

Tratamento de esgoto doméstico através de sistemas de Wetlands Construídos

Domestic sewage treatment through construct wetlands systems

Aline Cavalcante Paulino
alinecavalcantep1@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Carol Mendes Moore
caarol.meendees@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Elizabete Satsuki Sekine
essekine@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Sonia Barbosa de Lima
barbosadelimas@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o potencial de tratamento de sistemas de *wetlands* construídos em escala piloto, utilizando para o tratamento a espécie *Pontederia parviflora* Alexander, e em escala real, onde o tratamento era feito por espécies diversas que colonizaram a área. O sistema em escala piloto foi instalado na UTFPR-CM, sendo o tempo de detenção do esgoto no sistema de 24 horas e o sistema real está instalado no município de Peabiru-PR. Para ambos os sistemas foram feitas análises físico-químicas do esgoto bruto e tratado, para verificar o potencial de tratamento. Verificou-se que para a maior parte dos ensaios o sistema foi eficiente, com maior eficiência de remoção nos parâmetros Nitrogênio total, Nitrogênio amoniacal, Nitrito, Nitrato, DQO e Fósforo. A presença das macrófitas no sistema piloto também pode representar um diferencial no tratamento do esgoto. Diante dos resultados, conclui-se que a implantação desse tipo de sistema como alternativa para o tratamento de esgotos é viável e eficiente, devido ao potencial de tratamento que apresenta e aos baixos custos relacionados a sua implantação e manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: Fitotratamento. Macrófitas aquáticas. Saneamento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the development potential of wetlands systems built on a pilot scale using the species *Pontederia parviflora* Alexander, and scale real, where the treatment was done by species that colonized an area. The pilot scale system was installed in the UTFPR-CM, with the time of detention of the sewer in the 24 hour system and the actual system installed in the municipality of Peabiru-PR. For both plans, the energy consumption was elaborated with the objective of verifying the treatment potential. It was verified that for most of the tests the system was effective, with greater efficiency of generation in the parameters Total Nitrogen, ammoniacal Nitrogen, Nitrite, Nitrate, DQO and Phosphorus. The presence of macrophytes in the control system can also represent a differential in the sewer treatment. As is shown by the results, it is concluded that the implantation of this type of system as an alternative for the treatment of sewage is feasible and efficient, due to the potential of treatment that represents and protects the low costs of its implantation and maintenance.

KEYWORDS: Phytotherapy. Aquatic macrophytes. Sanitation.

Recebido: 30 ago. 2018

Aprovado: 05 out. 2018

Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional a demanda por água tende a aumentar, e segundo o Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2017, a disponibilidade de recursos hídricos está ligada à qualidade da água, o conjunto de: aumento do despejo de esgoto não tratado, escoamento agrícola e águas sem tratamento de indústrias resultam na degradação da qualidade de água em todo o mundo (ONU, 2017). No cenário mundial o Brasil possui apenas 68% da população com acesso a saneamento enquanto países mais desenvolvidos como Suíça e Japão apresentam 99,5% (ABES, 2018).

Uma das alternativas de baixo custo para o tratamento de efluentes são as chamadas *wetlands*, esse termo é utilizado para denominar áreas que ficam parcial ou totalmente submersas, nesse sistema plantas do tipo macrófitas, atuam no equilíbrio de nutrientes e outros compostos químicos (IAQUELI, 2016). Zanella (2008), em um estudo pontuou características das estações de tratamento de esgoto que causam o descontentamento da população, entre eles está o mau cheiro, a partir disso constatou que o tratamento de água residuárias por meio de *wetlands* é mais próximo do que ocorre na natureza e não possui mau odor, sendo semelhante a um jardim ou a um banhado natural (agradável ao olhar).

O sistema de *wetland* construído simula o natural e se difere, principalmente, pelo regime hidrológico, uma vez que, pode ser controlado (LAUTENSCHLAGER, 2001). O tratamento do efluente ocorre por fitorremediação, no qual as plantas são usadas para degradar, extrair ou imobilizar contaminantes da água e solo (EPA, 2000). Esse sistema é considerado como filtros biológicos, que possuem microrganismos capazes de promover reações de depuração da água, os microrganismos por possuírem diversidade genética e adaptabilidade funcional são capazes de degradar substâncias diversas presentes na água, promovendo assim, seu crescimento (POÇAS, 2015).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de tratamento de sistemas de *wetlands* construídos em escala piloto, utilizando para o tratamento a espécie *Pontederia parviflora* Alexander, e em escala real, onde o tratamento é feito por espécies diversas que colonizaram a área.

