

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTE DE ETE DOMÉSTICA MANEJADO COM *Eichhornia crassipes*

Thadeu Henrique Novais Spósito¹; Camila Dias Pinaffi²; Ana Paula Jambers Scandelai³; Carlos Henrique dos Santos²

¹Universidade Estadual Paulista - UNESP, Doutorado em Agronomia, Ilha Solteira, SP. ²Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Presidente Prudente, SP. ³Universidade Estadual de Maringá – UEM, Doutorado em Engenharia Química, Maringá, PR. E-mail: camila_pinaffi@hotmail.com

RESUMO

As plantas aquáticas têm sido utilizadas com sucesso na melhoria da qualidade de efluentes. Dessa forma, este estudo objetivou avaliar o potencial do aguapé (*Eichhornia crassipes*) no polimento de efluente doméstico. O experimento foi conduzido na ETE de Montalvão/SP. Os tratamentos propostos foram: T1 = Concentração de 100% de água; T2 = 25% de efluente; T3 = 50% de efluente; T4 = 75% de efluente; T5 = 100% de efluente, distribuídos conforme delineamento inteiramente casualizado. Em cada tratamento utilizou-se 15 exemplares de aguapé. A eficiência dos tratamentos foi avaliada pelos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, turbidez, DBO e DQO. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores de DBO, DQO, turbidez e pH aumentaram com o incremento da concentração do efluente, porém, não limitaram o desenvolvimento dos aguapés. O T5 seria o mais indicado para realização da remediação do efluente em estudo.

Palavras-chave: água residuária, tratamento de efluente, fitorremediação, macrófita aquática, aguapé.

PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF WASTEWATER DOMESTIC PLIED WITH *Eichhornia crassipes*

ABSTRACT

The aquatic plants have been used with success in improving effluent quality. Thus, this study aimed to evaluate the potential of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the domestic effluent polishing. The experiment was conducted at ETE Montalvão/SP. The proposed treatments were: T1 = Concentration of 100% water; T2 = 25% effluent; T3 = 50% effluent; T4 = 75% effluent; T5 = 100% effluent, distributed as completely randomized design. In each treatment we used 15 samples of water hyacinth. The effectiveness of the treatments was assessed by parameters pH, dissolved oxygen, turbidity, BOD and COD. The results were submitted to regression analysis, the level of 5 % probability. The values of BOD, COD, turbidity and pH increased with increasing of the concentration of the effluent, but not limited the development of the water hyacinth. The T5 would be the most suitable for carrying out the remediation of the effluent under study.

Keywords: wastewater, effluent treatment, phytoremediation, aquatic macrophyte, water hyacinth

INTRODUÇÃO

A falta de tratamento adequado para águas residuais é um dos meios contribuintes para a poluição hídrica, podendo ocasionar desequilíbrios aos ecossistemas, afetar a qualidade da água (MELO; STUMPF, 2011) e causar efeitos danosos à saúde (JORDÃO et al., 2005).

A coleta, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada de efluentes domésticos são fundamentais para a melhoria da saúde da população e pré-requisito para busca da sustentabilidade (PIMENTA et al., 2002). Dentre as opções existentes para o tratamento de efluentes domésticos, a utilização de espécies vegetais tem sido destaque. Segundo Leitão Júnior et al. (2007), as macrófitas aquáticas, por necessitarem de altas concentrações de nutrientes para seu desenvolvimento, são utilizadas com sucesso na recuperação de ambientes poluídos, pois suas raízes podem absorver grandes quantidades de substâncias tóxicas, além de formarem uma densa rede capaz de reter as mais finas partículas em suspensão.

A grande maioria dos ecossistemas aquáticos brasileiros encontra-se cobertos por macrófitas aquáticas, dentre elas, o aguapé (*Eichhornia crassipes*) que, segundo Henry-Silva e Camargo (2006), é uma das espécies que apresenta maior eficiência na melhoria da qualidade dos efluentes. O aguapé possui um sistema radicular que funciona como um filtro mecânico, o qual adsorve material particulado existente na água. Com isso, cria um ambiente rico em atividades de fungos e bactérias, e passa a ser um agente de despoluição, reduzindo a taxa de coliformes e a turbidez das águas poluídas (ANDRADE et al., 2007). Essas plantas podem, ainda, remover substâncias contendo metais pesados e compostos orgânicos tóxicos. Entretanto, para sustentar a alta produtividade e retirar do sistema os nutrientes nele incorporados, é necessário, que haja o manejo adequado das plantas, com colheitas periódicas da biomassa (KADLEC; WALLACE, 2008).

