

# POTENCIAL BIORREMEIADOR DA MACRÓFITA *LEMNA SP* ASSOCIADA A *TYPHA DOMINGENSIS* EM POLUENTES DISPOSTOS EM EFLUENTES

Data de aceite: 02/09/2024

### Lívia da Silva Alves

Colégio Militar do Recife, Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/3291645510402039>

### Patrícia Campos de Arruda Queiroz

Colégio Militar do Recife, Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/0643549432217994>

### Gilberto Queiroz de Lima Filho

Agência Pernambucana de Águas e Clima,  
Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/2486070775553964>

### Andrea Shirley Xavier da Silva

Agência Estadual de Meio Ambiente,  
Unidade de Análises Laboratoriais, Recife  
- PE  
<http://lattes.cnpq.br/4336906420746088>

### Luciana Maria Silva de Seixas Maia

Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Histologia e Embriologia  
Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/1812959920116749>

**RESUMO:** Macrófitas aquáticas são plantas que podem servir como indicadores de eutrofização, ou seja, de poluição excessiva dos corpos d'água. Essas plantas têm potencial para desempenhar funções importantes, incluindo a de bioindicadores e remediadoras de ambientes aquáticos. Este

estudo avaliou o potencial biorremediador da macrófita *Lemna sp.* em associação com a *Typha domingensis*, explorando seus efeitos como remediadora biológica e filtradora, respectivamente, em efluentes contaminados. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica seguida de um estudo experimental utilizando *Lemna sp.* em associação com *Typha domingensis*. Foram avaliados indicadores de qualidade da água, incluindo a remoção de nutrientes, coliformes totais (NMP/100mL), *Escherichia coli* (NMP/100mL) e fósforo solúvel (mg/L). Os resultados demonstraram uma redução significativa em todos os parâmetros analisados, corroborando os dados encontrados na literatura. Assim, *Lemna sp.* associada a *Typha domingensis* mostrou-se uma abordagem prática e eficaz para a remediação de corpos d'água. No entanto, são necessários mais estudos para estabelecer metodologias padrão e avaliar a eficácia em diferentes tipos de recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** fitorremediação, macrófita, *lemna sp.*

# BIOREMEDIATOR POTENTIAL OF THE MACROPHYTE *LEMNA SP* ASSOCIATED WITH *TYPHA DOMINGENSIS* ON POLLUTANTS DISPOSED IN EFFLUENTS

**ABSTRACT:** Aquatic macrophytes are plants that can serve as indicators of eutrophication, that is, excessive pollution of water bodies. These plants have the potential to perform important functions, including bioindicators and remediators of aquatic environments. This study evaluated the bioremediation potential of the macrophyte *Lemna sp.* in association with *Typha domingensis*, exploring its effects as a biological mediator and filter, respectively, in contaminated effluents. To achieve this objective, a literature review was carried out followed by an experimental study using *Lemna sp.* in association with *Typha domingensis*. Water quality indicators were evaluated, including nutrient removal, total coliforms (MPN/100mL), *Escherichia coli* (MPN/100mL) and soluble phosphorus (mg/L). The results demonstrated a significant reduction in all analyzed parameters, corroborating data found in the literature. Thus, *Lemna sp.* associated with *Typha domingensis* proved to be a practical and effective approach for the remediation of water bodies. However, more studies are needed to establish standard methodologies and evaluate effectiveness in different types of water resources.

**KEYWORDS:** phytoremediation, macrophyte, *lemna sp.*

## INTRODUÇÃO

As primeiras atividades industriais tiveram início na Primeira Revolução Industrial, ocorrida na Europa, mais precisamente no Reino Unido, no século XVIII (por volta de 1760), sendo esse o marco do começo das atividades do setor industrial. Desde então, a relação entre o homem e a natureza tem sido constantemente explorada e prejudicada. O ouro do século se tornou a energia, e qualquer forma de obtê-la era válida. Mesmo em tempos modernos, a demanda de energia está aumentando à medida que o desenvolvimento econômico no mundo vem crescendo, e com isso, a preservação do meio ambiente ainda é um tema deixado de lado, sobretudo pelas indústrias, que tendem a priorizar somente o lucro financeiro. Logo, possivelmente, buscar alternativas sustentáveis ajudaria na busca de estratégias para incrementar a oferta global de energia. (CARVALHO et. al., 2014).

