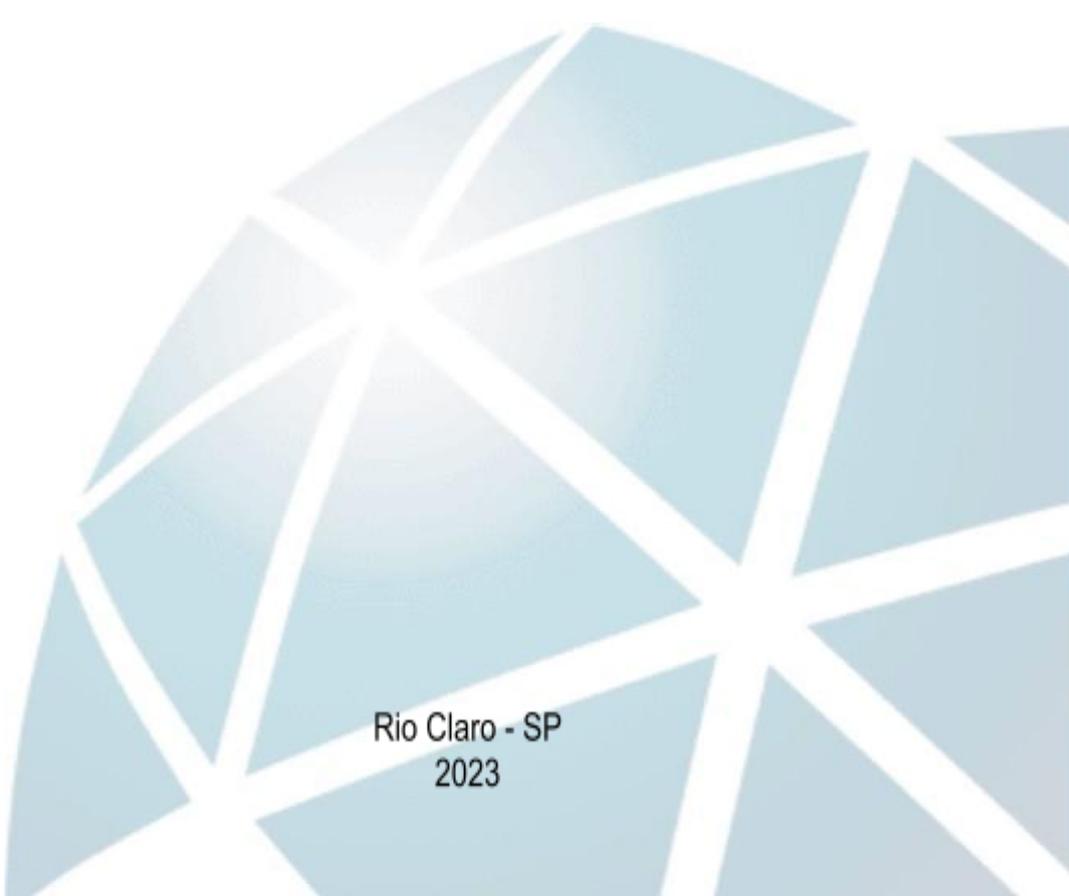

Ciências Biológicas

Émerson Luís Spigolon Matias

**Revisão bibliográfica sobre aspectos ecológicos
de *Egeria densa* em região tropical (Brasil)**



Rio Claro - SP
2023

Émerson Luís Spigolon Matias

**Revisão bibliográfica sobre aspectos ecológicos de *Egeria densa*
em região tropical (Brasil)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Rio Claro - SP
2023

M433r	<p>Matias, Émerson Luís Spigolon</p> <p>Revisão bibliográfica sobre aspectos ecológicos de Egeria densa em região tropical (Brasil) / Émerson Luís Spigolon Matias. -- Rio Claro, 2023</p> <p>26 p. : tabs.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro</p> <p>Orientador: Antonio Fernando Monteiro Camargo</p> <p>1. Botânica. 2. Macrófita aquática. 3. Egeria densa. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Émerson Luís Spigolon Matias

**Revisão bibliográfica sobre aspectos ecológicos de *Egeria densa*
em região tropical (Brasil)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo (orientador)

Prof. Dr. Jorge Laço Portinho

Profa. Dra. Neidiquele Maria Silveira

Aprovado em: 06 de Junho de 2023

Assinatura do discente



Assinatura do(a) orientador(a)

Dedico este trabalho ao meu pai, Pedro Divino Matias (in
memoriam), que me ensinou a não desistir diante das
adversidades da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por renovar minhas forças quando pensei em desistir, ao meus pais pelo amor, carinho ao longo de todo o curso enquanto tive eles por perto, ao meu orientador, Professor Doutor Antonio Fernando Monteiro Camargo por me dar chances atrás de chances, por não me deixar na mão quando nem mesmo eu acreditava que conseguiria e aos meus amigos mais próximos que cada um do seu jeito, cada um em seu momento me incentivaram e apoiaram quando precisei. Agradeço também ao corpo docente do curso de Ciências Biológicas do Campus de Rio Claro da UNESP pelos ensinamentos e conteúdos e aos colegas de turma, pela experiência da convivência universitária.

RESUMO

As macrófitas aquáticas constituem um grupo de organismos aquáticos fotossintéticos visíveis a olho nú. Estão ligadas a importantes serviços ecológicos como a ciclagem de nutrientes, retenção de poluentes e a conservação da biodiversidade. Apresentam elevado incremento de biomassa. Podem influenciar a ciclagem de nutrientes indiretamente com espécies que apresentam algas azuis em suas células por simbiose e diretamente com espécies submersas enraizadas que excretam nutrientes que podem ser utilizados por outros grupos de organismos no mesmo ambiente. Algumas espécies submersas formam bancos de indivíduos cujo interior reduz o movimento da água proporcionando condições de temperatura e oxigênio ideal para peixes durante o período de hipoxia. As macrófitas submersas enraizadas são uma forma de vida que possui duas espécies com origem no sudeste do Brasil (*Egeria densa* e *Egeria najas*). Diante da diversidade de espécies e adaptações é importante obter maior quantidade de dados para melhor compreender e assim conservá-las e preservá-las. Esse trabalho tem o objetivo de revisar a literatura de *E. densa*. Neste trabalho foi feito um levantamento bibliográfico por meio de uma busca sistemática entre o período 2013 e 2023. Os resultados indicaram que a maioria das publicações são do ano de 2021, sendo experimentos de laboratório, com foco em bioessorção de íons metálicos, publicados em revistas e jornais digitais. Artigos sobre produção de bioenergia, produção de adubo orgânico, produção de cianobactérias e diversidade genética são escassos e necessitam de mais investimentos.

