



**Universidade Federal de Goiás
Instituto de Ciências Biológicas
Curso de Ciências Biológicas Bacharelado**

Isabela Cristina Gonçalves de Assis

Experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil: uma revisão sistemática

GOIÂNIA

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): **Isabela Cristina Gonçalves de Assis**

Título do trabalho: **“Experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil: uma revisão sistemática”**

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Rafaela Vendrametto Granzotti, Usuário Externo**, em 26/06/2025, às 15:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Isabela Cristina Gonçalves De Assis, Discente**, em 30/06/2025, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5461980** e o código CRC **6E20C7B2**.

Isabela Cristina Gonçalves de Assis

Experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil: uma revisão sistemática

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Bacharelado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Rafaela Vendrametto Granzotti

GOIÂNIA

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Assis, Isabela Cristina Gonçalves de
Experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil [manuscrito] :
uma revisão sistemática / Isabela Cristina Gonçalves de Assis. - 2025.
XXXI, 31 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Rafaela Vendrametto Granzotti.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de
Pós-graduação em Ciências Biológicas, Goiânia, 2025.
Apêndice.

1. Pesquisa brasileira. 2. Macrófitas submersas. 3. Experimentação.
4. Predação. I. Granzotti, Rafaela Vendrametto, orient. II. Título.

CDU 581



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e cinco dias do mês de junho de dois mil e vinte e cinco iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado: “Experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil: uma revisão sistemática” de autoria de Isabela Cristina Gonçalves de Assis, do curso de Ciências Biológicas, do Instituto de Ciências Biológicas da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Dra. Rafaela Vendrametto Granzotti - Instituto de Ciências Biológicas/UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Dra. Priscilla de Carvalho - Instituto de Ciências Biológicas/UFG e Ma. Anny Kelly Nascimento de Oliveira - Instituto de Ciências Biológicas/UFG. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10,0 (dez), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Priscilla De Carvalho, Professora do Magistério Superior**, em 25/06/2025, às 15:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafaela Vendrametto Granzotti, Usuário Externo**, em 25/06/2025, às 15:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Anny Kelly Nascimento De Oliveira, Discente**, em 25/06/2025, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5447544** e o código CRC **F133C002**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram comigo nesta jornada, desde os primeiros dias até os momentos mais recentes. Em especial, sou profundamente grata à minha mãe, Edilene, que me criou, apoiou e sempre desejou o melhor para mim, independentemente das dificuldades. A pessoa que não apenas me trouxe ao mundo, mas dedicou sua vida aos filhos para que nunca nos faltasse nada em casa ou na educação. Sou imensamente grata pelos seus conselhos, pelos caminhos aos quais me guiou — sempre permitindo-me errar e aprender; por estar presente para me dar carinho e conforto; e por reforçar, a cada dia, o quanto sou amada e importante para as pessoas.

Agradeço aos meus irmãos, Hellen e J. Vinicius, que me fizeram companhia e alegria para seguir adiante; às minhas tias, Elaine e Emilene, que sempre fizeram o possível para me ver bem; à minha avó, Aleci, que, mesmo sem formação, me incentivou a concluir meus estudos; ao meu padrasto, Claudson, que me faz alegre no dia a dia e me ensina a ser uma pessoa melhor; e ao meu pai, Deusdete, que, mesmo partindo cedo, me amou incondicionalmente e sempre esperou o melhor de mim.

Sou grata também aos meus amigos Diego, Edina, Karina e Letícia, que me acompanharam ao longo dos anos acadêmicos, não me deixando desistir e me ajudando a enxergar meu potencial — tanto como aluna quanto como pessoa. Por fim, serei eternamente grata à minha orientadora, Dra. Rafaela Granzotti, por sua paciência e compreensão ao longo dessa jornada. Sua orientação me ajudou imensamente a superar minhas inseguranças como discente e me guiou por caminhos antes desconhecidos nesse meio educacional. Com certeza, foi a melhor orientadora que alguém poderia ter, sendo sempre cortês, didática e muito inspiradora. Almejo que sua carreira seja tão brilhante quanto a senhora.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Pesquisa Literária	13
2.2 Coleta e análise de dados.....	14
3. RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS	23
7. MATERIAL SUPLEMENTAR.....	28

RESUMO

As macrófitas aquáticas são de suma importância para as comunidades aquáticas e para o ser humano, sendo elas essenciais bioindicadores de qualidade de água. Os experimentos envolvendo essas plantas aquáticas ajudam a entender diferentes aspectos ecológicos desta comunidade e do funcionamento do ecossistema aquático. As revisões sistemáticas são fundamentais para sistematizar o conhecimento produzido acerca destas questões, deste modo podemos levantar quais os efeitos das macrófitas são mais estudados e identificar lacunas de conhecimento que podem ser mais exploradas através de experimentos com macrófitas. Assim, realizamos uma revisão sistemática sobre experimentos com macrófitas realizados no Brasil, analisando as espécies e *design* utilizados nestes experimentos e os temas ecológicos estudados. Para isso, fizemos uma busca bibliográfica nas plataformas *Web of Science* e *Scielo Brazil*, selecionamos os artigos relacionados ao tema e deles coletamos as informações relevantes. Ao todo, analisamos 13 artigos na íntegra, que manipularam experimentalmente 14 espécies de macrófitas diferentes, a maioria submersas. Nossos resultados mostraram que a maioria dos estudos ocorreram a partir dos anos 2009 e analisaram o efeito das macrófitas aquáticas na comunidade planctônica (zooplâncton e fitoplâncton) e na de peixes. Além disso, o tema mais estudado foi interação predador-presa. Por fim, a maioria dos trabalhos foi realizado em uma escala de mesocosmo. Concluímos que existem lacunas de pesquisa experimental com macrófitas nas áreas de invasão biológica, funções ecossistêmicas e estudos com insetos aquáticos. O investimento em ciência e pesquisa é essencial para que essas lacunas de conhecimento sejam sanadas.

Palavras-Chave: Pesquisa brasileira. Macrófitas submersas. Experimentação. Predação.

ABSTRACT

Aquatic macrophytes are of utmost importance to aquatic communities and to humans and are essential bioindicators of water quality. Experiments involving these aquatic plants help us to understand different ecological aspects of this community and the functioning of the aquatic ecosystem. Systematic reviews are essential to systematize the knowledge produced on these issues, so that we can identify which effects of macrophytes are most studied and also identify knowledge gaps that can be further explored through experiments with macrophytes. Thus, we conducted a systematic review of experiments with macrophytes conducted in Brazil, analyzing the species and design used in these experiments and the ecological themes studied. To this end, we conducted a bibliographic search on the Web of Science and Scielo Brazil platforms, selected articles related to the topic and collected relevant information from them. In total, we analyzed 13 articles in full, which experimentally manipulated 14 distinct species of macrophytes, most of them submerged. Our results showed that most studies have occurred since the year 2009 and have analyzed the effect of aquatic macrophytes on the planktonic community (zooplankton and phytoplankton) and fish. In addition, the most studied theme was predator-prey interaction. Finally, most experiments were conducted on a mesocosm scale. We conclude, therefore, that there are research gaps in experimental studies with macrophytes in the areas of biological invasion, ecosystem functions, and studies involving aquatic insects. Investment in science and research is essential to address these knowledge gaps.

Keywords: Brazilian research. Submerged macrophytes. Experimentation. Predation.