Neste contexto e diante da necessidade de tratamento de efluentes para redução da concentração de parâmetros físico-químicos, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de polimento do efluente de ETE doméstica pelo aguapé, monitorando os valores de pH e as concentrações de oxigênio dissolvido, turbidez, demanda química e bioquímica de oxigênio.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), localizada no distrito de Montalvão, em Presidente Prudente/SP. A unidade de tratamento localiza-se a 475 m de altitude, sendo o clima do município definido como Aw - tropical chuvoso com inverno seco, conforme a classificação climática de Köppen.

O efluente doméstico é proveniente de residências e comércio pertencentes à Montalvão. A rede coletora existente possui a extensão total de 13.688 m, que corresponde a 96,17% da população (em torno de 3200 habitantes). O método de tratamento atualmente utilizado na ETE consiste em tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia) seguido de secundário (lagoa facultativa). O efluente subsequente ao tratamento é lançado no Córrego da Anta, afluente do Córrego da Onça, tributário do Rio do Peixe.

Para a composição dos tratamentos, foi utilizado o efluente da ETE de Montalvão, o qual foi distribuído em 25 caixas de PVC ordenadas na lateral da lagoa de tratamento. Os tratamentos propostos foram caracterizados como: T1 = Concentração de 100% de água; T2 = Concentração de 25% de efluente; T3 = 50% de efluente; T4 = 75% de efluente e T5 = 100% de efluente. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por concentrações de efluente (0, 25, 50, 75 e 100% de efluente) e as subparcelas constituída pelos períodos de coleta (7, 14, 21 e 28 dias após a implantação do experimento). Cada parcela foi constituída por 15 plantas jovens e provenientes do manancial do Rio Santo Anastácio.

As amostragens do efluente foram realizadas semanalmente, sendo coletadas amostras à montante, à jusante e nos terços inicial, médio e final da lagoa, além de uma amostra de cada caixa de tratamento (25 caixas), totalizando 30 amostras semanais.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise química de tecido vegetal, localizado no Campus II/UNOESTE, para a determinação do pH (leitura direta em pHmetro, marca Micronal). Os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (método respirométrico), demanda química de oxigênio (DQO) (método colorimétrico) e turbidez (método nefelométrico) foram determinados no laboratório de análise de água, Campus II/UNOESTE, seguindo os procedimentos descritos por Eaton et al. (2005). As leituras de oxigênio dissolvido (OD) foram realizadas *in loco* com o oxímetro digital. Para as análises de DBO e DQO, fez-se necessário a composição das amostras em função das restrições apresentadas pelo equipamento de análise, ou seja, as amostras coletadas de cada repetição foram homogeneizadas a fim de obter uma amostra composta de cada tratamento. Diante disso, os dados não foram analisados estatisticamente. As determinações foram realizadas nos períodos de 7 e 21 dias.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 que em todos os períodos de coleta (7, 14, 21 e 28 dias) houve uma elevação linear dos valores de pH em função do aumento da concentração de efluente. Além disso, conforme o transcorrer dos dias os valores também aumentaram. Provavelmente, com a absorção de água pelo aguapé e a possível perda de água pela evaporação direta da água para a superfície, ocorreu a concentração de bases no efluente e, dessa forma houve um aumento do pH.

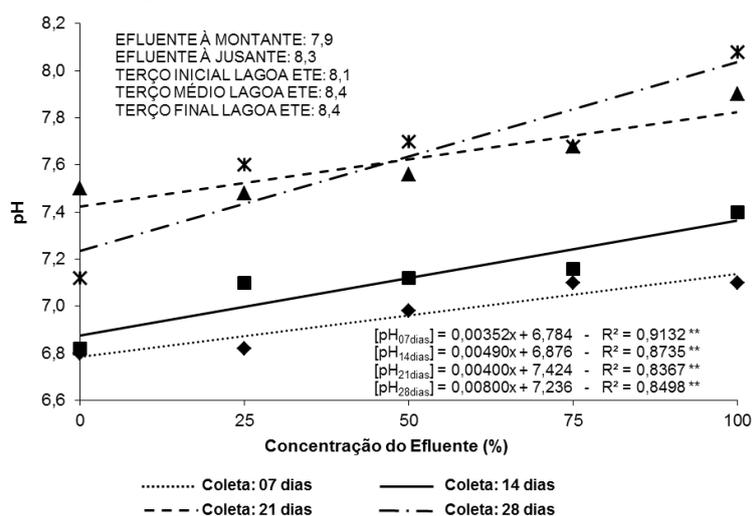


Figura 01. Valores de pH nos tratamentos com concentrações de 0 a 100% de efluente, em quatro períodos de coleta. Ajustes significativos ($0,01 < p < 0,05$ **)