Palavras-chave: *Egeria densa*; Brasil; Brazil; Macrófita aquática.

ABSTRACT

Aquatic macrophytes are a group of photosynthetic aquatic organisms visible to the naked eye. They are linked to important ecological services such as nutrient cycling, pollutant retention and biodiversity conservation. They present a high increase in biomass. They can influence nutrient cycling indirectly with species that have blue algae in their cells by symbiosis and directly with rooted submerged species that secrete nutrients that can be used by other groups of organisms in the same environment. Some submerged species form banks of individuals whose interior reduces water movement, providing ideal temperature and oxygen conditions for fish during the period of hypoxia. The submerged rooted macrophytes are a form of life that has two species originating in southeastern Brazil (*Egeria densa* e *Egeria najas*). Faced with the diversity of species and adaptations, it is important to obtain more data to better understand and thus conserve and preserve them. This work aims to review the literature of *E. densa*. In this work, a bibliographical survey was carried out through a systematic search between the period 2013 and 2023. The results indicated that most publications are from the year 2021, being laboratory experiments, focusing on biosorption of metal ions, published in journals and digital newspapers. Articles on bioenergy production, organic fertilizer production, cyanobacteria production and genetic diversity are scarce and need more investment.

Keywords: *Egeria densa*; Brasil; Brazil; Aquatic macrophyte

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Número de publicações sobre *Egeria densa* entre 2013 e 2022..... 15
- Figura 2 – Porcentagem de trabalhos sobre *E. densa* em relação ao tipo..... 15
- Figura 3 – Quantidade em relação ao foco do estudo dos trabalhos sobre *E. densa*..... 16
- Figura 4 – Relação da quantidade de artigo por meio de publicação..... 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação da quantidade de artigos publicados no período de 2013 a março de 2023 por autor.. 19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivos.....	13
2	METODOLOGIA.....	13
2.1	Levantamento bibliográfico.....	14
2.2	Elaboração do banco de dados.....	14
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

Macrófitas aquáticas são vegetais macroscópicos herbáceos que vivem na água, em solos cobertos por água ou saturados por água (Weaner e Clements, 1938, apud ESTEVES, 2011). No entanto, esta definição não é consensual e a dificuldade de definição se deve a ampla diversidade de grupos taxonômicos que compõem as macrófitas aquáticas que incluem desde macroalgas até angiospermas. Estes vegetais estão ligados a serviços ecológicos, tais como, participando da ciclagem de nutrientes, na retenção de poluentes e na conservação de biodiversidade. As macrófitas aquáticas são classificadas em tipos ecológicos ou formas de vida, ou seja, macrófitas aquáticas emersas, macrófitas aquáticas com folhas flutuantes, macrófitas aquáticas submersas enraizadas, macrófitas aquáticas submersas livres, macrófitas aquáticas flutuantes livres. As regiões litorâneas colonizadas por macrófitas emersas têm sido consideradas os habitats com a maior produtividade primária do planeta (WETZEL, 2001, apud ESTEVES, 2011). Por exemplo, elevadas taxas de incremento em biomassa têm sido registradas para gramíneas emersas e espécies flutuantes livres. Um estudo realizado com a gramínea C4 *Echinochloa polystachya* na Região Amazônica resultou em produção de 9 kg peso seco por m²/ano, da mesma ordem de magnitude da produção de campos de milho altamente fertilizados do Canadá e Estados Unidos (PIEPADE & JUNK 1991; MORISON et alii, 2000, apud ESTEVES, 2011). As pteridófitas contribuem com espécies flutuantes livres dos gêneros *Azolla*, que em simbiose com algas azuis no interior das células fixam nitrogênio e *Salvinia herzogii* que pela capacidade de se expandir rapidamente ocupam ecossistemas aquáticos eutrofizados. Quando a concentração de nutrientes é favorável, espécies flutuantes livres têm crescimento relevante. Thomaz et al (2006 apud ESTEVES, 2011) registraram uma explosão populacional de *Salvinia herzogii* e *Eichhornia crassipes* que cobriram cerca de 18 ha produzindo aproximadamente 59 toneladas de massa seca em 10 semanas. Plantas submersas podem reduzir a incidência de luz no ecossistema aquático abaixo de suas folhas, afetando a comunidade do fitoplâncton, assim como a fotossíntese dessas plantas podem alterar o pH da água, deixando-o mais elevado o que afetaria a concentração das formas de nitrogênio inorgânicas, favorecendo sua transformação em amônia que por sua vez pode ser levada à atmosfera. Outro aspecto é a redução do movimento da água no interior

dos bancos de macrófitas submersas que proporcionam condições adequadas de temperatura e oxigenação que são procuradas por peixes durante o período de hipóxia.

Macrófitas aquáticas absorvem nutrientes da água e do sedimento e quando excretados por elas são utilizados por outros produtores primários. Assim, a ciclagem de nutrientes, em especial do nitrogênio e do fósforo que são os mais limitantes, difere consideravelmente entre regiões litorâneas e regiões pelágicas, e entre lagos rasos ricos em vegetação e lagos profundos, desprovidos ou pobremente colonizados por macrófitas aquáticas (Esteves, 2011). As macrófitas aquáticas submersas absorvem a maior parte dos nutrientes do sedimento e excretam na coluna d'água os produtos de seus processos metabólicos. Isso foi demonstrado com um experimento realizado com P radioativo, onde as macrófitas submersas absorviam até 73% do P no sedimento (CARIGNAN & KALFF, 1980, apud ESTEVES, 2011). Por outro lado, a água pode assumir o papel principal na absorção dos nutrientes, especialmente em córregos, por exemplo, onde a velocidade da água aumenta a oferta de nutrientes para as folhas (MADSEN & CEDERGREEN, 2002, apud ESTEVES, 2011).

