

II-063 – AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MACRÓFITAS DO GÊNERO LEMNA NA REMOÇÃO DE NUTRIENTES EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO CORANTE INDOSOL AZUL SF-GL

Raquel Ferreira do Nascimento ⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Ana Paula Alves Feitosa ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves ⁽³⁾

Professora adjunta da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UFPE)

Marileide Lira Araujo Tavares ⁽⁴⁾

Pos-doutoranda (UFPE), mestre em Química pela Universidade Federal da Paraíba e doutora em Ciências (Físico-Química) pela Universidade Federal da Paraíba.

Marcos Henrique Gomes Ribeiro ⁽⁵⁾

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Endereço ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾: Rodovia BR-104, Km 59, s/n - Nova Caruaru, Caruaru - PE, 55002-970- e-mail: raquelferreiran@gmail.com

RESUMO

O lançamento de efluentes têxteis em corpos hídricos, sem tratamento ou com tratamento inadequado, gera graves impactos ambientais. A região do Agreste pernambucano é o segundo maior polo têxtil do Brasil, e por consequência, produz uma grande quantidade de efluente têxtil, principalmente no que se refere às lavanderias de jeans. Grande parte destes efluentes não recebe um tratamento eficiente, gerando impacto ambiental nos rios da região (rio Ipojuca e rio Capibaribe), que muitas vezes assumem uma coloração azul. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da macrófita *Lemna* sp. para tratamento de água com corante Indosol Azul SF-GL utilizando para tingimento de peças na indústria têxtil. O estudo foi montado em escala de bancada, utilizando béqueres de um litro, onde foram avaliadas duas concentrações de corante e controle de verificação. Os béqueres ficaram dispostos em uma incubadora com temperatura variando de 25 a 27°C, adaptada com lâmpadas de LED e com temporizador, programado para ficar aceso por 12 horas diárias simulando o ciclo diário da luz solar. Foram realizadas leituras diárias por meio de sondas e equipamentos portáteis dos parâmetros: pH, oxigênio dissolvido e turbidez. Para avaliar a remoção de fósforo, foi realizada análises no dia 1 e no dia 7 (final do experimento). O tratamento com macrófita apresentou uma tendência a aumento do valor de pH ao longo do experimento, produção de oxigênio dissolvido, redução da turbidez e de eficiência de remoção de fósforo. Este com elevadas eficiências de remoção para o tratamento com macrófitas (eficiência média de 95,1%).

PALAVRAS-CHAVE: Macrófita *lemna* sp., Indosol Azul SF-GL, Remoção de nutrientes.

INTRODUÇÃO

Problemas ambientais estão se intensificando nas últimas décadas, devido ao aumento das atividades industriais; no Brasil a indústria têxtil é de grande importância para a economia, sendo o polo têxtil do agreste de Pernambuco o segundo maior polo têxtil do país. O polo de confecções do agreste, cujas principais cidades são Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe têm cerca de dezenove mil empresas trabalhando no setor.

No entanto o processamento têxtil principalmente na parte de tingimento e de acabamento, que ocorre nas lavanderias têxteis, demandam por grandes quantidades de água. Esta elevada demanda de água em seus processos, geram grandes quantidades de água residuárias, que na maioria dos casos, contêm compostos orgânicos, inorgânicos, metais, sólidos suspensos, corantes e compostos químicos tóxicos ao meio e ao homem.

Dentre os compostos do processamento têxtil estão os corantes, que são constituídos de estruturas químicas complexas, são considerados perigosos, devido sua toxicidade, pouco degradáveis e solúveis em água o que dificulta sua remoção. Contribuindo significativamente para a poluição de recursos hídricos, por dificultarem a penetração dos raios solares, prejudicando o metabolismo fotossintético de algumas espécies e a qualidade da água.

Existem vários métodos de tratamento para efluente, tais como oxidação química, coagulação, floculação, filtração por membranas, troca iônica e adsorção. Uma alternativa de baixo custo para o tratamento destas águas é o uso de macrófita *lemna* sp. para a remoção de nutrientes. Macrófitas são plantas aquáticas que podem ser total, parcialmente submersas ou ainda flutuantes em água doce ou salobra, que podem ficar durante meses neste meio. Segundo Pompêo (2008) entre suas principais características destas plantas estão a acumulação de biomassa, acelerar a ciclagem de nutrientes, sustentar a cadeia de detritos e de herbivoria, além de influenciar a química da água. Através de estudos verificou que essas plantas, quando expostas a concentrações de CO₂ mais elevadas, se desenvolvem mais rapidamente e com isso aumentam taxa de remoção de nutrientes em efluentes, além de produzirem mais proteína por área (MOHEDANO, 2010).

