

# **ESTUDO TEÓRICO SOBRE A APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE RICO EM AMÔNIA**

**Gisele Aparecida Rodrigues Kelmer<sup>1</sup>;**

**Ana Carolina de Paula Maia<sup>2</sup>;**

**Brenda Xavier Peters Silva<sup>2</sup>;**

**Jessica Laine Mendes Bersan<sup>2</sup>;**

**Matheus Tomaz Faria<sup>2</sup>;**

**Emanuel Manfred Freire Brandt<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Bolsista do Grupo de Educação Tutorial do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UFJF, e-mail:

[gisele.kelmer@engenharia.ufjf.br](mailto:gisele.kelmer@engenharia.ufjf.br)

<sup>2</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UFJF, e-mails:

[carollidepaulla@gmail.com](mailto:carollidepaulla@gmail.com), [brendaxps@gmail.com](mailto:brendaxps@gmail.com), [jessica.laine@engenharia.ufjf.br](mailto:jessica.laine@engenharia.ufjf.br),

[matheustomazf@gmail.com](mailto:matheustomazf@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Faculdade de Engenharia – UFJF, e-

mail: [emanuel.brandt@ufjf.edu.br](mailto:emanuel.brandt@ufjf.edu.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro sanitário; Banhado artificial; Ciclo do nitrogênio; *Cyperus papyrus*; Lixiviado.

## **1 INTRODUÇÃO**

O crescimento da população urbana traz desafios cada vez mais intrigantes para os gestores das cidades, que devem almejar as melhores soluções frente à disponibilidade de recursos, os quais são muitas vezes limitados. Uma consequência da urbanização é a grande geração de resíduos sólidos que demandam uma disposição final ambientalmente adequada. Atualmente, a técnica mais aceita é conhecida como aterro sanitário. Contudo, o lixiviado formado em aterros sanitários merece atenção especial, uma vez que possui altas concentrações de substâncias tóxicas como o nitrogênio amoniacal e, portanto, deve ser tratado antes de ser lançado em um corpo hídrico receptor.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe para o tratamento do lixiviado a utilização de *wetlands* construídos, que são sistemas projetados para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos onde ocorre a proliferação de biofilmes, de forma a agregar populações variadas de microrganismos que, através de processos biológicos, químicos e físicos, tratam águas residuárias (DE SOUSA et al., 2000). Baseado no ciclo do nitrogênio, essa forma de tratamento aeróbio fundamenta-se na oxidação da amônia a nitrito, e posteriormente a nitrato (nitrificação), o qual é absorvido por processo biológico natural de obtenção de energia da planta, seguido pelo processo de desnitrificação, caracterizado pela conversão de nitrato a nitrogênio gasoso, com o intuito de promover, por consequência, o tratamento do lixiviado tornando-o menos tóxico.

O objetivo central do trabalho compreende uma análise teórica do uso de *wetlands* construídos para o tratamento de lixiviado rico em amônia proveniente de aterros sanitários. Dessa forma, pretendeu-se desenvolver os aspectos conceituais e aplicados envolvendo a microbiologia, o dimensionamento da alternativa escolhida para um estudo de caso teórico e o projeto orçamentário para execução da solução do problema.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O efluente rico em amônia gerado por um aterro sanitário tem como característica o alto poder redutor, o qual é evidenciado pela baixa, ou até mesmo inexistente, concentração de oxigênio dissolvido. Dessa forma, para a aeração do sistema de tratamento do efluente, foi escolhida a técnica de *wetland* construído de fluxo subsuperficial vertical, visto que essa possui a propriedade de fornecer níveis maiores de oxigênio através da movimentação causada pelo recebimento vertical do efluente, favorecendo ainda o processo de nitrificação da amônia. O efluente percorre o leito e, por ação da gravidade, descende por um fluxo vertical até a zona radicular da população de *Cyperus papyrus* - escolhida por ser uma planta de fácil propagação, tolerar uma ampla variedade de solos e condições de umidade, se desenvolver bem em clima tropical e a partir de resíduos - e, em seguida, infiltre um substrato formado por areia grossa e brita 1 para, então, ser coletado pela tubulação de PVC. Além disso, todo o sistema exige impermeabilização, a qual foi sugerida por lona plástica e manta de poliéster. O esquema do *wetland* proposto está expresso na Figura 1.

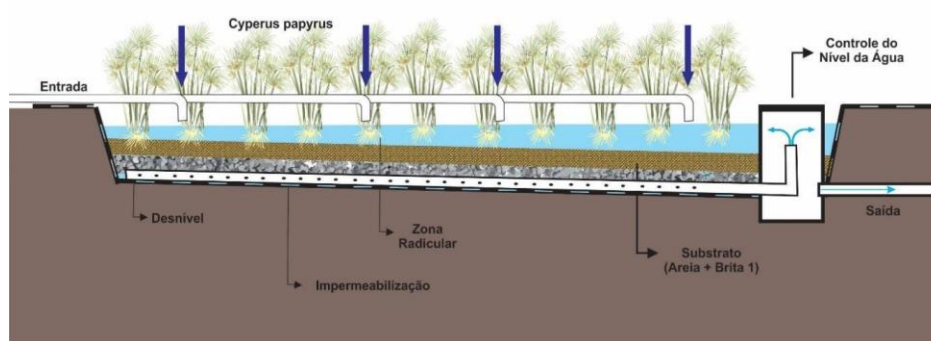


Figura 1 – Esquema conceitual do *wetland* construído proposto para o tratamento do efluente rico em amônia.