A maior parte da energia gerada no Brasil é proveniente da água, sendo no país também a principal fonte de energia renovável. Neste contexto, a indústria têxtil se destaca por apresentar uma elevada demanda por esse recurso e pela energia produzida e, como consequência, produz grandes volumes de material nos efluentes ao longo das diversas etapas dos processos de tingimento (ABREU et. al., 2008). O Nordeste apresenta o segundo maior polo têxtil do Brasil, gerando crescimento econômico, no entanto, de acordo com Abreu et al. (2008), em virtude da escassez de água na região e da ausência de adequados sistemas de tratamento de efluentes, a implantação da indústria têxtil impõe um grave risco ambiental.

Historicamente os seres vivos são dependentes da água, da reprodução à hidratação e subsistência, todos somos dependentes de água. Porém, apesar dessa consciente dependência, faz-se mister a correta e benéfica utilização desse recurso hídrico, de forma que não nos falte em um futuro próximo. Nesse sentido, foram feitas análises práticas e laboratoriais com enfoque na capacidade que as macrófitas apresentam em absorver impurezas e toxinas de efluentes (EMBRAPA).

A palavra Macrófitas vem do grego macro = grande e fito = planta. De modo geral, o termo macrófita é aplicado às plantas aquáticas que funcionam como um “relógio natural” que indica que o meio em que essa planta se proliferou está eutrofizado, ou seja, excessivamente poluído. As macrófitas são muito importantes para a natureza, pois além de serem bioindicadores e remediadoras, são utilizadas como alimento por animais aquáticos, podem compor a dieta do gado ou mesmo ser aproveitada na alimentação humana; atuam como adubo orgânico; servem como matéria-prima para a fabricação de remédios, utensílios domésticos, artesanatos e tijolos para construção de casas; e entre outros (CESP, 2021). Dessa maneira, ao associarmos uma planta com potencial biorremediador em ambientes eutrofizados, obtêm-se uma melhora na qualidade dos recursos hídricos de forma prática, eficiente e acessível (CESP, 2021).

A taboa (*Typha domingensis*), por sua vez, é uma planta aquática, herbácea, rizomatosa e perene, que apresenta longa folhagem, com espigas características que lembram salsichas espetadas (PATRO, 2023). Ela é nativa da América do Sul, sendo frequente como planta palustre e marginal em áreas alagadas, pantanosas, úmidas, restingas e mangues, onde toleram até 1,5 m de inundação (PATRO, 2023). Por sua elevada capacidade de dispersão, é considerada por vezes uma espécie invasora. Uma espécie com funções que vão muito além da beleza estética. A taboa é muitas vezes responsável por trazer de novo à vida ambientes pantanosos como *wetlands*, lagos, barragens e rios (PATRO, 2023). Grandes grupos da planta tem um importante papel na despoluição do ambiente aquático, absorvendo metais pesados e reduzindo a contaminação bacteriana, ao mesmo tempo em que oferece alimento e abrigo a uma infinidade de animais, de insetos a aves, anfíbios, roedores, répteis e peixes (NUPTEC, 2024). Há dados de potenciais tratamento de efluentes com uso das plantas supracitadas, ou seja, a utilização da taboa pode potencializar a ação da macrófita.

O projeto de utilização de macrófitas no processo de biorremediação de efluentes se insere em uma ampla área de estudo chamada de biorremediação, em específico no tratamento de efluentes, uma vez que a técnica de remediação biológica, é a utilização de seres vivos ou seus componentes no processo de recuperação de áreas contaminadas (BRITO, 2021).

Dessa forma, trata-se de um processo natural, no qual organismos vivos são introduzidos no ambiente para remediar ou mesmo eliminar toda a contaminação. Dentro desse cenário, fungos, plantas, microrganismos e até algas verdes — selecionadas conforme o tipo de contaminante — são usados para reduzir o tempo de decomposição dos resíduos (UNIPAMPA). É uma técnica com grande potencial de renovar ecossistemas, sem gerar uma poluição secundária, ou ao menos reduzindo essa possibilidade. Vale ressaltar que essa é uma prática totalmente segura, afinal, trata-se de uma interação biológica com o meio, sem a introdução de produtos químicos.