MÉTODOS

O experimento foi realizado em dois sistemas distintos: um em escala piloto e outro em escala real. O sistema piloto estava situado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão - PR, composto por uma caixa d'água de capacidade para 500 litros, com uma camada de areia e outra de pedra brita para meio suporte à macrófita *Pontederia parviflora* Alexander, era alimentado com esgoto coletado do bloco C da universidade com tempo de detenção no sistema de 24 horas, as coletas foram realizadas em março, abril e junho de 2018. O experimento em escala real está instalado a oito anos na Chácara Santa Luzia no município de Peabiru - PR, é composto de espécies diversas que colonizaram área, a coleta foi efetuada em novembro de 2017. Para

ambos eram coletadas amostras de efluente antes do tratamento (bruto) e após o tratamento (tratado).

O estudo foi realizado em triplicatas para determinar os parâmetros: Temperatura, pH, Ácidos voláteis, Alcalinidade, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio total kjeldahl, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos (totais, fixos e voláteis) conforme descritos em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (EATON, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises para o sistema implantado no município de Peabiru-PR e para o sistema piloto implantado na UTFPR-CM estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Verificou-se que para ambos os sistemas (Peabiru-PR e UTFPR-CM) a eficiência de tratamento foi relevante, mesmo possuindo características distintas (dimensão, espécie de planta utilizada no tratamento, heterogeneidade nas características do esgoto, carga colocada no sistema e tempo de instalação).

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas para o sistema em Peabiru-PR

Parâmetro	Bruto	Tratado
pH	7,71	7,44
Temperatura	25°C	24°C
Sólidos totais	0,276 +- 0,004	0,372 +- 0,008
Sólidos fixos	0,210 +- 0,010	0,322 +- 0,006
Sólidos voláteis	0,066 +- 0,014	0,050 +- 0,002
Alcalinidade total	9,816 +- 0,147	12,746 +- 0,138
Ácidos voláteis	29,118 +- 0,288	26,524 +- 0
Fósforo	66,200 +- 0,600	47,700 +- 0,660
DQO	196,500 +- 2,500	59,500 +- 0
Nitrito	0,080 +- 0,014	0,044 +- 0,002
Nitrato	5,500 +- 0,050	1,300 +- 0,132
Nitrogênio amoniacal	8,249*	164,976*
Nitrogênio total	30,246*	8,249*

*Não foi possível calcular o desvio padrão.

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas para o sistema piloto com a espécie *Pontederia parviflora* em março

Parâmetro	Bruto	Tratado
pH	8,000	6,96
Temperatura	24°C	22°C
Sólidos totais	0,387 +- 0,011	0,344 +- 0,010
Sólidos fixos	0,055 +- 0,005	0,130 +- 0,028
Sólidos voláteis	0,332 +- 0,006	0,214 +- 0,038

Alcalinidade total	27,640 +- 0,276	31,058 +- 0,239
Ácidos voláteis	14,799 +- 1,653	9,418 +- 1,185
Fósforo	5,345 +- 0,025	0,523 +- 0,050
DQO	102,833 +- 17,361	37 +- 7,360
Nitrito	0,064 +- 0,002	0,008 +- 0,004
Nitrato	0,259 +- 0,001	*
Nitrogênio amoniacal	5,054 +- 1,270	0,486 +- 0,097
Nitrogênio total	7,192 +- 2,974	0,778 +- 0,195

*Abaixo do limite de detecção do método.

