllum demersum* (Fruto); h. *Tarenaya spinosa*; i. *Tarenaya spinosa* (Flor); j. *Commelina erecta*; k. *Ipomoea asarifolia*; l. *Ipomoea carnea* (Flor); m. *Ipomoea carnea* (Folha); n. *Cyperus ligularis*; o. *Cyperus luzulae*. Barras: a-o = 2 cm. Fonte: Ferreira et al. (2025).

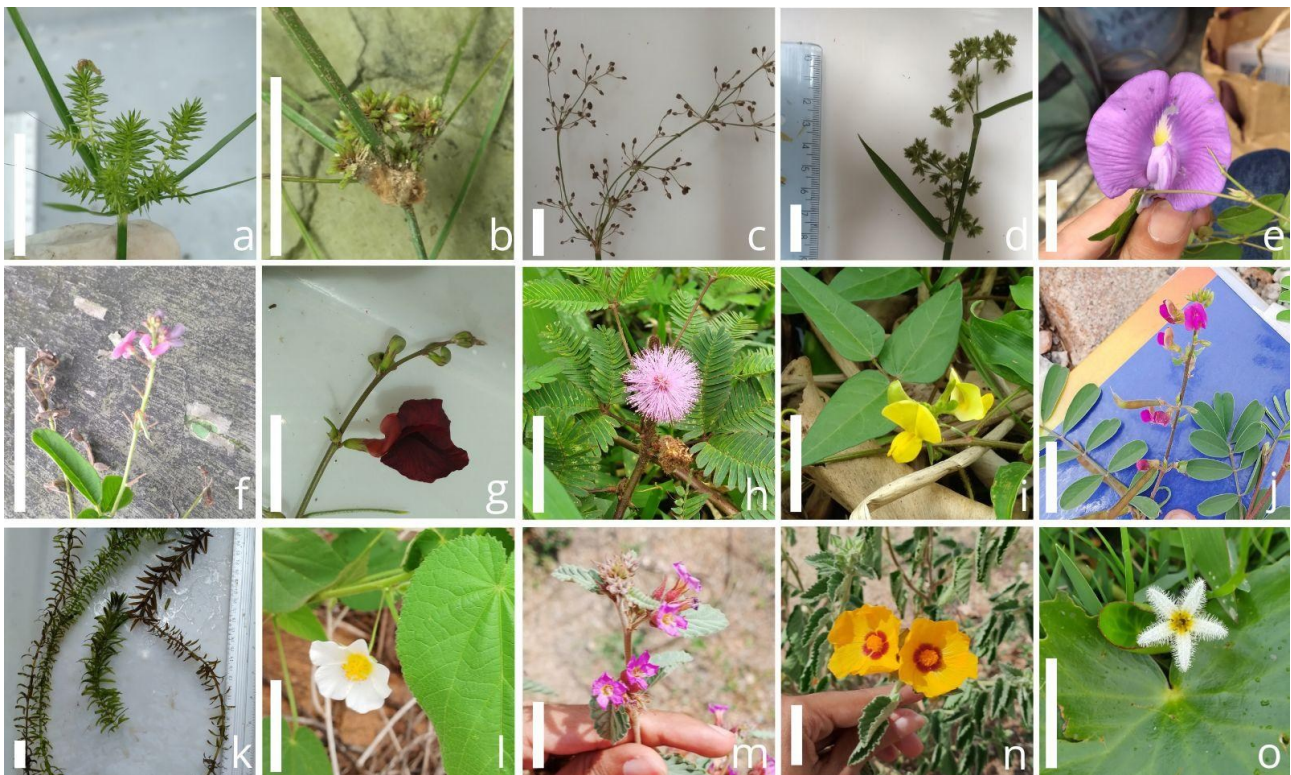


Figura 8. Macrófitas aquáticas de diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos em Pernambuco. a.) *Cyperus odoratus*; b. *Cyperus surinamensis*; c. *Cyperus* sp.; d. *Fuirena umbellata*; e. *Centrosema virginianum*; f. *Desmodium incanum*; g. *Macroptilium lathyroides*; h. *Mimosa pudica*; i. *Vigna luteola*; j. *Centrosema virginianum*; k. *Cyperus odoratus*; l. *Ipomoea carnea*; m. *Ipomoea carnea*; n. *Ipomoea carnea*; o. *Ipomoea carnea*.

*Tephrosia purpurea*; k. *Egeria densa*; l. *Herissantia crispa*; m. *Melochia tomentosa*; n. *Sida maculata*; o. *Nymphaoides indica*. Barras: a-o = 2 cm. Fonte: Ferreira et al. (2025).