O corante sintético Indosol Azul SF-GL foi escolhido para este estudo, devido sua grande utilização no tingimento de jeans no polo têxtil pernambucano. Além de ser um produto nocivo para os organismos aquáticos, pode causar efeitos nefastos em longo prazo tanto no meio aquático quanto para quem consumir as águas contaminadas com este produto. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de macrófitas do gênero *Lemna* na remoção de nutrientes em duas concentrações do corante Indosol Azul SF-GL, assim como verificar a influencia de outros fatores para o sucesso do tratamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprimento do objetivo proposto neste estudo, foi montado em escala de bancada um experimento em triplicata com béqueres de 1L adicionando-se macrófitas, solução nutritiva e corante. Com o objetivo de fornecer todos os macro e micronutrientes necessários a sobrevivência das macrófitas, foi preparada uma solução nutritiva padrão (Hoagland e Arnon, 1950), conforme disposto na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da solução nutritiva.

SOLUÇÃO ESTOQUE	CONCENTRAÇÃO (g.L ⁻¹)
Fosfato monoamônico (NH ₄ H ₂ PO ₄)	115
Nitrato de Potássio (KNO ₃)	101
Nitrato de Magnésio (Ca(NH ₃) ₂)	164
Sulfato de Magnésio (MgSO ₄)	120,3

Foi adicionado à solução nutritiva, o corante Indosol Azul SF-GL numa concentração de 1,2 g.L⁻¹ (mesmo utilizado em uma lavanderia de Jeans localizada no município de Caruaru-PE). Em seguida, realizou-se a coleta de macrófitas da espécie *Lemna* sp., que foram levadas ao laboratório, lavadas, separadas e pesadas.

Em cada béquer de 1 L foi adicionado 4 g de macrófitas. Foram testadas duas concentrações da solução nutritiva adicionada do corante: 100% e 50%. Para o controle do experimento, foram montados adicionalmente béqueres com as concentrações de 100% e 50% sem a adição das macrófitas, conforme demonstrado no desenho esquemático da Figura 1.

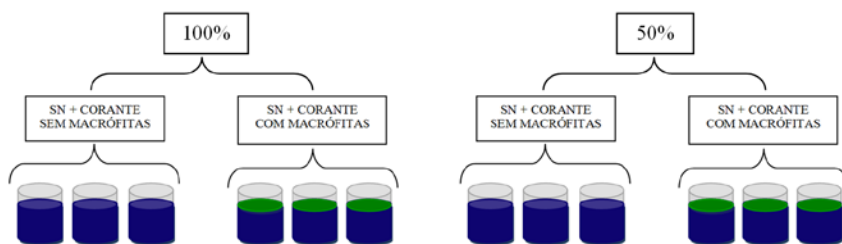


Figura 1. Desenho esquemático dos experimentos (SN – Solução Nutritiva)

Os béqueres ficaram dispostos em uma incubadora, com temperatura variando de 25 a 27°C. A incubadora foi adaptada com lâmpadas de LED e com temporizador, programado para ficar aceso por 12 horas diárias simulando o ciclo diário da luz solar. Foram realizadas leituras diárias por meio de sondas e equipamentos portáteis dos parâmetros: pH, oxigênio dissolvido e turbidez. Para avaliar a remoção de fósforo, foi realizada análises no dia 1 e no dia 7 (final do experimento).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os valores de pH no controle e no tratamento com macrófitas. O tratamento com macrófita (Figura 2 b e d) apresentou uma tendência a aumento do valor de pH ao longo do experimento, já no tratamento controle (Figura 2 a e c), o pH ficou estável e compreendido entre 5,5 e 6,0. As *Lemnas* fazem trocas gasosas com a atmosfera, tendo pouca influência na dinâmica do carbonato no meio líquido (TONON, 2016). No entanto, quando se adiciona as macrófitas numa solução sintética (solução nutritiva), adiciona-se junto micro-organismos do ambiente natural de onde as macrófitas foram coletadas que podem contribuir na dinâmica do carbonato, já no controle, apenas água destilada foi utilizada, o que pode explicar a estabilidade dos valores de pH.