Após a morte, as macrófitas aquáticas continuam influenciando a ciclagem de nutrientes. A maior parte do fósforo, cálcio e outros íons são liberados durante a primeira semana de decomposição dos detritos. Devido ao grande estoque de nutrientes contidos na biomassa de macrófitas aquáticas, sua liberação através da decomposição afeta profundamente a coluna d'água. Por exemplo, em um lago de planície de inundação do rio Mogi (Brasil), 71% do nitrogênio encontrava-se retido na biomassa de *Eichhornia azurea* e *Scirpus cubensis*, enquanto apenas 29% encontravam-se na coluna d'água (NOGUEIRA & ESTEVES, 1994, apud ESTEVES, 2011).

Outra forma com que as macrófitas aquáticas afetam a ciclagem de nutrientes é por via indireta com associação de bactérias fixadoras de nitrogênio. Essa relação semissimbiótica, na qual bactérias heterotróficas são favorecidas pelos compostos orgânicos liberados pelas macrófitas aquáticas e retribuem com nutrientes para essas plantas, ocorre em várias espécies de regiões temperadas e tropicais (p. ex. *Utricularia sp*, *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides indica*, etc.). A fixação de nitrogênio é maior nas proximidades da rizosfera (SANTOS et alii, 1986, apud ESTEVES, 2011) e assim, as concentrações deste elemento no sedimento se

elevam por esse processo, sendo que o mesmo pode ainda ser liberado para a coluna d'água (Esteves, 2011).

Como fonte de energia para herbívoros e detritívoros, aparentemente as macrófitas aquáticas têm importante papel. Uma investigação realizada em um lago da planície de inundação da amazônica indicou que as macrófitas aquáticas C4 podem contribuir com até 59% do carbono para duas espécies de peixes (OLIVEIRA et alii, 2006, apud ESTEVES, 2011). Um outro estudo realizado no rio Grande (México) demonstrou que larvas de peixes usam carbono predominantemente de algas no início do verão, mas passavam a usar derivados de macrófitas emersas quando a descarga desse rio decrescia em meados dessa estação (PEASE et al, 2006, apud ESTEVES, 2011).

As macrófitas aquáticas também são utilizadas para tratar efluentes da aquicultura. Em um experimento, *E. crassipes* removeu 82% do fósforo e 46% do nitrogênio orgânico total, enquanto *P. stratiotes* removeu 83% do fósforo e 44% do nitrogênio orgânico total de um viveiro de criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2006, apud ESTEVES, 2011).

Macrófitas aquáticas submersas enraizadas, como o próprio nome indica, tem toda a parte vegetativa submersa e um sistema radicular fixo ao substrato e apenas a parte reprodutiva permanece emersa. Dentre as submersas estão as espécies *Cabomba furcata* e *Egeria densa* (Esteves, 2011), cuja origem é a região Sudeste do Brasil. Ainda segundo o autor, essas espécies ao longo do processo evolutivo sofreram adaptações morfológicas devido a dificuldade de obter oxigênio, a redução de luz e a disponibilidade de CO₂ em relação ao ambiente terrestre. No caso da *C. furcata* ela possui folhas com lâminas multipartidas, reniforme, com segmentos lineares fendidos dicotomicamente para aumentar a superfície em relação ao volume melhorando a aquisição de CO₂ dissolvido na água, enquanto que *E. densa*, por sua vez, possui metabolismo C4 como opção adicional para carboxilação

Há uma ampla distribuição geográfica entre as macrófitas aquáticas, principalmente devido a ação de animais como pássaros, ações antrópicas, assim como a tolerância ecológica das espécies, a plasticidade, o rápido crescimento clonal e abundância de propágulos vegetativos (SANTAMARIA, 2002, apud ESTEVES, 2011). Com isso, o número de espécies de macrófitas na região Neotropical é subestimado (THOMAZ et alii, 2008, apud ESTEVES, 2011). Estudos mais voltados a regiões como a América Latina, Brasil e suas regiões podem

preencher essa lacuna e revisões sobre o tema podem beneficiar outras pesquisas que utilizarão esses dados.

Dessa maneira, reunir trabalhos sobre os tipos ecológicos de macrófitas aquáticas, como as submersas enraizadas tal como *Egeria densa* cuja origem é o Sudeste brasileiro, é importante para obter a maior quantidade de dados para melhor compreendê-las e assim conservá-las e preservá-las. Sendo assim, esse trabalho tem o objetivo de revisar a literatura sobre esta espécie.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal reunir informações sobre estudos com *Egeria densa*, através da revisão da literatura para:

- Elaborar um banco de dados com toda informação obtida
- Identificar os temas e os locais de pesquisa que necessitam de mais estudos (“gaps of knowledge”).

O banco de dados será útil para reunir os trabalhos da literatura, facilitando o acesso à informação que pode conter detalhes importantes para futuras pesquisas.

2 METODOLOGIA

2.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de uma busca sistemática, no portal Google Acadêmico sobre *Egeria densa* no Brasil. A busca foi feita utilizando as palavras chave: “*Egeria densa*”, “Brasil” e “Brazil”. Além das palavras chave também foram utilizados dois operadores lógicos booleanos “AND” e “OR”, ambos em maiúscula, que definem relações entre as palavras chaves na pesquisa, facilitando a identificação de assuntos específicos. Restringimos o período do levantamento entre 2013 e 2023.

2.2 Elaboração do banco de dados

Os dados obtidos no levantamento bibliográfico foram reunidos em planilhas. A organização dos dados foi feita inicialmente com informações sobre as publicações, ou seja, dados de título, assunto, autor e ano.

Posteriormente, a organização dos trabalhos foi feita a partir das informações sobre tipo de estudo, ou seja, se foram estudos em campo ou experimento em laboratório, foco do estudo (fotossíntese, crescimento, distribuição, ciclagem de nutrientes, etc.) e o meio de divulgação dos resultados (artigo científico ou outro).

3 Resultados e discussão

No período do levantamento encontramos um total de 77 publicações. Os anos com o menores números de publicações foram, 2014 com apenas três publicações, seguido de 2013 quatro e 2016 e 2020 ambos com seis. Os anos com maiores números de publicações foram 2021 com doze, seguido de 2017 com onze e 2022 com dez. Completando o total de publicações obtivemos em 2015 e 2018 nove, 2019 sete e 2023 até o mês de março em que não houveram publicações. (Figura 1).