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido aos seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto também é importante, podendo, em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados e efeitos sobre a solubilidade de nutrientes, como reportado por Martins et al. (2007). Conforme Shah et al. (2015), um pH entre 6,0 e 9,0 é o mais adequado para melhor desempenho de macrófitas aquáticas. De acordo com a Resolução CONAMA n° 430/2011, os valores de pH do efluente de qualquer fonte poluidora, para serem lançados diretamente no corpo receptor, devem estar entre 5,0 e 9,0. Desta forma, os resultados encontrados, em todos os períodos de coleta e nas diferentes concentrações de efluente estão de acordo com os exigidos pela legislação, tornando-se uma vantagem do processo, uma vez que não haveria necessidade de sua correção, evitando gastos operacionais.

Observa-se na Figura 2 que a concentração de OD do efluente diminuiu com o decorrer do tempo (de 7 a 28 dias), quando comparado com o tratamento contendo apenas água. Isto pode

ter ocorrido devido ao consumo de OD pelos organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (M.O.) ou, ainda, pela inexistência de aeração nas caixas de tratamento. Segundo Hermes e Silva (2004), a velocidade de consumo de OD em meio aquoso poluído está sujeito às alterações dependentes da temperatura, pH e do tipo de material orgânico ou inorgânico presentes no meio. De acordo com Henry-Silva e Camargo (2008), a reduzida concentração de OD nestes sistemas pode estar relacionada ao sombreamento da coluna d'água, que dificulta o desenvolvimento fitoplanctônico, e à decomposição da M.O. aderida ao sistema radicular das plantas.

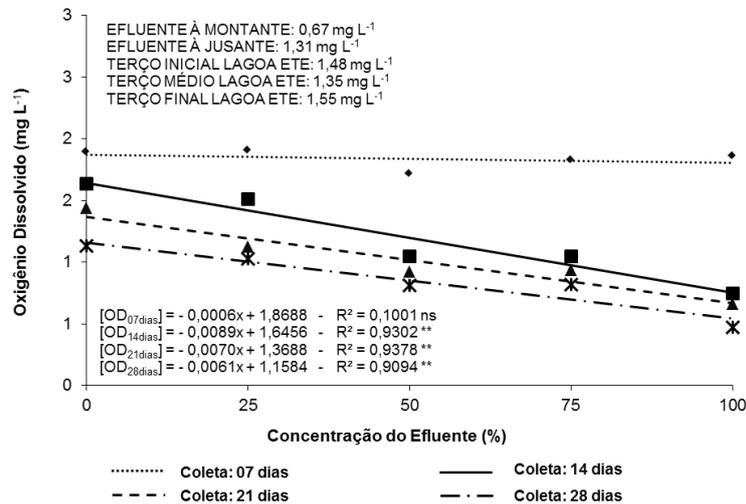


Figura 02. Valores de OD, em mg L⁻¹, nos tratamentos com concentrações de 0 a 100% de efluente, em quatro períodos de coleta. Ajustes significativos (0,01 < p < 0,05 **); ns: não significativo.

A partir da Figura 3 verifica-se que a turbidez apresentou valores semelhantes, para as diferentes concentrações de efluentes e foi sendo reduzida ao longo dos dias. Isto indica o grande potencial dessas plantas na remoção deste parâmetro, bem como na remoção de sólidos suspensos. Contudo, no primeiro período de coleta (07 dias) os valores de turbidez foram mais elevados que os demais períodos, embora não tenha apresentado diferença estatística significativa entre as coletas. Além disso, também não houve diferença significativa entre os tratamentos. Observa-se, ainda, que os valores de turbidez obtidos nos tratamentos com plantas foram bastante inferiores aos valores do efluente da lagoa de atual tratamento e do descarte. Borges et al. (2008), ao avaliarem um sistema de áreas alagadas pelo rio Corumbataí em Rio Claro (SP), com a macrófita *E. crassipes*, obtiveram uma taxa de remoção de turbidez de 96,8% para um período de detenção de 20 dias.