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas para o sistema piloto com a espécie *Pontederia parviflora* em abril

Parâmetro	Bruto	Tratado
pH	7,670	6,330
Temperatura	25°C	23°C
Sólidos totais	0,381 +-0,033	0,335 +-0,001
Sólidos fixos	0,296 +-0,032	0,287 +-0,041
Sólidos voláteis	0,085 +-0,001	0,048 +-0,040
Alcalinidade total	25,686 +-0,138	19,924 +-0,478
Ácidos voláteis	11,724 +-0,719	8,457 +-0,719
Fósforo	5,187 +-0,924	0,429 +-0,088
DQO	311,167 +-176,557	18 +-2,483
Nitrito	0,054 +-0,001	0,161 +-0,002
Nitrato	0,701 +-0,050	*
Nitrogênio amoniacal	3,227 +-0,431	3,446 +-0,268
Nitrogênio total	7,657 +-2,405	4,594 +-0,232

*Abaixo do limite de detecção do método.

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas para o sistema piloto com a espécie *Pontederia parviflora* em junho

Parâmetro	Bruto	Tratado
pH	6,5	8,66
Temperatura	16°C	20°C
Sólidos totais	0,637 +-0,121	0,455 +-0,013
Sólidos fixos	0,449 +-0,127	0,503 +-0,029
Sólidos voláteis	0,188 +-0,006	*
Alcalinidade total	58,367 +-0,892	35,813 +-2,102
Ácidos voláteis	29,983 +-0,815	11,340 +-0,719
Fósforo	9,430 +-0,616	0,094 +-0,039

DQO	270,333 +-8,498	23,667 +-4,249
Nitrito	0,083 +-0,012	0,021 +-0,006
Nitrato	0,237 +-0,013	0,192 +-0,027
Nitrogênio amoniacal	24,447 +-4,548	3,419 +-0,369
Nitrogênio total	33,144 +-2,625	2,707 +-0,082

*Não foi possível determinar.

Fonte: Autoria própria (2018).

As temperaturas encontradas nas amostras bruta e tratada apresentaram em sua maioria valores superiores a 20°C, o que caracteriza um ambiente satisfatório para a decomposição do esgoto, pois Mello (2007) afirma que a faixa ideal para atividade biológica está entre 25 e 35°C.

O pH das amostras analisadas para três dos quatro ensaios realizados mantiveram um padrão, sendo a diminuição dos valores após o tratamento, o que pode estar relacionado com o processo de degradação da matéria orgânica que acidifica o meio (PATRÍCIO et al., 2017).

Os resultados para a série de sólidos apresentaram em alguns ensaios o aumento na concentração para o esgoto tratado ou apresentaram pequenas diminuições, tal comportamento pode estar relacionado aos materiais que se desprendem das raízes das plantas já que agrega grande quantidade de material particulado (PATRÍCIO et al., 2017).

Observa-se para ambos os sistemas que a presença dos compostos nitrogenados e fósforo no efluente pós-tratamento diminuem, o que caracteriza importante indicador da eficiência do tratamento através da técnica de leitos cultivados. Já que o aporte elevado de nitrogênio e fósforo em rios e lagos pode provocar desequilíbrio do ecossistema local, devido ao enriquecimento do meio que permite o crescimento excessivo de algas (processo de eutrofização), e consequentemente pode levar a poluição das águas por morte e decomposição dos seres que vivem no local (PIVELI, 2011; KLEIN e AGNE, 2012).

Sezerino (2006) acrescenta ainda que o excesso de nitrogênio (nas formas de nitrito – NO₂ e nitrato – NO₃) nos corpos d'água além de provocar distúrbios nas características naturais do ecossistema aquático representa risco à saúde pública, por estar associado ao desenvolvimento de doenças, como por exemplo, o câncer gástrico.

A redução dos níveis de amônia e nitrato podem ser explicados pelo mecanismo de assimilação desses nutrientes pelas plantas e microrganismos (SILVA JÚNIOR et al., 2017). A remoção das concentrações de fósforo também pode ser atribuída a processos de assimilação dos vegetais e dos biofilmes formados nos substratos e no sistema radicular da planta, além de processos de adsorção e precipitação química (SOUSA et al., 2004).

É possível verificar que os valores dos parâmetros DQO, Nitrito, Nitrato e Nitrogênio amoniacal, em sua maioria, apresentam resultados mais satisfatórios para o sistema em escala piloto onde foi utilizado as macrófitas para tratamento.

