

II-352 - INFLUÊNCIA DA DENSIDADE SUPERFICIAL NO CULTIVO DE LANDOLTIA PUNCTATA E NA REMOÇÃO DE NUTRIENTES

Giuliana Yukie Nakahara⁽¹⁾

Estudante de graduação em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

José Antônio Zanetoni Filho⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela FEIS/UNESP. Doutorando em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

João Miguel Mercês Bega⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais na FEIS/UNESP.

Liliane Lazzari Albertin⁽⁴⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP.

Jefferson Nascimento de Oliveira⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Brasil, 56 - Centro – Ilha Solteira - SP - CEP: 15385-000 - Brasil - Tel: (18) 37431317 - e-mail: giuliana.nakahara@gmail.com

RESUMO

O uso de lagoas de lemnas para tratamento de esgotos desperta o interesse por se tratar de um processo barato e de fácil aplicação, podendo colaborar para suprir as necessidades que o país enfrenta para reduzir os impactos gerados pelos esgotos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade superficial na taxa de crescimento relativo das lemnas e na capacidade de remoção de nutrientes do meio. Neste experimento, foram utilizadas duas caixas de 10 L, contendo água do córrego Sem Nome de Ilha Solteira – SP. Uma das caixas foi utilizada como meio de cultivo, enquanto a outra foi utilizada como controle. Ao final do período de 14 dias, as plantas foram colhidas para análise da taxa de crescimento relativo. Foram coletadas amostras iniciais e finais para avaliação da remoção dos nutrientes no meio. Os valores de densidades superficiais testadas foram de 250, 350 e 450 g.m⁻². Os valores de taxa de crescimento relativo foram de 0,45, 0,60 e 0,37 g.m⁻².d⁻¹, respectivamente. Para as caixas de cultivo de lemnas, a maior eficiência de remoção de fósforo foi de 15%, enquanto que o nitrogênio total foi totalmente removido. Os resultados indicam que um controle melhor da densidade superficial inicial das lemnas pode colaborar nas taxas de crescimento relativo obtidas e na capacidade de remoção de nutrientes pelas lemnas.

PALAVRAS-CHAVE: Lemnas, Produção de Biomassa, Remoção de Nutrientes.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura sanitária urbana vem exigindo cada vez mais eficiência para suprir as necessidades de redução dos impactos gerados pelos esgotos. O país enfrenta vários agravantes da situação no setor, como escassez de recursos financeiros, política negligente, falhas nas aplicações dos investimentos e infraestrutura insuficiente e/ou debilitada (SCRIPTORE e TONETO JÚNIOR, 2012).

O contexto desperta o interesse por tecnologias de tratamento baratas, como a utilização de fitorremediação no tratamento dos esgotos. O uso de lagoas de macrófitas aquáticas flutuantes, ou lemnas, se destaca pela possibilidade de remoção de nutrientes em suspensão e possibilidade de produção de uma biomassa vegetal que pode ser reaproveitada (TOYAMA *et al.*, 2017). As lemnas, ou lentilhas d'água, são plantas macrófitas da família *Lemnaceae*, e podem ser utilizadas no polimento de efluentes. As lagoas de lemnas possuem grande capacidade de remoção de compostos de nitrogênio e fósforo tão bem quanto reduzem sólidos suspensos e até metais (UYSAL, 2013).

Além da possibilidade de remoção de nutrientes presentes, as lemnas possuem uma alta taxa de reprodução e sua biomassa possui elevado valor nutricional (XU *et al.*, 2012). Dentre elas, a *Landoltia punctata* se destaca por uma elevada taxa de reprodução que, mesmo apresentando variações durante o ano, faz com que a mesma sobreviva de maneira satisfatória (ZHAO *et al.*, 2014). Muitos trabalhos citam a vantagem da utilização das lemnas no processo de polimento de esgotos, porém existe uma grande diversidade no que diz respeito às taxas de crescimento das mesmas. Nesse caso, a densidade superficial inicial é um dos fatores que exerce influência nas taxas de crescimento obtidas (XIAO *et al.*, 2013).