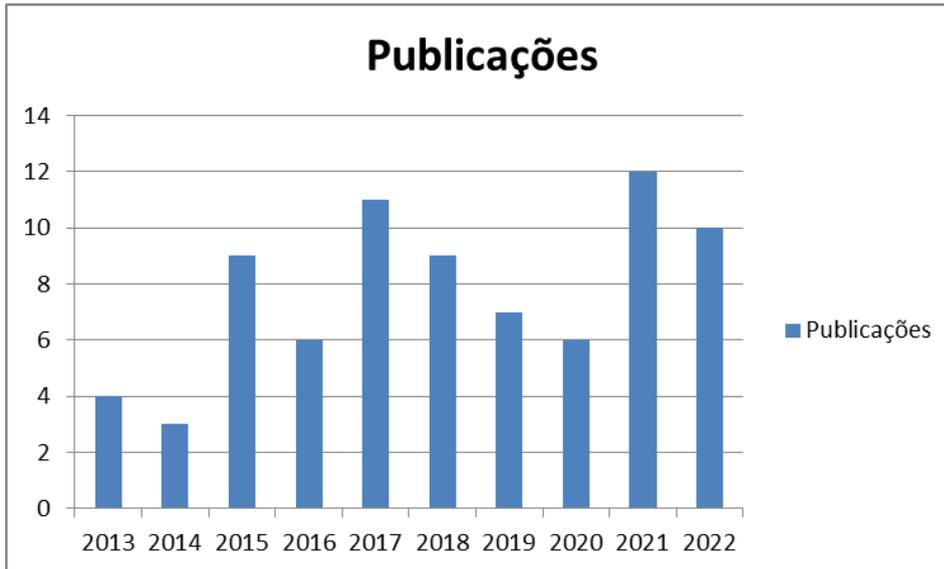


Figura 1. Número de publicações sobre *Egeria densa* entre 2013 e 2022.

Em relação ao tipo de estudo, foi possível classificá-los em 3 formas: 1. Experimento em laboratório, quando a maior parte dos dados obtidos foram em laboratório, 2. Estudo de campo, quando a maior parte dos dados foram obtidos em campo e 3. Revisão bibliográfica, quando os dados foram obtidos a partir de bibliografia pré-existente. Com isso, observou-se que do total de 77 publicações 40 (52%) foram experimentos em laboratório, 36 (47%) foram estudos de campo e 1 (1%) foi uma revisão bibliográfica.

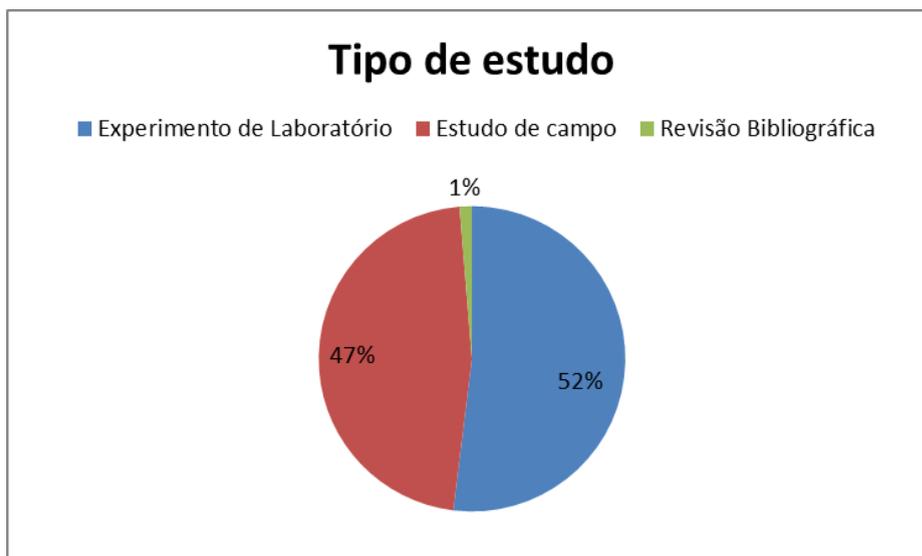


Figura 2. Porcentagem de trabalhos sobre *E. densa* em relação ao tipo.

Em relação ao foco do estudo, foi possível classificar em dezoito focos, sendo o foco mais publicado (12 publicações) o de bioissorção de íons metálicos. Uma característica de *E. densa*, explorada nessas pesquisas por PIETROBELLI et al. (2013) se relaciona às pesquisas sobre bioindicadores onde a macrófita é muitas vezes utilizada para indicar a qualidade da água (HEGEL & MELO, 2016). Outro foco foi o de crescimento e distribuição, (8 publicações) como, por exemplo, PITELLI et al. (2014) que estudou a distribuição da comunidade de macrófitas em um reservatório e por MOURA-JUNIOR et al. (2016) que observou a influência do nível da água no crescimento da comunidade de macrófitas aquáticas também em um reservatório.

Conjuntamente aos focos do estudo citados, “adubo orgânico” surgiu em sete publicações como no recente trabalho de AZEVEDO et al (2022), que explora a produção de adubo orgânico, através de vermicompostagem e compostagem de macrófitas aquáticas para uso agrícola. Relacionado à compostagem, obtivemos cinco publicações sobre decomposição, como o trabalho de CASTRO, SANTINHO & BIANCHINI JUNIOR (2013), sobre a decomposição anaeróbica das macrófitas. Em alusão à aplicação agrícola, foram obtidas quatro publicações sobre a produção de bioenergia através da utilização da biomassa de *E. densa*, uma delas foi a publicação de DUTRA et al (2019) e quatro publicações sobre testes de herbicida em macrófitas aquáticas, por exemplo, ESTEVES et al (2020). Obtivemos quatro publicações sobre herbivoria entre elas CRUZ et al (2015) falando da preferência do gastrópode *Pomacea canaliculata* em relação a outras plantas e duas publicações sobre biocontrole, tal como, SILVA et al, (2014) que aborda a utilização de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) para o controle biológico de plantas aquáticas submersas. Outras sete publicações sobre levantamento florístico foram obtidas, tal como em SABINO et al (2015), duas publicações sobre morfologia tal como BARTOLI et al (2015), uma sobre produção de cianobactérias por MONTEIRO et al (2021), uma sobre serviços ecossistêmicos por GUNKEL et al, (2015), uma sobre diversidade genética PETRUZZELLA et al (2020), uma sobre taxonomia, BAYDUM et al (2017) e uma sobre a influência na determinação da estrutura de rotíferas por AZEVEDO et al (2015).

