

ETEC JÚLIO DE MESQUITA
ENSINO MÉDIO INTEGRADO COM TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE

**ANA PAULA BATISSALDO, HELOISA AGUIAR DE MELO, JULIA HARUMI
UEMURA, KAYLLANE DA SILVA NOVAIS E LAURA PINELLI SCHVARCZ**

TRATAMENTO DE CORPOS LÊNTICOS UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Santo André

2024

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos orientadores Agrinaldo Abílio da Silva, Daniele Silva Freitas e a Mariana Espinossi Roza, por nos guiar durante esta jornada para término desta caminhada e começo de diversas outras. Agradecemos também a Hemily Sena, estagiária do laboratório de química da ETEC Júlio de Mesquita, por nos acompanhar neste processo, não temos como mensurar nossa admiração e gratidão, além de sua colaboração com nossa pesquisa, tornou-se uma grande amiga.

Agradecemos as nossas respectivas famílias, pois foram eles que deram suporte nos momentos em que mais necessitamos durante esta caminhada. Obrigado a todos que participaram desta jornada.

RESUMO

Algumas plantas aquáticas são propagadas excessivamente causando problemas ambientais, como impedimento da penetração dos raios solares na coluna d'água e o aumento da demanda bioquímica de oxigênio, insetos e entupimento de represas e tubulações hidráulicas. No entanto, algumas macrófitas aquáticas possuem potencial de remoção de nutrientes e metais pesados do ambiente aquático, e alguns estudos comprovam a eficiência de sua utilização para tratamento de efluentes e recuperação de corpos hídricos poluídos. Este estudo objetivou realizar uma revisão acerca do uso de macrófitas para o tratamento de efluentes e se é válida sua utilização na Represa Billings. Para o tratamento em questão foi utilizada a macrófita *Lemna Minor*, que é uma representação de monitoramento de metais e outros poluentes nos recursos hídricos, segundo Cassidy (2010), e a *Wolffia Brasiliensis* que possui importante relevância na retirada de nutrientes da água e redução de turbidez (Vaz e Benavides, 2023). Macrófitas essas fáceis de cultivo e reprodução acelerada em ambientes expostos a luz solar e ventilação, possuindo finalidades além da melhora de qualidade do meio aquático, como a alimentação para peixes, crustáceos e outros animais aquáticos. (Garofalo, BS, 2022). Durante a pesquisa, foi retirada a água da Prainha do Riacho Grande localizada na Represa Billings e feito o método de comparação de acordo com a resolução do Conama N°274 (29/2000), realizados também testes qualitativos e microbiológicos para a identificação de metais e bactérias presentes na amostra. Os resultados significativos apontam para a ausência de certos metais pesados, fator de pH a nível da resolução base de estudo e grande concentração da densidade de coliformes. Contudo, pode-se concluir a partir deste estudo que houve uma melhora na qualidade da água em ação conjunta do tratamento das macrófitas a partir da proliferação de crustáceos que iniciaram o estágio larval, no entanto, outros fatores como a densidade de coliformes permaneceram instáveis, concluindo que fatores distintos do ambiente podem modificar os resultados do tratamento.

Palavras-chaves: Macrófitas aquáticas, tratamento alternativo, coliformes totais, Represa Billings.

1. Introdução

A água é um recurso vital para sobrevivência e desenvolvimento sustentável, entretanto, tem se uma preocupação crescente com a contaminação e qualidade que se encontra em escassez (BITTENCOURT; DE PAULA, 2014). Diante disto, o tratamento de água é essencial para o saneamento básico e a segurança hídrica. No processo, para se tornar potável são usados procedimentos físicos e químicos, na qual livra qualquer tipo de contaminação existente (FUSATI, 2024). A compreensão desses aspectos é de extrema importância para promover a conscientização sobre os malefícios utilizados no tratamento de água.

Neste contexto, pode-se afirmar que os compostos utilizados são prejudiciais à saúde ao longo do tempo, tais como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, hidróxido de cálcio e trihalometanos, que podem causar problemas intestinais, no sistema nervoso, cardíacos e câncer (MEYER, 1994).

Tendo em vista a ausência do tratamento de água em áreas remotas, é observado uma desigualdade social, que como aponta a ONU (Organização das Nações Unidas) o controle de uso da água significa deter poder (CETESB, 2013), diante disso, há territórios que são desfavorecidos e tendem a procurar outros meios de tratamento de corpos lênticos, assim optando por métodos alternativos, eficientes e que consequentemente buscam a sustentabilidade. Dentro dessas alternativas, destacam-se a captação de água por meio de poços artesianos (ROTA AMBIENTAL, 2023), e a utilização da radiação UVC (SILVA, 2018).

Outro método estudado é o saneamento com macrófitas aquáticas, não sendo possível o consumo, mas tornando-se desfrutada para o lazer, tendo baixa manutenções e custos. As plantas aquáticas podem descontaminar a água de germes e de doenças, reduzindo a população de patógenos (Niering, 1985; Skillicorn et al., 1993; Valentim, 1999), por meio dos microrganismos associados, decompositores de substâncias orgânicas, e da absorção de produtos da decomposição e da oxigenação do sistema (Joyce, 1990).

O uso de plantas aquáticas para o tratamento de água tem sido objeto de intensa investigação recente. Essas descobertas possibilitaram a identificação das características de consumo das macrófitas aquáticas, permitindo sua utilização conforme as necessidades específicas de tratamento para diferentes corpos d'água, como destacado por (Pott, 2002).

De acordo com o estudo de Ferreira, 2009, a *Spirodela intermedia* demonstra um grande potencial para a fitodepuração de cianotoxinas, incluindo a bioacumulação de microcistina solúvel, as quais são responsáveis pelo processo de eutrofização. Da mesma forma, a *Wolffia brasiliensis* apresenta um significativo potencial para o tratamento de água, contribuindo para a redução dos níveis de nutrientes e turbidez (Vaz e Benavides, 2023).

Além desta macrófita, há interesse em outra, denominada *Lemna aequinoctialis*, que demonstra capacidade de bioacumulação de metais pesados., destacando-se pela maior absorção de cromo (Cr), níquel (Ni) e cobre (Cu), além de zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn), conforme observado por (Pio, Souza e Santana,2013).

Segundo De Araújo Almeida e Marques Almeida, 2006 foi possível a identificação de algumas espécies de macrófitas, como *Coix lacryma-jobi L.*, *Urochloa mutica (Forssk.) T.Q. Nguyen*, *Typha angustifolia L.* e *Hedychium coronarium J. König*, que apresentam potencial para a remoção de coliformes totais e fecais. Ao final do estudo concluíram que a competição entre as macrófitas e os coliformes por nitrogênio total, tem potencial para mitigar a proliferação destas bactérias, porém, após a leitura de Oliveira 1983, surgiu a hipótese de que esse fenômeno estivesse relacionado à liberação de alguma substância pela planta.

Se deu nota que as formas atuais para tratamento d'água não são tão eficientes e sustentáveis quanto poderiam ser, as reações causadas pelo cloro com alguns compostos orgânicos presentes na água, tem a possibilidade de formar substâncias prejudiciais a saúde humana, em um longo prazo de tempo (MEYER, 1994), fora os impactos causados na região pelas implantações destas estações de tratamento de água.