Figura 9. Macrófitas aquáticas de diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos em Pernambuco. A. *Nymphaea pulchella*; b. *Nymphaea pulchella* (flor); c. *Ludwigia helminthorrhiza*; d. *Ludwigia leptocarpa*; e. *Oxalis barrelieri*; f. *Agrostis* sp.; g. *Chloris barbata*; h. *Eleusine indica*; i. *Melinis repens*; j. *Panicum repens*; k. *Paspalum paniculatum*; l. *Urochloa* sp.; m. *Polygonum ferrugineum*; n. *Pontederia crassipes*; o. *Pontederia paniculata*. Barras: a-o = 2 cm. Fonte: Ferreira et al. (2025).



Figura 10. Macrófitas aquáticas de diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos em Pernambuco. A. *Portulaca* sp.; b. *Mitracarpus* sp.; c. *Salvinia auriculata* (Aspecto geral); d. *Salvinia auriculata* (Detalhe da folha); e. *Stemodia durantifolia*; f. *Turnera subulata*; g. *Typha domingensis*; h-i. *Lantana camara*; j. *Stachytarpheta* sp. Barras: a-j = 2 cm. Fonte: Ferreira et al. (2025).

As mesorregiões estudadas apresentaram uma elevada diversidade beta ( $\beta_{Jac} = 0,84$ ) o que indica uma elevada heterogeneidade de espécies entre as regiões estudadas, a diferença da diversidade entre essas regiões se deu devido à

substituição de espécies (*turnover*) ( $\beta_{Tur} = 0,78$ ). A Zona da Mata apresentou a maior riqueza de espécies (31 spp.), seguida da RMR (28 spp.), Sertão (24 spp.) e do Agreste (14 spp.), sendo duas espécies comuns à todas as mesorregiões

estudadas (Tabela 2-Figura 11), *Ipomoea asarifolia* (Figura 7k) e *Cyperus odoratus* (Figura 8a).

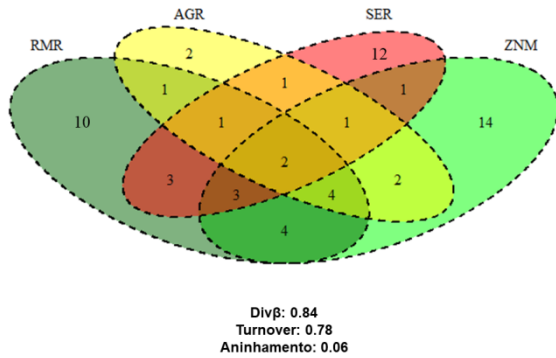


Figura 11. Diagrama de Venn, mostrando o número de espécies exclusivas para cada mesorregião e o número de espécies em comum entre as diferentes mesorregiões (RMR = Região Metropolitana do Recife; AGR = Agreste; SER = Sertão; ZNM = Zona da Mata) Fonte: Ferreira et al. (2025).

A RMR apresentou maior similaridade com a Zona da Mata (Figura 12) tendo um total de 13 espécies em comum (Figura 11).

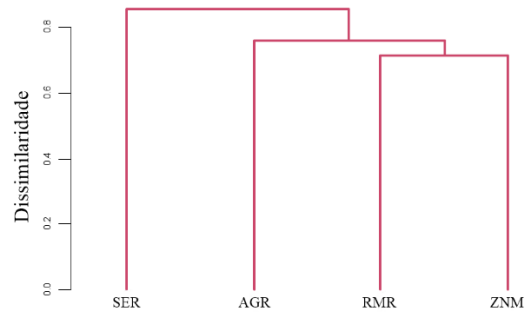


Figura 12. Dendrograma de dissimilaridade de Jaccard entre as mesorregiões estudadas (SER = Sertão; AGR = Agreste; RMR = Região Metropolitana do Recife e ZNM = Zona da Mata). Fonte: Ferreira et al. (2025).

O Sertão apresentou maior dissimilaridade quando comparado às outras mesorregiões (Figura 12), com uma composição de espécies particular, sendo 12 espécies exclusivas dessa região, nove espécies em comum à RMR, sete à Zona da Mata e cinco ao Agreste (Tabela 2, Figura 11).

A PERMANOVA revelou diferenças significativas na composição da comunidade entre os diferentes locais amostrados ( $F = 3,107$ ;  $p = 0,001$ ), o modelo explicou 35,42% da variação nos dados ( $R^2 = 0,3542$ ), indicando que a estrutura da comunidade de macrófitas variou significativamente entre as mesorregiões (Figura 13).

