



## Eficiência de remoção de coliformes totais e fósforo de esgotos sanitários por sistema de *wetland* construído híbrido

### RESUMO

**Paola Arícia Tarachuque**  
[paola@alunos.utfpr.edu.br](mailto:paola@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

**Karina Querne de Carvalho**  
[kaquerne@utfpr.edu.br](mailto:kaquerne@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

**Fernando Hermes Passig**  
[fhpassig@utfpr.edu.br](mailto:fhpassig@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

**OBJETIVO:** Avaliar a remoção de coliformes totais (CT) em sistemas de *wetlands* construídos híbridos (SWCH), sendo um plantado com a macrófita *Eicchornia crassipes* e um não plantado; e o potencial da cerâmica vermelha como substrato para adsorção de fósforo no tratamento de esgoto sanitários. **MÉTODOS:** A quantificação dos CT foi feita pelo método do Número Mais Provável (NMP) com *Colilert Quanti-Tray*®/2000 em amostras do afluente e efluente dos sistemas de SWCH. O potencial adsorvente foi avaliado por meio de ensaios cinéticos com cerâmica vermelha submetida a tratamento térmico e químico (grupo 1) e sem tratamento (grupo 2), utilizando a metodologia de quantificação de fósforo total descrita em APHA (2012). **RESULTADOS:** Em ambos os SWCH a remoção de CT foi de 5 unidades logarítmicas e a eficiência global de 99,999%. No sistema plantado a eficiência do sistema horizontal foi de 86,975% e no sistema não plantado de 62,153%. Foi verificada concentração de equilíbrio para os grupos 1 e 2 da cerâmica vermelha após 6 h e 7 h do início dos ensaios, com eficiência de remoção de fósforo de 94,11% e 89,66% na primeira hora, respectivamente. **CONCLUSÕES:** Ambos os SWCH possuem boa capacidade de remoção de CT, porém a macrófita demonstrou papel importante na remoção destes microrganismos. Resíduos de cerâmica vermelha podem ser utilizados como substrato na remoção de fósforo, porém não há necessidade de pré-tratamento do material para aprimorar sua capacidade adsorptiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Remoção. Macrófita aquática. Adsorção.

## INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil é deficitário e não atende toda a extensão do país. Uma saída simples, barata e eficiente é a implementação de sistemas de *wetlands* construídos nas regiões sem acesso a esta infraestrutura básica. O sistema de *wetland* construído (SWC), plantado ou não plantado, tem sido aplicado na remoção da matéria carbonácea, nitrogenada e fosfatada de esgotos sanitários (WEBER et al., 2017).

Atualmente é dada atenção especial à remoção de microrganismos patogênicos de esgotos sanitários devido ao seu potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica (CHAGAS et al., 2012). Um dos fatores determinantes para remoção de coliformes totais em sistemas de *wetlands* é a presença de macrófitas aquáticas (VYMAZAL, 2005).

Além disso, também há necessidade em tratar nutrientes na forma nitrogenada e fosfatada destes efluentes devido ao impacto ambiental causado pela eutrofização, que consiste no crescimento excessivo de algas devido à presença destes nutrientes (SARON et al., 2013). Segundo Drizo et al., (1999) citado por White (2011), a fixação pelo substrato é o caminho mais confiável dentre os vários meios para imobilização de fósforo nos sistemas de *wetlands* construídos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a remoção de coliformes totais em sistemas de *wetlands* construídos híbridos (SWCH), um plantado com a macrófita *Eichhornia crassipes* e um não plantado. Além disso, foi avaliado o potencial adsorptivo da cerâmica vermelha como substrato nestes sistemas visando a remoção de fósforo de esgotos sanitários.

## METODOLOGIA

Os SWCH foram montados no início de 2016 e instalados no Laboratório de Saneamento do Departamento Acadêmico de Construção Civil, câmpus Curitiba, sede Ecoville.

O sistema híbrido é composto por um *wetland* construído vertical seguido por um horizontal, em série, operados com escoamento subsuperficial. O afluente utilizado na alimentação dos sistemas era proveniente de um córrego existente nas dependências do câmpus e que possui características de esgotos sanitários de origem doméstica. Um dos SWCH foi construído apenas com material filtrante (pedra brita #1 e areia) e o outro sistema com material filtrante e mudas da macrófita *Eichhornia crassipes* na porção superior.

Os pontos de coleta das amostras foram afluente (AF); efluente do sistema vertical não plantado (NPV); efluente do sistema horizontal não plantado (NPH); efluente do sistema vertical plantado (PV); e efluente do sistema horizontal plantado (PH).

Na quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e de *E. coli* nas amostras coletadas nos pontos de coleta foi utilizado o teste *Colilert Quanti-Tray*®/2000, que consiste em adicionar o substrato definido do método a 100 mL de amostra em cartelas estéreis, selar e manter em estufa a 35 °C por 24 h.