Fonte: Os autores.

O tratamento do efluente consiste em reproduzir o ciclo do nitrogênio que já ocorre na natureza. Portanto, buscou-se identificar os principais atores envolvidos na assimilação do nitrogênio pelas plantas, na nitrificação e na desnitrificação. Para o dimensionamento, utilizou-se a equação (adaptada) desenvolvida por Metcalf e Eddy (1991 apud WEBER et al., 2015), que relaciona tempo de detenção hidráulico, comprimento, largura e profundidade do *wetland*, vazão do efluente e porosidade do meio suporte, com auxílio das equações propostas por Mannarino (2003). Foi realizado, também, um estudo que considerou a disponibilidade de área, a topografia, a permeabilidade do solo, os recursos ambientais existentes, assim como os possíveis impactos ao redor do local de implantação.

Para que houvesse uma estimativa do volume de efluente a ser tratado, foi pré-dimensionado, através do Método Suíço, um aterro sanitário que suportaria uma carga de resíduos equivalente àquela produzida por uma população de 70.000 habitantes durante 10 anos. As estimativas dos elementos que compõem o lixiviado do aterro basearam-se em valores encontrados na literatura, sendo que estes variam dependendo da idade do aterro sanitário.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados considerados para o projeto do aterro sanitário e do *wetland* construído, bem como os dados obtidos através dos cálculos realizados, encontram-se na Tabela 1. O projeto orçamentário foi realizado considerando todos os materiais necessários para a implantação do projeto, totalizando um valor aproximado de R\$ 1.010.547,07.

A estimativa da precipitação escolhida buscou atender a um valor que não apresentasse grandes amplitudes para um local com a população descrita abaixo. A escolha do

tempo de detenção hidráulico (TDH) deve-se pela melhor eficiência na remoção de nitrogênio amoniacal da *Cyperus papyrus* neste período (CANO et.al., 20-).

Tabela 1: Dados considerados e calculados no dimensionamento do *wetland* construído.

Dados Considerados		Dados Calculados	
População	70.000 hab	Área do aterro sanitário	65.353,26 m <sup>2</sup>
Vida útil do aterro	10 anos	Vazão de geração de lixiviado	91,0 m <sup>3</sup> /dia
Precipitação média	1.016 mm/ano	Volume mínimo do <i>wetland</i>	5.027 m <sup>3</sup>
Peso específico do resíduo	0,6 t/m <sup>3</sup>	Vazão de entrada no <i>wetland</i>	10,0 m <sup>3</sup> /h
TDH	21 dias	Volume do tanque	2.520,00 m <sup>3</sup>

É importante notar que o sistema proposto apresenta custo estimado de operação de R\$15.657,25 por ano, em média; bem como baixa complexidade operacional, sendo adequado para a realidade do tamanho do município proposto (70.000 hab). Por outro lado, em relação às desvantagens do sistema proposto, cabe destacar: necessidade de grandes áreas, interferência do clima e limitações da vegetação escolhida, que embora seja resistente, é aconselhada para climas predominantemente tropicais.

#### 4 CONCLUSÕES

Lixiviados provenientes de aterros sanitários são geralmente de difícil tratamento pelo processo biológico convencional, pois estes sofrem influência da alta concentração de amônia. Em contrapartida, a implantação do *wetland* construído de fluxo subsuperficial vertical proposto no presente trabalho mostra-se como uma boa alternativa no tratamento desse tipo de efluente, tendo em vista a considerável redução da toxicidade e a baixa complexidade operacional do projeto.

O custo de implantação do projeto é relativamente alto, ficando em torno de R\$ 1.010.547,07. Todavia, o custo de manutenção apresenta-se em custos baixos, sendo a média anual de R\$15.657,25.

Apontada como limitante na maioria dos casos, a extensão territorial demandada se confirmou no posto. Observa-se que para uma população de uma cidade média é necessário um espaço de mais de 7.000 m<sup>2</sup> para a instalação deste tratamento. Não é aconselhado o método para populações muito grandes.

Um fator determinante também explorado ao longo do trabalho foi o clima, não sendo aconselhada a utilização do sistema proposto para lugares com muito altas ou muito baixas pluviosidades. Da mesma forma, a vegetação escolhida, embora resistente, é aconselhada para climas predominantemente tropicais a fim de evidenciar sua melhor produtividade.

## 5 REFERÊNCIAS

DE SOUSA, J. T. et al. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “wetlands” construídos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 87-91, 2000.

MANNARINO, CAMILLE FERREIRA. Uso de Wetland Sub-Superficial no Tratamento de Efluente de Estação de Tratamento de Chorume Por Lodos Ativados [Rio de Janeiro] 2003. Dissertação (Dissertação em Engenharia Ambiental) – UERJ. Rio de Janeiro. 2003

METCALF & EDDY (1991). “Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse”. McGraw Hill, 3th Edition, New York.

WEBER, C. F.; PRADO, M. R.; VAN KAICK, T. S. Dimensionamento de Wetlands Construídas em Sistemas Individuais de Tratamento de Esgoto Sanitário. In: *Simpósio Brasileiro Sobre Wetlands Construídos*, 2, 2015, Curitiba, PR. Anais (on-line). Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%C3%ADdas-em-Sistemas-Individuais-de-Tratamento-de-Esgoto-Sani%C3%A1rio.pdf>>. Acesso em: 29/04/2018.