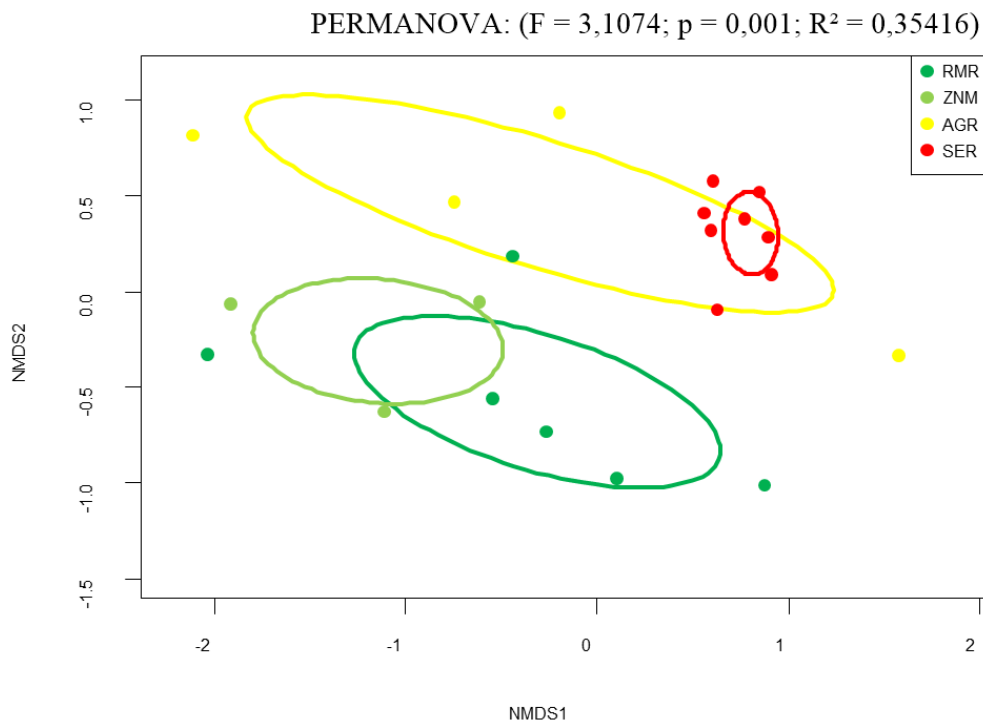


Figura 13. NMDS mostrando a composição da comunidade correlacionadas com a mesorregião em que se encontra (RMR = Região Metropolitana do Recife; ZNM = Zona da Mata; AGR = Agreste; SER = Sertão). Fonte: Ferreira et al. (2025).

Das 61 espécies de macrófitas aquáticas identificadas neste estudo, 51 são nativas do Brasil, uma é endêmica do país (*Sida maculata*) (Figura 8n), e um novo registro de ocorrência para Pernambuco, sendo *Oxalis barrelieri* (Figura 9e) (Tabela 2).

### Discussão

As famílias mais representativas em riqueza de espécies neste estudo foram Poaceae (7 spp.), Asteraceae (7 spp.), Fabaceae (6 spp.), Cyperaceae (6 spp.) e Malvaceae (3 spp.), corroborando, parcialmente, Silva et al. (2024), que registraram Poaceae e Cyperaceae como as mais representativas para a flora aquática de Pernambuco. Moura-Júnior & Cotarelli (2019) também identificaram padrões semelhantes para a comunidade de macrófitas do Nordeste brasileiro.

As espécies dessas famílias possuem adaptações morfológicas e ecofisiológicas que favorecem sua colonização em ambientes úmidos, possibilitando uma elevada riqueza (Lima et al., 2011, CEMIG, 2021). Poaceae, por exemplo, é uma das famílias de angiospermas mais bem-sucedidas no mundo moderno, devido às suas características adaptativas, conferindo grande capacidade de invasão (Linder et al., 2018). Asteraceae, por sua vez, é amplamente distribuída em diversos habitats, como desertos, pântanos e florestas tropicais (Palazzesi et al., 2022). Neste estudo, essas famílias foram registradas em todas as mesorregiões.

A elevada riqueza de Cyperaceae pode ser explicada por adaptações desenvolvidas para propagação desse grupo de organismos, como a presença de rizomas e estolões (Goetghebeur 1998, Moura-Junior et al., 2013). Fabaceae também possui adaptações morfológicas, ecofisiológicas e reprodutivas que podem ter explicado a alta riqueza, assim como foi observado no Nordeste por Moura-Júnior et al., (2013).

Neste estudo, a RMR apresentou uma riqueza com 28 espécies, a Zona da Mata com 31 spp., o Agreste com 14 spp. e o Sertão com 24 spp., ratificando os achados de Lima et al. (2011), que observaram uma maior riqueza de espécies no Sertão. Silva et al. (2024) registraram 17 espécies exclusivas na Zona da Mata e Litoral (RMR), 15 no Agreste e 26 no Sertão. Neste estudo foram registradas 10 espécies exclusivas na RMR, 14 na Zona da Mata, duas no Agreste e 12 no Sertão.

Fatores hidrológicos e limnológicos podem influenciar os padrões de diversidade na comunidade de macrófitas (Boschilia, Oliveira & Schwarzbald, 2015). A construção de barragens e alterações no fluxo de água impactam diretamente

a composição de espécies (Schneider et al., 2019). Sobral-Leite et al. (2010) relataram que a diversidade de macrófitas em Pernambuco pode estar associada a padrões de precipitação, tipos de vegetação e aspectos hidrológicos.