## OBJETIVOS

### Geral

Avaliar o potencial da macrófita *Lemna sp* associada a taboa (*Typha domingensis*) como remediadora biológica e filtradora de poluentes dispostos em água com alta concentração amoniacal.

### Objetivos específicos

Realizar uma revisão bibliográfica sobre *Lemna sp* e seus efeitos como biorremediadora de nutrientes na água.

Avaliar, através estudo experimental, qual o potencial da *Lemna sp* para remoção de nutrientes na água, associando a taboa (*Typha domingensis*).

## METODOLOGIA

A revisão bibliográfica foi realizada a partir da averiguação da viabilidade do projeto em diferentes estados, países e com diversas associações. Foram selecionados cinco trabalhos que apresentam uma gama de substâncias mitigadas em diferentes efluentes, de forma a identificar a eficácia da macrófita como agente remediador. Para a coleta de dados foi utilizado, além do google acadêmico, SciELO, PUBMED e MEDLINE, por 10 dias de captação de artigos.

Foram incluídos artigos originais, dos últimos quinze anos, envolvendo o estudo de efluentes com resíduos farmacêuticos, têxteis, águas residuais sintéticas e tratadas. Foram excluídos estudos com mais de quinze anos de análise, trabalhos com mais de uma associação de macrófitas ou outros materiais, países com um idh (índice de desenvolvimento humano) muito baixo, estudos que não tivessem comprovado a mitigação de nutrientes como: nitrogênio e fósforo ou ibuprofeno (nos trabalhos farmacêuticos). Para execução da revisão bibliográfica foram utilizadas as seguintes palavras-chave: fitorremediação, macrófita, *lemna sp*.

Depois de executada a pesquisa bibliográfica foi executada a parte experimental do trabalho. Para isto, foi feita a coleta de 20 litros de água do lago da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), ou seja, do efluente eleito para teste. Para compor a pesquisa foi utilizado 19.500 ml de água. Para a análise laboratorial 500 ml da água proveniente do lago poluído foi utilizado servindo de parâmetro de mitigação dos nutrientes presentes. Depois da análise, os dados foram comparados com a pesquisa de campo. Para isto, foram instaladas algumas ilhas flutuantes da associação da macrófita com a taboa no lago, com o objetivo de avaliar o nível de tratamento proporcionado pelas ilhas de plantas. A ilha utilizada foi montada com a macrófita associada à planta, ficando assim durante uma semana no lago da universidade. Comparando a água do lago antes e depois do uso das plantas em ilhas fez-se as seguintes análises: Coliformes Totais (NMP/100mL); *Escherichia coli* (NMP/100mL) e Fósforo solúvel (mg/L). Todas as análises das amostras que fizeram uso das ilhas como potenciais indicadores de remoção de poluição e preservação de nutrientes na água foram executadas na UFPE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa eletrônica identificou 562 estudos publicados com as palavras-chave, ou combinações entre elas. Foram identificados 4 trabalhos no SciELO, 107 no PUBMED, 435 no Google Acadêmico e 16 no MEDLINE. Inicialmente, 552 artigos foram excluídos por se enquadrarem no grupo de trabalhos com caracteres não considerados relevantes para o estudo e desenvolvimento do projeto. Apenas 5 trabalhos foram selecionados para este trabalho, mediante os critérios previamente estabelecidos. Os dados foram condensados no Quadro 1.

Título Original	Espécie	ano	Metodologia	País	Nutrientes Mitigados	Resultados Obtidos
<b>Application of duckweed (<i>Lemna</i> sp.) and water fern (<i>Azolla</i> sp.) in the removal of pharmaceutical residues in water: State of art focus on antibiotics</b>	<i>lemna sp</i> <i>azolla sp</i>	2022	Verificar a eficácia da macrófita <i>lemna sp</i> na remoção de resíduos farmacêuticos de recursos hídricos. A análise laboratorial foi executada em três partes, de forma a explicitar o processo de absorção e mitigação de poluentes da água.	Perú	cafeína, ibuprofeno, carbamazepina, ácido clofíbrico	As macrófitas estudadas provaram ser eficientes na remoção de compostos farmacêuticos e antibióticos, oferecendo assim uma tecnologia limpa e sustentável para a remediação de compostos tóxicos. São capazes de tolerar contaminantes e interações bacterianas nas suas raízes e folhas, Especialmente a <i>Azolla</i> permite que as plantas se degradem e armazenem os compostos-alvo em seus tecidos

