



## Avaliação do tratamento de águas residuárias em wetlands com e sem vegetação

Iago Henrique Fernandes de Almeida (IC)\*, Flávia Martins de Queiroz (PQ).  
iagohenriquefa@gmail.com

Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, localizada na Rodovia BR-153, Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis – Goiás.

A água é um bem vital para os seres vivos, sendo ela renovável a um longo prazo e com o crescente aumento da população e da poluição desse recurso, os órgãos responsáveis pelo tratamento da mesma não são capazes de suprir as demandas. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o tratamento de esgoto para uma unidade habitacional, sendo esse formado por tanques sépticos de Wetland de fluxo Horizontal subsuperficial, sendo esse último, dividido em células de um metro quadrado de área superficial, sendo duas células ligadas em série plantadas com *Allium fistulosum* e uma em paralelo sem vegetação. Testes de pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos voláteis, fixos e totais, indicaram o sistema plantado como o mais eficiente, sendo analisado a viabilidade de utilização do efluente tratado para fins não potáveis, como por exemplo, lavagem de carros, calçadas, utilização em descargas e irrigação de jardins, conforme descrito na NBR 13.969/97.

Palavras-chave: Água. *Allium*. Esgoto. Tratamento. Wetland.

### Introdução

A ampliação do número de domicílios e aumento do consumo *per capita* de água nos centros urbanos gera maior volume de esgotos sanitários, que, por sua vez, exigem uma destinação adequada, para que não haja risco de poluição do solo e contaminação dos ecossistemas aquáticos.

Segundo o IBGE (2011), no ano de 2008, cerca de 58,9% dos domicílios brasileiros tinham o acesso a rede coletora de esgoto e apenas 28,5% do que era coletado recebia tratamento. Essa realidade corrobora a necessidade urgente de se desenvolver e/ou adaptar tecnologias economicamente viáveis de tratamento de águas residuárias (SOUSA et. al., 2004).



Dentre as alternativas que vem sendo estudada destaca-se os wetlands que, segundo (SOUSA et al., 2004), são ecossistemas que funcionam como receptores de águas naturais e águas produzidas por atividades antrópicas.

Os wetland naturais são conhecidos como terras úmidas, brejos, manguezais e lagos rasos. Os construídos são sistemas artificialmente projetados para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, cascalhos ou outro material inerte, nos quais podem predominar condições anaeróbicas ou anóxicas pelo fato de os espaços vazios do leito serem preenchidos lentamente por esgoto em tratamento. Com a proliferação de populações variadas de microorganismos gerando biofilmes e juntamente com as plantas cultivadas, é realizado o tratamento das águas residuárias por meio de processos biológicos, químicos e físicos. (SOUSA et al., 2000; SOUSA et al., 2003).

A seleção do meio suporte para o sistema de Wetlands-construídos é baseada, principalmente, nos custos desse material, na configuração de fluxo, vegetação empregada e nas necessidades de tratamento. Para a escolha da vegetação, por sua vez, segundo ZANELLA (2008) devem ser analisados as seguintes características: tolerar áreas permanentemente saturadas; tolerar áreas com fluxo constante de poluentes dos mais diversos tipos e concentrações; preferir espécies nativas locais devido à maior facilidade de adaptação e crescimento nas condições climáticas existentes; ter interesse ornamental e/ou comercial; absorver grande quantidade de matéria orgânica.

Em wetland com plantas emergentes, os sistemas de purificação hídrica utilizam plantas que se desenvolvem tendo o sistema radicular preso ao sedimento e o caule e as folhas parcialmente submersas. A profunda penetração do sistema radicular permite a exploração de um grande volume de sedimentos, dependendo da espécie considerada (Salati, Filho, & Salati, 2009).

Esse tipo de sistema pode ser adequado ao pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, tal como fossa séptica, por possibilitar a melhoria da qualidade do esgoto tratado, atendendo a unidades habitacionais individuais ou a pequenas comunidades não servidas por sistemas convencionais de coleta e tratamento de esgoto (Zanella, 2008).



O presente trabalho teve por objetivos avaliar algumas características físicas e químicas do efluente de wetland construído vegetado com *Allium fistulosum*, comparando-o com outro sem vegetação, sendo que em ambos os casos o afluente era oriundo de fossa séptica. Foram avaliados a remoção de sólidos totais, fixos e voláteis e as variações em turbidez, pH e condutividade elétrica de um metro quadrado de wetland construído plantado e não plantado.

## Material e Métodos

O projeto de tratamento de água residuária através do sistema tanque séptico – wetland construído foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnologias, localizada na Rodovia BR-153, Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis – Goiás.