As mesorregiões Zona da Mata e RMR foram mais similares entre si, enquanto o Sertão apresentou maior dissimilaridade. Estudos anteriores também identificaram elevada diversidade de macrófitas em Pernambuco, atribuída às condições ambientais de cada região (Lima et al., 2011).

Ações antropogênicas podem desencadear modificações em ambientes lóticos, fazendo com que adquiram características típicas de habitats lênticos, proporcionando elevada diversidade (Fares et al., 2021). A urbanização também influencia a composição de macrófitas. Porém, Xavier et al. (2016) avaliaram os efeitos da urbanização sobre a composição e as estruturas de macrófitas em diferentes áreas do Rio Capibaribe, Pernambuco e observaram que áreas não urbanizadas têm maior número de espécies, mostrando que a urbanização afeta negativamente a estrutura de macrófitas. Neste estudo, as mesorregiões mais urbanizadas (RMR e Zona da Mata) apresentaram maior riqueza de espécies.

Além dos nutrientes, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido da água podem explicar a distribuição das macrófitas nos corpos de água, tanto em escala local, como em escala regional (Moura-Júnior et al., 2021). Estas condições podem ter levado a uma maior dissimilaridade entre o Sertão e as demais mesorregiões.

A diversidade beta das macrófitas pode ser afetada por variações nas condições físico-químicas da água e pelo uso da terra. Estudos realizados na Amazônia sugerem que esses fatores desempenham um papel central na variação da composição de espécies (Bomfim et al., 2025). Compreender os fatores que influenciam a diversidade beta se torna necessário para o gerenciamento de ecossistemas doces, uma vez que as condições ambientais locais é um dos principais impulsores da estrutura da comunidade de macrófitas (Fernández-Aláez et al., 2020).

Um estudo realizado por Vieira et al. (2023), na Baía de Caxiuanã, Amazônia, registrou uma diversidade beta de 0,29, sendo o *turnover* o principal fator que contribuiu essa diversidade, influenciado, em grande parte, pela distância geográfica. Neste estudo foi registrada uma diversidade beta mais elevada (0,84), com a substituição de espécies (*turnover*) também sendo o fator predominante na variação da composição

entre as mesorregiões, evidenciando a influência de fatores espaciais na estrutura das comunidades de macrófitas aquáticas. Outros fatores, como gradientes temporais e a conectividade entre corpos d'água, podem influenciar diretamente a composição de espécies de macrófitas aquáticas, a diversidade beta, incluindo a substituição de espécies, e as formas biológicas dessas plantas (Thomaz et al., 2009).

As macrófitas anfíbias (70,49%) e emergentes (31,15%) foram as mais representativas, corroborando outros estudos no Brasil (Henry-Silva, Moura & Dantas, 2010; Ferreira et al., 2011; Moura-Júnior & Cotarelli, 2019; Fares et al., 2021). Em Pernambuco, Moura-Júnior et al. (2009) identificaram 60,42% de macrófitas anfíbias e 25% emergentes, padrão semelhante ao encontrado neste estudo.

As formas de vida das macrófitas respondem de maneira diversa aos fatores abióticos, podendo ser utilizadas como bioindicadoras (Schneider et al., 2018). A eutrofização, proliferação de microalgas, urbanização e aquicultura podem impactar negativamente a vegetação aquática, sendo as submersas as mais sensíveis a essas condições (Zhang et al., 2017).

A flutuante *Pontederia crassipes* formou extensos bancos nas margens dos reservatórios, especialmente em Apipucos, Tapacurá e Cursai, sendo registrada a mesma situação anteriormente nos reservatórios de Apipucos (Silva, 2011; Silva et al., 2024), Tapacurá (Silva, 2011) e Arcoverde (Lima et al., 2011). O crescimento excessivo dessa espécie está diretamente relacionado à disponibilidade de nutrientes na água (Yan, Song & Guo, 2017).

Neste estudo foram registradas apenas três espécies de macrófitas submersas (*Cambomba aquatica*, *Ceratophyllum demersum* e *Egeria densa*) em quatro corpos de água, indicando que a maioria dos ambientes analisados está passando por situações de estresse ambiental em decorrência da atividade antrópica (Zhang et al., 2017).

*Egeria densa* está frequentemente associada à uma boa qualidade da água, como elevada transparência, baixas concentrações de nitrogênio e fósforo (Moura-júnior et al., 2020), elevadas concentrações de oxigênio dissolvido e baixa salinidade (Lacet, Moura & Dantas, 2019).