Segundo Mendonça (2015), a eficiência do tratamento de esgoto em sistemas de *wetlands* construídos está relacionada com a presença das macrófitas aquáticas que além de realizar a captação e remoção de nutrientes,

fornece um meio suporte para aderência e ação da comunidade microbiana que realiza a decomposição biológica da matéria orgânica e favorece as condições para o processo físico de filtração e retenção de sólidos, além disso também representam um potencial paisagístico que facilita a incorporação da estação de tratamento ao ambiente.

A eficiência do sistema também é verificada ao analisar os valores das análises dos parâmetros nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato para o efluente pós-tratamento, que se apresentaram, em sua maioria, dentro dos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA nº357/2005 para lançamento de efluentes em águas doces de classe 2. A eficiência da remoção de fósforo do esgoto bruto também foi verificada, no entanto ainda não atende os padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência do tratamento de esgoto doméstico por meio do sistema de *wetland* construído foi verificada nas duas situações estudadas (escala real e piloto). Essa eficiência foi constatada por meio dos resultados dos diversos parâmetros analisados, com maior ênfase aos parâmetros Nitrogênio total, Nitrogênio amoniacal, Nitrito, Nitrato, DQO e Fósforo, que representam grande potencial de causar distúrbios no ecossistema e riscos à saúde humana e de diversos animais aquáticos. Além disso, verificou-se que a presença de macrófitas aquáticas também pode influenciar positivamente na capacidade de tratamento do esgoto, devido a diversas características que apresentam.

A implantação desse tipo de sistema em áreas deficientes de saneamento básico pode ser uma alternativa viável e satisfatória, já que além de ser uma forma de tratamento de esgotos eficiente ainda apresentam baixos custos de implantação e manutenção.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária pela bolsa, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela estrutura de implantação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Copa do mundo de saneamento**. 2018. Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/?p=18649>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; RICE, E.W.; GREENBERG, A.B. (Ed.). (2005) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.

EPA - Environmental Protection Agency. Introduction of phytoremediation. 2000. p. 13-14. Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em: 16 de setembro

de 2018. Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.

IAQUELI, A. L. **Wetlands construídos: aplicações, benefícios e vantagens do sistema.** São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Artigo-sobre-wetlands.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente! Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 8, n. 8, p.1713-1721, set-dez. 2012.

LAUTENSCHLAGER, S. R. Modelagem do desempenho de Wetlands construídas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo - SP. 2001.

MELLO, E. J. R. Tratamento de Esgoto Sanitário avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG. Monografia, Pós Graduação latu sensu em Engenharia Sanitária, UNIMINAS, Uberlândia - MG, 99 f. 2007.

MENDONÇA, A. A. J. de. Avaliação de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos em escala real composto por tanque séptico e wetland construída híbrida, 2015. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Universidade de São Paulo.

ONU BR - Organização das nações unidas no Brasil. **A ONU e a água.** 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

PATRÍCIO, M. B.; QUEIROZ, J. B.; PAULINO, A. C.; FERNANDES, É. B.; SOUZA, D. C. de; LIMA, S. B. de; Pontederia parviflora ALEXANDER E Zoysia Japonica STEUD NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO. Anais do 3º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS. 2017.

PIVELI, R. P. Curso: Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. Aula 11 - Nutrientes: compostos de nitrogênio e fósforo em águas. Disponível em: <http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=36&link_uc=disciplina>. Acesso em: 25 ago. 2018.

POÇAS, C. D. **Utilização da tecnologia de wetlands para tratamento terciário: controle de nutrientes.** Dissertação (mestrado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, p. 5. 2015.

SEZERINO, P. H. Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (Constructed Wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis - SC, 171p. 2006.

SILVA JÚNIOR, É. D. da; SOUZA, M. A. A. de; BORGES, A. O.; MARTINS, V. R. de C.; ALVES, L. S. de P. C.; Remoção e transformação do nitrogênio no tratamento de esgoto doméstico por wetlands construídos híbridos. Anais do 3º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS. 2017.

SOUSA, J. T. de; HAANDEL, A. V.; LIMA, E. P. da C.; HENRIQUE, I. N. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. Eng. Sanit. Ambient. vol. 9 - nº 4 - out/dez 2004, 285-290.

ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, p. 2-4. 2008.