O esgoto estudado era proveniente do próprio Câmpus, que o direciona a três tanques sépticos em série que através de retenção dos sólidos, sedimentação e digestão do lodo e da espuma, faz o tratamento primário do afluente.

O efluente era proveniente do sobrenadante da última fossa séptica, sendo retirado por meio de um caminhão limpa fossa e conduzido a um reservatório de 5 m<sup>3</sup> de polietileno.

Foram instaladas três unidades experimentais de Wetland, cada uma com 1m<sup>2</sup> de área superficial. Elas foram produzidas em caixas de armazenamento agrícola de água e diesel, com dimensões de 1,20x1,00 m e retirando a tampa, ficaram com altura útil de 0,90 m. Com o intuito de fazer uso de um escoamento gravitacional, os tanques foram locados para que houvesse uma inclinação de 6%.

As unidades experimentais de wetland (UEW) foram precedidas de tanque de armazenamento de capacidade de 5 m<sup>3</sup>, após o qual foram dispostas duas UEW em série, plantadas com *Allium fistulosum* e uma terceira unidade, sem vegetação, em paralelo.

As UEW foram preparadas instalando-se sistema de drenagem constituído por tubulação agrícola de 100 mm de diâmetro, com 10% do seu perímetro furado de forma distribuída e com furo de 10 mm. Nas células em série, o



efluente drenado na primeira era o efluente da segunda, que por sua vez, descarregava em reservatório final de 250L.

As UEW foram preenchidas com substrato formado por camada de aproximadamente 0,20m de brita #1, 0,20m de areia e 0,20m de brita #0 e 0,20 m de terra preparada, respectivamente. O sistema de alimentação foi semelhante ao de drenagem, com uma tubulação de um metro de comprimento e de 100mm perfurado a cada 10 mm de forma linear.

Para as células plantadas foi escolhida a espécie *Allium fistulosum* conhecida popularmente como cebolinha-verde, cebolinha e cebolinho, com fim condimentar e medicinal. Foram utilizadas 32 mudas com espaçamento de 0,10m x 0,10m e distante da borda em 0,10m.

Registros esfera foram instalados a montante e a jusante de cada UEW para controlar o fluxo de esgoto e fazer amostragem.

Com o sistema pronto, definiu-se a vazão de 144,00 L.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, gerando um consumo de 5000 m<sup>3</sup> em 11,57 dias ininterruptos. As amostragens foram realizadas a cada 7 dias e realizadas as análises físicos e químicas do material.

Em cada campanha de amostragem eram retiradas um total de quatro amostras, sendo elas efetuadas a montante e a jusante de cada UEW.

Os preparos dos recipientes para coleta das amostras foram feitos segundo Matos (2012), por ser uma coleta de águas ricas em gordura e óleos e devido ao tipo de análises, foi escolhido o recipiente de vidro e lavado com sabão, enxaguado com água e, finalmente, enxaguado com água destilada. Em seguida, os recipientes foram enxaguados de 2 a 3 vezes na água residuária a ser coletada afim de homogeneizar as paredes do recipiente.

O transporte foi realizado dentro de uma caixa de isopor resfriada por gelo. Em cada amostra foi realizado testes de pH, condutividade elétrica, turbidez, e sólidos voláteis, fixos e totais.

Para determinação do pH foi utilizado o medidor de pH microprocessador de bancada Mpa 210 da TENOPON, calibrado com as soluções tampão de pH 4,00 e 7,00. O teste de turbidez foi determinado segundo o princípio da neflometria,



utilizando o turbidímetro AP2000 WT e calibrando com os padrões de ajuste de 0,1/20/100/800 NTU.

A condutividade elétrica, foi determinada através do medidor de condutividade de bancada micropressado da TECNOPO, devidamente calibrado com a solução padrão de 1412 uS/cm 25°C.

Já os sólidos totais, fixos e voláteis foram determinados colocando um volume de 300 ml para desidratar em banho maria a uma temperatura média de 90°C até reduzir este volume para menos de 100 ml. Em seguida as amostras eram transferidas para cadinhos previamente secos em estufa a 103°C e pesados então retornavam para estufa também a 103°C por aproximadamente duas horas até peso constante ou que o peso se torne menor que 4% do anterior.