<b>Pós-tratamento de estações de tratamento de efluentes têxteis com uso de macrófitas aquáticas Lemna SP</b>	<i>lemna sp</i>	2018	Estudo realizado a partir da avaliação de três tratamentos: T1- efluente têxtil sem macrófitas, T2- efluente têxtil com um alumínio na superfície para bloquear a radiação de Luz, e T3- experimento com macrófita.	Brasil	Oxigênio dissolvido, Fósforo e Nitrogênio	Após um período de 12 h e 7 dias, constatou-se a redução da turbidez, fósforo total e nitrogênio amoniacal, além do aumento do oxigênio dissolvido decorrente das algas presentes na coluna de água. Devido a pequena diminuição de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, concluiu-se que a via de remoção por absorção pelas macrófitas e a ação de biofilme aderido nas raízes não foram vias preponderantes.
<b>Phytoremediation capabilities of <i>Spirodela polyrhiza</i>, <i>Salvinia molesta</i> and <i>Lemna sp.</i> in synthetic wastewater: A comparative study</b>	<i>Spirodela polyrhiza</i> , <i>Salvinia molesta</i> e <i>lemna sp</i>	2019	Fitorremediação por meio das macrófitas com o intuito de observar a mitigação de nutrientes presentes em águas residuais sintéticas sob condições controladas.	Malásia	NO 3 --N , PO 4 3o, NH 3 -N	Houve rápida remoção de amônia com o uso de <i>S. polyrhiza</i> e <i>Lemna sp.</i> . Houve eficiência de 60% e 41%, respectivamente, em 2 dias. <i>S. polyrhiza</i> foi capaz de reduzir 30% do nitrato. <i>Lemna sp.</i> alcançou a maior redução de fosfato (86%) em 12 dias.
<b>The application of duckweed (<i>Lemna sp.</i>) in wastewater treatment in Jordan</b>	<i>lemna sp</i>	2008	A planta <i>lemna sp.</i> foi usada para se pesquisar a mitigação de poluentes e nutrientes no recurso hídrico Khirbet As-Samra, na Jordânia, buscando assim melhorar a qualidade dessas águas residuais	Jordânia	Nitrogênio orgânico, Fósforo total, e Coliformes	Experimentos mostraram vários resultados positivos, ressaltando-se: remoção de Coliformes Totais (68%) e Coliformes Fecais (69%); redução de nitrogênio orgânico (46%), fósforo total (50%) e NH4+ (27%). Resultados mostraram que <i>lemna</i> poderia ser usada para atualizar a qualidade do efluente da lagoa em relação a patógenos, demanda biológica de oxigênio, nitrogênio e fósforo
<b>The influence of <i>Lemna sp.</i> and <i>Spirogyra sp.</i> on the removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in treated wastewaters</b>	<i>lemna sp</i> e <i>Spitogyra sp</i>	2015	Foram estudados reatores plantados, e não plantados, alimentados com águas residuais tratadas secundariamente, ou água ultrapura em condições cobertas e descobertas	Espanha	Diclofenaco, Paracetamol, Ibuprofeno, Carbamazepina, Ácido clofibrico, Propranolol, 17 $\alpha$ -etilnilestradiol, bisfenol A e cafeína	As eficiências de remoção mais elevadas, foram alcançadas em sistemas plantados descobertos contendo águas residuais tratadas secundariamente após 20 dias de incubação.

Quadro 1: Compilação de dados obtidos nos artigos selecionados

Com o aumento progressivo dos resíduos farmacêuticos, tem se intensificado o descarte indevido destes materiais nos rios, prejudicando comunidades biológicas e recursos hídricos, bem como a cadeia alimentar. Visando tratar recursos contaminados e controlar alguns dos efeitos causados pela inadequada condução de resíduos farmacêuticos, o trabalho de Maldonado (2022) realizou a associação da macrófita *Lemna sp* com a samambaia *Azolla sp* de forma a analisar o potencial de mitigação presente na junção dessas espécies que são indicadas em processos de fitorremediação. Este foi um dos poucos experimentos relatados que associaram os termos “fitorremediação” e “*Lemna sp*” nos sites de pesquisa. O Peru foi o primeiro país da América do Sul que apresentou bons resultados, viabilidade de execução e alinhamento com os quesitos de inclusão e exclusão estabelecidos (MALDONADO et al., 2022). Isto porque ficou evidente que os nutrientes mitigados foram devidamente absorvidos pelas plantas utilizadas, comprovando a exequibilidade desta associação, que promove a manutenção dos recursos poluídos de forma sustentável.

