

III-218 – TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERROS SANITÁRIOS UTILIZANDO WETLANDS CONSTRUÍDO EM ESCALA DE BANCADA

Camilla Santos Corrêa⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Viviani Viana de Souza⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Eloísa Zuchini D’Anunciação⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Hoan Freitas Montebeler⁽³⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Jhonatan Barbosa da Silva⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. Doutor em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Endereço⁽¹⁾: Rua Um, 16, Quadra 26, Residencial Flor do Ipê, Várzea Grande- MT - CEP: 78117-376 - Brasil
- Tel: (65) 98459-2820 - e-mail: camillascorrea@gmail.com

RESUMO

No Brasil é recolhido anualmente cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos, onde 58,7% desse montante, seguem para aterros sanitários. Em consequência disso um dos grandes problemas dos aterros sanitários, controlados e lixões é a produção de lixiviado, que é gerado pela decomposição dos resíduos sólidos com presença de água de infiltração, sendo altamente poluidor dos cursos d’água, do solo e do ar, devido à elevada concentração de matéria orgânica, inorgânica e metais pesados. Sendo assim é imprescindível o tratamento do lixiviado antes que este seja lançado ao corpo receptor. Uma alternativa ecológica para o pós-tratamento do chorume são os wetlands construídos, trata-se de um sistema que promovem a absorção de nutrientes pelas plantas e a degradação de material orgânico por microrganismos situados no solo e que se aderem às raízes. Dessa forma este trabalho busca analisar a possibilidade de utilização de wetlands construídos de fluxo horizontal subsuperficial (WFHS) para o pós-tratamento de efluente lixiviado de resíduos gerados em Aterro Sanitário. Para tanto foram construídos 2 (dois) sistemas em paralelo de WFHS em escala de bancada. Com base nos resultados do estudo ambos os sistemas mostraram boas eficiências de remoção de DQO, sendo de 67% para o WFHS 1 e 47% para o WFHS 2. O estudo está na fase 1, sendo necessário acompanhar as fases posteriores de monitoramento para avaliar, substrato, plantas e microrganismos na remoção dos poluentes. É fundamental a instalação de um piloto antes da construção da estação de tratamento de efluentes em escala real.

PALAVRAS-CHAVE: Pós-tratamento, Efluente, Chorume, Macrófitas, Typha latifolia.

INTRODUÇÃO

No Brasil é recolhido anualmente cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos, onde 58,7% desse montante, seguem para aterros sanitários. Em 2015, quase 30 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2015).

Os lixões são proibidos por lei desde 1981, com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA/1981), porém, somente em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/2010) estabeleceu o fim dos lixões no Brasil. Entretanto, o que se pode notar em grande parte dos municípios brasileiros é a ausência de monitoramento das águas subterrâneas, bem como falta de controle dos gases gerados e a inadequação na captação e tratamento do lixiviado. (Bocchiglieri e Paganini, 2010).

De acordo com Tchobanoglous et al., (1993), Campos et al., (2013) o lixiviado é um líquido que percola através dos resíduos sólidos e constitui-se de materiais dissolvidos e em suspensão. O lixiviado gerado em

aterros sanitários, controlados e lixões, é o principal contaminante originado a partir do lixo, altamente poluidor dos cursos d'água, do solo e do ar, devido a elevada concentração de matéria orgânica, inorgânica e metais pesados.

Neste contexto, os wetlands construídos podem ser empregados como uma tecnologia de processo natural alternativa em pós tratamento do lixiviado proveniente de resíduos sólidos.

Os wetlands construídos apresentam vantagens econômicas, dispensam uso de energia elétrica se for utilizada a gravidade da água nos sistemas, além de possuírem uma beleza natural, pois os sistemas podem ser construídos de modo paisagístico. Não há gasto com produtos químicos e baixa manutenção, pois, os sistemas duram muito tempo funcionando com perfeição, se bem operados (ORMONDE, 2012). Promovem além da absorção de nutrientes pelas plantas, a degradação de material orgânico por microrganismos situados no solo e que se aderem às raízes, constituintes do efluente podem ser imobilizados pelas plantas (ROBINSON et al, 1991).