Visto isso, maneiras alternativas de tratar a água foram pensadas, como a utilização de macrófitas aquáticas, que possuem grande potencial para remover metais pesados e absorverem nutrientes, conhecidas como espécies despoluidoras, realizando este processo de forma natural e sem agressão ao meio ambiente, garantindo um equilíbrio ecológico (POTT, 2002).

O objetivo deste projeto é garantir o tratamento de corpos lânticos de maneira sustentável por meio de plantas aquáticas e sem a necessidade de manutenção. Além de beneficiar as comunidades para que tenham águas que sejam próprias para lazer, as classes 1 e 2 seguem os padrões estabelecidos pelas diretrizes do Conama para águas de classe 1, como o pH de 6,0 a 9,0, nível de cor natural transparente, turbidez até 40 UNT, densidade de cianobactérias atingindo o valor máximo de 2 mm³/L. Para as águas doces de classe 2, os parâmetros permanecem os mesmos, exceto pelo nível de turbidez, que deve ser inferior a 100 UNT, e a densidade de cianobactérias, que deve ser inferior a 5 mm³/L.

2. Metodologia

2.1 Água retirada da represa Billings e método de comparação

A água superficial utilizada para desenvolvimento do projeto foi retirada da Prainha do Riacho Grande, localizado no Braço do Rio Grande no município de São Bernado do Campo. Local que cidadãos da região usufruem como meio de lazer, o método utilizado para o projeto foi de captação superficial do corpo estudado.

A legislações usadas como comparação para desenvolvimento da pesquisa foi a Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005, em que se estabelece uma classificação dos corpos d'água para enquadramento de uso, e a Resolução Conama Nº 274, de 29 de novembro de 2000, promovendo a regulamentação dos corpos d'água para uso balneário (uso recreativo de contato primário), em prol da saúde e bem-estar social.

2.2 Teste qualitativo da presença de metais

Foi utilizado um teste clássico de reações químicas para a análise qualitativa de metais, empregando um reagente específico para cada metal. Para a detecção da prata, empregou-se cromato de potássio (K_2CrO_4), resultando em uma coloração avermelhada devido à formação de cromato de prata (Ag_2CrO_4). Para o níquel, utilizou-se dimetilglioxima (DMG), resultando em uma coloração rosa devido à formação de $Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$. Para o ferro, empregou-se ferrocianeto de potássio ($[K_4Fe(CN)_6]$), resultando em uma coloração azulada devido à formação de azul de Prússia ($Fe_4[Fe(CN)_6]_3$). Por fim, para o chumbo, foi utilizado iodeto de potássio (K.I), resultando em uma coloração amarelada devido à formação de iodeto de chumbo (PbI_2). Como é possível analisar na tabela.

Metal	Reagente	Produto	Coloração do produto	Fórmula da reação química
Prata (Ag)	cromato de potássio (K_2CrO_4)	cromato de prata (Ag_2CrO_4)	Avermelhado	$Ag_2SO_4 + K_2CrO_4 \rightarrow Ag_2CrO_4 + K_2SO_4$
Níquel I (Ni)	dimetilglioxima (DMG)	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	Rosa	$NiSO_4 + C_4H_8N_2O_2 \rightarrow Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$
Ferro (Fe)	ferrocianeto de potássio $[K_4Fe(CN)_6]$	azul de Prússia ($Fe_4[Fe(CN)_6]_3$)	Azulado	$3 K_4[Fe(CN)_6] + 4 FeCl_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12 KCl$
Chumbo (Pb)	iodeto de potássio (K.I)	iodeto de chumbo (PbI_2)	Amarelado	$2 KI (aq) + Pb(NO_3)_2 (aq) \rightarrow 2 KNO_3 (aq) + PbI_2 (s)$

Tabela 1: Reações para análise qualitativa

Dessa forma, se foi utilizado um teste de reações, em que se detecta a presença do metal a partir do produto mostrado, que se tem uma coloração aparente e viva, com objetivo final de evidenciar a reação presente.

2.3 Teste microbiológico de presença de bactérias na água

O experimento envolveu o uso de placas de Petri contendo ágar nutriente, foi utilizado a lamparina para tornar o ambiente esterilizado, podendo trazer melhores análises sobre os coliformes no corpo lântico estudado, nas quais foram adicionadas amostras de água coletadas da represa Billings. O objetivo era visualizar e quantificar possíveis bactérias presentes, com foco especial na contagem de coliformes totais. Os testes microbiológicos tiveram uma temperatura de 30 C na estufa, em que foram feitas análises de 24h e 48h.

O método consiste na estipulação de uma área de quadrantes pré determinada da placa de petri, em que se forma um ângulo de 90°, onde será realizada a contagem de colônias, com esses dados, a diluição da solução e a área, é possível calcular a média de quantidade de colônias na solução.

$$\text{Fórmula: } \frac{\text{número de colônias} \cdot \text{diluição} \cdot \text{área}}{\text{quadrantes}}$$

3 Resultados

3.1 Testes de identificação dos meios da água

Foi empregado um teste qualitativo para detectar a presença de metais, incluindo prata, níquel, ferro e chumbo. Este teste foi conduzido utilizando um meio de controle e outro contendo água coletada da represa Billings, conforme ilustrado na figura 1.

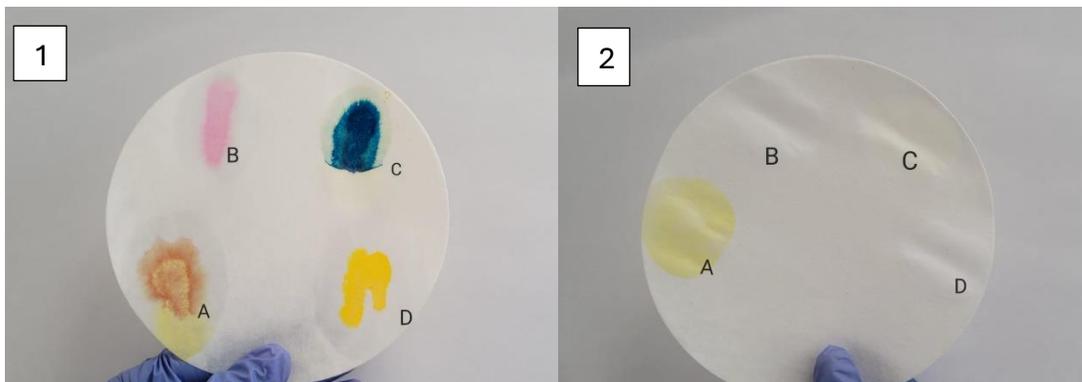


Figura 1: Análise de metais pesados. (1) controle; (2) teste com água da represa. (a) Prata; (b) Níquel, (c) Ferro; (d) chumbo.

Notavelmente, durante o teste qualitativo, não foi observada a presença de nenhum dos metais mencionados, essa constatação é significativa, pois demonstra a ausência desses metais na amostra de água da represa Billings, pelo menos em concentrações detectáveis pelo método utilizado, tendo implicações importantes, pois sugere que a água da represa Billings não há metais dissolvidos. Essa informação pode ser crucial para avaliar a qualidade da água e tomar decisões relacionadas ao tratamento superficial que será utilizado, auxiliando na escolha das macrófitas que serão utilizadas durante o projeto.