1. INTRODUÇÃO

A literatura científica está em constante construção, auxiliando no esclarecimento de conceitos e aplicação de novas tecnologias e conhecimentos (Linnenluecke et al., 2020). Neste âmbito, o conhecimento acumulado sobre macrófitas aquáticas e suas relações ecológicas pode auxiliar, por exemplo, no manejo de ambientes aquáticos e na alimentação humana. Macrófitas são vegetais macroscópicos com adaptações para crescer em ambientes aquáticos (Chaurasia, 2022). Tais plantas são encontradas em ambientes aquáticos como rios, lagos, lagoas, brejos, represas, cachoeiras, baías, recifes e outros locais com presença de coluna d'água (Chambers et al., 2008; Esteves, 2011). As macrófitas, dependendo do seu tipo de arranjo no meio aquático, podem ser classificadas em diferentes grupos ecológicos: as emergentes tem suas raízes fixas ao substrato, com partes fora da água e outras partes submergidas (e.g., *Typha dominguensis* Pers.); as flutuantes livres são encontradas livres na linha d'água sem se fixar ao fundo (e.g., *Pontederia crassipes* Mart.); as flutuantes fixas tem suas raízes fixas ao substrato com suas folhas flutuando na superfície d'água (e.g., *Pontederia azurea* Sw.); as submersas habitam dentro da água com raízes soltas flutuando submergidas e/ou agarradas em outras macrófitas (e.g., *Ceratophyllum demersum* L.); por fim, as do tipo anfíbias são capazes de sobreviver em solos encharcados, sendo o caso da espécie *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) H.Hara, por exemplo (Esteves, 2011; Trindade et al., 2010; Pompêo, 2017; Xavier et al. 2021). As macrófitas podem pertencer a vários grupos dentro da flora, desde algas como as Phaeophyceae (*Sargassum filipendula* C. Agardh), Charophyceae (*Nitella acuminata* A.Braun, *Chara zeylanica* Willdenow) e Florideophyceae (*Acrosorium ciliolatum* (Harvey) Kylin), samambaias como Salviniaceae (*Salvinia auriculata* Aubl.) e angiospermas de diferentes famílias botânicas, como Pontederiaceae (*Pontederia azurea* Sw) e Poaceae (*Urochloa arrecta* (Hack. ex T.Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga) (Chambers et al., 2008; Esteves, 2011; Pompêo, 2017; Xavier et al., 2021; Chaurasia, 2022).

As macrófitas aquáticas são de suma importância para as comunidades aquáticas e para o ser humano, sendo elas essenciais bioindicadores de qualidade de água em ambientes lênticos (Pedralli, 2003). Assim, a sua presença ou ausência, a depender da espécie, exemplifica o caráter de estado da água daquele ecossistema em particular (Thomaz & Bini, 2003). Por exemplo, as macrófitas aquáticas podem indicar um processo de eutrofização no ambiente aquático, quando são encontradas em grandes abundâncias, geralmente dominando o ambiente. Nesses casos, a deposição de matéria orgânica em excesso e mudanças limnológicas

subsequentes resultam em efeitos sequenciais deletérios em outros organismos aquáticos, como o zooplâncton e os peixes viventes naquela comunidade (Thomaz & Bini, 2003).

Por outro lado, as macrófitas, juntamente com outras comunidades aquáticas autotróficas como o fitoplâncton e o perifíton, são importantes para o funcionamento do ecossistema local, em razão de seu papel como produtores primários, sendo a base da pirâmide nos ecossistemas aquáticos (Esteves, 2011). Além disso, as macrófitas aquáticas ainda possuem papéis importantes no ecossistema aquático através da ciclagem de nutrientes e remoção de poluentes; fixação de nitrogênio; aporte de nutrientes do sedimento para a coluna d'água (i.e., efeito bombeamento); substrato de desova, local de alimentação e refúgio de invertebrados e peixes, entre outros (Esteves, 2011). Thomaz (2023) revisou a literatura e compilou os principais serviços ecossistêmicos providos por macrófitas aquáticas. Esse autor concluiu que as macrófitas são a principal comunidade produtora primária nos ecossistemas aquáticos de água doce, além de influenciarem profundamente o ciclo de nutrientes por meio de vários processos físicos, químicos e metabólicos, além das interações com outros organismos. Essas interações incluem, por exemplo, competição com outros produtores (fitoplâncton e perifíton), facilitação, interações de consumo e de providência de habitat e abrigo para peixes e insetos aquáticos, assegurando assim a sobrevivência destas comunidades.

Para conhecer o estado da arte e sistematizar o conhecimento de uma área específica, uma ferramenta importante são as revisões sistemáticas da literatura, dado que a contínua pesquisa atrelada ao embasamento teórico científico nos ajudam a aperfeiçoar e avançar a própria ciência e seus conceitos (Lame, 2019). Os estudos com macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil só se tornaram mais explorados e difundidos por volta de meio século atrás (Thomaz & Bini, 2003). Dessa forma, é de suma importância sintetizar o conhecimento sobre essa comunidade aquática a fim de fomentar e incentivar a contínua pesquisa sobre seu papel no funcionamento do ecossistema e as mudanças geradas por fatores antrópicos e naturais. Além disso, é importante garantir a variabilidade e diversificação de temas abordados nas pesquisas sobre esta comunidade (e.g. através da identificação de lacunas de conhecimento, que poderiam ser mais exploradas). Por exemplo, Dias e colaboradores (2016) fizeram uma revisão sistemática sobre peixes em riachos no Brasil e mostraram que poucos estudos abordam questões de interesse para a comunidade científica internacional e nenhuma testa hipóteses relacionadas a conceitos e teorias ecológicas ou aborda a questão urgente das mudanças climáticas. Outros estudos (e.g., Gomes et al., 2019; Pulzatto et al., 2018; Cardoso et al., 2023) também demonstram a importância das revisões sistemáticas da literatura para o avanço da

pesquisa científica, incluindo temas mais aplicados e com maior importância para a sociedade atual (Lame, 2019).

Em uma análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil, realizada por Thomaz e Bini (2003), foram encontrados 166 artigos sobre plantas aquáticas, dos quais a maioria era de natureza observacional e descritiva, enquanto apenas 16% foram classificados como experimentais. Essa lacuna nos estudos experimentais reforça a importância de se realizar uma análise mais profunda sobre estudos com macrófitas aquáticas. Os experimentos têm a vantagem de controlar as variáveis de interesse, permitindo a determinação de relações de causa e efeito de maneira mais clara (Gotelli & Ellison, 2011). Em um experimento, o objeto manipulado refere-se à variável independente, que é a condição ou fator que o pesquisador controla ou altera para observar o efeito sobre uma variável dependente. Em outras palavras, é a parte do experimento que é deliberadamente modificada para ver como isso afeta os resultados (McManus et al., 2023). No Brasil, existem alguns estudos que investigam os efeitos das macrófitas no ambiente aquático e nas outras comunidades que nele habitam por meio de experimentos (e.g., Barrow et al., 2019; Amorim et al., 2024). Tais experimentos são fundamentais, especialmente no contexto ambiental, devido à crescente pressão sobre os recursos naturais e a necessidade de encontrar soluções sustentáveis para o uso da água, preservando os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas comunidades, incluindo as de macrófitas aquáticas.