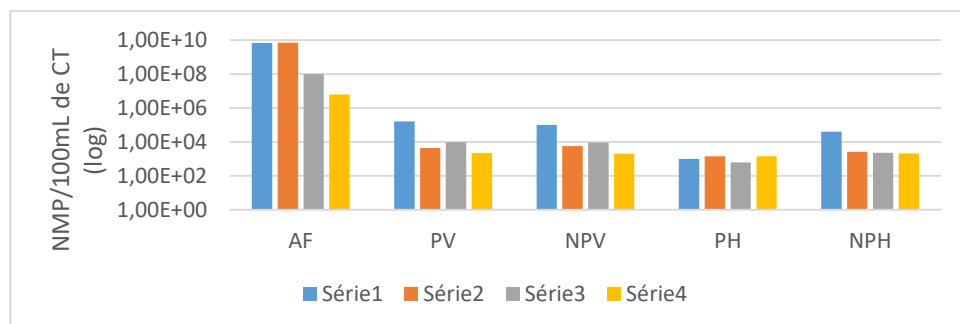
Para avaliar o potencial adsorptivo da cerâmica vermelha na remoção de fósforo, foram usados cacos de tijolos de construção civil previamente escolhidos com base em ensaio granulométrico (diâmetro < 9,52 mm). Estes resíduos foram

divididos em grupo 1, submetido a tratamento térmico em mufla da marca Zezimaq a 200 °C por duas horas e tratamento químico com banho de solução de cal (15 g/L) por 24 h; e grupo 2, resíduos sem tratamento. Foi feita uma curva analítica do fósforo de acordo com a metodologia 4500-P E., descrita no APHA (2012). Os ensaios cinéticos foram realizados com solução de 15 mg/L de fósforo a partir de fosfato monobásico de potássio em incubadora Shaker SL222 marca SOLAB a 150 rpm e 25 °C. Nestes ensaios, as amostras foram coletadas (em duplicata) nos tempos de 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 20 e 24 h com resíduos do grupo 1 de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 24 h com resíduos do grupo 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados das análises de coliformes totais (NMP/100 mL) nos pontos de coleta do sistema híbrido plantado e não plantado para 4 dias de coleta (séries 1-4).

Figura 1 – Quantificação dos Coliformes Totais no sistema plantado

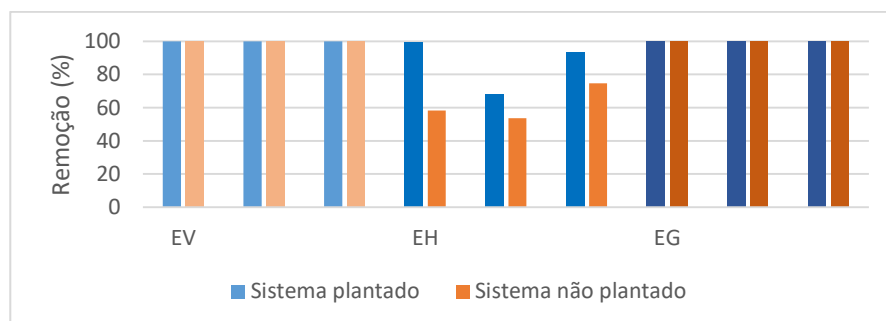


Fonte: Autoria própria (2017).

No sistema plantado, o NMP de CT em 100 mL de amostra diminui em média para 5 unidades logarítmicas, resultando em eficiências de remoção de 99,996% no sistema vertical, 86,975% no sistema horizontal e global de 99,999%. No sistema não plantado, as eficiências de remoção resultaram de 99,996% no sistema vertical, 62,153% no sistema horizontal e global de 99,999%.

Na Figura 2 é apresentada a variação da eficiência de remoção de CT nos SWCH plantado e não plantado.

Figura 2 – Eficiência de remoção de CT entre os SWCH.



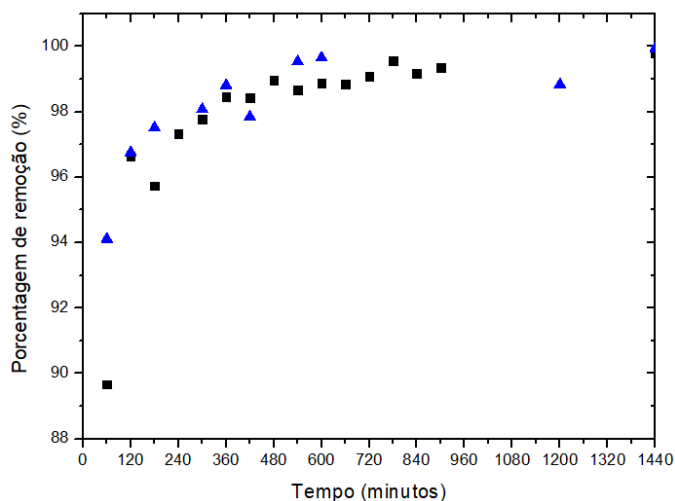
Fonte: Autoria própria (2017).

A maior eficiência no sistema horizontal plantado indica que a macrófita *Eichhornia crassipes* tem papel significativo na remoção de coliformes totais,

resultando no NMP de coliformes totais de 2,3 vezes menor comparado ao sistema não plantado para a mesma quantidade no afluente.