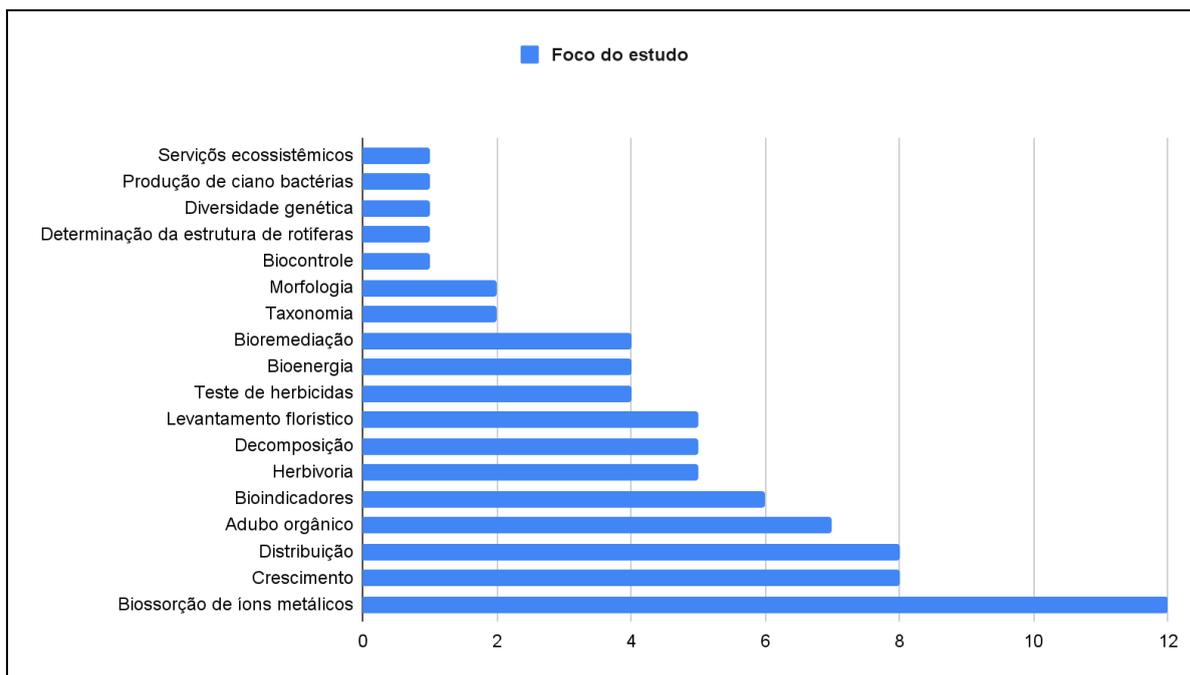


Figura 3 Quantidade em relação ao foco do estudo dos trabalhos sobre *E. densa*.

Referindo-se ao meio de publicação, das setenta e sete publicações, duas delas foram obtidas em boletins e outras três em livros, ambas disponíveis na internet com acesso irrestrito. As demais, (72 publicações) foram obtidas em revistas e jornais eletrônicos. Tendo a revista “Planta daninha” o maior número de publicações, quatro, seguida por “Revista Brasileira de Biologia” e “Aquatic Ecology”, ambas com três publicações, “Revista Brasileira de Ciências Ambientais”, “Journal of Limnology”, “Revista Brasileira de Botânica”, “Environmental Science and Pollution Research” “Rodriguésia”, “Limnetica”, “Acta Botanica Brasilica”, “Scientia Agraria Paranaensis”, “Environments”, “Revista Georaguaiá”, “Semioses”, “Research, Society and Development”, com duas publicações cada e “Biocontrol”, “Journal of Water Process Engineering”, “Journal of Environmental Science and Health”, “Journal Aquatic Botany”, “Hydrobiology”, “Science of The Total Environment”, “Bioresource Technology Reports”, “Iheringia Série Botânica”, “Annals of Botany”, “Revista Agronegócio e Meio Ambiente”, “Regional Environmental Change”, “Transactions on Ecology and the Environment”, “Chemosphere”, “African Journal of Biotechnology”, “Revista Brasileira de Herbicidas”, “Scientibus- Série Ciências Biológicas”, “Journal of Plant Sciences”, “Biological Reviews”, “Acta Limnologica Brasiliensia”, “Scientific Reports”, “Revista DAE”, “Ciência e Cultura”,

“Colloquium Agrariae”, “Revista Eletrônica Interdisciplinar”, “Varia Scientia Agraria”, “Gaia Scientia”, “Ecological Engineering”, “Journal of Enviromental Chemical Engineering”, “Revista Brasileira de Geografia e Física”, “Biomass Conversion and Biorefinery”, “Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares(Ipen)”, “Ntureza Online”, Journal of Aquatic Plant Managament”, “Ecosistemas y Recursos Agropecuarios”, “Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária”, todos com uma publicação cada.