Considerando esse cenário, neste trabalho realizamos uma revisão sistemática dos experimentos ecológicos com macrófitas no Brasil. Nosso objetivo principal foi fazer um levantamento das características dos experimentos em que as macrófitas são manipuladas como variável independente, incluindo quais as comunidades aquáticas e temas ecológicos estudados nestes experimentos. Nossos resultados podem esclarecer as particularidades desses estudos, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre as macrófitas aquáticas e reforçando o potencial do Brasil para fortalecer sua produção científica e promover o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis para o manejo dessas comunidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Pesquisa Literária

O método de revisão sistemática aplicada neste estudo segue métodos padrão revisados por Pullin & Stewart (2006) atrelado ao fluxograma *PRISMA* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pesquisamos artigos científicos nas bases de

dados online *Web of Science* - Coleção Principal (*Clarivate Analytics* / Thomson Reuters) e a base *Scielo Brazil*, utilizando os termos *macrophyte** AND *experiment**. Definimos o tempo de pesquisa até o ano de 2024 onde podemos avaliar os artigos do último ano por inteiro e aplicamos o filtro Brazil, refinando a busca ao país. Os resultados destas buscas se deram com inúmeros artigos de diferentes caracteres dentro do pesquisado. Assim, foi necessário a aplicação de critérios de elegibilidade para filtragem dos artigos pertinentes a este estudo. Estes critérios foram: (i) o estudo ser experimental, (ii) ser realizado no Brasil com espécies que ocorrem nos ecossistemas brasileiros, (iii) ter utilizado macrófitas como elemento manipulado no experimento, (iv) a variável-resposta do estudo ser biológica e relacionada a uma comunidade aquática. Após a remoção dos artigos duplicados entre as bases bibliográficas, os critérios de elegibilidade foram analisados primeiramente na leitura dos títulos e resumos, e posteriormente nos artigos na íntegra.

Os artigos encontrados em ambas as bases foram refinados para excluir aqueles que fossem duplicatas, restando apenas 389 artigos de 432 para então dar início à leitura dos títulos e resumos. Seguindo os objetivos do trabalho, aqueles artigos com textos de caráter não ecológico ou que usassem as macrófitas aquáticas unicamente como resposta ou mesmo não conterem experimento de fato e sim somente observações em outro estudo, foram diretamente excluídos, restando assim 37 artigos para serem analisados na íntegra. Os critérios de elegibilidade também foram aplicados na leitura dos artigos integrais.

2.2 Coleta e análise de dados

Após a busca e seleção dos artigos, foram coletados dados com a leitura dos artigos na íntegra. Os dados coletados incluíram: ano de publicação, periódico, quais espécies de macrófitas estudadas, grupo ecológico da macrófita utilizada (submersa, flutuante, emergentes, etc.), outras comunidades aquáticas estudadas, qual foi a manipulação efetuada no experimento, qual o tema ecológico do artigo e o efeito da macrófita estudado (ex: efeito na ciclagem de nutrientes, efeito na riqueza de espécies, efeito na heterogeneidade de habitat), escala utilizada (microcosmo, mesocosmo ou macrocosmo), o tema principal da pesquisa e suas possíveis aplicações. Em seguida, foram realizadas descrições dos resultados e análises dos temas de pesquisa com visualização de redes de interação a fim de determinar lacunas de conhecimento, como grupos e temas ecológicos pouco abordados nos experimentos com macrófitas no Brasil. As tabelas e gráficos foram elaboradas com auxílio dos programas Excel, Planilhas Google,

Infogram, R e R Studio. No programa R, utilizamos o pacote “bipartite” (Dormann et al., 2009) para a confecção de redes de interação.

3. RESULTADOS

Considerando as duas bases (*Web of Science e Scielo Brazil*) foram encontrados 389 artigos não-duplicados. Após as leituras dos títulos e resumos, 37 foram selecionados para serem analisados na íntegra e posteriormente somente 13 foram selecionados para coleta de dados, uma vez que alguns artigos foram excluídos por não atingirem os critérios de elegibilidade (Figura 1). Parte dos artigos não analisados foram excluídos por não serem experimentais (1,7%), não terem manipulado a macrófita como variável-independente (7,1% desses sendo de competição interespecífica e/ou anatomia vegetal), a variável-resposta não era biológica (ex: estudos de fitorremediação e fitofisiologia, contabilizando 64,7%) e por também não terem sido realizados no Brasil (1,2%).

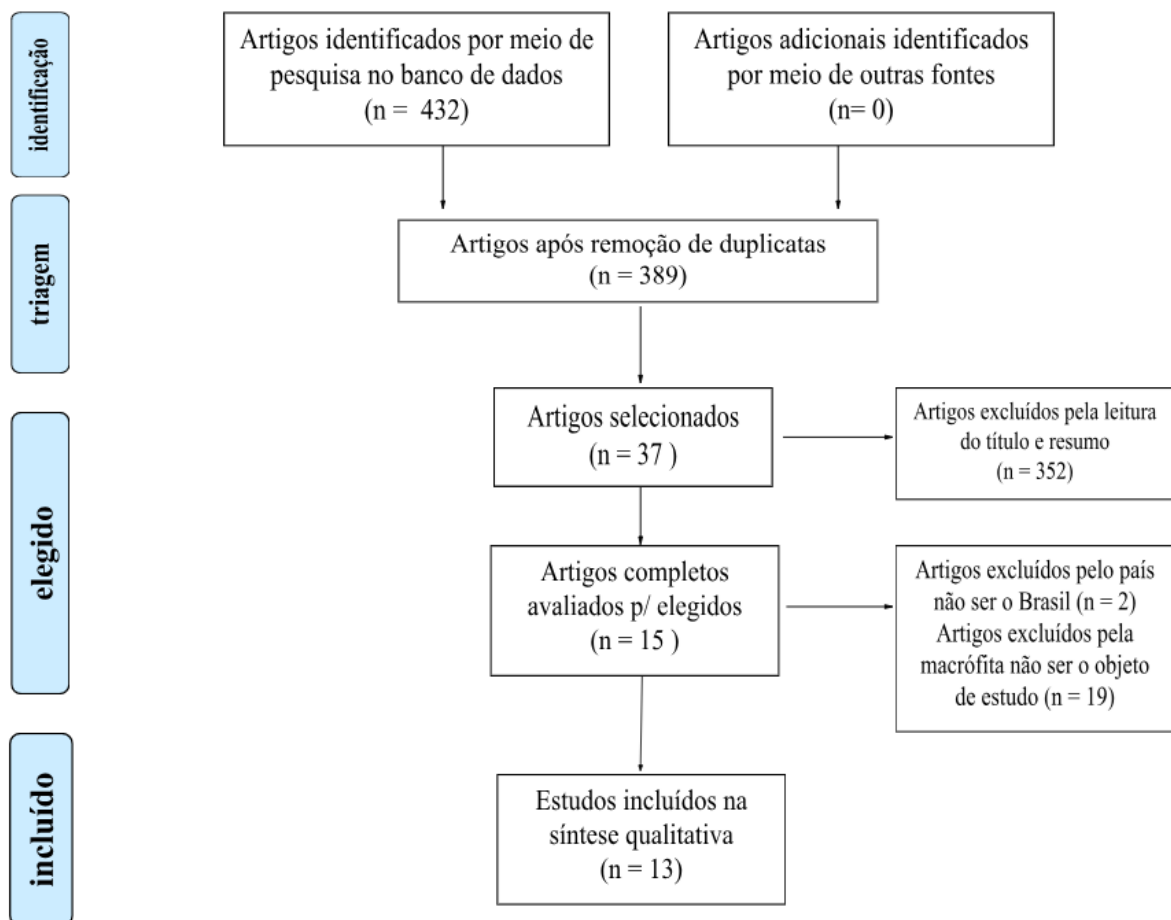


Figura 1: Fluxograma Prisma utilizado para filtrar e selecionar os artigos seguindo uma linha de raciocínio capaz de ajudar a simplificar a busca dos artigos pertinentes. Modificado de Moher et al. (2009).