Dentro deste contexto, este trabalho entra com o intuito de analisar a influência da densidade superficial inicial de lemnas nas taxas de produção de biomassa obtidas avaliando, simultaneamente, a capacidade de remoção de nutrientes presentes no meio de cultivo.

METODOLOGIA

As plantas utilizadas no experimento estão em cultivo no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP. Estão sendo utilizadas caixas de 1000 L, contendo esgoto sanitário tratado da cidade de Ilha Solteira – SP com diluição de 1:10. A Figura 1 mostra o cultivo estoque de *Landoltia punctata*.



Figura 1: Tanque de Cultivo de *Landoltia punctata*.

Durante o ensaio, o cultivo das lemnas foi feito em caixas de aproximadamente 10 L, contendo água do córrego Sem Nome, localizado no município de Ilha Solteira – SP. Uma das caixas contou com uma bomba submersa para recirculação contínua do meio de cultivo, em uma vazão de $6 \cdot 10^{-3} \text{ L.s}^{-1}$. Foram utilizadas duas caixas de cultivo. Em uma delas, foram colocadas as lemnas e a bomba submersa. Na outra, apenas o meio de cultivo para controle dos resultados. A Figura 2 mostra a caixa de cultivo utilizada.

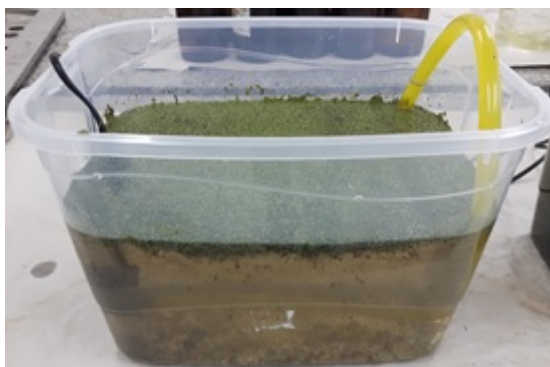


Figura 2: Caixa de Cultivo.

Uma lâmpada fluorescente de 30 W ligada a um timer analógico foi utilizada para controle do fotoperíodo. A Figura 3 mostra as caixas de cultivo durante o experimento. O fotoperíodo utilizado foi de 12:12 (Claro:Escuro), segundo os resultados de Yin *et al.* (2015), para causar mínima influência na taxa de

crescimento. O período de detenção utilizado foi de 14 dias. Este período foi utilizado por ser maior que a fase de adaptação das lemnas (CHENG; LANDESMAN; BERGMANN, 2002) e menor que períodos de cultivos muito longos, onde as lemnas começam a crescer para as bordas das superfícies limitantes, ocasionando morte das mesmas (XU e SHEN, 2011).

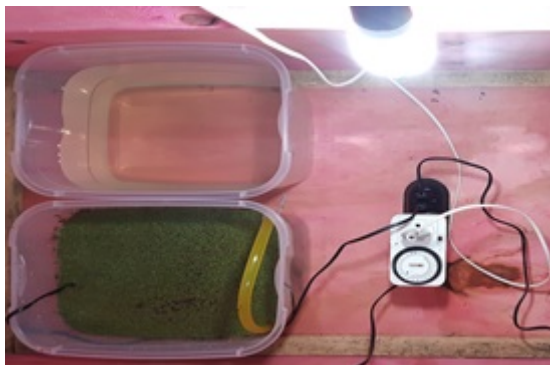


Figura 3: Caixas de Cultivo Durante o Experimento.

As densidades superficiais iniciais testadas foram de 250, 350 e 450 g.m⁻². Esses valores foram utilizados por Zhao *et al.* (2014) em diferentes espécies de lemnas. Após o período de detenção, as lemnas foram colhidas e secas em estufa a 50 °C, durante 48 horas.