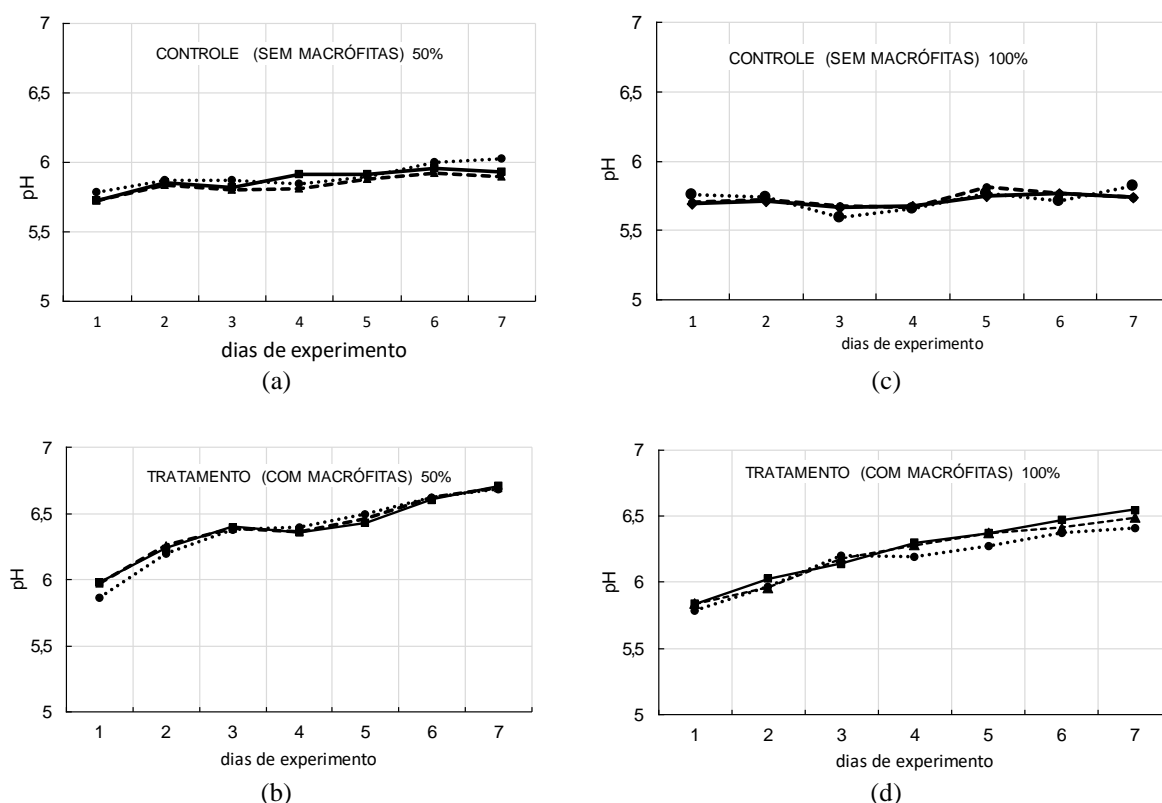
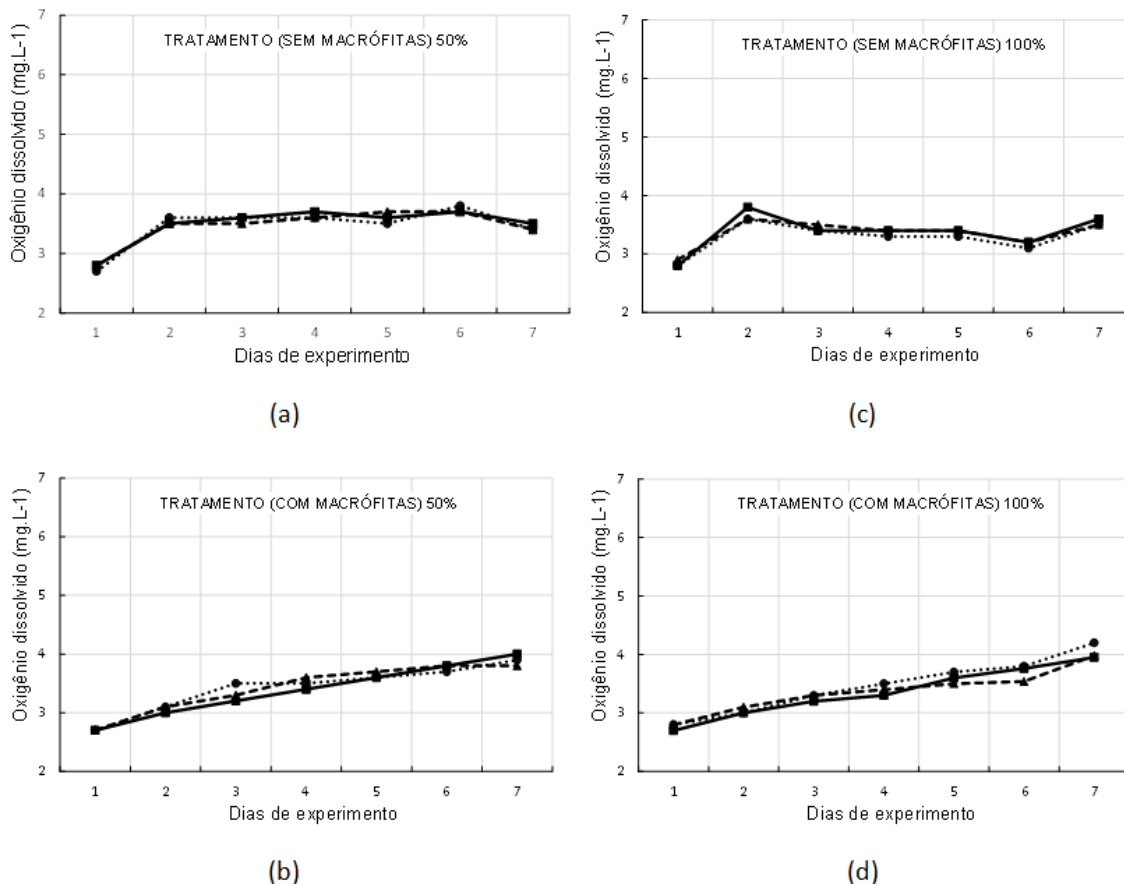