Nós analisamos os 13 artigos selecionados que apresentavam a macrófita como objeto de estudo dos quais em sua maioria continham experimentos com macrófitas em conjunto com outras comunidades. A revista que mais publicou foi a *Hydrobiologia* (7 dos 13 artigos analisados) seguida pela *Acta Limnologica Brasiliensia*, e outros quatro periódicos com uma publicação cada (Figura 2a). O ano em que mais se teve artigos encontrados foi o de 2020, com três deles, apesar disso não encontramos estudos de anos anteriores a 2009 nessas bases (Figura 2b).



Figura 2: Número de artigos que realizaram experimentos com macrófitas no Brasil por periódico em que foram publicados (a). Tendência dos artigos publicados ao longo dos anos (b). Porcentagem de artigos por escala utilizada nos experimentos (c), Número de estudos com cada espécie de plantas aquáticas (d). Porcentagem de macrófitas por hábitos de vida (e), Comunidades aquáticas pesquisadas (f).

Quanto à escala dos experimentos, o mesocosmo foi o mais abundante com 61%, seguido dos microcosmos com 31% e por fim o macrocosmo com 8%, aparecendo somente uma vez entre os estudos analisados (Figura 2c). As espécies utilizadas nos experimentos foram: *Ceratophyllum demersum*, *Commelina diffusa* (Burman), *Egeria najas* (Planch.) Casp., *Egeria* sp., *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult., *Helanthium tenellum* (Mart.) Britton, *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, *Hymenachne pernambucensis* (Spreng.) Zuloaga, *Leersia hexandra* Sw., *Pistia stratiotes* (Linnaeus), *Pontederia azurea*, *Pontederia crassipes* e *Salvinia auriculata*, sendo que as mais utilizadas foram *Ceratophyllum demersum* (17%), *Pontederia crassipes* (17%), *Pontederia azurea* (13%) e *Hydrilla verticillata* (13%) (Figura 2d). Embora os artigos ainda utilizem os nomes *Eichhornia azurea* e *Eichhornia crassipes*, optamos por adotar a nomenclatura atualizada do gênero, utilizando assim *Pontederia azurea* e *Pontederia crassipes*. Um estudo utilizou plantas artificiais, mas que mimetizavam a estrutura das espécies naturais, tais plantas artificiais foram empregadas juntamente com as plantas naturais (Diniz & Moura, 2022), contudo não foram contabilizadas nos nossos resultados. A maioria dos estudos manipulou espécies de macrófitas submersas (42%) (Figura 2e), seguida pelas macrófitas flutuantes (37%) — decidimos agrupar as flutuantes livres e as flutuantes fixas em uma só categoria para facilitar a visualização —, e contendo uma menor quantidade as emergentes (21%).

As comunidades aquáticas mais investigadas como resposta foram o zooplâncton (33%) e os peixes (33%), seguido de perto pelo fitoplâncton (Figura 2f). O estado brasileiro com mais pesquisas reportadas foi o Paraná, no sul do país (6 estudos), seguido por Pernambuco, na região nordeste, com 3 estudos. Os experimentos nos estudos analisados foram realizados com 1 a 3 fatores (variáveis independentes), sendo os principais: presença/ausência de macrófita, riqueza de macrófitas, turbidez, densidade de macrófita, presença/ausência de peixes e presença/ausência de zooplâncton (Material Suplementar S1).

Por fim, o tema de pesquisa mais frequente foi o de “interação presa-predador” (efeito das macrófitas como refúgio e fornecedoras de complexidade de habitat na predação), com 6 estudos, seguido de controle biológico sobre floração de algas (envolvendo biomanipulação e competição), com 3 estudos (Figura 3). Outros temas que apareceram foram invasões biológicas e estabilidade dos ecossistemas (Figura 3). Analisando as palavras-chave utilizadas nos artigos, as mais frequentes foram: *control of cyanobacteria*, *non-native species*, *refuge* e *biomanipulation* (contendo três repetições de cada). Outras palavras que se destacaram

foram: *predator-prey interactions*, *shallow lakes*, *trophic interactions* e *allelopathy*, sendo estas duas repetições por palavra (Figura 4).

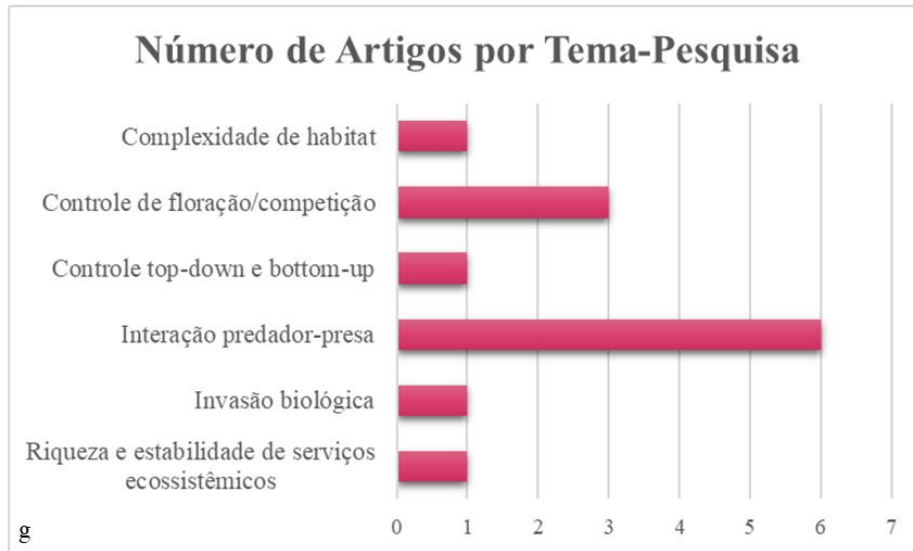


Figura 3. Quantidade de artigos levando em consideração os temas mais estudados nos experimentos.

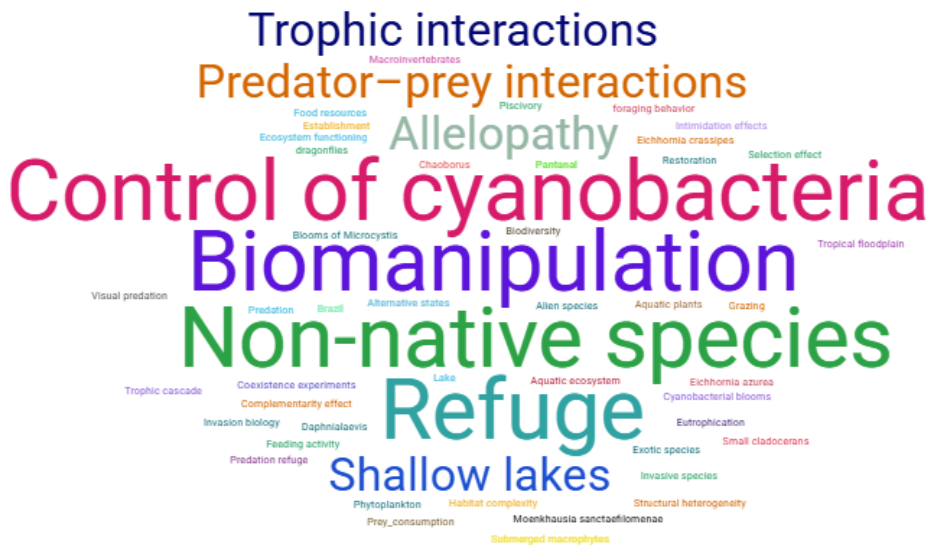


Figura 4: Nuvem de palavras mostrando quais palavras-chave foram mais utilizadas pelos autores dos artigos. Figura produzida no programa Infogram.