Assim, é imprescindível a aplicação de sistemas de tratamento que combinem processos físicos, químicos e biológicos e também o desenvolvimento de tratamentos alternativos complementares ao lixiviado, antes de serem lançados no solo ou em corpos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na ETE Experimental no Campus de Cuiabá/MT da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (**Figura 1**).

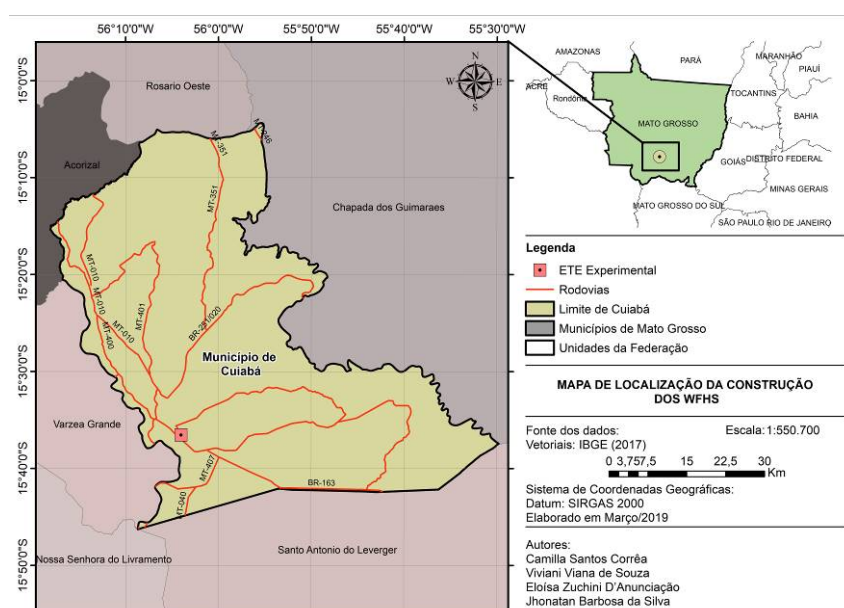


Figura 1: Localização da construção dos WFHS na ETE Experimental.

Os WFHS foram construídos em escala de bancada, sendo montado 2 (dois) sistemas em paralelo, utilizando recipientes plásticos com as seguintes características (**Tabela 1**):

Tabela 1: Dimensões das unidades de bancada.

Características construtivas	Dimensões
Altura (m)	0,28
Comprimento (m)	0,435
Largura (m)	0,29
Altura de substrato (m)	0,10
Área superficial (m ²)	0,13
Volume útil (L)	35,3
Porosidade	0,28
Declividade de fundo (%)	1

A **Figura 2** apresenta os passos de montagem dos sistemas de tratamento, WFHS 1 e WFHS 2. O primeiro passo do trabalho foi a montagem dos protótipos em bancada, seus dispositivos de entrada e saída, representados em a). O segundo passo foi a seleção, lavagem, caracterização e inserção do meio filtrante nos protótipos, mostrados em b). Simultaneamente as plantas estavam sendo adaptadas em bombonas para posterior transplante, exibidas em c). Na imagem d) está representado o local de estudo.



a) Montagem dos dispositivos de entrada e saída.



b) Preenchimento do sistema com brita, areia e terra.



c) Adaptação das plantas para transplante.



d) Almojarifado da ETE experimental UFMT.

Figura 2: Passos de montagem dos WFHS em a), b), c) e d) representando o local dos experimentos.

A **Figura 3** apresenta o sistema bancada montado, utilizado como unidade de pós-tratamento do lixiviado do aterro. Foram utilizados recipientes plásticos, no formato retangular com capacidade de 35 litros, onde a alimentação, controle operacional e saída dos sistemas, é realizada por registros e tubos de pvc (Ø 25,4 mm).

Um reservatório de 10 litros foi utilizado para alimentar o sistema por gravidade. O experimento foi dividido em fases de monitoramento, e atualmente se encontra na fase 1, denominada fase de aclimação, pelo fato de

estar sendo operado e monitorado, num período inicial de 14 dias. Para distribuição do fluxo, as tubulações de drenagem de entrada e saída, foram perfurados a cada 2 cm.