Também foi analisado o pH da água retirada, para comparações futuras durante o tratamento com as macrófitas, utilizando um pHmetro, em que foi possível observar um pH neutro na água de 6,93, em uma escala de 1 a 12. Como é possível observar na imagem abaixo.

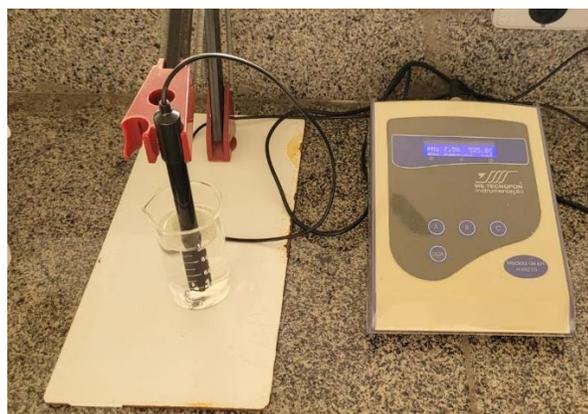


Figura 2: Escala de pH da água retirada da Billings.

O experimento envolveu o uso de placas de Petri contendo ágar nutriente, foi utilizado a lamparina para tornar o ambiente esterilizado, podendo trazer melhores análises sobre os coliformes no corpo lântico

estudado, nas quais foram adicionadas amostras de água coletadas da represa Billings. O objetivo era visualizar e quantificar possíveis bactérias presentes, com foco especial na contagem de coliformes totais.



Figura 3: Placas de Petri para contagem de UFC.

Após a análise de 24h e 48h das placas, foi possível observar a presença de 1,3.10⁵ coliformes totais em 100 ml de amostra, como analisado nas imagens abaixo.

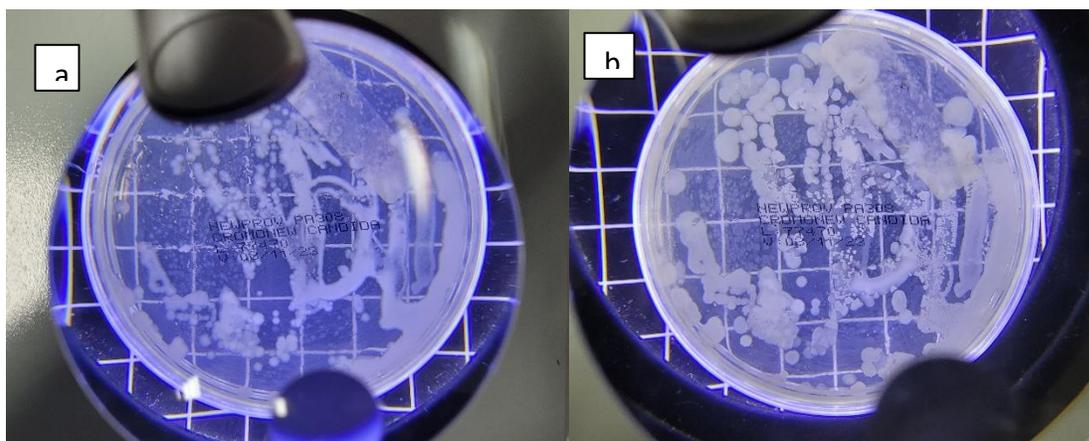


Figura 4: Análise de contagem de colônia. (a) 24 horas após realização do teste; (b) 48 horas após realização do teste.

Ao decorrer do projeto, o tratamento convencional foi analisado, para maiores comparações futuras, em que se foi utilizado 0,1 ml/L de Hidróxido de cálcio e 0,5 ml/L de sulfato de alumínio para a decantação em 4 minutos do material particulado presente na água.

Fatores	Análises	Resolução Conama
PH	6,93	6 a 9
Concentração de Prata	Não detectado	0,01 ml/L
Concentração de Níquel	Não detectado	0,025 ml/L

Concentração de Ferro dissolvido	Não detectado	0,3 ml/L
Concentração de Chumbo	Não detectado	0,01 ml/L
Densidade de coliformes	1,39 .10 ⁵ UFC/100ml	1 . 10 ³ UFC/100ml

Tabela 2: Análise comparativa dos resultados coletados.

3.2 Tratamento alternativo com macrófitas em ação individual

As plantas utilizadas para o processo de recuperação do corpo d'água escolhido foram: *Lemna minor* e *Wolffia brasiliensis*, devido ao seu grande potencial de absorção de fósforo e nitrogênio, que é utilizado como fonte de energia pelos coliformes totais.

A compra foi conjunta de três espécies (*Wolffia brasiliensis*, *Lemna minor* e *azolla*), em uma loja de aquarismo, contendo 150 unidades de cada macrófita presente na compra.

Após a chegada das plantas, foi efetuada a separação de aquários, o primeiro com área de 978cm³ e o segundo com área resultante de 1560cm³. Em seguida, foram adicionados 900ml de água potável em ambos, e colocados 2,5g de cada espécie de planta (*Wolffia brasilienses* e *Lemna minor*) nos mesmos recipientes, fechados e posicionados em um ambiente incidido a luz solar para seu cultivo e reprodução das macrófitas, como mostrado na figura a seguir.

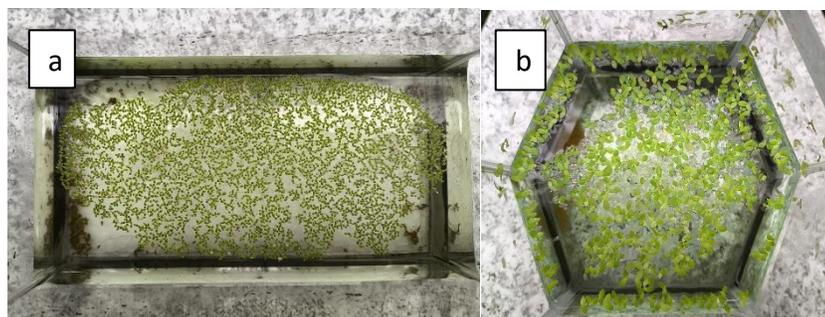


Figura 5: Macrófitas aquáticas em ação individual. (a) *Lemna minor*; (b) *Wolffia brasilienses*

Durante 43 dias foram coletadas amostras com intervalo de 48h, com estas amostras foram analisados o índice de pH e a unidade formadora de colônias (UFC), para análise do pH se utilizou do equipamento laboratorial específico para sua contagem, o pHmetro, e o cultivo de bactérias em placas para análise. No gráfico abaixo é possível visualizar a variação de pH durante os dias.