Produzimos uma rede de interação entre o tema de pesquisa do estudo e a comunidade resposta analisada, a fim de verificar quais comunidades (zooplâncton, fitoplâncton, macrófitas, peixes e insetos aquáticos) eram mais estudadas em cada tema (Figura 5). Com esta análise, observamos que o tema de interação predador-presa e o efeito das

macrófitas nesta interação foi estudado para as comunidades de zooplâncton, insetos aquáticos e peixes, com predominância deste último. Já o efeito da complexidade de habitat promovido pelas macrófitas foi pesquisado nas comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e peixes. Insetos aquáticos também foram pesquisados em estudos sobre o controle *top-down* e *bottom up* intermediado por macrófitas. Por fim, a própria comunidade de macrófitas foi estudada como resposta em pesquisas experimentais sobre invasões biológicas e funções ecossistêmicas (Figura 5).

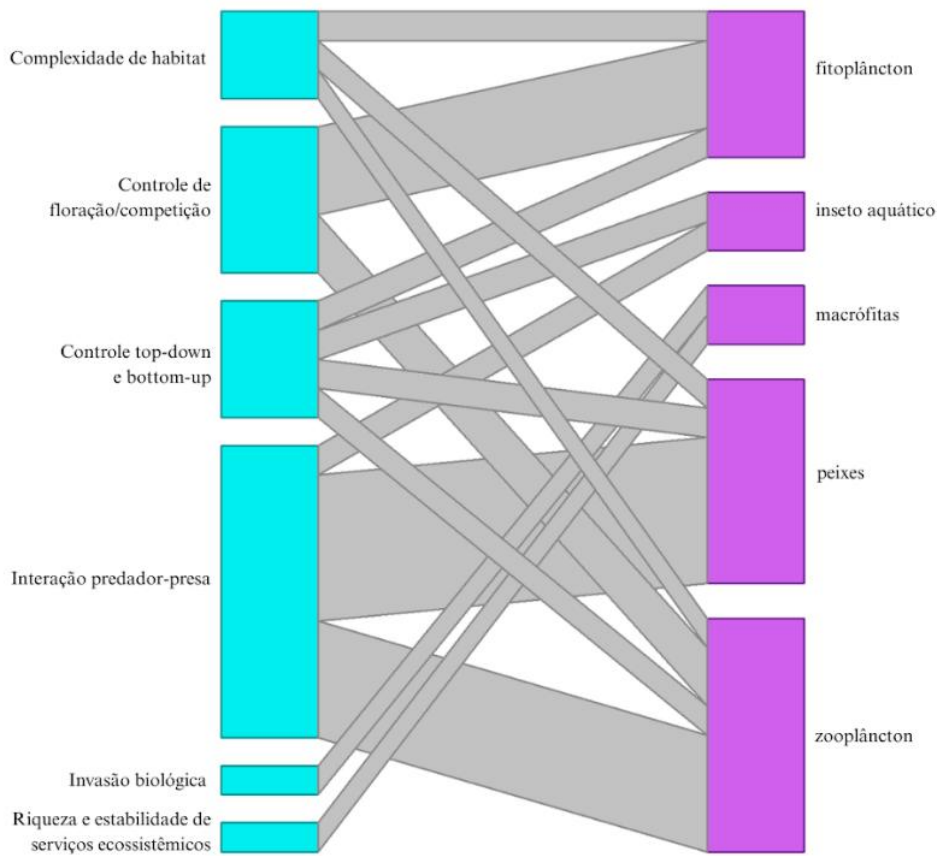


Figura 5: Rede de interação relacionando o tema de pesquisa e as comunidades com a frequência de ocorrências. Figura produzida com o pacote “bipartite” no programa R.

4. DISCUSSÃO

Neste estudo, nós realizamos uma revisão sistemática sobre trabalhos experimentais com plantas aquáticas realizados no Brasil. Nós descobrimos que o tema principal abordado foi o das interações predador-presa, visto que as macrófitas representam um papel importante na estruturação do habitat ocupado por comunidades de consumidores na cadeia alimentar. De

modo geral, encontramos poucos estudos experimentais com macrófitas no Brasil, dado que muitos dos estudos encontrados eram observacionais ou utilizaram macrófitas como resposta e não como tratamento. Esteves (1998, p.101) é sucinto ao afirmar: “Nenhuma comunidade límnic foi tão negligenciada no âmbito das pesquisas limnológicas, quanto à formada pelas macrófitas aquáticas”. Até pouco mais de meio século atrás, as macrófitas não eram consideradas tão importantes nos ecossistemas aquáticos como são atualmente. Isso é refletido na quantidade de artigos experimentais encontrados sobre esta comunidade nesta revisão, inclusive com falta de publicações mais antigas (anteriores a 2009). Em uma escala global, alguns estudos mostram uma tendência de aumento de artigos científicos no tema de macrófitas aquáticas após os anos 2000, que refletiu o crescimento da pesquisa no tema na década de 90, que mudaram a visão ecológica sobre as macrófitas demonstrando sua importante contribuição na teia alimentar e no ecossistema (Bakker et al., 2016).

O baixo número de estudos experimentais com macrófitas aquáticas pode refletir a dificuldade e complexidade de se realizar experimentos. Alguns fatores pelos quais se é difícil realizar esse tipo de pesquisa incluem as licenças dadas aos pesquisadores para obterem o material necessário e os equipamentos e utilizados ao longo das diferentes etapas, que muitas vezes envolvem valores monetários consideráveis (Graney, 1993). Além disso, a depender do caráter do tema pesquisado, se torna inviável realizar um experimento, por exemplo quando se envolve muitas comunidades ou escalas espaciais e temporais grandes (Sasaki et al., 2025). Estudos experimentais constituem uma importante etapa na pirâmide de evidências científicas, pois com eles se consegue determinar relações de causa e efeito (Tilman, 1989). Portanto, considerando nossos resultados, a força da evidência científica dos efeitos das macrófitas sobre outras comunidades em ecossistemas brasileiros pode ser considerada ainda relativamente baixa, por ser muito baseada em estudos observacionais e poucos experimentais.

A maioria dos estudos analisados aqui manipulou espécies de macrófitas submersas. Essas espécies se tornaram bem distribuídas nas bacias do Brasil pelo aumento na criação de reservatórios (Thomaz & Bini, 1998). Esses ambientes favorecem a ocorrência de macrófitas submersas pois apresentam oscilações fluviométricas menores, maior penetração de luz na água e neles há uma contínua fonte de propágulos dessas espécies (Thomaz et al., 2003). Duas das principais espécies usadas nos experimentos foram plantas submersas de maior abundância no local em que foram coletadas. Por exemplo, *Ceratophyllum demersum* é bastante encontrada em bacias do Ceará e Pernambuco, uma vez que a sua dispersão é mais rápida e

eficaz que outras espécies (Seabra, 2017). Já a espécie *Hydrilla verticillata* ocorre na bacia do Alto rio Paraná (Thomaz & Bini, 2003).

As flutuantes *Pontederia crassipes* e *Pontederia azurea* são encontradas em praticamente todos os habitats das planícies do Alto rio Paraná (Thomaz & Bini, 2003). Também encontramos o uso mais frequente de mesocosmos, que é a escala mais comum para estudos ecológicos experimentais. Isso provavelmente se dá porque nesta escala se tem maior controle dos fatores que afetam o experimento e pela preocupação de resultados mais realistas sem a necessidade de se fazer inferências usando grandes ambientes (Stewart et al., 2013). Encontramos somente um trabalho com macrocosmo (Teixeira-Melo et al., 2016), que investigou o papel que macrófitas flutuantes livres desempenham na estruturação da comunidade de peixes de um lago tropical. O experimento em si foi realizado no próprio lago, com módulos instalados uniformemente em duas regiões com diferentes níveis de turbidez, comprovando o papel estruturador das macrófitas sobre a comunidade de peixes.