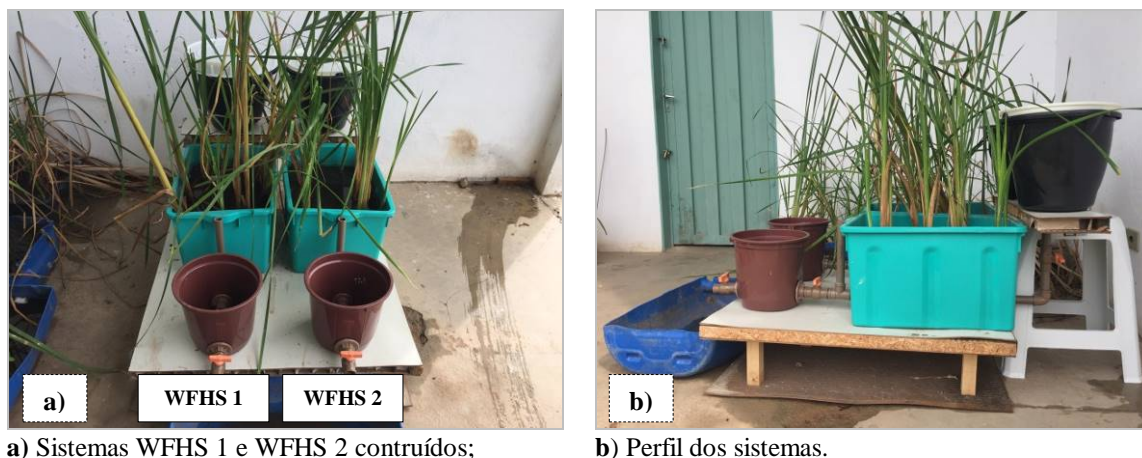


Figura 3: Esquema do sistema piloto utilizado para o pós-tratamento do lixiviado do Aterro Sanitário de Cuiabá-MT, onde em a) vista em planta e b) vista em perfil dos sistemas.

Com intuito de proporcionar um meio suporte para o desenvolvimento de microrganismos e que também permitisse a fixação da vegetação, optou-se pela utilização de brita, terra preta misturada com areia. As macrófitas utilizadas foram *Typhas domingensis*, popularmente conhecidas como Taboa. As mudas das macrófitas, foram adaptadas em bombonas de 30 litros e posteriormente transferidas para os sistemas.

Como a proposta das unidades de tratamento são para o pós-tratamento de efluentes de lixiviados de aterros sanitários, procurou-se trabalhar com o lixiviado diluído com água e efluente doméstico. Dessa maneira, o estudo foi conduzido com o efluente de lixiviado de aterro a 20% e uma vazão média de 5 L.dia⁻¹. Assim, o sistema WFHS 1 foi alimentado com lixiviado, na proporção de 20% de chorume e 80% de água e, o sistema WFHS 2 na proporção de 20% de chorume e 80% de efluente doméstico.

Os seguintes parâmetros físicos e químicos do lixiviado foram analisados, de acordo com Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WEF, 2012): pH, alcalinidade (mgCaCO₃.L⁻¹), DQO (mg.L⁻¹) e nitrogênio amoniacal (mg.L⁻¹). A Tabela 2 ilustra os principais parâmetros de operação dos WFHS bancada.

A **Tabela 2** mostra os parâmetros de operação utilizados no estudo. Verifica-se que as taxas de aplicação hidráulica estão na faixa de 40 mm.d⁻¹ recomendadas para wetlands de fluxo horizontal pós-tratando efluente doméstico (Hoffmann et al., 2011).

Tabela 2: Parâmetros de operação dos WFHS.