As taxas de crescimento relativo foram calculadas segundo a Equação 1, onde, GR é a taxa de crescimento relativo, DW é a matéria seca no período de cultivo, D é o número de dias do período de cultivo e A é a área superficial das caixas de cultivo.

$$GR = DW.D^{-1}.A^{-1} \quad \text{equação (1)}$$

Os parâmetros analisados na remoção de nutrientes foram o Nitrogênio Total e o Fósforo Total. As metodologias utilizadas foram o método 10072, HACH e APHA (2017), respectivamente.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as taxas de crescimento relativo encontradas para cada densidade superficial testada.

Tabela 1: Taxas de Crescimento Relativo

<i>Densidade Superficial (g.m⁻²)</i>	<i>Taxa de Crescimento Relativo (g.m⁻².d⁻¹)</i>
250	0,45
350	0,60
450	0,37

A taxa de crescimento relativo para a densidade de 350 g.m⁻² foi de 0,60 g.m⁻².d⁻¹, enquanto que, para a densidade de 450 g.m⁻², o valor foi de 0,37 g.m⁻².d⁻¹. Esses resultados podem comprovar o efeito que as maiores densidades exercem nas taxas de crescimento relativo, uma vez que para densidades maiores, ocorre o efeito de sobreposição e algumas plantas acabam ficando sombreadas por outras, impedindo a passagem de luz e consequente morte de algumas plantas. Outro fator que pode estar relacionado é o acúmulo de plantas nas bordas secas dos recipientes, o que acaba ocasionando a morte das mesmas. Para a densidade de 250 g.m⁻², a taxa de crescimento relativo foi de 0,45 g.m⁻².d⁻¹. O valor desta taxa é ainda maior que o encontrado para a densidade de 450 g.m⁻², porém menor que 0,60 g.m⁻².d⁻¹, encontrado para densidade de 350 g.m⁻². Isso pode ser explicado pela quantidade maior de espaços na superfície do meio de cultivo que permite a passagem de luz e contribui para o aparecimento de microalgas no meio, concorrentes naturais das lemnas. Esse fato pode ainda

ser reforçado devido ao meio de cultivo estoque no laboratório utilizar efluente da lagoa de estabilização da Estação de Tratamento de Esgoto de Ilha Solteira – SP, facilitando o aparecimento de microalgas nessas novas condições.

Os valores encontrados de taxa de crescimento relativo são bem menores quando comparados a outros trabalhos. Xu *et al.* (2011) utilizando esgoto suíno como meio de cultura chegou a um valor de $12,40 \text{ g.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ para a espécie *Spirodela polyrrhiza*. Um dos fatores que pode explicar as diferenças encontradas é o fato de que o meio de cultivo utilizado é pobre em nutrientes, como pode ser verificado nas Figuras 4 e 5. A taxa de crescimento relativo é um parâmetro que pode variar com a espécie e com o meio de cultivo utilizado, como mostra um trabalho realizado por Toyama *et al.* (2018) que utilizou 3 espécies de lemna e 3 tipos de meios de cultivos diferentes.

As concentrações de fósforo total no afluente do tratamento foram mensuradas em $0,80$, $1,05$ e $1,36 \text{ mg.L}^{-1}$ e no efluente da caixa com lemna em $0,97$, $0,82$ e $1,73 \text{ mg.L}^{-1}$, para as densidades superficiais de 250 , 350 e 450 g.m^{-2} , respectivamente (Figura 4). A eficiência de remoção foi satisfatória apenas para a densidade superficial de 350 g.m^{-2} , correspondendo a aproximadamente 15%. Matos *et al.* (2014) encontraram valores próximos de eficiência em seu trabalho para um valor semelhante de taxa de densidade superficial.