O artigo da autora Nascimento et al. (2018) estudou no local das maiores problemáticas ambientais do agreste pernambucano: o polo de confecções, gerador de muitos efluentes têxteis. A ideia principal foi o tratamento das águas utilizadas na produção de roupas e outros artefatos por meio do processo de fitorremediação. Este estudo foi realizado a partir de três testes, de forma a aferir a melhor absorção dos nutrientes dispostos nos efluentes poluídos (NASCIMENTO, 2018). Realizou-se um experimento com a associação de biofilme no tratamento da água contaminada com corantes e compostos químicos, sendo constatada a eficácia da macrófita isolada (NASCIMENTO, 2018). Apesar de ser um núcleo de pesquisas, o agreste pernambucano não representa a maioria nas faculdades e centros de pesquisa, sendo superado por São Paulo. Este ocupa o lugar de maior destaque nas apurações de dados científicos com relação à utilização das macrófitas no processo de fitorremediação. Os resultados das pesquisas aclararam quanto a possibilidade de se utilizar outros catalisadores no processo de remediação dos efluentes através da *lemna sp*, evidenciando a maior e melhor atuação da planta sem expressivas interferências no processo (NASCIMENTO, 2018). Porém faz-se necessárias mais pesquisas e mais precisão nos resultados.

Ng & Chang (2019) pesquisaram a capacidade de fitorremediação, utilizando os macrófitos, com o propósito de mitigar a eutrofização e potencializar a qualidade de efluentes a partir da sua capacidade de absorver nutrientes dispostos no ambiente, realizou a associação de três tipos de macrófitas. A associação das plantas *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia molesta* e *Lemna sp*. foi executada de forma analisar as capacidades de fitorremediação das macrófitas, com enfoque na mitigação de três compostos químicos além do PH e COD e os resultados obtidos mostraram que os percentuais de nitrato, amônia e fosfato foram reduzidos exponencialmente (NG & CHANG, 2019). Tais dados comprovam a viabilidade do tratamento de recursos hídricos contaminados a partir da utilização das macrófitas.

A espécie *lemna sp* se destacou na redução do fosfato e teve o segundo melhor desempenho na mitigação da amônia. Importante referir que todas as plantas analisadas apresentaram incremento de biomassa. Esta pesquisa dos potenciais remediadores das três macrófitas logrou êxito ao oferecer uma análise química com enfoque no potencial de fitorremediação de cada espécie de macrófita face a determinados poluentes químicos (NG & CHANG, 2019).

A maioria dos experimentos indicam que as macrófitas são plantas que facilmente se proliferam em efluentes, podendo ser usadas como indicadores biológicos na qualidade dos recursos hídricos. A planta chamada lentilha d'água (*lemna sp*) tem sido utilizada na estação de tratamento de águas residuais de Khirbet As-Samra, na Jordânia, com o propósito de remediação de resíduos a partir da planta (SHAMMOUT et al, 2008). Neste local, a estação de tratamento foi originalmente projetada para receber 68 mil m<sup>3</sup>/dia, mas atualmente recebe 160 mil m<sup>3</sup>/dia (SHAMMOUT et al, 2008). Essa saturação da capacidade de armazenamento hídrico provocou um déficit no tratamento da água presente, uma vez que houve uma exploração da estação com mais que o dobro da sua capacidade atingida. Este é um exemplo onde foi analisada a mitigação dos coliformes totais, fecais, contagem total viável (CTV), orgânico nitrogênio, fósforo total e entre outros (SHAMMOUT et al, 2008). Também neste trabalho, houve êxito na análise do potencial biorremediador da *lemna* em recursos poluídos. Esta ação na Jordânia indicou que houve a absorção de patógenos, demanda biológica de oxigênio, nitrogênio e fósforo por parte da planta (SHAMMOUT et al, 2008).