Na Figura 3 são apresentadas as isotermas de adsorção do fósforo com os resíduos do grupo 1 e 2, que indicaram coeficiente de correlação ( $R^2$ ) de aproximadamente 0,9.

Figura 3 – Isotermas de adsorção de fósforo para os grupos 1 e 2.



Fonte: Autoria própria (2017).

Foi possível observar o alcance do equilíbrio em 6 e 7 h para os resíduos do grupo 1 e 2, respectivamente. Notou-se na primeira hora do ensaio maior eficiência de remoção do fósforo com os resíduos do grupo 1 (94,11%) em relação ao grupo 2 (89,66%), provavelmente devido à presença de cálcio do tratamento químico e ao ácido sulfúrico PA utilizado na padronização da solução utilizada no experimento. Segundo Van Kaick (2002), em pH ácido, o fósforo se liga fortemente às partículas de cálcio e forma compostos insolúveis. Isto pode ter ocorrido nos ensaios cinéticos com agitação e, no momento da filtração, a concentração do fósforo na fração filtrada resultou inferior.

## CONCLUSÃO

Ambos os SWCH são capazes de remover CT com boa eficiência, mas, em se tratando do sistema horizontal isolado, a macrófita *Eichhornia crassipes* possui papel fundamental na remoção destes microrganismos.

Também foi possível concluir que os resíduos da construção civil podem ser utilizados como substrato de sistemas de *wetlands* construídos na remoção de fósforo, sem tratamento térmico e químico prévios.

## Removal efficiency of total coliforms and phosphorus from sewage by a hybrid constructed wetland

### ABSTRACT

**OBJECTIVES:** Evaluate the removal of total coliforms (TC) in hybrid-constructed *wetlands* systems (HCWS), being one vegetated with macrophyte *Eicchornia crassipes* and the other non-vegetated; and the potential of red clay as substrate in the adsorption of phosphorus in the treatment of sewage. **METHODS:** The quantification of TC was carried out by Most Probable Number (MPN) method with *Colilert Quanti-Tray*®/2000 in samples of the influent and effluent of the HCWS systems. The adsorbent potential was evaluated by kinetics assays with red clay submitted to thermal and chemical treatment (group 1) and with no treatment (group 2), using the methodology of total phosphorus quantification described in APHA (2012). **RESULTS:** The removal of TC measured in both HCWS was of 5 logarithmic units and the global efficiency was of 99,999%. In the vegetated system, the horizontal efficiency was of 86,975% while the non-vegetated system presented a horizontal efficiency of 62,153%. The equilibrium concentration was observed for groups 1 and 2 of red clay after 6 h and 7 h from the assays starting, with phosphorus removal efficiency of 94,11% and 89,66% at the first hour, respectively. **CONCLUSIONS:** Both HCWS are suitable for TC removal, however the macrophyte has shown its importance to the process. Red clay residues can be used as substrate for phosphorus removal, although there is no need for prior treatment of the red clay to enhance its adsorption capacity.

**KEYWORDS:** Removal. Aquatic macrophyte. Adsorption.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação tecnológica (PIBITI).

## REFERÊNCIAS

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22<sup>a</sup>. ed. [S.l.]: **American Public Health Association**, v. I, 2012.

CHAGAS, R.C.; MATOS, A.T.; CECON, P.R.; LO MONACO, P.A.V.; ZAPAROLLI, B.R. Remoção de coliformes em sistemas alagados construídos cultivados com lírio-amarelo (*Hemerocallis fava*). **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.20, n.02, p.142-150, mar./abr. 2012.

IDEXX. Quanti-Tray/2000 – **Insert and Most Probable Number (MPN) table**. Disponível em: <<https://www.idexx.com/resource-library/water/quant-tray-2000-procedure-en.pdf>>. Acessado em julho de 2017.

SARON, A.; FERREIRA, M. M. Estudo da eficiência do tratamento de esgoto doméstico por sistema de wetland de fluxo vertical descendente para ser aplicado em comunidades isoladas – estação de tratamento em escala de laboratório. **Revista Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Vol. 8, no 1, 2013.

VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná**. 2002. 116 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – CEFET-PR, Curitiba/PR, 2002.

VYMAZAL, J. Removal of Enteric Bacteria in Constructed Treatment Wetlands with Emergent Macrophytes: A Review. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v.40, n.6-7, p.1355-1367, jun/jul, 2005.

WEBER, C. F., PRADO, M. R., VAN KAICK, T. S. Dimensionamento de wetlands construídas em sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário. **2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos**. Curitiba, 2015.

WHITE, S. A.; TAYLOR, M. D.; ALBANO, J. P.; WHITWELL, T.; KLAINE, S. J. Phosphorus retention in lab and field-scale subsurface-flow wetlands treating plant nursery runoff. **Ecological Engineering** 37 (2011) 1968-1976.

**Recebido:** 31 ago. 2017.

**Aprovado:** 02 out. 2017.

**Como citar:**

TARACHUQUE, P. A. et al. Eficiência de remoção de coliformes totais e fósforo de esgotos sanitários por sistema de *wetland* construído híbrido. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Paola Arícia Tarachuque

Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000, Ecoville, Curitiba, Paraná, Brasil.

**Direito autoral:**

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