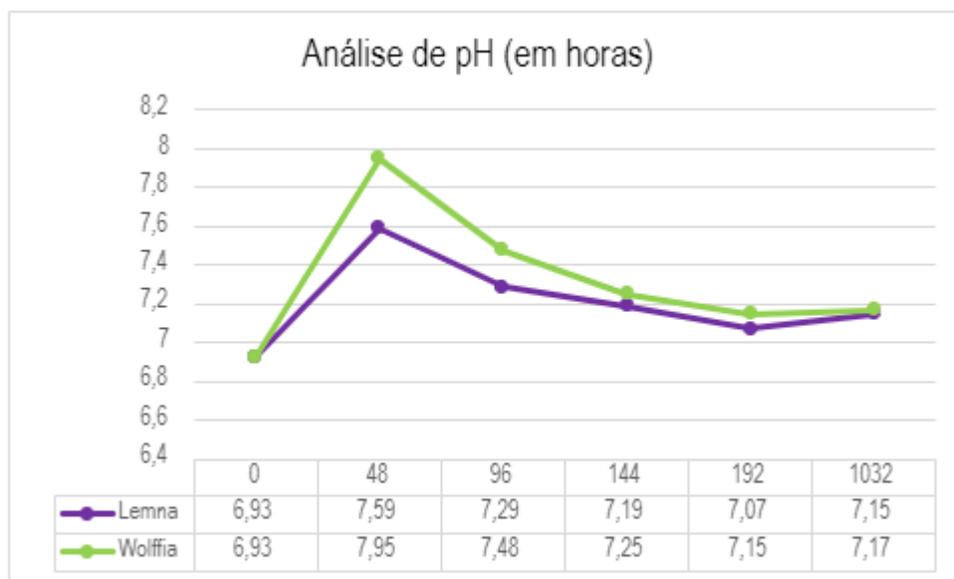


Figura 6: Análise de pH das macrófitas em ação individual.

Como representado no gráfico houve um aumento no pH, um aumento não considerável ainda se mantendo dentro dos padrões do Conama em seu ápice, devido ao processo de fotossíntese, que vem a oxigenar a água. Como pode ser visualizado na tabela de dados acima. A classificação inicial da água utilizada foi de 6,93 na escala de pH, sendo utilizada a mesma em ambas as análises, tendo uma variação de 0,24 na análise da *Wolffia brasilienses* e de 0,26 para *Lemna minor*, após a estabilização de crescimento. Podendo causar uma alteração considerável durante a utilização dos objetos de estudo em conjunto.

Os testes de Unidades Formadora de Colônia (UFC), foram realizados com a utilização de placas e petri com ágar nutriente, foram analisados e feita sua contagem, de ambas espécies. Como indicado resultados no gráfico a seguir.

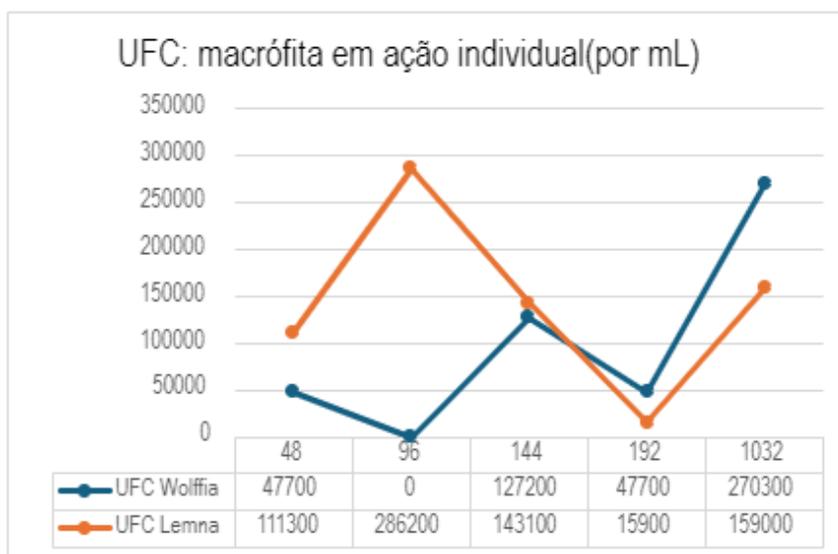


Figura 7: Contagem de UFC das placas das macrófitas em ação individual.

Como é possível observar não existe nenhuma constância sobre o tratamento d'água com a utilização destas macrófitas, mostrando uma irregularidade possivelmente influenciado por fatores externos. Após análise das placas, foi recolhido informações da temperatura dos dias condizentes as coletas de amostras, para comparação do crescimento de bactérias, e seu efeito a esta variante. É possível analisar na tabela abaixo os dados adquiridos.

Data	Temp. máx. (°C)	Temp. min. (°C)
19.06	26	14
21.06	25	16
24.06	28	18
26.06	28	18
31.08	27	13

Tabela 3: Dados de Temperatura dos dias de coleta de amostra. Dados retirados do site AccuWeather.

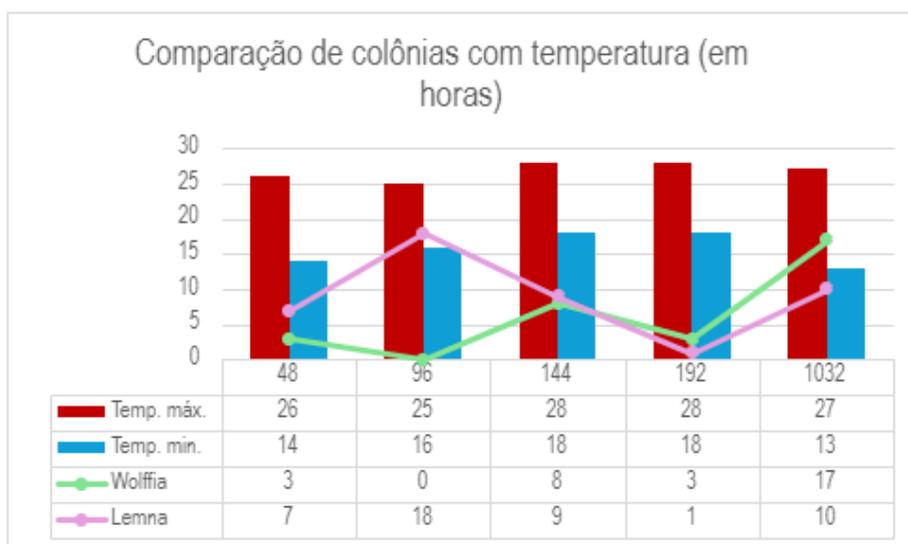


Figura 8: Gráfico de comparação entre quantidade de colônias presentes na amostra e temperatura do momento de coleta, das macrófitas em ação individual.

Devido a movimentação e instabilidade de ambos os testes, foi utilizado como comparação também a relação de quantidade de colônias com a variação de pH

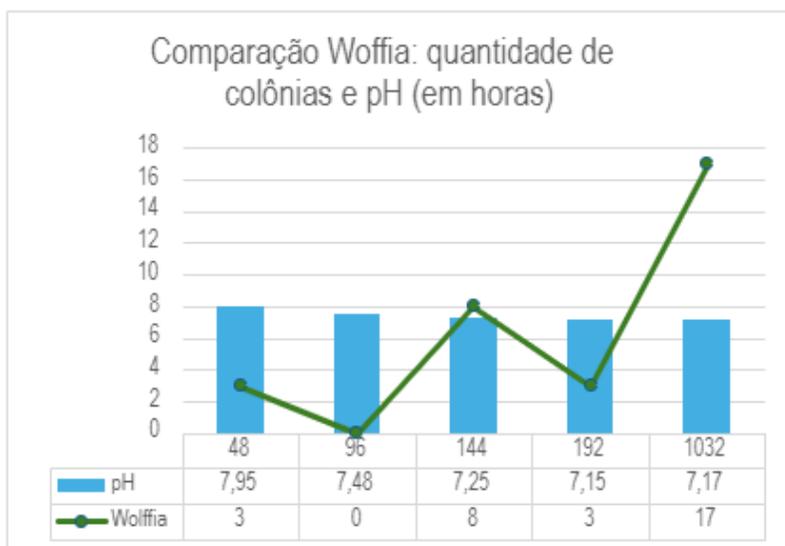


Figura 9: Gráfico de comparação da variação de pH com a quantidade de colônias presentes na ação individual da Wolffia brasilienses.