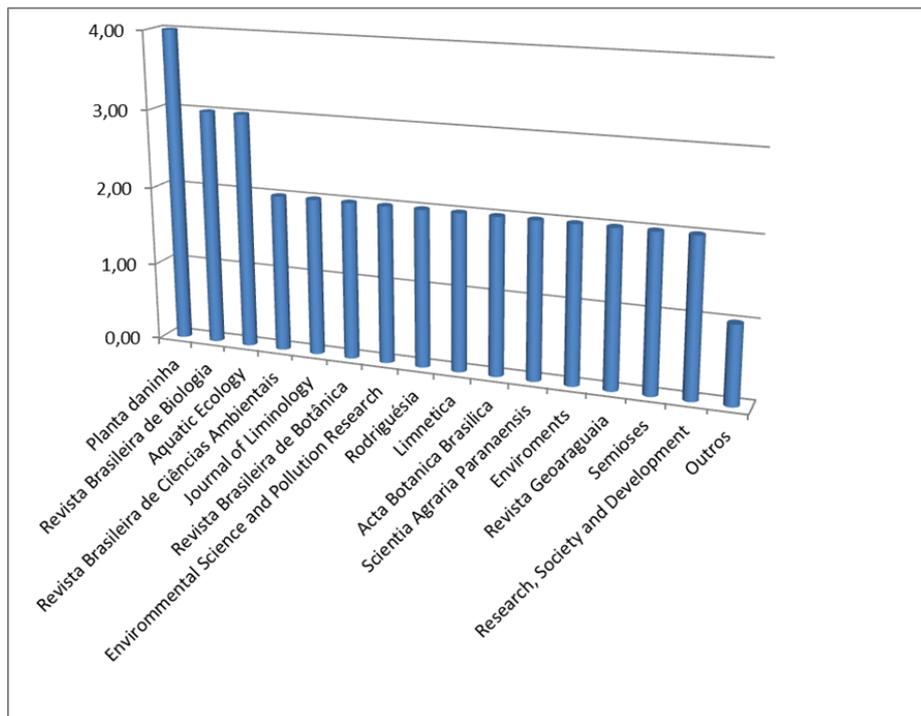


Figura 4. Relação da quantidade de artigo por meio de publicação

Fizemos um levantamento sobre a quantidade de publicações por autor e foi possível reunir os seguintes dados dos autores com três ou mais publicações:

AUTOR	Publicações
Marcela Bianchessi da Cunha- Santino	5
Robson Luis de Campos Machado Pitelli	5
Robinson Antonio Pitelli	5
Aline Lopes	4
Antonio Fernando Monteiro Camargo	4
Claudinei da Cruz	4
Irineu Bianchini Jr	4
Maria Do Carmo Martins Sobral	4
Maria Teresa Fernandez Piedade	4
Aparecido Nivaldo Módenes	3
Fernando Rodolfo Espinoza-Quiñones	3
Günter Gunkel	3
Gustavo Mockaitis	3
José Etham de Lucena Barbosa	3
Joyce da Cruz Ferraz Dutra	3
Juliana Martins Teixeira de Abreu Pietrobelli	3
Mauro Antônio da Silva Sá Ravagnani	3
Silvana Carvalho De Souza Calado	3

Tabela 1. Relação da quantidade de artigos publicados no período de 2013 a março de 2023 por autor.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a maioria das publicações segundo o filtro utilizado são do ano de 2021, sendo experimentos de laboratório, com foco em biossorção de íons metálicos, publicados em revistas e jornais digitais. É esperado que outros trabalhos sejam realizados com filtros abrangendo maior período de publicações, incluindo dissertações de mestrado, teses de doutorado e com buscas em mais plataformas de pesquisas.

O número total de artigos sobre o tema ainda é reduzido, e identificamos carência de estudos relacionados a ganhos na tecnologia agrícola e aplicações industriais, especialmente focados em produção de bioenergia, produção de adubo orgânico, produção de cianobactérias e diversidade genética.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Felipe Gimenes et al.. "Potencial de *Egeria densa* e *Pistia stratiotes* para a fitorremediação de águas contaminadas com saflufenacil." **Journal of Environmental Science and Health, Parte B** 56.7 (2021): 644-649.

AMORIM, Cihelio A. et al. Biometric and physiological responses of *Egeria densa* Planch. cultivated with toxic and non-toxic strains of *Microcystis*. **Aquatic Toxicology**, v. 191, p. 201-208, 2017.

AMORIM, SR et al. Efeitos de uma espécie não nativa de *Poaceae* na composição da comunidade de macrófitas aquáticas: uma comparação com uma espécie nativa. **Journal of Aquatic Plant Management**, v. 53, n. 1, pág. 191-196, 2015.

ANJOS, Mariane Luz dos et al. Use of *Eichhornia crassipes* dry matter as organic substrate for germination and initial growth of corn. **Ecosistemas y recursos agropecuarios**, v. 5, n. 13, p. 97-102, 2018.

AONA, LYS et al. Flora da Bahia: Hydrocharitaceae. **SITIENTIBUS série Ciências Biológicas**, [S. l.], v. 17, 2017. DOI:10.13102/scb1638. Disponível em: <http://ojs3.uefs.br/index.php/sitientibusBiologia/article/view/1638>. Acesso em: 20 mar. 2023.

AZEVÊDO, Daniele Jovem da Silva et al. Biotic or abiotic factors: which has greater influence in determining the structure of rotifers in semi-arid reservoirs?. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, p. 60-77, 2015.

BARBOSA, Vanessa Virgínia et al. A presença de microalgas verdes pode reverter os efeitos alelopáticos da macrófita submersa *Egeria densa* sobre a cianobactéria produtora de toxinas *Raphidiopsis raciborskii*?. **Hidrobiologia**, v. 849, n. 19, pág. 4391-4406, 2022.

BARBOSA, Vanessa Virginia. et al. Anaerobic decomposition of submerged macrophytes in semiarid aquatic systems under different trophic states, Paraíba State, Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 49, p. 2258-2266, 2017.

BARTOLI, Giacomo. et al. A lysigenic programmed cell death-dependent process shapes schizogenously formed aerenchyma in the stems of the waterweed *Egeria densa*. **Annals of botany**, v. 116, n. 1, p. 91-99, 2015.

BAYDUM, Valderice Pereira Alves. et al. Presença de macrófitas em reservatórios de abastecimento e implicações no tratamento de água. **Revista DAE**, n. 210.

BOTTINO, Flavia. et al. Influência do resíduo de uma barragem de mineração de ferro no crescimento de duas espécies de macrófitas. **Chemosphere**, v. 186, pág. 488-494, 2017.

CALADO, Sabrina Loise de Moraes et al. Phytoremediation: green technology for the removal of mixed contaminants of a water supply reservoir. **International journal of phytoremediation**, v. 21, n. 4, p. 372-379, 2019.

CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro et al. Diferentes escalas determinam a ocorrência de espécies de macrófitas aquáticas em um riacho tropical. **Volume 35, Edição 1, Páginas 37-45**, 2021.

CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro & CANCIAN, Leonardo Farage. Ecologia da bacia do rio Itanhaém: características limnológicas e uso do solo. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas. Ilhéus, Editus**, 2016.

CASTRO, Wagner Antonio Chiba de et al. Eficiência enzimática da microbiota em decomposição: o que realmente importa para as invasões de macrófitas aquáticas?. **Acta Botanica Brasilica**, v. 35, p. 104-110, 2021.

