

DESEMPENHO DE UM REATOR ANAERÓBIO COM BIOMASSA ADERIDA OPERADO COM DIFERENTES VOLUMES DE MATERIAL SUPORTE

Jaqueline dos Santos Silva¹

Edgar Augusto Aliberti²

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates³

Camila Zoe Correa⁴

Ajadir Fazolo⁵

Daniel Costa dos Santos⁶

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um reator anaeróbio com biomassa aderida operado com diferentes volumes de material suporte no tratamento de esgoto sanitário. Utilizou-se um reator em escala de bancada construído em vidro com um volume total de 24 L e volume útil de 15,7 L. O reator foi operado em duas etapas utilizando material suporte de tiras de PET lixadas, na Etapa 1 o material suporte ocupou 50% do volume útil, e na Etapa 2, ocupou 10% do volume útil do reator. O tempo de detenção hidráulico (TDH) foi mantido em 24h durante todo o experimento. O monitoramento foi realizado por meio de análises de pH, alcalinidade, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (ST) e Sólidos Suspensos Totais (SST). Dos resultados, obteve-se na Fase I remoções de DQO_T, DQO_F, ST e SST de 69±16%, 55±18%, 42±26 e 72±34, respectivamente. A Fase II apresentou melhores resultados quanto as eficiências de remoção de DQO_T (78±8%) e DQO_F (74±10%), porém houve uma queda nas remoções de ST (32±19) e SST (58±37). Os valores de pH e a alcalinidade efluente foram maiores que os afluentes. Quanto a concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) houve redução do afluente para o efluente nas duas etapas. Desta forma, concluiu-se que o reator anaeróbio operado com biomassa aderida proporcionou eficiências de remoção superiores a sistemas convencionais, favorecendo a remoção de matéria orgânica e sólidos, o que torna um sistema viável para regiões que não possuam condições adequadas de saneamento básico.

¹Mestre em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, jaaques.s@gmail.com.

²Aluno do Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, edgaraliberti@alunos.utfpr.edu.br.

³Profa. Dra., Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, kvprates@gmail.com.

⁴Aluna do Curso de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, camila.z.correa@gmail.com.

⁵Prof. Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina, Departamento de Engenharia Ambiental, afazolo@utfpr.edu.br.

⁶Prof. Dr., Universidade Federal do Paraná- Curitiba, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental, dcsantos.dhs@ufpr.br.

INTRODUÇÃO

Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que 50,3% da população brasileira tem acesso à rede coletora de esgoto, sendo que, desse total que é coletado, apenas 42,7% é tratado (SNIS, 2017). Em geral, a população que não possui rede coletora de esgoto é a parcela mais pobre, que ainda é excluída do acesso aos serviços de saneamento, tendo implicações diretas na saúde e no bem-estar da população, e também na qualidade do meio ambiente (Pereira e Resende, 2019). Na última década houve uma melhora nos serviços de saneamento na maioria das regiões brasileiras, mas as áreas rurais, comunidades isoladas e regiões de baixa densidade que se encontram afastadas dos centros urbanos ainda não possuem condições adequadas de saneamento (Cruz et al., 2019).

Tendo em vista as comunidades que não possuem acesso ao saneamento básico, é recomendada a utilização de sistemas de tratamento locais por processos biológicos para o tratamento de esgoto sanitário (Chaggu et al., 2002). Dentre os sistemas de tratamento biológicos locais, destacam-se reatores anaeróbios como os tanques sépticos, pois neles há uma participação ativa de microrganismos para consumir a matéria orgânica (Ávila, 2005).

De acordo com Jordão e Pessoa (2011) os sistemas de tratamento locais não tratam os esgotos, apenas reduzem sua carga orgânica a um nível de tratamento aceitável. E mesmo com suas vantagens, os reatores anaeróbios para tratamento local apresentam uma remoção de matéria orgânica moderada de aproximadamente 50% (Ávila, 2005).

Nesse sentido, há a necessidade de buscar novos métodos para melhorar a eficiência desses sistemas de tratamento. Uma opção viável em meio as condições financeiras e de certa forma, sustentável, é a inserção de um meio suporte, promovendo assim o aumento da concentração de microrganismos e conseqüentemente aumentando o tempo de retenção celular (TRC) no sistema. Com isso, o tempo de contato com o esgoto é maior e, conseqüentemente, acarretando no aumento da degradação da matéria orgânica. O meio suporte que vem sendo estudado para esses fins é a garrafa PET (Altvater, 2008; Mannich et al., 2009). A utilização desse material em sistemas de tratamento de esgoto em comunidades sem acesso à rede coletora pode ser uma alternativa de fácil acesso, além de promover uma melhora nas condições da região.

Neste contexto, objetiva-se com esse trabalho, avaliar o desempenho de um reator anaeróbio com biomassa aderida operado com diferentes volumes de material suporte no tratamento de esgoto sanitário.