Figura 2. Valores de pH em triplicata para os tratamentos com 50 e 100% e nos respectivos controles. a) Controle 50%, b) Tratamento 100%, c) Controle 100% e d) tratamento 100%.

A Figura 3 apresenta os valores de oxigênio dissolvido nos controles e tratamento. Nas soluções controle, ocorreu um aumento da concentração de oxigênio no segundo dia e depois o OD permaneceu estável e acima de 3 mg.L⁻¹. O aumento de oxigênio no controle pode se dá por difusão de oxigênio na coluna de água. Já nos tratamentos, em ambas as concentrações, houve um leve aumento a partir do segundo dia.

Os béqueres com macrófitas, por mais que os espécimes fossem lavados antes da montagem dos experimentos, trazem uma microbiota aderida. Como o experimento foi montado em béquer de vidro havia incidência de luz sobre a coluna de água que pode ter favorecido a fotossíntese com produção de OD.



A Figura 4 demonstra que ocorreu uma redução da turbidez para os experimentos com macrofitas. No entanto, ocorreu um aumento da turbidez no sétimo dia, que pode ser explicado pela mortandade de alguns espécimes, e contribuição com a turbidez na massa líquida.

Segundo Skillicorn, Journey e Spira (1993) em lagoas de lemnas, uma rotina de manejo da biomassa deve ser estabelecida para uma que se obtenha uma boa eficiência no sistema, pois a taxa de crescimento é proporcional a remoção de nutrientes. Quando realizada a coleta das lemnas, uma dinâmica de retirada de minerais e nutrientes é estabelecida. Uma densidade muito baixa nas lagoas pode induzir o crescimento de algas, já que mais luz penetra na coluna de água. Uma densidade muito alta de biomassa provoca o empilhamento e morte, e desta forma, as plantas passam a contribuir para matéria orgânica e nutrientes no meio líquido, e, conseqüentemente, ocorre um aumento de turbidez.

Outro fato a relatar é obre a solução de Hoagland & Arnon (1950), ela é composta por macro e micronutrientes, e embora tenham sido solubilizados na montagem do experimento, ao final, foi observado um precipitado no fundo do béquer. Essa dinâmica de dissolução, precipitação e re-solubilização contribuíram com o aparecimento de turbidez. É de suma importância o manejo das macrofitas para obter um bom funcionamento do sistema de tratamento.