Os sólidos totais foram obtidos a partir da Equação 1.0:

$$ST = (M_s - M_r) * \frac{1000}{V_{am}} \quad \text{Eq. (1.0)}$$

Em que:

ST= Sólidos totais (mgL<sup>-1</sup>)

M<sub>s</sub>= Massa da amostra seca a 103°C(mg)

M<sub>r</sub>= Massa do cadinho (mg)

V<sub>am</sub>= Volume da amostra (mL)

O resíduo da secagem a 103°C foi queimado em mufla a 550°C por trinta minutos, resfriado no dessecador e por fim pesado. Os sólidos remanescentes são os sólidos fixos, enquanto a diferença de peso representa os sólidos voláteis. Os sólidos fixos foram calculados a partir da Equação 1.2 :

$$SF = (M_c - M_r) * 1000/V_{am} \quad \text{Eq.(1.2)}$$

Em que :

SF= Sólidos fixos (mgL<sup>-1</sup>)

M<sub>c</sub>= Massa cinza após queima na mufla (mg)



Já os sólidos voláteis (SV) em  $\text{mgL}^{-1}$  foram calculados a partir da equação 1.3:

$$SV = ST - SF \quad \text{Eq. (1.3)}$$

A eficiência de remoção foi estimada para todos os parâmetros analisados utilizando a Equação 1.4:

$$E = \frac{C_e - C_s}{C_e} * 100 \quad \text{Eq. (1.4)}$$

Em que :

$C_s$ = Concentração de saída;

$C_e$ = Concentração de entrada;

$E$ = Eficiência de remoção (%)

## Resultados e Discussão

O sistema iniciou sua operação no dia 19/03/2018, com a construção do sistema wetland e plantio das mudas.

O uso do adubo orgânico de gado na célula com cebolinha deu-se devido a deficiência do substrato usado de origem de um solo de aterro não cultivado. Outro inoportuno ocorrido foi à aparição de ervas daninhas em todas as células de estudo, as mesmas foram retiradas também semanalmente.

Tabela 1.0: Concentração média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade do efluente e eficiência de remoção de cada célula estudada.

	Unidade	Efluente da fossa séptica	Plantado		Sem planta
			1m	2m	1m
pH		$8,10 \pm 0,75$	$5,30 \pm 0,52$	$3,77 \pm 0,3$	$4,60 \pm 0,87$



CE <sup>1</sup>	us/cm <sup>2</sup> a 25° C	2097,00±50,71	1576,67±111,63	1513,00±252,47	1562,33±305,37
Eficiência	%		24,81	27,85	25,50
Turbidez	NTU	44,17±14,6	4,99±3,08	0,10±0,00	0,88±0,77
Eficiência	%		88,70	99,77	98,00
ST <sup>2</sup>	mg/L	2283,33±1260,82	3266,67±1116,54	2950,00±599,17	4083,33±1823,64
Eficiência	%		-43,07	-29,20	-78,83
SF <sup>3</sup>	mg/L	1900,00±1203,33	2300,00±1046,90	1950,00±361,94	3183,33±1625,32
Eficiência	%		-21,05	-2,63	-67,54
SV <sup>4</sup>	mg/L	383,33±271,42	966,67±320,42	1000,00±340,59	900,00±296,65
Eficiência	%		-152,18	-160,87	-134,78

<sup>1</sup> Condutividade Elétrica; <sup>2</sup> Sólidos Totais; <sup>3</sup> Sólidos Fixos; <sup>4</sup> Sólidos Voláteis.

As plantas exerceram um grande papel na redução da condutividade elétrica, apresentando redução de 24,81% após célula 1, de 27,85% após célula 2 e 12,58% após célula 3. Dornelas (2008) em seu estudo realizado por cerca de 320 dias tratando o efluente fornecido pelo reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência da estação de tratamento de esgoto Arrudas no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, obteve eficiência em remoção da condutividade elétrica de 22% em células plantadas com *Typha latifolia* e 8% para células sem vegetação.

O tratamento final da célula plantada teve valores de pH menores do que 4, o que segundo Vymazal (2006) inibe o processo de desnitrificação. Mesmo que a célula não plantada esteja acima dos valores para se obter o processo de nitrificação ela não esteve com valores na faixa de ótimo para tratamento biológico, que seria entre 6 e 9 (METCALF; EDDY, 2003).

Já a eficiência de remoção de turbidez, aumenta de 88,70% para 99,77% na segunda célula plantada e um total de 98% na terceira célula, contudo a remoção não se apresentou com muita variação das células plantadas e não plantadas. Stiegemeier (2014), ao estudar o tratamento wetland plantado com *Typha domingensis* no tratamento de efluente de frigorífico de aves obteve eficiência



inferior em 3,12% utilizando também camadas de 0,20m de brita #0 e areia, diferenciando apenas a utilização de brita #1 na primeira camada para brita #2.