Diante do gráfico é possível observar a diminuição da concentração do nível de pH na ação individual da Wolffia Brasilienses, pontuando o aumento da acidez. Pode-se destacar também a instabilidade da quantidade de colônias formadas.

Segue abaixo o gráfico de comparação de pH com a quantidade de colônias formadas na ação individual da Lemna Minor.

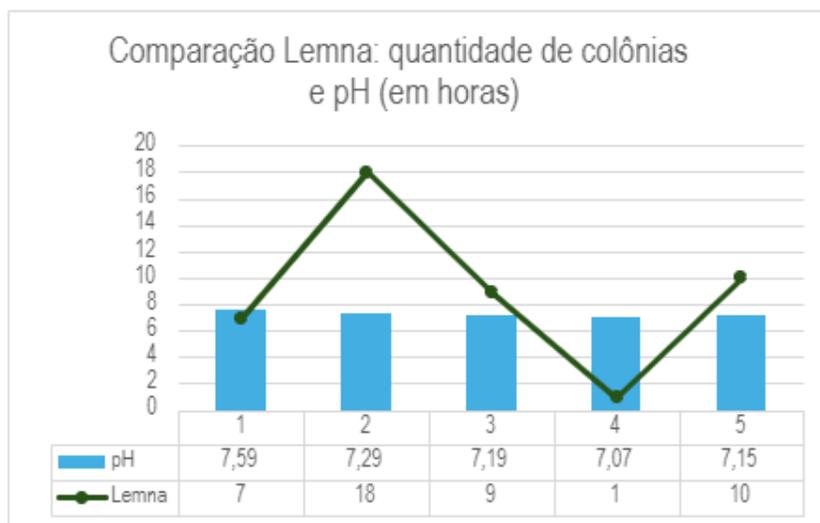


Figura 10: Gráfico de comparação da variação de pH com a quantidade de colônias presentes na ação individual da Lemna minor.

Destaca-se na análise a inconstância do pH na amostra ao passar das horas, tendo um baixo declínio e logo em seguida um pequeno aumento. Além disso, a quantidade de colônias formadas também apresenta certa variabilidade sem padrões de mudança.

Após o período de 1032 horas ocorreu a estabilização do crescimento das plantas, em que não era possível visualizar um crescimento exponencial. Como é notável nas imagens abaixo.

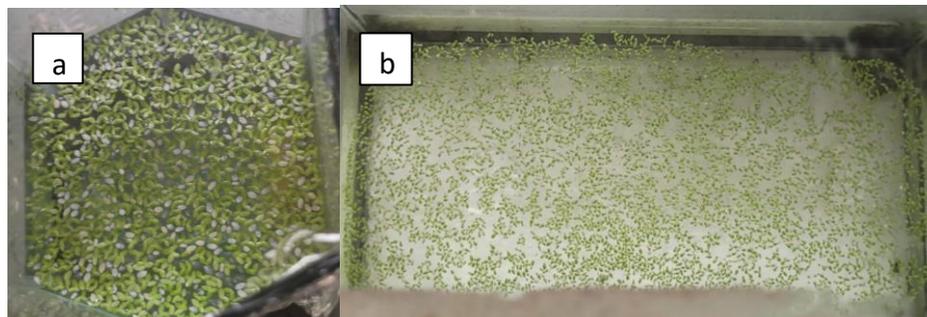


Figura 11: Últimos dias das macrófitas em ação individual. (a) *Wolffia brasilienses*; (b) *Lemna minor*.

3.3 Ação conjunta das macrófitas aquáticas

Após o alcance de estabilidade de crescimento das macrófitas em ação individual, foi iniciada a ação conjunta destas duas espécies, utilizando também 2,5 gramas de cada espécie. Na imagem abaixo é possível visualizar sua disposição em um aquário.

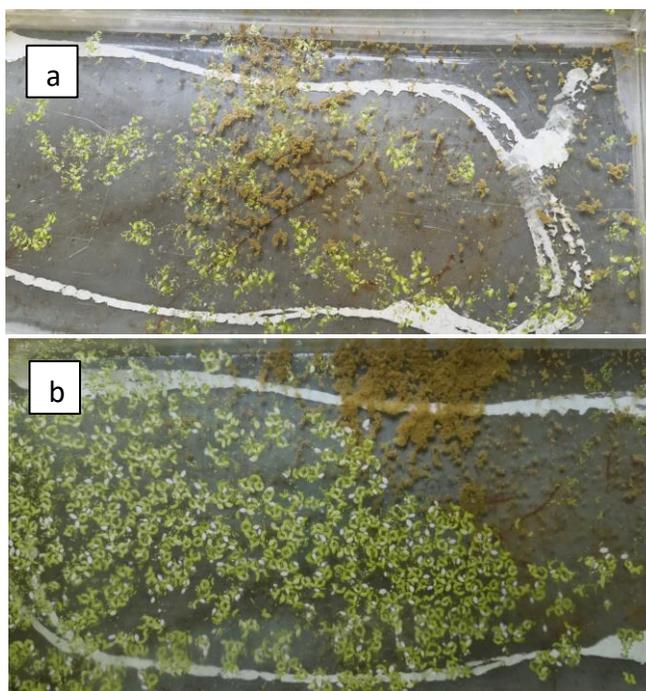


Figura 12: Disposição das macrófitas aquáticas em ação conjunta. (a) em primeiro momento; (b) após 42 dias

O objeto de estudo foi observado durante 42 dias, com intervalo de coleta de 7 dias, com a função de analisar seus resultados aos testes de pH e Unidade Formadora de Colônias (UFC), e ao final comparar as diferenças da ação conjunta para as ações individuais. Durante a pesquisa também foi possível a visualização da formação de um ecossistema, sendo encontrado duas espécies de zooplanktons, em que se foram observados apenas 28 dias após o início do tratamento.

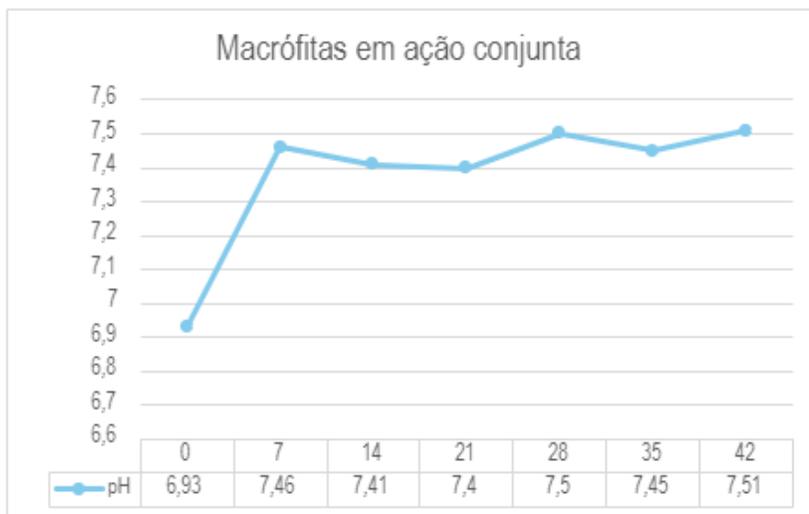


Figura 13: Gráfico da análise de pH das macrófitas em ação conjunta.