Um estudo realizado no rio Guaribas, no Piauí, mostrou que a eutrofização favorece algumas espécies de macrófitas adaptadas, levando o aumento da riqueza espécies (Souza et al., 2019). Neste estudo, reservatórios eutrofizados, como Tapacurá e Apipucos,

apresentaram alta riqueza de espécies flutuantes, anfíbias e emergentes, mas nenhuma macrófita submersa foi registrada. Em contraste, o reservatório de Cursai, oligotrófico, também apresentou elevada riqueza, incluindo duas espécies submersas.

*Thunbergia alata*, *Pluchea sagittalis*, *Commelina erecta* e *Lantana camara* foram classificadas como plantas tolerantes por Barros (2009), pois possuíram grande parte do seu ciclo de vida em solos completamente secos, mas que toleraram alta umidade no sedimento por curto tempo. Neste estudo, essas macrófitas foram classificadas como anfíbias, pois as plantas estavam na margem dos reservatórios em áreas úmidas.

Nesse estudo foi verificado que as espécies flutuantes (10 spp.) e emergentes (19 spp.) foram identificadas em todas as mesorregiões, espécies com essas formas biológicas podem servir como habitats, refúgios e locais de alimentação para peixes (Quirino et al., 2019), tornando assim, importante a conservação dessas macrófitas nos corpos de água de Pernambuco, cuja maioria é utilizada para pesca de subsistência.

Corpos de água eutrofizados como Tapacurá e Apipucos apresentaram elevada riqueza de macrófitas, principalmente, flutuantes, anfíbias e emergentes, porém nenhuma macrófita submersa foi registrada neste estudo, enquanto o reservatório de Cursai, que é oligotrófico, também foi registrada elevada riqueza de espécies e duas espécies de macrófitas submersas.

Endêmica do Brasil, *Sida maculata* é uma espécie subarborescente perene que se desenvolve no Nordeste do Brasil (Moreira & Bragança, 2011), tendo registros no Nordeste em Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte (Moura-júnior & Cotarelli, 2019), mesmo a espécie sendo registrada em outros locais de Pernambuco, neste estudo, os nossos resultados mostram que a espécie foi exclusiva dos corpos de água do Sertão, com exceção de Poço da Cruz, possivelmente devido a uma menor ação antrópica nesses ambientes.

*Oxalis barrelieri* pertence à família Oxalidaceae e foi registrada nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Pará, Roraima), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina) e Nordeste (Bahia) (Flora e Funga do Brasil, 2024). Este estudo registra, pela primeira vez, a presença desta macrófita em Pernambuco.

## Conclusão

A flora identificada nos reservatórios mostrou elevada diversidade. No entanto, constatou-se elevada dissimilaridade entre as mesorregiões e isso contribuiu para o *turnover* de espécies entre as regiões.

Os corpos de água em Pernambuco apresentam um reduzido número de espécies submersas, um fato preocupante devido ao elevado grau de eutrofização dos mesmos.

*Sida maculata* é uma espécie endêmica do Brasil e exclusiva do Sertão de Pernambuco e *Oxalis barrelieri* é um novo registro para Pernambuco.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 305464/2022-1) pela bolsa de Produtividade para Ariadne do Nascimento Moura e à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) (Proc. BIC-0454-2.05/23) pela bolsa de Iniciação científica para Alexandre dos Santos Ferreira.

## Referências

- Alahuhta, J.; Kosten, S.; Akasaka, M.; Auderset, D.; Azzella, M. M.; Bolpagni, R.; Bove, C. P.; Chambers, P. A.; Chappuis, E.; Clayton, J.; Winton, M.; Ecke, F.; Gacia, E.; Gecheva, G.; Grillas, P.; Hauxwell, J.; Hellsten, S.; Hjort, J.; Hoyer, M. V.; Ilg, C. 2017. Global variation in the beta diversity of lake macrophytes is driven by environmental heterogeneity rather than latitude. *Journal of Biogeography*, 44, (8), 1758-1769. <https://doi.org/10.1111/jbi.12978>
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Moraes-Gonçalves, J. L.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, (6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amorim, C. A.; Dantas, E. W.; Moura, A. N. 2020. Modeling cyanobacterial blooms in tropical reservoirs: The role of physicochemical variables and trophic interactions. *Science of the Total Environment*, 744, 140659-140659. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140659>
- Ansari, A. A.; Naem, M.; Gill, S. S.; AlZuaibr, F. M. 2020. Phytoremediation of contaminated waters: An eco-friendly technology based on aquatic macrophytes application. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46, 371-376. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.03.002>
- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas. 2024. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 11 de março de 2024.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Barros, A. A. M. 2009. Vegetação vascular litorânea da Lagoa de Jacarepiá, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 60, (1), 97-110. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960105>
- Baselga, A. 2009. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134-143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Baselga, A.; Orme, D.; Villeger, S.; De Bortoli, J.; Leprieur, F.; Logez, M. 2022. betapart: Partitioning Beta Diversity into Turnover and Nestedness Components. Package version 1.5.6.
- BioDiversity4All. 2024. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/>. Acesso em: 11 de março de 2024.
- Bomfim, F. F.; Carvalho, L. S.; Sampaio, F. B.; Juen, L.; Dias-Silva, K.; Casatti, L.; Carmo, R. S.; Sousa, R. L. M.; Cabral, G. S.; Costa, A. A. S.; Michelin, T. S.; 2025. Beta diversity of macrophyte life forms: Responses to local, spatial, and land use variables in Amazon aquatic environments. *Science of the Total Environment*, 958, 178041. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178041>
- Boschilia, S. M.; Oliveira, E. F.; Schwarzbald, A. 2015. Partitioning beta diversity of aquatic macrophyte assemblages in a large subtropical reservoir: prevalence of turnover or nestedness? *Aquatic Sciences*, 78, 615-625. <https://doi.org/10.1007/s00027-015-0450-3>
- CEMIG. 2021. Macrófitas aquáticas caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, Belo Horizonte. 96p.
- Chen, H. 2022. VennDiagram: Generate High-Resolution Venn and Euler Plots Package version 1.7.3.