METODOLOGIA

Para realização desta pesquisa foi instalado e operado um reator anaeróbio de fluxo contínuo em escala de bancada no Laboratório de Hidráulica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - *Campus Londrina*, para realizar o tratamento de esgoto sanitário. O esgoto foi coletado na Estação de Tratamento de Efluentes da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) – ETE Norte após o tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia) e foi acondicionado em galões que eram armazenados sob refrigeração para preservar suas características até a utilização.

O reator utilizado foi construído em vidro, possuindo comprimento de 0,4 m, largura de 0,2 m e altura de 0,3 m, totalizando, portanto, um volume total de 24 L e volume útil de 15,7 L. O reator foi alimentado por meio de uma bomba peristáltica de deslocamento positivo (ProMinent), com vazão máxima de 4,4 L.h⁻¹ e operado com Tempos de Detenção Hidráulica (TDH) de 24 horas.

Nesta pesquisa foram estudadas duas etapas utilizando material suporte a base de tiras lixadas de garrafa PET. As tiras possuíam uma largura de 1,5 cm e uma altura de 15,5 cm. Todas foram lixadas com lixa para madeira no sentido longitudinal, conforme realizado na pesquisa de Altvater (2008). Após este procedimento, as tiras de PET foram fixadas na tampa do reator.

A Etapa 1 foi operada com ocupação de 50% do seu volume útil com material suporte, sendo inserido no sistema sem colonização microbiana. Levando em consideração a área de contato de cada tira (46,5 cm²) em relação ao volume útil do reator (15,7 L) foram colocadas 168 tiras de garrafa PET, correspondendo à uma área de contato total de 0,78m². Na Etapa 2, o material suporte ocupou 10% do volume útil, totalizando 33 tiras, com área de contato total de 0,15m². As tiras ficaram totalmente submersas no

esgoto.

Durante a operação do sistema foi mantido um volume de lodo no fundo do reator de 20% de ocupação do volume útil (3,14 L). Para manter esse percentual eram realizados descartes periódicos de lodo, por meio de uma saída de descarte instalada na parte inferior do reator.

O monitoramento do sistema foi realizado por meio de análises físico-químicas dos parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total, sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) seguindo os procedimentos propostos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). A análise de Ácidos Graxos Voláteis (AGV) foi realizada seguindo a metodologia descrita por Dillalo e Albertson (1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios e desvio padrão dos parâmetros de pH, alcalinidade e AGV tanto do afluente e como do efluente ao sistema em ambas as etapas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias e desvio padrão de pH e alcalinidade total e Ácidos Graxos Voláteis (AGV), afluente e efluente, nas etapas de operação do sistema

Etapa	pH		Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)		AGV (mg.L ⁻¹)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Etapa 1	6,8±0,1	7,4±0,2	262,1±29,5	279,8±39,0	70,1±15,1	56,4±9,7
Etapa 2	7,0±0,3	7,6±0,1	277,2±55,3	300,9±30,7	45,4±13,5	39,5±10,0

Fonte: Santos (2018).

Nota-se com a Tabela 1, que tanto o pH quanto a alcalinidade aumentaram do afluente para o efluente em ambas as etapas. Os resultados de pH obtidos foram semelhantes aos obtidos por Mannich et al. (2009) ao avaliarem o tratamento de efluente sintético com características semelhantes ao esgoto doméstico em um tanque séptico

modificado com material suporte, onde obteve-se um pH médio de 6,9. Quanto os resultados de alcalinidade foram semelhantes aos obtidos por Altvater (2008) tratando o mesmo efluente sintético com um tanque séptico. A autora obteve uma alcalinidade média total de $276,2 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$.

Em ambas as etapas a concentração de AGV apresentou redução na sua concentração do afluente para o efluente. Isso pode ser correlacionado ao comportamento do pH, pois o consumo de AGV favorece o aumento do pH. De acordo com Kus e Wiesmann (1995) também deve haver um equilíbrio entre o AGV e a alcalinidade, pois há a inibição dos processos anaeróbios por AGV quando associado ao pH, tendo em vista que altas concentrações de AGV normalmente estão interligadas com baixos valores de pH, e devido a isso, gera a inibição do processo.

As eficiências de remoção de DQO foram calculadas de acordo com os resultados obtidos das concentrações de entrada e saída do sistema. As concentrações médias e desvio padrão de DQO total (DQO_T) e DQO filtrada (DQO_F) afluente e efluente, bem como as eficiências de remoção são expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias e desvio padrão da Demanda Química de Oxigênio Total (DQO_T) e Demanda Química de Oxigênio Filtrada (DQO_F), afluente e efluente, e eficiência de remoção nas etapas de operação do sistema

Etapa	$\text{DQO}_T (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		$\text{DQO}_F (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		Eficiência de remoção (%)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	DQO_T	DQO_F
Etapa 1	540±186	144±51	252±82	106±36	69±16	55±18
Etapa 2	709±132	154±53	348±146	81±28	78±8	74±10

Fonte: Santos (2018).