O tema de pesquisa mais comum foi a interação predador-presa, avaliando o papel das plantas aquáticas na mediação da predação entre comunidades associadas (principalmente peixes e zooplâncton). Por exemplo, Padial et al. (2009) estudaram como macrófitas submersas protegeram os macroinvertebrados (insetos aquáticos) da predação de peixes através do seu papel da heterogeneidade de habitat. Estudos sobre controle de floração de algas também foram comuns, avaliando a competição interespecífica entre macrófitas e o fitoplâncton. Por exemplo Amorim & Moura (2020) estudaram a floração de cianobactérias e como a disposição de macrófitas no ambiente aquático impediu o crescimento esporádico desses organismos sem a necessidade de adição de zooplâncton.

Nosso levantamento indicou temas de pesquisa ainda pouco pesquisados com experimentos com macrófitas aquáticas, mas que possuem grande potencial para inferências importantes. As áreas de invasão de espécies e riqueza e estabilidade de serviços ecossistêmicos e outras interações bióticas (i.e., além de competição interespecífica e predação entre animais) apareceram pouco nos estudos avaliados. Apesar de existirem estudos observacionais sobre esses temas com espécies brasileiras (e.g. Mormul et al., 2006; Cunha et al., 2011; Pulzatto et al., 2019; Florêncio et al., 2021; Moi et al., 2020), são necessários mais estudos experimentais nessas áreas para entender as relações de causa e efeito mediadas pelas macrófitas. Alguns destes temas de pesquisa, como invasão biológica e herbivoria em macrófitas, são promissores para a aplicação de métodos experimentais. Por exemplo, Pulzatto e colaboradores (2018) realizaram uma revisão sistemática em escala global sobre herbivoria em macrófitas aquáticas

e encontraram que mais da metade dos estudos eram de caráter experimental. Outros temas, como mudanças climáticas, nem apareceram, provavelmente devido às limitações de tempo do estudo deste tema em pesquisas experimentais, especialmente em organismos macroscópicos (Stewart et al., 2013). Além disso, nossos resultados indicam que alguns grupos biológicos ainda são pouco estudados, de maneira experimental, no que diz respeito à sua interação com macrófitas aquáticas, como os insetos aquáticos, apesar da ocorrência de estudos observacionais (e.g., Taniguchi et al., 2003; Thomaz et al., 2008). Por fim, a análise da rede de interação indicou que certas combinações de grupos biológicos e temas de pesquisa foram incipientes. Por exemplo, não encontramos estudos experimentais sobre o efeito da complexidade de habitat promovida pelas macrófitas na comunidade de insetos aquáticos. No tema de invasões biológicas e de funções ecossistêmicas, somente as próprias macrófitas foram objeto de pesquisa, indicando uma lacuna para estudos que investiguem, de maneira experimental, como as interações entre macrófitas e outros grupos ocorrem no contexto de invasões e da estabilidade das funções ecossistêmicas.

5. CONCLUSÃO

Concluimos que são necessários mais estudos experimentais com macrófitas, principalmente nas áreas de pesquisa ecológica em que identificamos lacunas, como invasões biológicas, riqueza e estabilidade dos ecossistemas, e estudos experimentais com insetos aquáticos. O investimento em pesquisa científica no Brasil é necessário para incentivar esses projetos, seja de maneira pública ou privada. Além da disponibilidade de recursos ser crucial para realização de experimentos, o investimento em educação é indispensável à formação dos pesquisadores que utilizam esses recursos para realização de seus estudos e a sistematização do conhecimento científico (Sasaki et al., 2025).

6. REFERÊNCIAS

- Amorim, C. A., Jeppesen, E., & Moura, A. N. (2024). **How do additions of submerged macrophytes, large-bodied cladocerans and nutrients impact tropical plankton communities? A mesocosm experiment.** *Hydrobiologia*, 852(2), 489–501. <https://doi.org/10.1007/s10750-024-05646-8>
- Amorim, C. A., & Moura, A. N. (2020). **Effects of the manipulation of submerged macrophytes, large zooplankton, and nutrients on a cyanobacterial bloom: A mesocosm study in a tropical shallow reservoir.** *Environmental Pollution*, 265, 114997. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114997>
- Bakker, E. S., Wood, K. A., Pagès, J. F., Veen, G. F. (Ciska), Christianen, M. J. A., Santamaría, L., Nolet, B. A., & Hilt, S. (2016). **Herbivory on freshwater and marine macrophytes: A review and perspective.** *Aquatic Botany*, 135, 18–36. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2016.04.008>
- Barrow, J. L., Beisner, B. E., Giles, R., Giani, A., Domaizon, I., & Gregory-Eaves, I. (2019). **Macrophytes moderate the taxonomic and functional composition of phytoplankton assemblages during a nutrient loading experiment.** *Freshwater Biology*, 64(8), 1369–1381. <https://doi.org/10.1111/fwb.13311>
- Cardoso, S. J., Bozelli, R. L., Roland, F., Esteves, F. de A., Barros, M. P. F., Caramaschi, É. P., Leal, J. J. F., Resende, N. da S., Ribeiro, E. G., Scarano, F. R., & Huszar, V. L. de M. (2023). **From virus to igapó forest: a systematic review of 35 years monitoring of an Amazonian Lake impacted by bauxite tailings (Batata Lake).** *Acta Limnologica Brasiliensia*, 35(March). <https://doi.org/10.1590/s2179-975x5922>
- Chaurasia, S. (2022). **Role of Macrophytes: A Review.** *Advances in Zoology and Botany*, 10(4), 75–81. <https://doi.org/10.13189/azb.2022.100401>
- Chambers, P. A., Lacoul, P., Murphy, K. J., & Thomaz, S. M. (2008). **Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater.** *Hydrobiologia*, 595(1), 9–26. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9154-6>

- Cunha, E. R., Thomaz, S. M., Antoniazi Evangelista, H. B., Carniato, J., Souza, C. F., & Fugli, R. (2011). **Small-sized fish assemblages do not differ between a native and a recently established non-indigenous macrophyte in a neotropical ecosystem.** *Natureza e Conservação*, 9(1), 61–66. <https://doi.org/10.4322/natcon.2011.007>
- Dias, M. S. (2016). **Trends in studies of Brazilian stream fish assemblages.** *Nat. Conservação*, 14(2), 106-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncon.2016.06.003>
- Dormann, C. F., Frund, J., Bluthgen, N., & Gruber, B. (2009). **Indices, Graphs and Null Models: Analyzing Bipartite Ecological Networks.** *The Open Ecology Journal*, 2(1), 7–24. <https://doi.org/10.2174/1874213000902010007>
- Esteves, F. de A. (2011). **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826p. ISBN 978-85-7193-271-5
- Esteves, F. de A. (1998). **Fundamentos de Limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 602 p. ISBN 8571930082.
- Florêncio, F. M., Silveira, M. J., & Thomaz, S. M. (2021). **Niche differentiation between a native and an invasive species of submersed macrophyte in a subtropical reservoir.** *Acta Botanica Brasilica*, 35(1), 132–139. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020ABB0330>
- Gomes, L. F., Pereira, H. R., Gomes, A. C. A. M., Vieira, M. C., Martins, P. R., Roitman, I., & Vieira, L. C. G. (2019). **Zooplankton functional-approach studies in continental aquatic environments: a systematic review.** *Aquatic Ecology*, 53(2), 191–203. <https://doi.org/10.1007/s10452-019-09682-8>
- Graney, R.L. (1993). **Aquatic Mesocosm Studies in Ecological Risk Assessment.** 1. ed. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003070016>
- Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. (2011). **Princípios de estatística em ecologia.** Porto Alegre: Artmed. 528p.
- Lame, G. (2019). **Systematic literature reviews: An introduction.** *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED*, 2019-August, 1633–1642. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.169>