Garcia-Rodríguez et al (2015) avaliou a eficácia da utilização das macrófitas *Lemna sp.* e *Spirogyra sp.*, comumente encontradas em lagoas de polimento. Estes autores exitaram em remover seis compostos farmacêuticos de efluentes contaminados (GARCIA-RODRÍGUEZ et al, 2015). Apesar de poucos trabalhos localizados referentes ao tema, torna-se evidente que o uso da *Lemna sp* pode ser uma ferramenta eficaz mitigando a presença de produtos farmacêuticos e químicos, desreguladores endócrinos, dentre outros nas águas contaminadas (SHAMMOUT et al, 2008; GARCIA-RODRÍGUEZ et al, 2015). A poluição nas águas é uma questão de grande preocupação devido aos efeitos negativos que estes compostos químicos resultantes podem ter na saúde humana e nos ecossistemas.

A partir das informações adquiridas nos artigos, realizamos um estudo piloto na tentativa de avaliar se a *Lemna sp* associada a taboa (*Typha domingensis*) funciona como bioindicadora de efluentes de alta concentração amoniacal. Desta forma buscamos uma tentativa de avaliar seu potencial de remoção de nutrientes na água a partir dos mesmos indicadores expostos na literatura encontrada. Os dados foram compilados no quadro 2.

Indicador	Lago (Controle Poluído)	Lago Filtro contendo Macrófitas (Grupo Experimental)
Coliformes Totais (NMP/100mL)	1299,7	537
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	63	38,3
Fósforo solúvel (mg/L)	0.179	0.035

Quadro 2: Resultados dos Experimentos com a utilização da *Lemna sp* associada a taboa (*Typha domingensis*), como bioindicadora

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define água contaminada como aquela que sofre alterações em sua composição até ficar inutilizável (UOL, 2015). Ou seja, é água tóxica que não pode ser bebida nem usada em atividades essenciais como a agricultura (IBERDROLA). Além disso, é uma fonte de insalubridade que provoca mais de 500.000 mortes anuais a nível global por diarreia e transmite doenças como cólera, disenteria, febre tifoide e poliomielite (IBERDROLA). Diante disso, foi possível constatar a presença de alta de três indicadores que estavam dispostos no efluente de forma a contaminá-lo na fase inicial de análise.

Os Coliformes Totais, que de modo geral, nas águas para abastecimento o limite de Coliformes legalmente toleráveis não deve ultrapassar 4.000 coliformes em 100 ml de água em 80% das amostras colhidas em qualquer período do ano (FRANCO, 2003). A bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) também estava presente. Essa é a principal espécie do grupo dos coliformes termotolerantes e é considerada o melhor indicador de poluição fecal. É estabelecido que a água potável deve apresentar ausência de Coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli* em 100 ml. O último nutriente disposto avaliado foi o fósforo solúvel, que no Brasil a legislação do CONAMA, 2005 estabelece que o nível crítico de P total na água é de 0,020 – 0,025; 0,030 – 0,050 e 0,050 – 0,075 mg L<sup>-1</sup> nas Classes 1, 2 e 3 respectivamente. Para (FUNASA, 1999) o nível crítico de potássio (P) total não pode exceder 0,025 mg L<sup>-1</sup>. Importante dizer que a presença de coliformes totais, por si só, não implica que a água esteja comprometida, mas pode indicar a presença de bactérias potencialmente patogênicas, sendo indicado que em uma análise de água potável não haja a presença de coliformes, *eichornia coli*. Por sua vez o fósforo total é um grande potencializador do processo de eutrofização, contribuindo para que as florações de algas que contaminam o abastecimento de água potável e criam zonas mortas sem oxigênio, podendo matar peixes e outras espécies aquáticas.

Nossos resultados experimentais indicam que o uso das duas plantas associadas parecem ter potencializado a biorremediação e filtração de poluentes dispostos em água com alta concentração amoniacal. Ou seja, houve uma redução de Coliformes Totais, *Escherichia coli* e de Fósforo solúvel na água do lago (efluente utilizado). Estes resultados precisam ser testados em outros tipos de efluentes e por outros períodos de tempo. A padronização de uma metodologia pode tornar mais eficaz a remediação biológica. Também a combinação de outros tipos de macrófita e outras plantas aquáticas precisam ser testadas aumentando a eficiência.