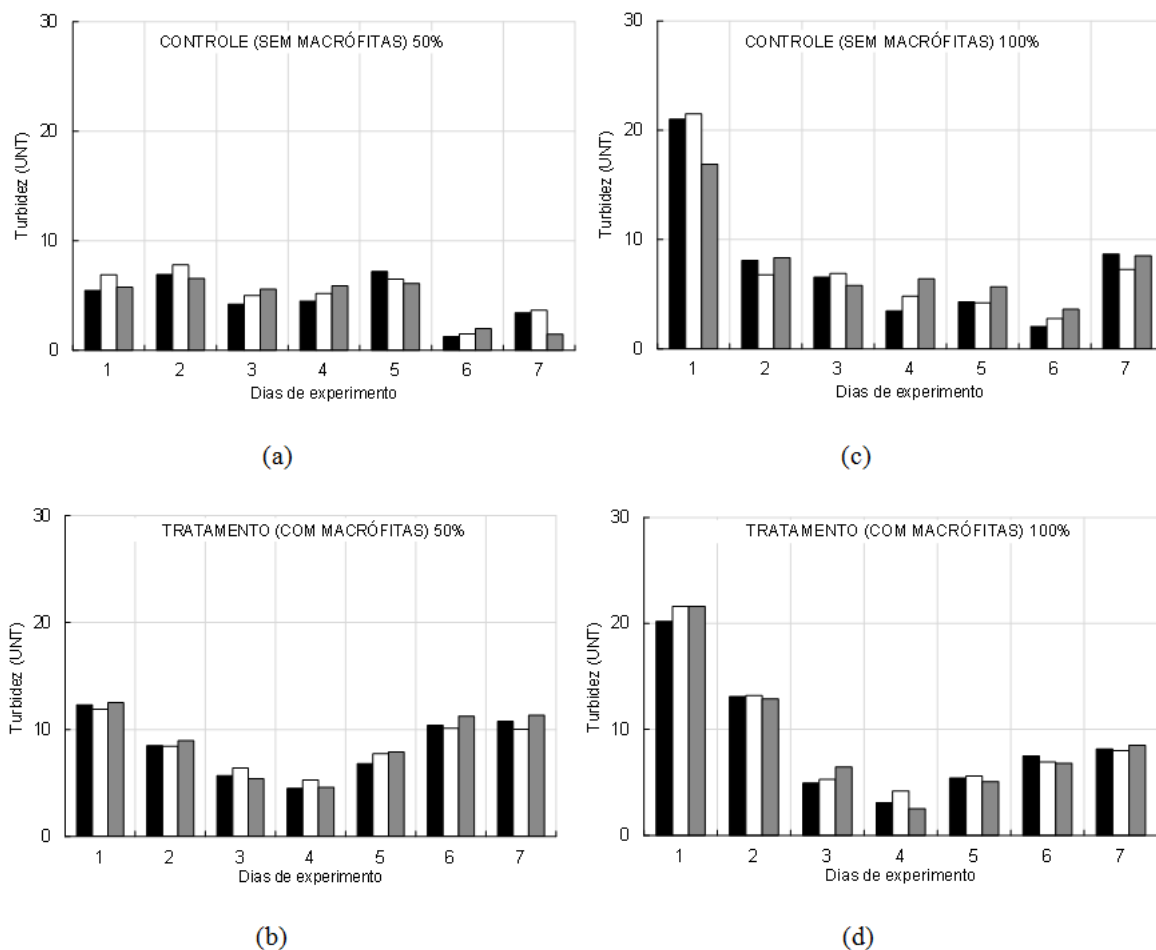


Figura 4. Valores de turbidez em triplicata para solução nutritiva mais corante em concentração 50 e 100% e nos respectivos controles. a) Controle 50%, b) Tratamento 100%, c) Controle 100% e d) tratamento 100%.