- Linnenluecke, M. K., Marrone, M., & Singh, A. K. (2020). **Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses.** *Australian Journal of Management*, 45(2), 175–194. <https://doi.org/10.1177/0312896219877678>
- McManus, C., Bão, S. N., Rolo, J. J., Pimentel, D., Pimentel, F., & Maranhão, A. Q. (2023). **Experimentação 1 - Guia para alunos. Princípios Básicos da Experimentação.** Universidade Federal de Brasília.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). **Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement.** *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Moi, D. A., Alves, D. C. D. C., Antiqueira, P. A. P., Thomaz, S. M., Teixeira de Mello, F., Bonecker, C. C., Rodrigues, L. C. L. C., García-Ríos, R., & Mormul, R. P. (2020). **Ecosystem Shift from Submerged to Floating Plants Simplifying the Food Web in a Tropical Shallow Lake.** *Ecosystems*, 24, 628-639. <https://doi.org/10.1007/s10021-020-00539-y>
- Mormul, R. P., Vieira, L. A., Pressinatte, S., Monkolski, A., & Dos Santos, A. M. (2006). **Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*).** *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 28(2), 109–115.
- Padial, A. A., Thomaz, S. M., & Agostinho, A. A. (2009). **Effects of structural heterogeneity rovided by the floating macrophyte *Eichhornia azurea* on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish *Moenkhausia sanctaefilomenae*.** *Hydrobiologia*, 624(1), 161–170. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9690-8>
- Pedralli, G. (2003). **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade de água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios.** In: Thomaz, S. M., & Bini, L. M. (2003). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM. 341 p. 171-188.
- Pompêo, Marcelo. (2017) **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros.** São Paulo: Instituto de Biociências da USP. 138 p.

- Pullin, A. S., & Stewart, G. B. (2006). **Guidelines for systematic review in conservation and environmental management.** *Conservation Biology*, 20(6), 1647–1656. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00485.x>
- Pulzatto, M. M., Lolis, L. A., Louback-Franco, N., & Mormul, R. P. (2018). **Herbivory on freshwater macrophytes from the perspective of biological invasions: a systematic review.** *Aquatic Ecology*, 52(4), 297–309. <https://doi.org/10.1007/s10452-018-9664-5>
- Pulzatto, M. M., Cunha, E. R., Dainez-Filho, M. S., & Thomaz, S. M. (2019). **Association between the success of an invasive macrophyte, environmental variables and abundance of a competing native macrophyte.** *Frontiers in Plant Science*, 10(April), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00514>
- Sasaki, M., Isanta-Navarro, J., & Govaert, L. (2025). **Experimental ecology and the balance between realism and feasibility in aquatic ecosystems.** *Nature Communications*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-025-60470-5>
- Seabra, G. (2017). **Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade.** Ituiutaba: Barlavento, 1.703p (42-49). ISBN: 978-85-68066-55-3
- Stewart, R. I. A.; Dossena, M.; Bohan, D. A.; Jeppesen, E.; Kordas, R. L.; Ledger, M. E.; Meerhoff, M.; Moss, B.; Mulder, C.; Shurin, J. B.; Suttle, B.; Thompson, R.; Trimmer, M.; & Woodward, G. (2013). **Mesocosm Experiments as a Tool for Ecological Climate-Change Research.** *Advances in Ecological Research*, 48, 71–181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417199-2.00002-1>
- Taniguchi, H., Nakano, S., & Tokeshi, M. (2003). **Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants.** *Freshwater Biology*, 48(4), 718–728. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01047.x>
- Teixeira-de Mello, F., de Oliveira, V. A., Loverde-Oliveira, S. M., Huszar, V. L. M., Barquín, J., Iglesias, C., Silva, T. S. F., Duque-Estrada, C. H., Silió-Calzada, A., & Mazzeo, N. (2016). **The structuring role of free-floating plants on the fish community in a tropical shallow lake: an experimental approach with natural and artificial plants.** *Hydrobiologia*, 778(1), 167–178. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2447-2>

- Tilman, D. (1989). **Ecological Experimentation: Strengths and Conceptual Problems**. In G. E. Likens (Ed.), *Long-Term Studies in Ecology*. Springer-Verlag.
- Thomaz, S. M. (2023). **Ecosystem services provided by freshwater macrophytes**. *Hydrobiologia*, 850(12–13), 2757–2777. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04739-y>
- Thomaz, S. M., & Bini, L. M. (2003). **Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil**. In: Thomaz, S. M., & Bini, L. M. (2003). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM. 341 p. 19-38.
- Thomaz, S. M. & Bini, L.M. (1998). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(1), 103-116.
- Thomaz, S. M., Dibble, E. D., Evangelista, L. R., Higuti, J., & Bini, L. M. (2008). **Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons**. *Freshwater Biology*, 53(2), 358–367. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01898.x>
- Trindade, R. R. T., Pereira, S. A., Albertoni, E. F., & Palma-Silva, C. (2010). **Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros – FURG, Rio Grande, RS**. *Cadernos de Ecologia Aquática*, 5(2): 1-22.
- Xavier, J. O., Campos, M. C. S., Ribeiro, S. T. M., & Mota, H. R. (2021). **Macrófitas Aquáticas. Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos**. 1. ed. Belo Horizonte: Cemig. 96p. ISBN 978-85-87929-85-3

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

Material Suplementar S1 - Tabela de dados coletados dos artigos selecionados pela revisão sistemática.

Artigo	Autores	Título	Revista	Ano	Espécies de macrófita	Tipo de macrófita	N. unidades experimentais	N. fatores	Tratamentos	Comunidade resposta	Escala	Local	Tema de pesquisa	Palavras-chave
01	Amorim, Cihelio Alves; Moura-Falcão, Rafael Henrique de; Valença, Celina Rebeca; Souza, Vitor Ricardo de; Moura, Ariadne do Nascimento.	Allelopathic effects of the aquatic macrophyte <i>Ceratophyllum demersum</i> L. on phytoplankton species: contrasting effects between cyanobacteria and chlorophytes	Acta Limnologica Brasiliensia	2019	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Submersa	24	1	Com e sem macrófitas no meio ASM1	Fitoplâncton (cianobactérias, clorofíceas)	Microosmo	Rio de Janeiro	Controle de floração/competição	Allelopathy; biomanipulation; coexistence experiments; control of cyanobacteria; submerged macrophytes
02	Amorim, C. A.; Moura, A. N.	Effects of the manipulation of submerged macrophytes, large zooplankton, and nutrients on a cyanobacterial bloom: A mesocosm study in a tropical shallow reservoir	ENVIRONMENTAL POLLUTION	2020	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Submersa	32	3	Macrófitas; Zooplâncton; Macrófitas + zooplâncton; Nutrientes; Macrófitas + nutrientes; Zooplâncton + nutrientes; e macrófitas + zooplâncton + nutrientes.	Zooplâncton e fitoplâncton (cianobactérias)	Mesocosmo	Pernambuco	Controle de floração/competição	Allelopathy; Biomanipulation; Blooms of Microcystis; Control of cyanobacteria; Shallow lakes
03	Amorim, C. A.; Jeppesen, E.; Moura, A. N.	How do additions of submerged macrophytes, large-bodied cladocerans and nutrients impact tropical plankton communities? A	HYDROBIOLOGIA	2024	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Submersa	32	3	Macrófitas; Zooplâncton; Macrófitas + zooplâncton; Nutrientes; Macrófitas + nutrientes; Zooplâncton	Fitoplâncton (cianobactérias) e zooplâncton	Mesocosmo	Pernambuco	Controle de floração/competição	Biomanipulation; Cyanobacterial blooms; Eutrophication; Non-native species;

		mesocosm experiment								+ nutrientes; e macrófitas + zooplâncton + nutrientes.				Restoration; Shallow lakes
--	--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------