Características construtivas	Dimensões
Altura (m)	0,28
Comprimento (m)	0,435
Largura (m)	0,29
Altura de substrato (m)	0,10
Área superficial (m ²)	0,13
Volume útil (L)	35,3
Porosidade	0,28
Declividade de fundo (%)	1

Alguns autores como Olijnyk, 2008 e Fia et al., 2008 citam carregamentos orgânicos de WFHS variando de 5 gDQO.m².d⁻¹ a 909,2 gDQO.m².d⁻¹, mostrando que este parâmetro de operação no estudo de 23,8 gDQO.m²

².d⁻¹, se encontra no limite inferior do que é empregado na literatura. O parâmetro de operação tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias, também está dentro da faixa de 2 a 7 dias, de acordo com Poças, 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Figura 4** ilustra a concentração média de DQO de 600 mg.L⁻¹ na entrada dos sistemas e as concentrações de saída de 199 mg.L⁻¹ para o WFHS 1 e 316 mg.L⁻¹ para o WFHS 2. É possível observar que o WFHS 1 foi mais eficiente na remoção de DQO, pelo fato de não ter sido concentrado com efluente doméstico.

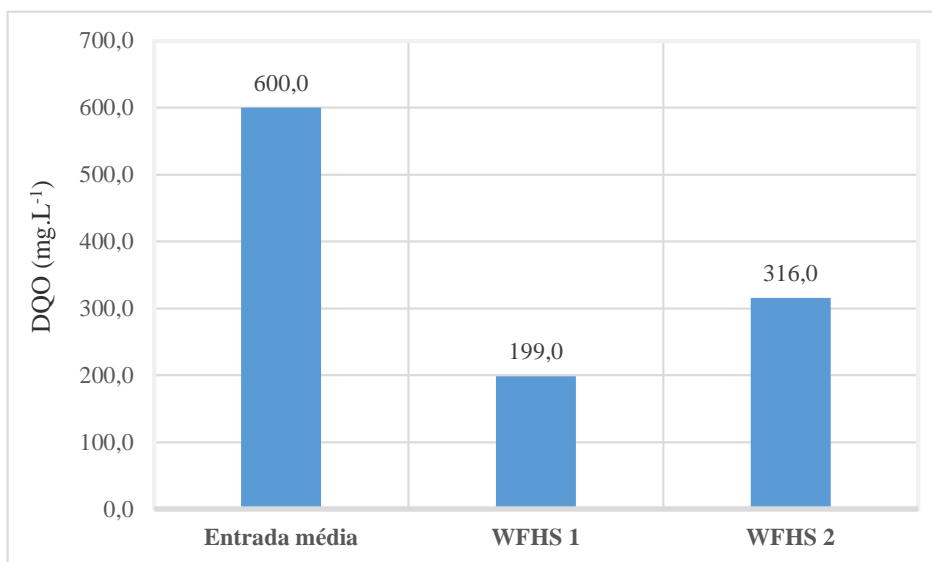


Figura 4: Concentração média de DQO na entrada e saídas dos sistemas WFHS 1 e WFHS 2.

Ressalta-se que a Resolução CONAMA 357/2005, artigo 15, não estabelece VMP para DQO em águas doces de classe 2. Segundo Cano, 2014, os lixiviados de aterros sanitários nacionais possuem uma relação DBO/DQO numa faixa de 0,04 a 0,7.

Assim, assumindo um valor médio para a DBO/DQO = 0,37, temos que a DBO dos efluentes produzidos pelos sistemas em escala de bancada seriam de 74 mg.L⁻¹ para o WFHS 1 e 117 mg.L⁻¹ para o WFHS 2. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o VMP de 5,0 mg O₂.L⁻¹ para águas doces classe 2.

É possível verificar através dessas estimativas que o efluente final ainda apresenta uma alta concentração para o parâmetro DBO. Apesar do efluente no estudo, ser aplicado dentro das faixas recomendadas de operação para wetlands de fluxo horizontal, muito provavelmente o corpo d'água não seria capaz de assimilar essa carga orgânica remanescente.

A **Tabela 3** apresenta os valores médios de remoção e saída para os WFHS. Ambos os sistemas em escala de bancada mostraram boas eficiências de remoção de DQO, sendo de 67% para o WFHS 1 e 47% para o WFHS 2.