Como mostrado no gráfico acima houve um aumento no pH do ambiente, chegando a 7,5 na escala de pH, tendo uma variação de 0,58. Em comparação com a última coleta das macrófitas em ação individual houve um aumento de 0,36 em relação a *Lemna minor*, e de 0,34 em relação a *Wolffia brasilienses*. Uma variação baixa de pH, se mantendo nos padrões estabelecidos pelo Conama.

Os testes de Unidades Formadora de Colônia (UFC), foram realizados com o auxílio de placas de petri com ágar nutriente, sua contagem e análise foi feita. Como é possível identificar no gráfico abaixo. Há de observar a falta de uma constância, com resultados instáveis de acordo com o passar dos dias.

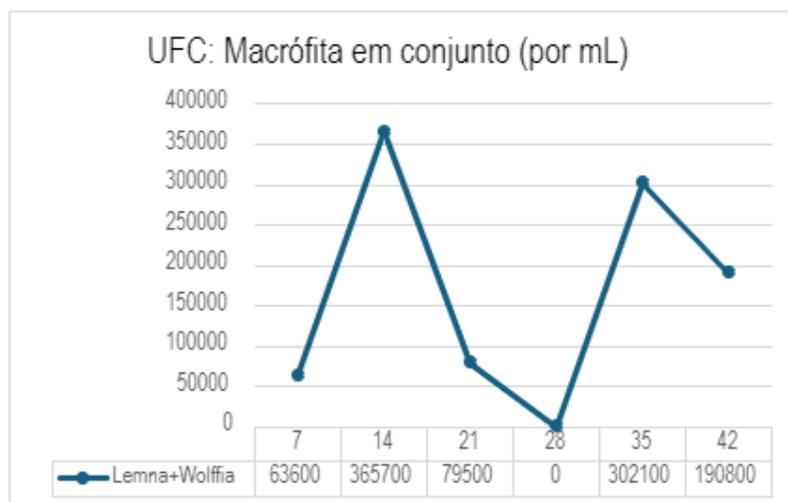


Figura 14: Contagem de UFC das macrófitas em ação conjunta.

Após analisado, foi recolhido dados referentes as temperaturas de cada dia em que as amostras foram coletadas, para possível comparação das quantidades de colônias contadas a essa variante. É possível observar tais informações adquiridas na tabela a seguir.

Data	temp. máx. (°C)	temp. min. (°C)
14.08	23	12
21.08	28	18
28.08	20	10
04.09	32	19
11.09	32	21
18.09	21	15

Tabela 4: Dados de temperatura recolhidos de cada dia. Dados retirados do site *AccuWeather*.

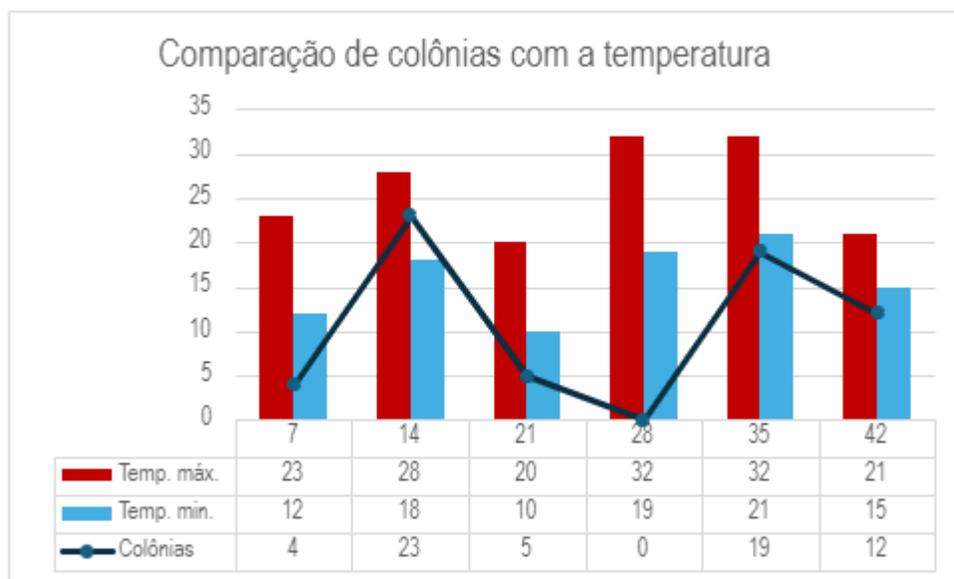


Figura 15: Gráfico de comparação entre quantidade de colônias presentes na amostra e temperatura do momento de coleta, das macrófitas em ação conjunta.

Com base no gráfico a cima, é possível analisar que nos dias mais quentes houve uma maior quantidade de colônias contadas e nos dias mais frios uma menor quantidade, entretanto no 28 dia houve uma baixa na quantidade de colônias, podendo ter relação com a variação de temperatura, que chega a 13C, mesmo assim apresenta irregularidades a questões de outras possíveis variantes, que alteram o desenvolvimento de bactérias. Foi realizada uma comparação entre resultados de pH e números de bactérias, para possível identificação de agente externo, como exemplificado no gráfico abaixo.

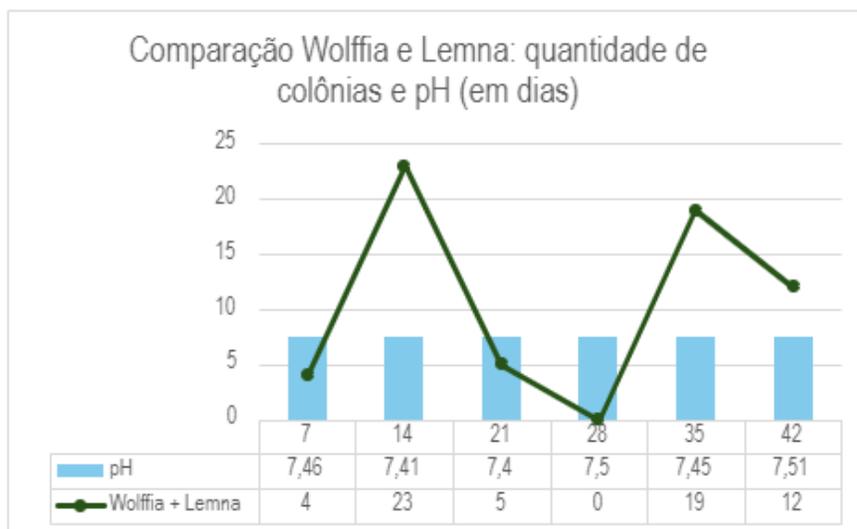


Figura 16: Gráfico de comparação da variação de pH com a quantidade de colônias presentes na ação conjunta da Lemna minor e Wolffia brasilienses.