Observando-se a Tabela 2, percebe-se que em ambas as etapas tanto a DQO_T quanto a DQO_F apresentaram eficiência de remoção superiores a 55%, onde obteve-se na Etapa 1 eficiências médias de remoção de DQO_T e DQO_F de 69% e 55%, respectivamente. E mesmo com a redução na quantidade de tiras (Etapa 2) essas remoções aumentaram para 78% e 74%, respectivamente. Uma possível explicação para esse aumento na Etapa 2 pode estar associado com o número de tiras, pois quando operado com muitas tiras (Etapa 1) as que estavam mais afastadas da entrada do sistema podem ter recebido menos matéria

orgânica ou impedindo a passagem de efluente, e conseqüentemente interferido na formação do biofilme. E quando operado com menos tiras (Etapa 2), as tiras podem ter sido melhor colonizadas pelos microrganismos. Os resultados mostram que o material suporte de PET promove a imobilização dos microrganismos e conseqüentemente o aumento da eficiência de remoção de matéria orgânica. Além disso, os resultados obtidos foram superiores aos resultados de Mannich et al. (2009), onde os autores obtiveram remoções de DQO de 47% aproximadamente com o sistema operado com as tiras de garrafa PET.

As médias e o desvio padrão das concentrações afluentes e efluentes de ST e SST, bem como as eficiências de remoção desses parâmetros são apresentados na Tabela 3.

Table3 - Médias e desvio padrão de Sólidos Totais (ST) e Sólidos Suspensos Totais (SST), afluente e efluente, e eficiência de remoção.

Etapa	ST(mg.L ⁻¹)		SST(mg.L ⁻¹)		Eficiência de Remoção (%)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	ST	SST
Etapa 1	468,6±104,7	260,0±111,1	152,0±103,7	25,1±27,2	42±26	72±34
Etapa 2	633,4±185,1	412,3±125,2	223,7±95,8	87,0±79,5	32±19	58±37

Fonte: Santos (2018).

A partir da Tabela 3 nota-se que houve redução na remoção de ST e SST da Etapa 1 para a Etapa 2, isso pode explicado pela diminuição do número de tiras de PET, as quais eram utilizadas para imobilizar biomassa e como barreira para os sólidos. No entanto, em ambas as etapas a remoção de ST foi superior aos resultados obtidos por Mannich et al. (2009), já a remoção de SST foi muito semelhante, onde os autores obtiveram 20% de remoção de ST e 62% para os SS.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das tiras de PET como material suporte para imobilização da

biomassa mostrou-se uma alternativa viável em questões econômicas, de manuseio e de reutilização de um material que seria descartado.

Deste modo, pode-se concluir que o reator anaeróbio combinado com o material suporte é uma alternativa que promove melhores remoções de DQO, ST e SST, possibilitando melhoras condições de saúde e ambientais nas regiões desprovidas de saneamento básico. No entanto, quando operado com 10% de seu volume útil ocupado por tiras de PET, o sistema apresentou melhores resultados para remoção de DQO_T e DQO_F , e os melhores resultados de remoção de ST e SST foram com o sistema operado com 50% de seu volume útil ocupado pelo material suporte.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -CAPES juntamente com a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina (UTFPR-PROPPG).

REFERÊNCIAS

ALTVATER, P. K. **Avaliação do Desempenho de um Tanque Séptico Modificado e Tratamento Complementar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standards Methods for the Examination of Water e Wastewater**. Washington, D.C; 2012.

ÁVILA, R. O. **Avaliação do Desempenho de Sistemas Tanque Séptico-Filtro Anaeróbio com Diferentes Tipos de Meio Suporte**. 2005. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de

Janeiro, 2005.

CHAGGU, E. et al. Excreta disposal in Dar-es-Salaam. **Environmental Management**, v. 30, n. 5, p. 0609-0620, 2002.

CRUZ, L. M. O. et al. Using coconut husks in a full-scale decentralized wastewater treatment system: The influence of an anaerobic filter on maintenance and operational conditions of a sand filter. **Ecological Engineering**, v. 127, p. 454-459, 2019.

DILLALO, R; ALBERTSON, O.E. Volatile acids by direct titration. **Journal Water Pollution Control Federation**, v. 33, n.4, p.350-364, 1961.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 1050 p. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

KUS, F.; WIESMANN, U. Degradation kinetics of acetate and propionate by immobilized anaerobic mixed cultures. **Water Research**, v. 29, n. 6, p. 1437-1443, 1995.

MANNICH, P. K. A. et al. Sistema biológico alternativo para pós-tratamento de esgoto. **Revista Dae**, [s.l.], v.57, n. 181, p.23-32, 2009. Editora Cubo Multimidia.
<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.043>.

SILVA, J. S. **Remoção de matéria orgânica em tanque séptico com biomassa aderida**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos- 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p.