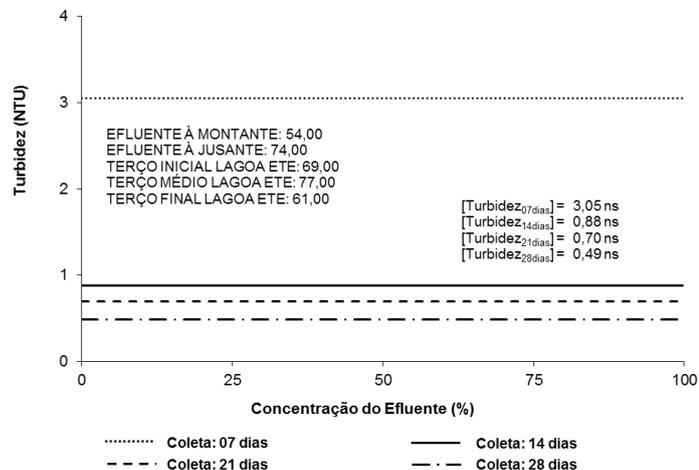


Figura 03. Valores de turbidez, em NTU, nos tratamentos com concentrações de 0 a 100% de efluente, em quatro períodos de coleta. ns = não significativo.

A partir das concentrações de DQO ilustradas na Figura 4, observa-se uma pequena redução na sua concentração de 7 para 21 dias, em todos os tratamentos. Os percentuais de remoção da DQO do período de 7 para 21 dias nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 foram, respectivamente, de 20,0%; 15,8%; 9,4%; 11,4%; 9,4%. Verificou-se que, com o aumento da concentração de efluente também houve aumento da DQO. Possivelmente isto tenha ocorrido devido à maior quantidade de efluente no meio, uma vez que o mesmo apresenta carga orgânica.

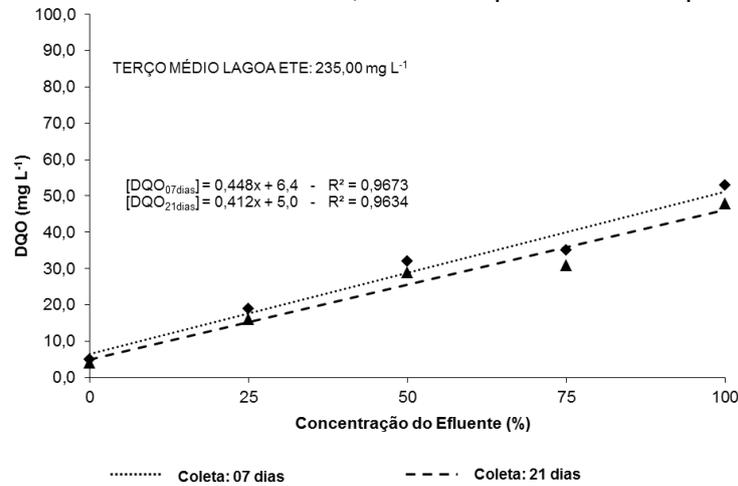


Figura 04. Valores de DQO, em mg L⁻¹, nos tratamentos com concentrações de 0 a 100% de efluente, em dois períodos de coleta.

As diferenças dos valores de DQO entre o efluente presente na lagoa da ETE e os obtidos nos tratamentos são de 5 a 10 vezes maiores, conforme a concentração de efluente. Constata-se, ainda, que a eficiência do aguapé na remoção de DQO no T5 corresponde a 77,98% em relação à concentração obtida na lagoa.

Observa-se na Figura 5 que, assim como a DQO, houve uma diminuição na concentração de DBO do período de 7 para 21 dias. Além disso, verifica-se que a presença dos aguapés permitiu a remoção de M.O. biodegradável, com percentuais de 14,2%; 26,9%; 15,5%; 21,1%; 15,5%, respectivamente, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5.