Diante os dados do gráfico, foi possível a análise de sua comparação, o que foi apresentado não indica qualquer relação entre a variação de pH com o crescimento de bactérias, podendo resultar em uma ação de outro fator externo.

Durante 42 dias o crescimento das raízes se desenvolveu muito bem, elas se estabilizaram na água e atingiram um tamanho considerável dado ao tempo em que se estabeleceram no aquário, nas imagens a seguir é possível observar a diferença do início para o final dos dias em análise.

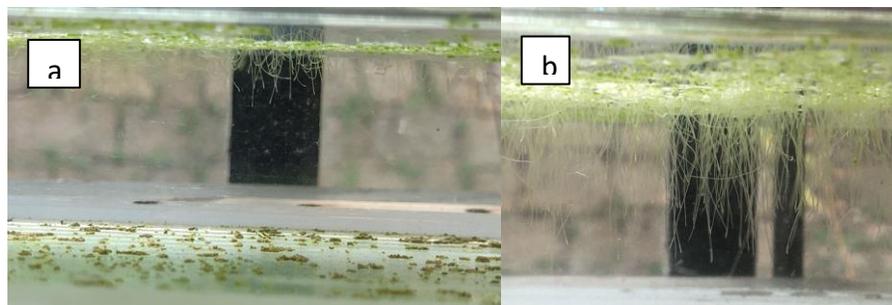


Figura 17: Crescimento das raízes em ação conjunta; (a) Início da análise, (b) Final da análise.

3.3.1 Formação de ecossistema

Durante o presente estudo foi possível visualizar a proliferação de duas espécies de crustáceos, o *Copepod cyclops* e *Cypricercus centrura*, crustáceos da classe *Ostracoda*. Em que podem ser encontrados em praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos, desde a plataforma continental até planícies abissais, bem como em reservatórios de águas de epífitas, podem ser vistos em todo o continente Americano (LAURIN, 2022), vivendo nas águas doces de São Paulo e do Brasil, pelo seu clima tropical e diversos rios (SILVA, 2003). Podendo ser encontrados em diversos lugares de água doce, salobra e até mesmo terras úmidas (DEFAYE & BOXSHALL, 2008; ESTEVES, 2011).

Podem ser considerados bioindicadores de qualidade de água devido ao seu ciclo de vida que inclui estágios de ovos, larvas e adultos. Em que os ovos eclodem em larvas, somente se há condições para seu próximo estágio, podendo entrar em estado de dormência por longos períodos até que o ambiente chegue em parâmetros viáveis para seu estágio larval, e por fim se desenvolvem em jovens e, eventualmente, em adultos (STEFANI et al., 2023).

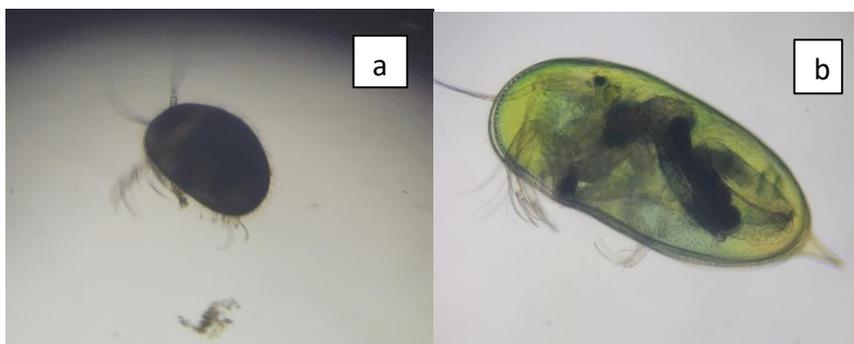


Figura 17: Imagens tiradas dos crustáceos presentes no estudo. (a) *Copepod cyclops*; (b) *Cypricercus centrura*.

Os *Ostracodos* possuem um corpo pequeno, geralmente revestido por uma concha em duas valvas. Essa concha é composta de carbonato de cálcio e tem uma forma variada, dependendo da espécie. O corpo é dividido em cabeça, tórax e abdômen, com antenas que ajudam na locomoção (BERGUE et al., 2017).

A ação das plantas sobre a água pode ter levado a melhora das condições do ambiente, para que assim essas espécies saíam de seu estado de dormência e por fim iniciem sua vida ativa. Em que só foi notável a presença da espécie *Copepod cyclops* após 28 dias do tratamento com as plantas em ação conjunta, e da espécie *Cypricercus centrura* após 35 dias. Foi possível a visualização da espécie *Copepod cyclops*, conhecida também como camarão semente, dentro do ambiente da *Wolffia brasilienses*, mas somente após mais de 80 dias consecutivos de tratamento, não ocorrendo a aparição do *Cypricercus centrura*, evidenciando que a ação conjunta levou a uma melhora consideravelmente em comparação com as individuais de acordo com a proliferação destes crustáceos. Podendo ter relação também ao aumento de pH no ambiente.

4. Conclusão

De acordo com os dados coletados, a quantidade de coliformes presentes na água da Billings veio a aumentar com a presença das macrófitas, porém não houve uma variação constante deste fator, havendo aumentos e diminuições sem qualquer constância, podendo ter relação com outros fatores externos além da temperatura, em que também não se há uma relação totalmente constante com o crescimento destas bactérias, chegando a um resultado inconclusivo sobre seu potencial de combate, e mostrando a ausência de um controle sob densidade de coliformes, podendo haver um crescimento da população de bactérias devido a presença das macrófitas. Entretanto o crescimento exponencial de crustáceos na água tratada, mostra uma evidente melhora na qualidade da água, principalmente na ação conjunta das duas espécies escolhidas. Entretanto se faz necessário análises posteriores a fim de comprovação da teoria.

Fatores	Resolução Conama	Análise sem tratamento	Tratamento <i>Lemna minor</i>	Tratamento <i>Wolffia brasilienses</i>	Tratamento em conjunto (<i>Lemna minor</i> + <i>Wolffia brasilienses</i>)
Densidade de coliformes	1. 10 ³ UFC/100ml	1,39 .10 ⁵ UFC/100ml	1,59 .10 ⁷ UFC/100ml	2,7 .10 ⁷ UFC/100ml	1,9.10 ⁷ UFC /100ml

pH	6 a 9	6,93	7,15	7,17	7,51
Proliferação de Crustáceos		Não houve	Não houve	Houve, após 80 dias	Houve, após 28 dias

Tabela 5: Comparativo final dos resultados obtidos.

Referências

ALBERTIN, L. L. Contribuições ao estudo de remediação de contaminantes de esgoto sanitário com o uso de lemnas. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, 2019.

ALMEIDA, R. DE A.; ALMEIDA, N. A. M. (EDS.). REMOÇÃO DE COLIFORMES DO ESGOTO POR MEIO DE ESPÉCIES VEGETAIS. [s.l.] Revista Eletrônica de Enfermagem, 2005. v. 7

ALVAREZ, E. A. et al. Capacidade da Lemna aequinoctialis para acumular metais pesados de água contaminada. SciELO Brasil, jun. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000200011>>

ANA BEATRIZ LALUCE VAZ MESTRANDA EM ENGENHARIA CIVIL, UNESP, BRASIL. ANA.LALUCE@UNESP.BR ADRIANA VANESSA MUTUMBAJOY BENAVIDES MESTRANDA EM ENGENHARIA CIVIL, UNESP, BRASIL. ADRIANA.VANESSA@UNEP.BR (ED.). Avaliação da

eficiência da lentilha d'água (Wolffia) como forma de polimento de água residuária doméstica. [s.l.] Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável, 2023. v. 2

ANA. Enquadramento - Bases Conceituais. Disponível em: <<https://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>>. Acesso em: mar. 2024.