A Tabela 2 apresenta os dados de eficiência de remoção de fósforo. A solução de Hoagland e Arnon (1950) possuía fósforo na forma de fosfato monoamônico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$). Foi observada elevadas eficiências de remoção de fósforo para o tratamento com macrófitas (eficiência média de 95,1%), já no controle a eficiência observada foi em torno de 30%. Como no controle foi observada uma eficiência de remoção, é importante destacar que a influência real das macrófitas na remoção de fósforo foi menor do que 95%, em torno de 60%, já que sem macrófita ocorreu remoção de 30%. Este resultado não era esperado, visto que as macrófitas possuem habilidade de remover elevadas concentrações de nutrientes na água.

Em lagoas de lemnas, as vias de remoção ocorrem de forma direta por absorção pela planta, adsorção em partículas de argila e matéria orgânica, precipitação química e remoção por microrganismos (IQBAL, 1999). Os dois principais meios de remoção do fósforo são pela precipitação e pela fração que é absorvida pela planta, sendo que a única saída do fósforo do sistema é pelas plantas através do manejo. A absorção do fósforo pelo sedimento tem potencial para retornar ao sistema pela decomposição da matéria orgânica e também pelo retorno como fosfato dissolvido (FARREL, 2012).

Segundo Von Sperling (1986), a precipitação de fósforo em lagoas de estabilização só é possível em valores de pH acima de 9,0. A Figura 2 apresenta os valores de pH. Pela análise da referida figura a faixa de pH tanto do controle quanto do tratamento não ultrapassou o valor de 7,0, ficando na faixa compreendida entre 5,8 a 6,8. No entanto, ao final do experimento, foi observado um precipitado, de cor roxa, onde pode estar contida a fração de fósforo removida. Tonon (2016) afirma que cerca de 40 % da remoção de fósforo em lagoas de lemnas estudadas foi por sedimentação e 31,4% foi por absorção das lemnas, o que corrobora com o presente estudo.

Tabela 2. Eficiência da remoção de fósforo.

		CONCENTRAÇÃO DE 100%			CONCENTRAÇÃO DE 50%		
		Inicial (mg.L ⁻¹)	Final (mg.L ⁻¹)	Eficiência (%)	Inicial (mg.L ⁻¹)	Final (mg.L ⁻¹)	Eficiência (%)
Triplicata controle (sem macrófitas)		19,23	13,51	29,74	12,92	8,98	30,49
		19,23	12,98	32,50	12,92	9,10	29,57
		19,23	13,34	30,63	12,92	9,03	30,10
Triplicata com macrófitas		19,23	1,12	94,17	12,92	0,49	96,21
		19,23	1,19	93,81	12,92	0,38	97,06
		19,23	0,57	97,03	12,92	0,65	94,97

CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi avaliado a eficiência das macrófitas *lemna* sp. na remoção de turbidez, oxigênio dissolvido, pH e fósforo de solução nutritiva padrão mais corante. Seguem as conclusões obtidas pelo estudo, para as condições operacionais aplicadas:

- Na solução controle o pH e o oxigênio dissolvido permaneceram dentro da mesma faixa inicial, no entanto, no tratamento com macrófitas o pH e OD aumentaram, isso pode ter ocorrido pelas microalgas que realizam fotossíntese consumindo ácido carbônico do meio e produzindo OD como subproduto.
- As macrófitas apresentaram boa capacidade de remoção de fósforo, não sendo observada toxicidade do corante sobre a fisiologia das *lemnas*, nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FARRELL, J. B. **Duckweed Uptake of Phosphorus and Five Pharmaceuticals: Microcosm and Wastewater Lagoon Studies**. All Graduate Theses and Dissertations, Utah State University Merrill-Cazier Library, Logan, Utah. 2012.
2. HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.
3. IQBAL, S. **Duckweed aquaculture. Potentials, possibilities and limitations, for combined wastewater treatment and animal feed production in developing countries**. Switzerland. SANDEC report. N.6, 91p, 1999.
4. POMPÊO, M. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas**. Oecol. Bras. São Paulo, SP, 2008.
5. SKILLICORN, P.; JOURNEY, W. K.; SPIRA, W. **Duckweed Aquaculture. A new aquatic farming system for developing countries**. The World Bank, Emen Technical Department, Agriculture Division. Washington, D.C. pp.68, 1993.
6. TONON, G. **Avaliação de lagoa de *lemnas* para o polimento de esgoto doméstico: emissões de GEE e valorização de biomassa na produção de biometano**. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.
7. VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento biológico de águas residuárias**. Universidade Federal de Minas Gerais; v.3, 196p, 1986.