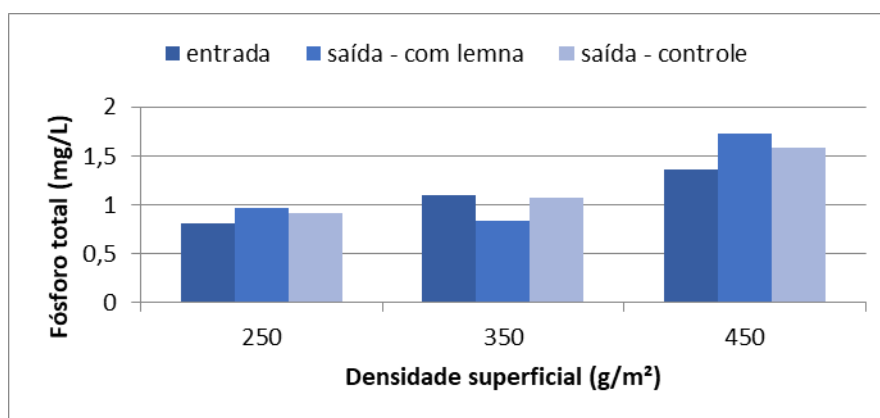


Figura 4: Concentração de fósforo total

Na presença dessas macrófitas aquáticas, há uma diminuição no nível de ortofosfato, que aparece em grande quantidade nos esgotos sanitários, pois o fosfato na forma de ortofosfato é necessário para o seu crescimento. A perda de fósforo no tanque controle pode ser devido à absorção por microorganismos e outras atividades biológicas. Para uma melhor eficiência na remoção desse nutriente, uma colheita regular é indicada (PRYA; AVISHEK; PATHAK, 2012).

Por outro lado, as densidades de 250 e 450 g.m^{-2} apresentaram eficiência negativa devido a um aumento da concentração encontrada no efluente. Isso pode ser justificado por uma saturação da lemna, levando a sua morte, retornando assim o nutriente ao sistema. Seu aumento se deve também à decomposição da matéria orgânica, liberando o que foi absorvido pelas plantas aquáticas antes de serem submetidas ao tratamento no tanque de cultivo com esgoto tratado diluído.

Quanto as concentrações de nitrogênio total encontradas na Figura 5, os valores de entrada estiveram entre 4 e 8 mg.L^{-1} . Nas baixas concentrações do afluente, o sistema se mostrou eficiente já na menor densidade superficial, 250 g.m^{-2} , com 100% de remoção. Quando submetido a uma concentração de entrada duas vezes maior, mas uma densidade superficial de 450 g.m^{-2} , observou-se uma queda na eficiência de 12,25%. Essa elevada taxa de remoção de nitrogênio total é decorrente das contribuições microbianas por meio da nitrificação e desnitrificação no sistema de tratamento (ZHAO *et al.* 2014).