CARIS, M. E.; * ANDRADE, A. S. P. DE; ** PHILIPPI, L. S. Determinação do potencial de biorremediação de nutrientes e bioindicação de águas residuárias da suinocultura por macrófitas flutuantes (*Lemna minuta*) – Efeito de altas taxas de nitrogênio amoniacal. 6 2010. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1874/946>>.

CETESB. O problema da escassez de água no mundo. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>>. Acesso em: mar. 2024.

CLAUDIA BITTENCOURT, M. A. S. D. E. P. Tratamento de Água e Efluentes – Fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos. [s.l.] Editora Érica | Saraiva, 2018.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 ALTERADA PELAS RESOLUÇÕES CONAMA N° 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 e N° 430/2011.

DA SILVA, W. M. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustácea) de água doce do estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde: Universidade Federal de São Carlos, 2003.

DA SILVEIRA PIOI, M. C.; DE SOUZAI, K. DOS S.; SANTANA, G. P. Capacidade da *Lemna aequinoctialis* para acumular metais pesados de água contaminada. SciELO Brasil, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/W8XG9Xyxjf8Qf9kfMQQsTbQ/?lang=pt>>. Acesso em: 6 mar. 2024

DE ÁGUA, F. F. A Importância do Tratamento da Água. FUSATI, 2024. Disponível em: <<https://www.fusati.com.br/a-importancia-do-tratamento-da-agua/>>. Acesso em: 10 mar. 2024

DE MIRANDA, F. S. OCORRÊNCIA DE OSTRACODA NO MÉDIO RIO DOCE/MG E REVISÃO DO ESTADO DA ARTE DO ESTUDO DESSE GRUPO NO BRASIL. Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre.: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

DUARTE, M. A. Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde: Universidade Federal de São Carlos, 2016.

EDITORIAL ROTA AMBIENTAL. Tratamento de água de poços artesianos Rota Ambiental: Soluções eficientes e sustentáveis. ROTA AMBIENTAL, 2023. Disponível em: <<https://rotaambiental.com.br/tratamento-de-agua-de-pocos-artesianos/>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FILHO, J. S.; CARVALHO, J. C. RESOLUÇÃO CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/RESOLU%C3%87%C3%83O-CONAMA-n%C2%BA-274-de-29-de-novembro-de-2000.pdf>>. Acesso em: mar. 2024.

FILIFE GUILHERME RAMOS COSTA NEVES, FERNANDA CABRAL JERONIMO, THAIS R. SEMPREBOM, MARIANA P. HAUEISEN E DOUGLAS F. PEIRÓ. Copépodes: a fauna dominante do plâncton marinho tropical. Bioicos, 2021. Disponível em: <<https://www.bioicos.org.br/post/copepodes-a-fauna-dominante-do-plancton-marinho-tropical>>. Acesso em: 25 set. 2024

GEOFF A. BOXSHALL, D. D. (ED.). Hydrobiologia. [s.l.] Springer Link, 2008. v. 595

HEGEL, C. G. Z.; MELO, E. F. R. (EDS.). MACRÓFITAS AQUÁTICAS COMO BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS ARROIOS DA RPPN MARAGATO. [s.l.] Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR), 2016b. v. 9

ISHIKAWA, W. Microcrustáceos. Planeta Invertebrados Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.planetainvertebrados.com.br/index.asp?pagina=especies_ver&id_categoria=28&id_subcategoria=0&com=1&id=137&local=2>. Acesso em: 25 set. 2024

JANET HIGUTI, KENNEDY FRANCIS ROCHE, KOEN MARTENS. Checklist de ostrácodes (Crustacea, Ostracoda) dulcícolas do Pantanal Sul Mato-grossense, Brasil. SciELO Brasil, 2017.

KIPP, RM, J. LARSON E A. FUSARO. a copepod (Cyclops strenuus) - Species Profile. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, 2019. Disponível em: <<https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=2711>>. Acesso em: 25 set. 2024

LARA MILENA SABATER, MATEO DANIEL MONFERRAN, JANET HIGUTI, ALEJANDRA PATRICIA PÉREZ (ED.). Uma lista de verificação anotada de Ostracoda (Crustacea) não marinhos recentes da Argentina, América do Sul. [s.l.] Zootaxa, 2023. v. 5336

LAURIN, J. CRIATURAS DE ÁGUA DOCE. A Tiny World, 2019. Disponível em: <<https://atinyworld.org/creatures/>>. Acesso em: 25 set. 2024

LEMLE, M. (ED.). Microfósseis da degradação. [s.l.] FAPERJ, 2002.

MACHADO, C. P. (ED.). Uma breve discussão sobre estratégias e processos de dispersão em Ostracoda. [s.l.] Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada, 2016. v. 2

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Cadernos de Saúde Pública, 1994. Disponível em: <<https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/522>>. Acesso em: 10 mar. 2024

MIZUZAKI, B. C. P. Ostracoda. Laboratório de Microfósseis Calcários, do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/microfosseis/microfosseis/ostracoda-crustacea/>>. Acesso em: 25 set. 2024

NICHOLLS, D. Ciclope. Nature Spot, 2023. Disponível em: <<https://www.naturespot.org.uk/species/cyclops-sp>>. Acesso em: 25 set. 2024

PIETERSE, A. H.; MURPHY, K. J. Ervas daninhas aquáticas: ecologia e gestão da vegetação aquática incômoda. [s.l.] Oxford [Inglaterra]; Nova Iorque: Oxford University Press, 1990.

POTT, V. J.; POTT, A. (EDS.). Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição, da Água. [s.l.] Empraba, 2002.

RODRIGUES, R. Produtos Químicos para Tratamento de Água: Garantindo Qualidade e Potabilidade. Portal tratamento de água, 2023. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/produtos-quimicos-qualidade-potabilidade/>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

ROGÉRIO DE ARAÚJO ALMEIDA¹, N. A. M. A. REMOÇÃO DE COLIFORMES DO ESGOTO POR MEIO DE ESPÉCIES VEGETAIS. REMOÇÃO DE COLIFORMES DO ESGOTO POR MEIO DE ESPÉCIES VEGETAIS, n. 10/12/2005, 2005.

SILVA, U. N. DE M. A radiação UVC como alternativa no tratamento de água. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

VAZ, A. B. L.; BENAVIDES, A. V. M. (EDS.). Avaliação da eficiência da lentilha d'água (*Wolffia*) como forma de polimento de água residuária doméstica. [s.l.] Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável, 2023. v. 2

VERENA S. BARACUHY¹, JÓRGERSON P. G. PEREIRA², ALINE C. FERREIRA³, VIVIANE F. SILVA⁴, NICOLA S. Eficiência na remoção de coliformes em águas cinza através da fitorremediação. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, p. 5, 20 fev. 2015.