Em relação aos sólidos totais, fixos e voláteis pode-se verificar que houve aumento na concentração após a passagem por todas as unidades experimentais. Dois fatores podem ter contribuído para isso. Em relação aos sólidos fixos, acredita-se que a acidificação do meio possa ter favorecido o processo de desagregação da brita, aumentando assim sua concentração. Outro fator que pode ter acarretado aumento na concentração de sólidos voláteis foi a desobstrução dos canos de distribuição, que acarretou num curto período o desprendimento de sólidos presentes no maciço, repercutindo na qualidade das amostras que foram recolhidas poucas horas após a desobstrução. Dornelas (2008) e Stiegemeier (2014) encontraram valores de eficiência acima de 60% para todos os tipos de remoção de sólidos, provando que o sistema é eficiente para este tipo de remoção e que por motivos já citados não foi possível comprovar a teoria de (YAO et al.,1971) em que o mecanismo com baixa velocidade de percolação e o contato com macrófitas e material filtrante, remove uma grande quantidade de sólidos totais.

A reutilização do efluente para fins não potáveis não foi enquadrada, considerando os parâmetros de pH, sólidos totais, fixos e voláteis, em nenhuma das classes da NBR 13.969 (1997), sem que precise de alguma alteração química no efluente tratado.

## Considerações Finais

Em geral, pode-se dizer que o desempenho do tanque séptico- wetland construído foi satisfatório para remoção de turbidez e condutividade elétrica do efluente, corroborando assim, com a eficácia no uso das macrófitas.

Em relação ao pH houve uma acidificação do efluente e aumento na concentração de sólidos totais, fixos e voláteis em todos os sistemas avaliados, não enquadrando o efluente de wetland, nessas condições, para reuso para fins não potáveis.

## Agradecimentos

### REALIZAÇÃO



Quero agradecer, em primeiro lugar aos meus pais; Suely Fernandes de Oliveira e Paulo Henrique de Almeida, por sempre me dar suporte em todas etapas da minha vida.

À professora Dra. Flávia Martins de Queiroz pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste projeto de iniciação científica.

Agradeço também a engenheira civil Isadora Rodrigues Faria e o técnico de laboratório Valdeir pelas dicas e ajudas no desenvolvimento deste sistema.

## Referências

ABNT NBR 13.969 Tanques sépticos-Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos- Projeto, Construção e operação. Rio de Janeiro. 1997

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do saneamento**. 2011.

DORNELAS. **Avaliação do desempenho de wetlands horizontais subsuperficiais como pós-tratamento de efluentes de reatores UASB**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 115. 2008.

FARIA, I.R. Análise do efluente do sistema tanque séptico/wetland construído para reuso não potável. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Universidades Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 55 p. 2017

Guimarães, S. S., Mazaro, S. M., & Junior, A. W. (2012). *Potencial de preparados de cavalinha (Equisetum sp.) na síntese de metabólitos de defesa em cotilédones de soja (Glycine max L.) e o efeito sobre o crescimento de Rhizoctonia solani Kuhn, in vitro*. Pato Branco - PR.

METCALF & EDDY. Inc. Wastewater Engineering treatment. Disposal Reuse, v. 4, 1815 p, 2003.

Salati, E., Filho, E. S., & Salati, E. (Abril de 2009). *Utilização de Sistema de Wetlands Construídas para Tratamento de Águas*. Instituto Terramax - Consultoria e Projetos Ambientais LTDA , Piracicaba - SP.

SOUZA, J. T. et al. **Pós tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas de wetlands construídos**. [S.l.]: Revista Brasileira de Energia Agrícola e Ambiental, v. 4, 2000. 87-91 p.



Sousa, J. T., Haandel, A. V., Lima, E. P., & Henrique, I. N. (Outubro/Dezembro de 2004). Utilização de Wetland Construído no Pós-Tratamento de Esgotos Domésticos Pré-Tratados em Reator UASB. *Engenharia Sanitária Ambiental*, pp. 285-290.

STIEGEMEIER, A. M. Avaliação dos sistema de wetland construído no polimento do efluente da industria frigorífica de aves. Centro universitario Univates. Lajeado, p. 99. 2014.

VYMAZAL, J. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. *Ecological Engineering*, v. 25, n. 5, p. 478-490, 2005.

Wetlands Construídos. (s.d.). Acesso em 10 de Junho de 2018, disponível em Site da Wetlands Construídos: <https://www.wetlands.com.br/>

YAO, K. M., HABIBIAN, M.; O'MELIA, C. R. Water and wastewater filtration: Concepts and Applications. *Environmental Science & Technology*, v. 5, n. 11, p.1105-1112. Disponível em: <http://bioe.orst.edu/Courses/Colloid%20Transport/documents/YaoetalEST1971.pdf> . Acesso em: 27 agosto. 2018.

Zanella, L. (2008). *Plantas Ornamentais no Pós-Tratamento de Efluentes Sanitários: Wetlands-Construídos Utilizando Brita e Bambu como Suporte*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.