- Dermachi, L. O.; Lopes, A.; Ferreira, A. B.; Piedade, M. T. F. 2018. Ecologia e guia de identificação: macrófitas aquáticas do Lago Amazônico. Editora INPA, Manaus. 44p.
- Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Third Edition. Rio de Janeiro. 826p.
- Fares, A. L. B.; Sousa, R. L. M.; Gurgel, E. S. C.; Gil, A. S. B.; Silva, C. A. S.; Michelan, T. S. 2021. Diversity of macrophytes in the Amazon deforestation arc: information on their distribution, life-forms and habits. *Rodriguésia*, 72, e00312020. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172117>
- Ferreira, F. A.; Mormul, R. P.; Thomaz, S. M.; Pott, A.; Pott, V. J. 2011. Macrophytes in the Upper Paraná River floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. *Revista de Biologia Tropical*, 59, 541-556.
- Fernández-Aláez, M.; García-Criado, F.; García-Girón, J.; Santiago, F.; Fernández-Aláez, C. 2020. Environmental heterogeneity drives macrophyte beta diversity patterns in permanent and temporary ponds in an agricultural landscape. *Aquatic Sciences*, 82, (2). <https://doi.org/10.1007/s00027-020-0694-4>
- Flora e Funga do Brasil. 2024. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 11 de março de 2024.
- Galili, T. 2015. dendextend: an R package for visualizing, adjusting and comparing trees of hierarchical clustering. *Bioinformatics*, 31, 3718-3720. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv428>
- García-Girón, J.; Heino, J.; Bastrup-Spohr, L.; Bove, C. P.; Clayton, J.; Feldmann, M. W. T.; Fernández-Aláez, M.; Ecke, F.; Grillas, P.; Hoyer, M. V.; Agnieszka-Kolada, K. S.; Balázs, A. L. M.; Rhazi, R. P. M. L.; Mouhssine, R. S. L.; Xu, J. 2020. Global patterns and determinants of lake macrophyte taxonomic, functional and phylogenetic beta diversity. *Science of the Total Environment*, 723, 138021-138021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138021>
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. In: Kubitzki, K. (eds) Flowering Plants Monocotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 4. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-03531-3\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03531-3_15)
- Henry-Silva, G. G.; Moura, R. S. T.; Dantas, L. L. O. 2010. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22, 147-156. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x2010000200004>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2024. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 de março de 2024.
- Junk, W. J.; Mello, J. A. S. N. 1990. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, 4, 126-143. <https://doi.org/10.1590/s0103-40141990000100010>
- Lacet, J. B.; Moura, A. N.; Dantas, E. W. 2019. Invasion of *Egeria densa* Planch. in semiarid reservoirs. *Brazilian Journal of Botany*, 42, 491-497. <https://doi.org/10.1007/s40415-019-00548-9>
- Lima, L. F.; Lima, P. B.; Soares-Júnior, R. C.; Pimentel, R. M. M.; Zickel, C. S. 2009. Diversidade de Macrófitas Aquáticas no Estado de Pernambuco: Levantamento em Herbário. *Revista de Geografia*, 26, 307. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2009.228782>
- Lima, L. F.; Silva, S. S. L.; Moura-Júnior, E. G.; Zickel, C. S. 2011. Composição florística e chave de identificação das macrófitas aquáticas ocorrentes em reservatórios do estado de Pernambuco. *Rodriguésia*, 62, (4), 771-783. <https://doi.org/10.1590/s2175-78602011000400006>
- Linder, H. P.; Lehmann, C. E. R.; Archibald, S.; Osborne, C. P.; Richardson, D. M. 2018. Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation. *Biological Reviews*, 93, 1125-1144. <https://doi.org/10.1111/brv.12388>
- Lukács, B. A.; Tóthmérész, B.; Borics, G.; Várbíró, G.; Juhász, P.; Kiss, B.; Müller, Z.; G-Tóth, L.; Erős, T. 2015. Macrophyte diversity of lakes in the Pannon Ecoregion (Hungary). *Limnologica*, 53, 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2015.06.002>
- Machado-Filho, H. O.; Cabral, L. L.; Melo, J. I. M.; Zickel, C. S.; Moura, A. N. 2014. Macrófitas aquáticas da região neotropical: uma abordagem cientométrica. *Revista Biociências, Taubaté*, 20, 90-106.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Malden. 266p.
- Molisani, M. M.; Rocha, R.; Machado, W.; Barreto, R. C.; Lacerda, L. D. 2006. Mercury contents in aquatic macrophytes from two