Tabela 3 – Valores médios dos remoção e saída para os WFHS.

Parâmetros	WFHS 1	WFHS 2
Remoção de DQO (%)	67	47
NH3 (mg.L ⁻¹)	0,14	1,54
pH	6,74	6,64
Alcalinidade (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	170,00	330,00

A Resolução CONAMA 357 estabelece o VMP de 3,7 mg.L⁻¹ de nitrogênio amoniacal em águas de pH ≤ 7,5 e 2,0 mg.L⁻¹ para 7,5 < pH < 8,0. Normalmente as águas de rios classe 2, apresentam pH < 8,0. Assim, este parâmetro, o nitrogênio amoniacal está dentro dos padrões de lançamento da legislação.

É conveniente falar que o ciclo do nitrogênio deve ser estudado em detalhes, pois existem muitos caminhos de transformação do elemento, principalmente num sistema de alta complexidade como os WFHS.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do estudo em escala de bancada é possível concluir que o sistema WFHS 1 apresentou maior eficiência de remoção.

O efluente deve apresentar maior diluição, remetendo a um maior nível de tratamento em estágios anteriores ao pós-tratamento com WFHS, pelo fato de não atender o padrão de DBO de lançamento para rios de classe 2.

O estudo está na fase 1, é necessário acompanhar as fases posteriores de monitoramento para avaliar, substrato, plantas e microrganismos na remoção dos poluentes.

Ainda que sua aplicação e aprofundamento acadêmico em termos mundiais cresçam, a tecnologia apresenta poucos estudos relativos à vida útil da operação e seu respectivo desempenho ao longo de períodos extensos.

É fundamental a instalação de um piloto antes da construção da estação de tratamento de efluentes em escala real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2015**. São Paulo: ABRELPE, 2015.
2. APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington, 2012. D.C.: APHA/AWWA/WEF.
3. BOCCHIGLIERI, M. M.; PAGANINI, W. S. **Tratamento conjunto de lixiviados de aterros em Estações de Tratamento do Sistema Público de esgotos na ETE Tupã** – 2010. São Paulo. Fórum Ambiental da Alta Paulista. Volume VI.
4. CAMPOS, J.C.; MACHADO, B.D.S.; BLONSKI, M.E.D.; BILA, D.M.; FERREIRA, J.A. **Evaluation of coagulation/flocculation process in the landfill leachate treatment at the Municipal Wastewater Treatment Plant**. Ambiente e Água, v. 8, n. 3. 2013.p. 43-53.
5. CANO, Vitor. **Estratégias de tratamento de lixiviado de aterro sanitário com foco na matéria orgânica biodegradável e nitrogênio amoniacal**. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Ciências, Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública.
6. FIA, R.; MATOS, A.T.; SCHUERY, F.C.; TEODORO, P.E.P.; LUIZ, F.A.R. **Uso de sistemas alagados construídos no tratamento das águas residuárias do processamento dos frutos do cafeeiro**. In: XXXI Congresso Interamericano AIDIS. 2008. Santiago: AIDIS. CD-ROM
7. Hoffmann, H.C.; Platzer, M.; Winker, E.; von Muench, E. **Technology Review of Constructed Wetlands**. 2011. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH: Eschborn, Germany.
8. OLIJNYK, D.P. **Avaliação da nitrificação e desnitrificação de esgoto doméstico empregando filtros plantados com macrófitas (Wetlands) de fluxos vertical e horizontal – sistemas híbridos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
9. ORMONDE, V.S.S. **Avaliação de wetlands construídos no pós- tratamento de efluente de lagoa de maturação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de edificações e ambiental). Faculdade de arquitetura, engenharia e tecnologia. Universidade Federal do Mato Grosso, 2012.
10. ROBINSON H. D ET AL. The Treatment of Landfill Leachate to Standards Suitable for Surface Water Discharge. Proceedings Sardinia 91, Third International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 1991. p. 905-917.
11. TCHOBANOGLOUS, G. **Handbook of solid waste management**. 2 ed. EUA: McGraw-Hill. 2002. p. 14.10 - 14.44.