## CONCLUSÃO

O trabalho indica que a macrófita *Lemna sp* associada a taboa (*Typha domingensis*) foi capaz de possibilitar de forma viável, prática e satisfatória a higienização de corpos d'água sendo uma sugestão para ser usada em outros recursos hídricos. Mais estudos são necessários para estabelecer um método padrão bem como o quantitativo de plantas por metro cúbico.

## REFERÊNCIAS

- A. Garcia-Rodríguez; V. Matamoros; C. Fontàs; V. Salvadó. The influence of *Lemna sp.* and *Spirogyra sp.* on the removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in treated wastewaters. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 12:2327–2338, 2015.
- Abreu CN, Góes DS, Vieira A, Chwartzmann F. Dependência de Internet. In: Abreu CN, Tavares H, Cordas T, editores. *Manual Clínico dos Transtornos do Controle dos Impulsos* Porto Alegre: Artmed; 2007. p. 137-53.
- ÁGUA contaminada. Mundo Educação, UOL, 2015.
- Borges M de C, Chachá SGF, Quintana SM, Freitas LCC de, Rodrigues M de LV. Aprendizado baseado em problemas. Medicina (Ribeirão Preto) [Internet]. 3º de novembro de 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual técnico de análise de água para consumo humano. Brasília: Funasa, 1999.
- CESP. Cartilha de Macrófitas. Programa de manejo e monitoramento, outubro de 2021.
- EMBRAPA. Manual de editoração da Embrapa. 4. ed. Rev., Atual. e Ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017.
- Franco,B.D.M. Microbiologia dos Alimentos. Ed. Atheneu, São Paulo, 2003.
- IBERDROLA. A poluição da água: como não colocar em perigo a nossa fonte de vida. Acessado em julho de 2024.
- Maldonado, Ingrid; Terrazas, Edmundo G. Moreno; Vilca, Franz Zirena. Application of duckweed (*Lemna sp.*) and water fern (*Azolla sp.*) in the removal of pharmaceutical residues in water: State of art focus on antibiotics. *Science of The Total Environment*, v. 838, p. 156565, 2022.
- Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – Resolução N°357, de 17 de março de 2005.
- Nascimento, Raquel Ferreira do. *Pós-tratamento de estações de tratamento de efluentes têxteis com uso de macrófitas aquáticas Lemna SP*. BS thesis. 2018.
- NUPTEC. Núcleo de pesquisa e tecnologia. Bioparque Pantanal, Taboa, 2023.
- Patro, Raquel. Taboa, *Typha domingenses*, Jardineiro.net, 2023.

Pérez, Jhazaira Mantilla. Biofilme e macrófitas como ferramenta de biorremediação em ecossistemas aquáticos e tratamento de esgotos. 2015. 159 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

Ramborger, B. P. Fitorremediação dos herbicidas propanil e 2,4-diclorofenoxiacético em solo cultivado por erva cidreira (*Melissa officinalis*). 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal do Pampa. Orientador: Rafael Roehrs.

Roehrs, R. ; Roehrs, M ; Machado, S. O. L. ; Zanella, Renato . Biodegradation of herbicide propanil and its subproduct 3,4-dichloroaniline in water. *Clean* (Weinheim. Internet), v. 40, p. 958-964, 2012.

Rosa, A. S.. Fitorremediação de pesticidas utilizados em lavouras de arroz através do cultivo hidropônico de alface (*lactuca sativa* L.). 2013. Dissertação (Mestrado em BIOQUÍMICA) – Universidade Federal do Pampa, . Orientador: Rafael Roehrs.

Shammout, M. A. W., Oran, S., & Fayyad, M. The application of duckweed (*Lemna* sp.) in wastewater treatment in Jordan. *International Journal of Environment and Pollution*, 33(1), 110-120, 2008.

Yin Sim Ng; Derek Juinn Chieh Chan. Phytoremediation Capabilities of *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia molesta* and *Lemna* sp. in Synthetic Wastewater: A Comparative Study. *International Journal of Phytoremediation*, 20(1):00-00, 2019.