CASTRO, Wagner Antonio Chiba de et al. Decomposição anaeróbica de uma macrófita submersa nativa e exótica em dois reservatórios tropicais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 73, p. 299-307, 2013.

CASTRO, Wagner Antonio Chiba de et al.. Decomposição aeróbica diferencial entre macrófitas nativas e exóticas de reservatórios tropicais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 75, p. 501-502, 2015.

CRUZ, Claudinei et al. Food preference and consumption of aquatic macrophytes submerged by snail *Pomacea canaliculata*. **Planta Daninha**, v. 33, p. 433-439, 2015.

DE AZEVEDO, Claudia Gonçalves et al. The invasive *Egeria densa* macrophyte and its potential as a new renewable energy source: A study of degradation kinetics and thermodynamic parameters. **Science of The Total Environment**, v. 856, p. 158979, 2023.

DE AZEVEDO, Gênesis Alves et al. Compostagem e vermicompostagem de macrófitas aquáticas para uso agrônômico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e440111329024-e440111329024, 2022.

DE AZEVEDO, Gênesis Alves et al. Desempenho de milho precoce adubado com macrófitas aquáticas submetidas aos processos de compostagem e vermicompostagem. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e441111334757-e441111334757, 2022.

DE MORAES, Matheus Farias et al. uso de extrato de algas no tratamento de sementes e aplicação foliar na cultura do milho. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 14, n. 2, 2022.

DIAGONEL, Guilherme et al. Efeito de herbicidas à base de glifosato nas respostas fotossintéticas da macrófita *Egeria densa* Planch. de ecossistemas lóticos tópicos. **Limnética**, v. 41, n. 1, pág. 73-84, 2022.

DUTRA, Joyce da Cruz Ferraz et al. Biodegradability study of *Egeria densa* biomass using acid and basic pre-treatments for use in bioprocessing of energy products. **Bioresource technology reports**, v. 6, p. 279-284, 2019.

DUTRA, Joyce da Cruz Ferraz et al. Methane production from lignocellulosic biomass using hydrothermal pretreatment. **Biomass Conversion and Biorefinery**, p. 1-15, 2022.

DUTRA, Joyce da Cruz Ferraz et al. Pyrolysis and anaerobic digestion of *the Egeria densa* biomass in different pretreatment conditions for potential use as a substrate in the generation of bioproducts. **Journal of Water Process Engineering**, v. 40, p. 101772, 2021.

ESTEVEES, Bruna Santos et al. efeito do tempo de exposição ao diquat para controle de plantas aquáticas submersas e desenvolvimento de nova tabela de avaliação de eficácia. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 3, p. 709-1-9), 2020.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. -3.ed., 2011.

GALINDO, Fernando Shintate et al. Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, p. 13-18, 2015.

GALINDO, Fernando Shintate et al. Extrato de algas como bioestimulante da produtividade do trigo irrigado na região do cerrado. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2019. p. 130-140.

GOMES, Antonio et al. Estudo de adsorção de íons metálicos em argila e biomassa para água de reúso. In: **Contribuições do reator IEA-R1 para a pesquisa nuclear**. p. 253-261, 2022

GUBIANI, Éder A. et al. Metapopulation models predict the temporal response of two macrophytes to drought in a subtropical water reservoir. **Ecological Engineering**, v. 100, p. 1-7, 2017.

GUNKEL, Günter et al. Serviços ecossistêmicos aquáticos de reservatórios em áreas semiáridas: sustentabilidade e gestão de reservatórios. **WIT Transactions on Ecology and the Environment** , v. 197, p. 187-200, 2015.

GUNKEL, Günter et al. Gestão da água e serviços ecossistêmicos aquáticos de um reservatório tropical (Itaparica, São Francisco, Brasil). **Mudança Ambiental Regional** , v. 18, p. 1913-1925, 2018.

HEGEL, Carla Grasielle Zanin & MELO, Evanisa Fátima Reginato Quevedo. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água dos arroios da RPPN Maragato. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 3, p. 673-693, 2016.

KITAMURA, Rafael Shinji Akiyama et al. Physiological responses and phytoremediation capacity of floating and submerged aquatic macrophytes exposed to ciprofloxacin. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 1, p. 622-639, 2023.

LIND, Lovisa et al. Direct and indirect effects of climate change on distribution and community composition of macrophytes in lentic systems. **Biological Reviews**, v. 97, n. 4, p. 1677-1690, 2022.

LOURENÇO, Arthur Rodrigues & BOVE, Claudia Petean. Flora do Rio de Janeiro: Hydrocharitaceae. **Rodriguésia**, v. 68, p. 43-50, 2017.

MACHADO, Rafael et al. Temperature and turbidity as drive forces to the growth of *Egeria densa* (Planchon) under to controlled conditions. **Aquatic Botany**, v. 164, p. 103234, 2020.

MALEVA, Maria e cols. Alta dose de uréia aumenta a toxicidade de níquel e cobre em elódea brasileira (*Egeria densa* Planch. Casp.). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 39, p. 965-972, 2016.

MARENGONI, Nilton Garcia; CHAMBO, Ana Paula Sartório. Quantification of metals in macrophytes in an aquaculture area of the itaipu binational reservoir. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 81-88.

MARENGONI, Nilton Garcia; CHAMBO, Ana Paula Sartório. Quantificação de metais em macrófitas em uma área de aquicultura do reservatório binacional de itaipu. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 81-88.

MARQUES, Érika Alves Tavares et al. Melhoria da qualidade das águas residuárias de uma piscicultura em Itacuruba, Nordeste do Brasil. **Meio ambiente**, v. 10, p. 11 de 2019.

MARQUES, Érika Alves Tavares; GUNKEL, Günter; SOBRAL, Maria Carmo. Manejo de bacias e reservatórios de rios tropicais sob estresse hídrico: experiências do Nordeste do Brasil. **Enviroments**, v. 6, n. 6, pág. 62, 2019.

MATIAS, Lígia Queiroz et al. Flora do Ceará: *Hydrocharitaceae* e as fanerógamas marinhas: *Cymodoceaceae*, *Ruppiceae*. **Rodriguésia**, v. 68, p. 1333-1346, 2017.