- reservoirs in the Paraíba do Sul: Guandú river system, SE Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66, 101-107. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842006000100013>
- Moreira, H. J. C.; Bragança, H. B. N. 2011 Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti. FMC Agricultural Products, São Paulo. 1017p.
- Moura-Júnior, E. G.; Silva, S. S. L.; Lima, L. F.; Lima, P. B.; Almeida-Júnior, E. B; Pessoa, L. M.; Santos-Filho, F. S.; Medeiros, D. P. W.; Pimentel, R. M. M.; Zickel, C. S. 2009. Diversidade de Plantas Aquáticas Vasculares em Açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife-PE. *Revista de Geografia*, 26, 276-293.
- Moura-Júnior, E. G.; Lima, L. F.; Silva, S. S. L.; Paiva, R. M. S.; Ferreira, F. A.; Zickel, C. S.; Pott, A. 2013. Aquatic macrophytes of Northeastern Brazil: checklist, richness, distribution and life forms [with erratum]. *Check List*, 9, 298. <https://doi.org/10.15560/9.2.298>
- Moura-Júnior, E. G.; Cotarelli, V. M. 2019. An update on the knowledge of aquatic macrophytes in Northeast Brazil. *Rodriguésia*, 70, e04452017. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970076>
- Moura-Júnior, E. G.; Severi, W.; Kamino, L. H. Y.; Lemos-Filho, J. P. 2020. To what degree do spatial and limnological predictors explain the occurrence of a submerged macrophyte species in lotic and semi-lotic/lentic environments of a dammed river? *Limnology*, 22, 101-110. <https://doi.org/10.1007/s10201-020-00638-8>
- Moura-Júnior, E. G.; Nascimento, F. A. O.; Lemos-Filho, J. P.; Severi, W.; Kamino, L. H. Y. 2021. Limnological layers improve species distribution modeling of aquatic macrophytes at fine-spatial resolution. *Acta Botanica Brasilica*, 35, 9-16. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0358>
- Oksanen, J.; Simpson, G.; Blanchet, F.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.; O'Hara, R.; Solymos, P.; Stevens, M.; Szoecs, E.; Wagner, H.; Barbour, M.; Bedward, M.; Bolker, B.; Borcard, D.; Carvalho, G.; Chirico, M.; Caceres, M.; Durand, S.; Evangelista, H.; FitzJohn, R.; Friendly, M.; Furneaux, B.; Hannigan, G.; Hill, M.; Lahti, L.; McGlinn, D.; Ouellette, M.; Ribeiro-Cunha, E.; Smith, T.; Stier, A.; Ter-Braak, C.; Weedon, J. 2022. *vegan: Community Ecology*. Package version 2.6-4.
- Palazzesi, L.; Pellicer, J.; Barreda, V. D.; Benoît, L.; Mandel, J. R.; Pokorny, L.; Siniscalchi, C. M.; Tellería, M. C.; Leitch, I. J.; Hidalgo, O. 2022. Asteraceae as a model system for evolutionary studies: from fossils to genomes. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 200, 143-164. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boac032>
- Pereira, S. A.; Trindade, C. R. T.; Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C. 2012. Aquatic macrophytes as indicators of water quality in subtropical shallow lakes, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24, 52-63. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x2012005000026>
- Pl@ntNet. 2024. Disponível em: <https://identify.plantnet.org/pt-br/>. Acesso em: 11 de março 2024.
- Pott, V. J.; Pott, A. 2000 Plantas aquáticas do Pantanal. EMBRAPA, Brasília. 404p.
- Quirino, B. A.; Carniatto, N.; Thomaz, S. M.; Aleixo, M. H. F.; Fugui, R. 2019. The amphibian macrophyte *Polygonum punctatum* as a temporary habitat and feeding ground for fish. *Aquatic Ecology*, 53, 441-452. <https://doi.org/10.1007/s10452-019-09700-9>
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Schneider, B.; Cunha, E. R.; Marchese, M.; Thomaz, S. M. 2018. Associations between Macrophyte Life Forms and Environmental and Morphometric Factors in a Large Subtropical Floodplain. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00195>
- Schneider, B.; Cunha, E. R.; Espínola, L. A.; Marchese, M.; Thomaz, S. M. 2019. The importance of local environmental, hydrogeomorphological and spatial variables for beta diversity of macrophyte assemblages in a Neotropical floodplain. *Journal of Vegetation Science*, 30, 269-280. <https://doi.org/10.1111/jvs.12707>
- Severiano, J. S.; Amaral, C. B.; Diniz, A. S.; Moura, A. N. 2021. Species-specific response of phytoplankton to zooplankton grazing in tropical eutrophic reservoirs. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x10719>
- SpeciesLink. 2024. Disponível em: <https://specieslink.net/>. Acesso em: 11 de março 2024.