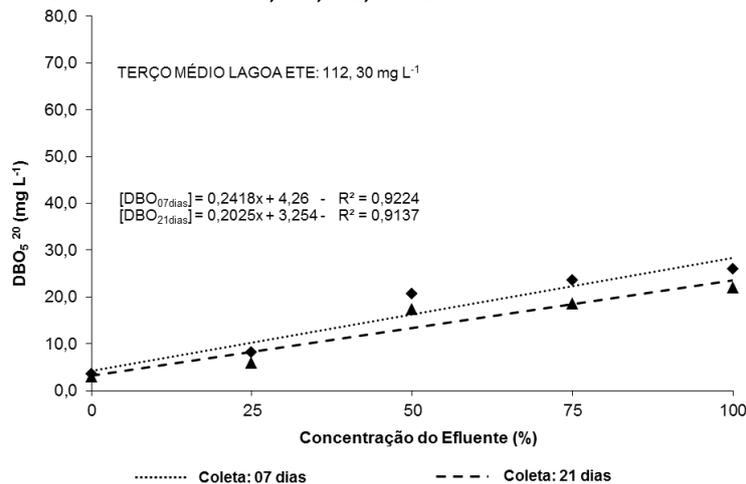


Figura 05. Valores de DBO, em mg L⁻¹, nos tratamentos com concentrações de 0 a 100% de efluente, em dois períodos de coleta.

Constatou-se a existência de uma diferença de 4 a 9 vezes maior entre o valor de DBO do efluente da lagoa com os tratamentos avaliados. O T5 apresentou uma eficiência de 78,67% em relação à concentração obtida na lagoa, estando de acordo com a Resolução CONAMA n. 430/2011, que define como limite mínimo de remoção de 60% de DBO. Observa-se, também, que a DBO aumentou conforme o incremento da concentração de efluente, assim como na DQO.

CONCLUSÃO

A partir da introdução do aguapé nos tratamentos propostos, verificou-se que os valores de DBO, DQO, turbidez e pH aumentaram em função do aumento da concentração do efluente, porém, tais concentrações não foram limitantes ao desenvolvimento do aguapé. Portanto, diante das remoções de carga orgânica e turbidez em todas as condições avaliadas, o tratamento com concentração de 100% de efluente seria o mais indicado para a realização do processo de remediação do efluente em estudo com os aguapés.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C. da M. e; TAVARES, S. R. de L.; MAHLER, C. F. Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BORGES, K. P.; TAU-K-TORNISIELO, S. M.; DOMINGOS, R. N.; ANGELIS, D. F. Performance of the constructed wetland system for the treatment of water from the corumbataí river. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 51, n. 6, p. 01-09, 2008.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, DOU nº 92, de 16/05/2011, p.89.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E.; FRANSON, M. A. H. (eds.). *Standard methods for the examination of water and wastewater: Centennial Edition*. 21. Ed. American Public Health Association. 1600 p. 2005.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. *Scientia Agricola*, v. 63, n. 5, p. 433-438, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000500003>

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.2, p. 181-188, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200002>

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. Avaliação da qualidade das águas: manual prático. Brasília. DF: Embrapa informação tecnológica, 2004. 55 p.

JORDÃO, C. P.; PEREIRA, M. G.; MATOS, A. T.; PEREIRA, J. L. Influence of domestic and industrial waste discharges on water quality at Minas Gerais State, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 16, n. 2, p. 241-250, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000200018>

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. *Treatment wetlands*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1016p. <https://doi.org/10.1201/9781420012514>

LEITÃO JÚNIOR, A. M.; SOARES, D. Z.; GUIMARÃES, A. A.; BIANCHI, J. L.; REZENDE, L. D.; OLIVEIRA, G. M. Sistema de tratamento alternativo de efluentes utilizando macrófitas aquáticas: um estudo de caso do tratamento de efluentes frigoríficos por *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 8, n. 23, Edição Especial, p. 8-19, 2007.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B.; FAVARETTO, N.; BOEGER, R. T.; OLIVEIRA, E. B. Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí -

Paraná. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 3, p. 324-330, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300013>

MELO, E. A.; STUMPF, T. R. A. A situação das estações de tratamento de esgoto e sua importância para a qualidade das águas dos rios em Aracaju- Sergipe. In: IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju, 2011.

PIMENTA, H. C. D.; TORRES, F. R.; RODRIGUES, B. S. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

SHAH, M.; HASHMI, H. N.; GHUMMAN, A. R.; ZEESHAN, M. Performance assessment of aquatic macrophytes for treatment of municipal wastewater. Journal of the South African Institution of Civil Engineering, vol. 57 n. 3 Midrand Sep. 2015.