Artigo	Autores	Título	Revista	Ano	Espécies de macrófita	Tipo de macrófita	N. unidades experimentais	N. fatores	Tratamentos	Comunidade resposta	Escala	Local	Tema de pesquisa	Palavras-chave
04	Diniz, A. S.; Moura, A. D.	Top-down and bottom-up effects of fish on a macrophyte-mediated trophic network: a mesocosm approach	AQUATIC ECOLOGY	2022	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.; <i>Eichhornia crassipes</i> Mart. (Solms)	Submersa; flutuante	12	2	Peixes e macrófitas (Controle - apenas com fitoplâncton, zooplâncton e Chaoborus), com peixes mesopredadores planctívoros e o efeito combinado de peixes + macrófitas flutuantes e peixes + macrófitas submersas	Fitoplâncton, zooplâncton, inseto e peixes	Mesocosmo	Pernambuco	Controle top-down e bottom-up	<i>Chaoborus</i> ; Grazing; Phytoplankton; Refuge; Small cladocerans; Trophic cascade
05	dos Santos, N. G.; Stephan, L. R.; Otero, A.; Iglesias, C.; Castilho-Noll, M. S. M.	How free-floating macrophytes influence interactions between planktivorous fish and zooplankton in tropical environments? An in-lake mesocosm approach	HYDROBIOLOGIA	2020	<i>Eichhornia crassipes</i>	Flutuante	8	1	Sem macrófitas flutuantes livres (Sem FFM) e Com macrófitas flutuantes livres (Com FFM)	Zooplâncton e peixes	Mesocosmo	São Paulo	Interação predador-presa	Refuge; Trophic interactions; Predation; <i>Daphnia laevis</i> ; <i>Eichhornia crassipes</i>
06	Figueiredo, B. R. S.; Mormul, R. P.; Benedito, E.	Non-additive effects of macrophyte cover and turbidity on predator-prey interactions involving an	HYDROBIOLOGIA	2013	<i>Eichhornia azurea</i> ; <i>E. crassipes</i> ; <i>E. najas</i>	Flutuante; submersa	48	2	Com macrófita e sem macrófita; alta e baixa turbidez	Zooplâncton e peixes	Mesocosmo	Paraná	Interação predador-presa	Habitat complexity; Visual predation; Prey consumption;

		invertivorous fish and different prey types												Alternative states
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------

Artigo	Autores	Título	Revista	Ano	Espécies de macrófita	Tipo de macrófita	N. unidades experimentais	N. fatores	Tratamentos	Comunidade resposta	Escala	Local	Tema de pesquisa	Palavras-chave
07	Fulan, João Ânderson; Anjos, Marcelo Rodrigues	Predation by Erythemis nymphs (Odonata) on Chironomidae (Diptera) and Elmidae (Coleoptera) in different conditions of habitat complexity	Acta Limnologica Brasiliensia	2015	<i>P. stratiotes</i> ; <i>S. auriculata</i>	Flutuante	12	2	Com macrófita <i>P. stratiotes</i> ; <i>S. auriculata</i> e sem macrófitas	Inseto (libélula)	Microosmo	Amazons	Interação predador-presa	Dragonflies; lake; macrophyte
08	Granzotti, R. V.; Muniz, C. M.; Gomes, L. C.	Habitat complexity does not influence prey consumption in an experimental three-level trophic chain	IHERINGIA SERIE ZOOLOGIA	2018	<i>Egeria sp. e Hydrilla verticillata</i>	Submersa	24	2	Habitat (três níveis (baixo, intermediário e alto) e presença e ausência de <i>Hoplerythrimus unitaeniatus</i>	Peixes e zooplâncton	mesosmo	Paraná	Interação predador-presa	Macrophytes; predator-prey interactions; piscivory; foraging behavior
09	Kovalenko, K. E.; Dibble, E. D.; Agostinho, A. A.; Cantanhede, G.; Fugi, R.	Direct and indirect effects of an introduced piscivore, <i>Cichla kelberi</i> and their modification by aquatic plants	HYDROBIOLOGIA	2010	<i>Eichhornia azurea</i> ; <i>Hydrilla sp</i>	Flutuante, submersa	20	2	Macrófita e peixes	Peixes	Mesosmo	Paraná	Interação predador-presa	Non-native species; Predator-prey interactions; Intimidation effects; Feeding activity; Refuge; Macrophyte
10	Louback-Franco	A native species does not prevent the colonization success of an introduced submerged macrophyte, even at low propagule pressure.	HYDROBIOLOGIA	2020	<i>Hydrilla verticillata</i> ; <i>H. tenellum</i> .	Submersa	60	2	Três densidades de propágulos na ausência (controle) e na presença de <i>H. tenellum</i> .	Macrófitas	Microosmo	Paraná	Invasão biológica	Invasive species; Invasion biology; Non-native species; Exotic species; Alien species; Establishment;

														Aquatic plants.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------

Artigo	Autores	Título	Revista	Ano	Espécies de macrófita	Tipo de macrófita	N. unidades experimentais	N. fatores	Tratamentos	Comunidade resposta	Escala	Local	Tema de pesquisa	Palavras-chave
11	Moi, D. A.; Evangelista, H. B. A.; Mormul, R. P.; Evangelista, L. R.; Thomaz, S. M.	Ecosystem multifunctionality and stability are enhanced by macrophyte richness in mesocosms	AQUATIC SCIENCES	2021	<i>Commelina diffusa</i> , <i>Eleocharis interstincta</i> , <i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Leersia hexandra</i> ; <i>Hymenachne pernambucensis</i>	Emergente	51	1	Riqueza alta, média e baixa	Macrófitas	Mesocosmo	Paraná	Riqueza e estabilidade de de serviços ecossistêmicos	Aquatic ecosystem; Biodiversity; Complementarity effect; Ecosystem functioning; Selection effect
12	Padial, A. A.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.	Effects of structural heterogeneity provided by the floating macrophyte <i>Eichhornia azurea</i> on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish <i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	HYDROBIOLOGIA	2009	<i>Eichhornia azurea</i>	Flutuante	30	1	2 com raízes de macrófita e sem raízes (HH alta heterogeneidade de estrutural; LH baixa heterogeneidade de estrutural; NH heterogeneidade de estrutural nula)	Zooplâncton e peixes	Microcosmo	Paraná	Interação predador-presa	Structural heterogeneity; <i>Eichhornia azurea</i> ; <i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> ; Macroinvertebrates; Trophic interactions
13	Teixeira-de Mello, F; de Oliveira, VA; Loverde-Oliveira, SM; Huszar, VLM; Barquín, J; Iglesias, C; Silva, TSF; Duque-Estrada, CH; Silió-Calzada, A; Mazzeo, N	The structuring role of free-floating plants on the fish community in a tropical shallow lake: an experimental approach with natural and artificial plants	HYDROBIOLOGIA	2016	<i>Eichhornia crassipes</i>	Flutuante	17	2	Plantas flutuantes naturais, altos e baixos níveis de turbidez da água	Zooplâncton, peixes e fitoplâncton	Macrocosmo	Mato grosso	Complexidade de habitat	Trophic interactions; Predation refuge; Food resources; Tropical floodplain; Pantanal; Brazil