- Silva, S. S. L. 2011. Caracterização ecológica e estrutural de macrófitas em reservatórios no estado de Pernambuco. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. 108p.
- Silva, S. S. L.; Moura, A. N.; Arouche, M. M. B.; Santos, C. R.; Almeida-Junior, E. B.; Zickel, C. S. 2024. Registro da diversidade de plantas aquáticas em reservatórios de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 9, (4), 278-287. <https://doi.org/10.24221/jeap.9.4.2024.6869.278-287>
- Smith, A. R.; Pryer, K. M.; Schuettpelz, E.; Korall, P.; Schneider, H.; Wolf, P. G. 2006. A Classification for Extant Ferns. *Taxon*, 55, 705-731. <https://doi.org/10.2307/25065646>
- Sobral-Leite, M.; Campelo, M. J. A.; Siqueira-Filho, J. A.; Silva, S. I. 2010. Checklist das macrófitas vasculares de Pernambuco: riqueza de espécies, formas biológicas e considerações sobre distribuição. In: Albuquerque, U. P.; Moura, A. N.; Araujo, E. L. (eds.) Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos. Nuppea, Recife. Vol. II. pp. 253-280.
- Sood, A.; Uniyal, P. L.; Prasanna, R.; Ahluwalia, A. S. 2011. Phytoremediation Potential of Aquatic Macrophyte, *Azolla*. *AMBIO*, 41, 122-137. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0159-z>
- Sousa, W. G. M.; Silva, E. L.; Pacheco A. C. L.; Pinheiro, T. G.; Abreu, M. C. 2019. Riqueza e Distribuição de Macrófitas Aquáticas no Rio Guaribas, Picos, Piauí. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 29, (2). <https://doi.org/10.18764/1981-6421e2019.9>
- Thomaz, S. M.; Souza, D. C.; Bini, L. M. 2003. Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia*, 505, (1-3), 119-128. <https://doi.org/10.1023/b:hydr.0000007300.78143.e1>
- Thomaz, S. M.; Carvalho, P. P.; A. A.; Kobayashi, J. T. 2009. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 617-625. <https://doi.org/10.1590/s151969842009000300016>
- Thomaz, S. M. 2023. Ecosystem services provided by freshwater macrophytes. *Hydrobiologia*, 850, 2757-2777. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04739-y>
- Vieira, E. S. N.; Bomfim, F. F.; Brito, J. S.; Franco, N. L.; Nonato, F. A. S.; Michelin, T. S. 2023. Factors associated with macrophyte beta diversity in Caxiuanã Bay, located in the Eastern Amazon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 35. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x5823>
- Wickham, H.; Averick, M.; Bryan, J.; Chang, W.; McGowan, L.; François, R.; Grolemond, G.; Hayes, A.; Henry, L.; Hester, J.; Kuhn, M.; Pedersen, T.; Miller, E.; Bache, S.; Müller, K.; Ooms, J.; Robinson, D.; Seidel, D.; Spinu, V.; Takahashi, K. 2019. Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4, 1686-1691. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- World Flora Online. 2024. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/>. Acesso em: 11 de março de 2024.
- Xavier, L. R. C. C.; Araújo, T. O.; Nascimento, P. R. F.; Pereira, S. M. B. 2012. Floristic surveys of aquatic macrophytes in reservoirs in the Agreste zone of Pernambuco State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 35, 313-318. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042012000400004>
- Xavier, L. R. C. C.; Burgos, D. C.; Barreto, R. C.; Pereira, S. M. B. 2016. Urbanization effects on the composition and structure of macrophytes communities in a lotic ecosystem of Pernambuco State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76, 888-897. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03515>
- Yan, S. H.; Song, W.; Guo, J. Y. 2017. Advances in management and utilization of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in aquatic ecosystems - a review. *Critical reviews in biotechnology*, 37, 218-228. <http://dx.doi.org/10.3109/07388551.2015.1132406>
- Zhang, Y.; Jeppesen, E.; Liu, X.; Qin, B.; Shi, K.; Zhou, Y.; Thomaz, S. M.; Deng, J. 2017. Global loss of aquatic vegetation in lakes. *Earth-Science Reviews*, 173, 259-265. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.08.013>