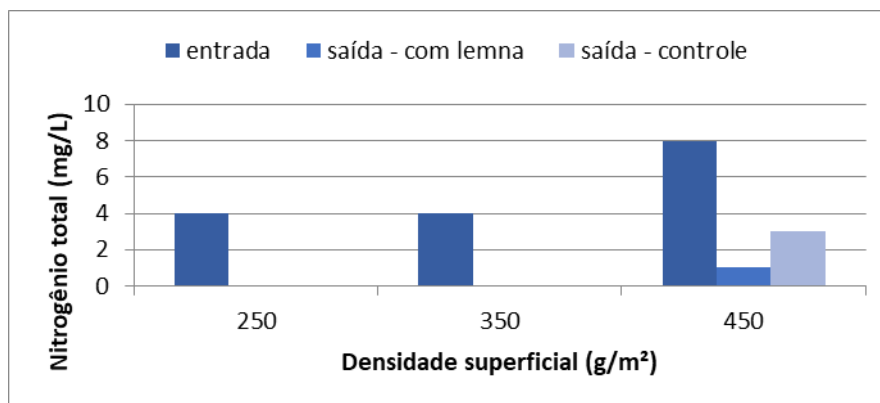


Figura 5: Concentração de nitrogênio total

CONCLUSÕES

Os resultados da variação das taxas de crescimento relativo mostraram a influência da densidade superficial na capacidade de multiplicação das lemnas, em determinado meio de cultivo, indicando que se torna vantajoso utilizar valores de densidades superficiais intermediários, em relação aos extremos utilizados nesse trabalho. Por se tratar de água de um córrego urbano, o meio de cultivo continha baixas cargas de nutrientes, o que também exerce influência na produção de biomassa vegetal. As eficiências de remoção de nutrientes do meio indicam a possibilidade de utilização dessas macrófitas como uma ferramenta para melhoria da qualidade dessa água, simultaneamente, a produção de uma biomassa vegetal que, dependendo das características do meio de cultivo, pode ser reaproveitada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23ª ed. Washington, DC, USA: APHA, 2017.
2. CHENG, J., LANDESMAN, L., BERGMANN, B.A. Nutrient removal from swine lagoon liquid by lemna minor. Transactions Of The Asae, [s.l.], v.45, n.4, p.1003-1010, 2002.
3. MATOS, F.T., LAPOLLI, F.R., MOHEDANO, R.A., FRACALLOSSI, D.M., BUENO, G.W., ROUBACH, R. Duckweed Bioconversion and Fish Production in Treated Domestic Wastewater. Journal Of Applied Aquaculture, [s.l.], v.26, n.1, p.49-59, 2 jan. 2014.
4. PRIYA, A., AVISHEK, K., PATHAK, G. Assessing the potentials of Lemna minor in the treatment of domestic wastewater at pilot scale. Environmental Monitoring And Assessment, [s.l.], v.184, n.7, p. 4301-4307, 9 ago. 2011.
5. SCRIPTORE, J.S., TONETO JÚNIOR, R. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. Revista de Administração Pública, v.46, n.6, p. 1479-1504, dez. 2012.
6. TOYAMA, T., HANAOKA, T., TANAKA, Y., MORIKAWA, M., MORI, K.. Comprehensive evaluation of nitrogen removal rate and biomass, ethanol, and methane production yields by combination of four major duckweeds and three types of wastewater effluent. Bioresource Technology, [s.l.], v.250, p. 464-473, fev. 2018.
7. UYSAL, Y. Removal of chromium ions from wastewater by duckweed, Lemna minor L. by using a pilot system with continuous flow. Journal Of Hazardous Materials, [s.l.], v.263, p. 486-492, dez. 2013.
8. XIAO, Y., JIN, Y., FANG, Y., ZHANG, G. Culturing duckweed in the field for starch accumulation. Industrial Crops And Products, [s.l.], v. 48, p.183-190, jul. 2013.
9. XU, J., SHEN, G. Growing duckweed in swine wastewater for nutrient recovery and biomass production. Bioresource Technology, v.102, n.2, p. 848-853, jan. 2011.
10. XU, J., CUI, W., CHENG, J.J., STOMP, A. Production of high-starch duckweed and its conservation to bioethanol. Biosystems Engineering, v.110, n.2, p. 67-72, out. 2011.
11. XU J., ZHAO H., STOMP A.M., CHENG J.J. The production of duckweed as a source of biofuels. Biofuels, v.3, n.5, p. 589-601, 2012.

12. XU, J., SHEN, G.. Effects of Harvest Regime and Water Depth on Nutrient Recovery from Swine Wastewater by Growing *Spirodela oligorrhiza*. *Water Environment Research*, [s.l.], v.83, n.11, p. 2049-2056, nov. 2011.
13. YIN, Y., YU, C., YU, L., ZHAO, J., SUN, C., MA, Y., ZHOU, G. The influence of light intensity and photoperiod on duckweed biomass and starch accumulation for bioethanol production. *Bioresource Technology* [s.l.], v.187, p. 84-90, jul. 2015.
14. ZHAO Y., FANG Y., JIN, Y., HUANG, J., BAO, S., FU, T., HE, Z., WANG, F., WANG, F., ZHAO, H.. Pilot-scale comparison of four duckweed strains from different genera for potential application in nutrient recovery from wastewater and valuable biomass production. *Plant Biology*, v.17, p. 82-90, jun. 2014.