MEDEIROS, Eudilena L. & HENRY-SILVA, GG Avaliação da preferência alimentar entre as macrófitas aquáticas *Egeria densa* e *Chara indica* pelo molusco invasor *Melanoides tuberculata*. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 77, p. 234-239, 2017.

MODENES, Aparecido Nivaldo et al. Multi-component mathematical model based on mass transfer coefficients for prediction of the Zn and Cd ions biosorption data by *E. densa* in a continuous system. **Journal of environmental chemical engineering**, v. 6, n. 4, p. 5141-5149, 2018.

MONTEIRO, Flávia Morgana et al. Macrófitas submersas sustentam a produção de cianobactérias e microcistinas em um reservatório semiárido tropical rebaixado. **Ecologia Aquática**, v. 55, n. 3, pág. 875-890, 2021.

MORI, Gisele Biem et al. Different scales determine the occurrence of aquatic macrophyte species in a tropical stream. **Acta Botanica Brasilica**, v. 35, p. 37-45, 2021.

MOURA-JÚNIOR, Edson G. et al. Water level rise induced limnological changes indirectly influencing the structure of aquatic macrophyte communities in a tropical reservoir. **Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 6, p. 195-201, 2016.

NEGRÃO, Glaucio Nonose et al.. Monitoramento ambiental de metais pesados em macrófita aquática pela análise de Espectrometria de Absorção Atômica–AAS na Bacia do Rio Cascavel, Guarapuava, PR. **Revista Georaguáia**, v. 11, n. 1, p. 338-354, 2021.

PEREIRA, Dercio Ceri et al. Adubação orgânica e aplicações. **Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 159-174, 2013.

PERES, Lorena RS. et al. Efeito hormese de subdoses de herbicidas sobre macrófitas submersas em condições de microensaio. **Planta Daninha**, v. 35, 2017.

PESTANA, Inácio A. et al. Efeitos do uso combinado dos macronutrientes nitrato, amônio e fosfato na absorção de cádmio por *Egeria densa* Planch. e sua aplicabilidade fitorremediadora. **Ecologia aquática**, v. 52, p. 51-64, 2018.

PETRUZZELLA, Antonella et al. Species identity and diversity effects on invasion resistance of tropical freshwater plant communities. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.

PIEIDADE, Maria Teresa Fernandez et al. Organismos aquáticos e de áreas úmidas em uma Amazônia em transição. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 34-40, 2014.

PIEIDADE, Maria Teresa Fernandez et al. Os campos naturais e as plantas herbáceas na planície de inundação amazônica e sua utilização. **Desafios para um Manejo Sustentável**, p. 87, 2020.

PIETROBELLI, Juliana MTA et al. Avaliação da capacidade de remoção dos íons cádmio (ii) e zinco (ii) pela macrófita *Egeria densa*. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 28, pág. 1-9, 2013.

PITELLI, Robson Luis C. M. et al. Composição específica e distribuição da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de aimorés. **Planta Daninha**, v. 32, p. 475-482, 2014.

PITELLI, Robinson Antonio et al. avaliação das concentrações de nutrientes e metais pesados nas principais macrófitas aquáticas do reservatório de santana–rj no período de três anos. **Semioses**, v. 12, n. 2, p. 112-126, 2018.

POTT, Vali Joana et al. Lista de Alismatales do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 73, p. 117-122, 2018.

PRASAD, Majeti Narasimha Vara et al. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, p. 965-972, 2016.

ROCHA, Cacilda Michele Cardoso et al. Macrófitas Submersas, Fitoplâncton e Zooplâncton em Reservatório Tropical. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, pág. 2170-2179, 2020.

RODRIGUES, Maria Estefânia Fernandes et al. Levantamento florístico de plantas aquáticas e palustres na Represa Guarapiranga, São Paulo, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 35, p. 1-64, 2017.

SABINO, João Henrique Ferreira et al. Riqueza, composição florística, estrutura e formas biológicas de macrófitas aquáticas em reservatórios do semiárido nordestino, Brasil. **Natureza online**, v. 13, n. 4, pág. 184-194, 2015.

SILVA, Aline F. et al. Utilização da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) como agente de controle biológico de macrófitas aquáticas submersas. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 765-773, 2014.

SILVA, Ellen Cristina Vale et al. Macrófitas aquáticas no nordeste maranhense: levantamento florístico e chave de identificação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 13, n. 3, p. 355-365, 2018.

SILVA, Gustavo Henrique Gonzaga da & CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. **A Bacia do Rio Apodi-Mossoró**: aspectos ambientais, sociais e econômicos de uma bacia hidrográfica no semiárido do Rio Grande do Norte. 2022.

SILVEIRA, Márcio José et al. Os fatores abióticos, e não a pressão herbívora, são os principais responsáveis pelo desempenho de uma planta aquática invasora. In: **Annales de Limnologie-International Journal of Limnology**. EDP Ciências, 2018. p. 12.

SILVEIRA, Márcio José & THIÉBAUT, Gabrielle. Effect of density and neighbours on interactions between invasive plants of similar growth form. **Aquatic Ecology**, v. 54, p. 463-474, 2020.

SMITH, Rosali et al. Avaliação de risco para interpretar a gama de hospedeiros fisiológicos de *Hydrellia egeriae*, um agente de biocontrole para *Egeria densa*. **BioControl**, v. 64, pág. 447-456, 2019.

SUZUKI, Marina S. et al. Decomposição de *Egeria densa* planchon (Hydrocharitaceae) em um ecossistema aquático tropical bem oxigenado. **Journal of Limnology**, v. 74, n. 2, 2015.

TORRES, Cleide R. M. et al. Checklist de plantas aquáticas em trechos de caatinga do semiárido paraibano, Nordeste do Brasil. **Gaia scientia**, v. 10, n. 4, p. 284-296, 2016.

UIEDA, Virginia Sanches & MARÇAL, Sandra Francisca. How the structure of a phytophilous chironomid assemblage responds to a lake level drawdown for submerged macrophyte control in a tropical reservoir. **Limnetica**, v. 39, n. 2, p. 555-569, 2020.

WANDERLEY, Emmanuelle Leite et al. Surfactant and temperature as forcing functions on the growth of *Egeria densa* and *Chara sp.*: a modeling approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 20, p. 26145-26153, 2021.