

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTE ORIUNDO DO TRATAMENTO ANAERÓBIO E PÓS TRATAMENTO EM FILTRO DE AREIA DE FLUXO INTERMITENTE

Pedro Ivo Soares e Silva ¹
Suelma Ferreira do Oriente ²
Nayara Jessica da Silva Ramos ³
Kely Dayane Silva do ó ⁴
José Tavares de Sousa ⁵

RESUMO

O objetivo do estudo é avaliar a viabilidade do tratamento combinado e as características físico-químicas do efluente oriundo do tratamento anaeróbico e do filtro de areia de fluxo intermitente em termos de pH, alcalinidade, ácidos graxos voláteis e turbidez. O sistema experimental está instalado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários – EXTRABES, da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Localizada em Campina Grande – PB. Consiste em um reator anaeróbico, UASB convencional representado, tanque de equalização e filtro de areia com fluxo intermitente, Para os resultados notou-se uma redução do pH, alcalinidade e ácidos graxos voláteis tratando-se das amostras de esgoto bruto, efluente do reator UASB e efluente do filtro de areia, para a turbidez houve redução de 92%. Portanto compreendendo as informações acerca da implantação e operação se comprova a viabilidade do emprego de tratamento anaeróbico combinado com um pós tratamento para esgoto doméstico.

Palavras-chave: Tratamento, Meio Ambiente, Efluente.

INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia da matéria orgânica é um processo complexo na qual associações entre grupos de diferentes espécies microbianas atuam de forma coordenada, transformando a matéria orgânica principalmente, em metano e gás carbônico, sendo também produzidos nesse processo, água, gás sulfídrico e amônia (CHERNICHARO, 2007)

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, pedroivosoares@hotmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, suelma_oriente09@hotmail.com;

³ Mestranda do Programa de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, nayara.jessica03@gmail.com;

⁴ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, pedroivosoares@hotmail.com;

⁵ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, tavaresuepb@gmail.com ; (Orientador)

O tratamento anaeróbico é eficaz ao tratar esgoto doméstico e o mesmo torna-se vantajoso por apresentar baixo custo de implementação, menor produção de lodo e consumo de energia, além de necessitar de uma baixa demanda de área.

O tratamento anaeróbico é uma opção de baixo custo que remove de 60 a 70% de matéria orgânica e produz uma quantidade reduzida de lodo. No entanto, como não produzem um efluente adequado aos padrões legais, os sistemas anaeróbios devem ser vistos como uma primeira etapa do processo, necessitando um pós-tratamento que complemente a remoção de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos patogênicos (CHERNICHARO, 2008)

O reator UASB é um dos mais utilizados em decorrência de sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que outros sistemas convencionais e boa adaptação às condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos além de outras vantagens como baixo custo de implantação, geração de energia através da produção de biogás e pouca geração de lodo. ((BELLI FILHO *et al.*, 2001; OLMÍ *et al.*, 2015)

O filtro de areia é empregado quando se deseja um sistema de pós tratamento, seu funcionamento baseia-se na aplicação intermitente de afluente sobre a superfície de um leito de areia por meio de uma tubulação de distribuição. O tratamento no mesmo é realizado através de mecanismos físicos, químicos e biológicos. O uso de filtro de areia em tratamento de esgoto sanitários é uma tecnologia bastante eficaz principalmente se aplicada após o tratamento anaeróbico (AUSLAND *et al.*, 2002; PEARSON *et al.*, 2011)

Assim, o objetivo do estudo é avaliar a viabilidade do tratamento combinado e as características físico-químicas do efluente oriundo do tratamento anaeróbico e do filtro de areia de fluxo intermitente em termos de pH, alcalinidade, ácidos graxos voláteis e turbidez.

DESENVOLVIMENTO

Digestão Anaeróbia

Segundo Chernicharo (2007) em reatores anaeróbios ocorrem diversas etapas no processo de digestão anaeróbia, realizado por um consórcio microbiano diversificado. O processo acontece devido uma sequência de ações que são realizadas por um grande e variado grupo de microrganismos, no qual cada grupo realiza uma etapa específica, mas são dependentes das outras. As etapas da digestão anaeróbia são a acidogênese, acetogênese, metanogênese respectivamente podendo ocorrer a etapa de sulfetogênese.

Na acidogênese, as bactérias acidogênicas transformam os compostos orgânicos de cadeia simples, geralmente de cadeia curta em ácidos, cetonas e álcoois (OSTREM, 2004). As concentrações específicas dos produtos formados (ácido butírico, láctico, acético e etanol) nesta fase varia com o tipo de bactérias bem como com as condições de cultura, tais como temperatura e pH. (DA SILVA & DE BORTOLI, 2018)

A acetogênese ocorre através da fermentação de hidratos de carbono e resulta em combinação de acetato, CO₂ e H₂. O papel do hidrogênio como intermediário é de importância fundamental para as reações do processo de digestão anaeróbia. ácidos graxos de cadeia longa, formados a partir da hidrólise de lipídeos, são oxidados para acetato ou propionato e gás hidrogênio é formado. (RAY *et. al.*, 2013)

A metanogênese é o último estágio da decomposição anaeróbia, fase em que o metano é produzido. Este passo é realizado por microrganismos metanogênicos que são estritamente anaeróbios (PROKOPOVÁ & PROKOP, 2010). Neste estágio, as bactérias metanogênicas convertem principalmente o ácido acético, o hidrogênio e o dióxido de carbono em metano. Em função de sua afinidade por substrato e magnitude de produção de metano, as arqueas metanogênicas são divididas em dois grupos principais: as metanogênicas acetoclásticas e as metanogênicas hidrogenotróficas (SCHÖN, 2009).

Reator UASB

Este reator utiliza um processo biológico de tratamento com biomassa dispersa, no qual os compostos orgânicos são biodegradados e digeridos por meio de uma transformação anaeróbia, resultando na produção de biogás e na manutenção de um consórcio de microrganismos (PEREIRA-RAMIREZ *et al.*, 2004).

O reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) é um dos mais utilizados em decorrência de sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Segundo Van Haandel (2015) no reator o afluente entra pela parte inferior, seguindo uma trajetória ascendente, passa por uma camada de lodo, sendo depois retirado no topo. Assim, o contato entre o material orgânico do afluente e a massa de lodo no reator é automaticamente garantido. A fim de manter uma massa de lodo elevada, o reator UASB emprega um separador de fases interno, no qual os sólidos suspensos são retidos por sedimentação, para que um efluente virtualmente livre de sólidos sedimentáveis possa ser descarregado.

Filtro de Areia de Fluxo Intermitente

Os filtros de areia intermitentes são reatores aeróbios de leito fixo que proporcionam a biodegradação ou decomposição do material orgânico contido nos esgotos sanitários, permitindo contato direto entre a massa bacteriana aderida á superfície do meio filtrante e o afluente a ser tratado. (de LUNA *et. al.*, 2013). O filtro de areia favorece a adsorção de contaminantes do fluxo do efluente, além de ser de simples operação, pouca manutenção e baixo custo de operação (ALLEN *et. al.*, 2010)

O sistema de filtro de areia é composto por um tanque de volume variável, areia, brita e em alguns casos carvão mineral. A eficiência do filtro de areia varia de acordo com a taxa de aplicação, com a qualidade do efluente além da espessura e granulometria das camadas filtrantes. (JUNIOR & MARTINS, 2016)

Segundo a ABNT em termos da NBR 13.969/1997 acerca das unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos afirma que os seguintes fatores devem ser considerados no projeto e operação dos filtros de areia:

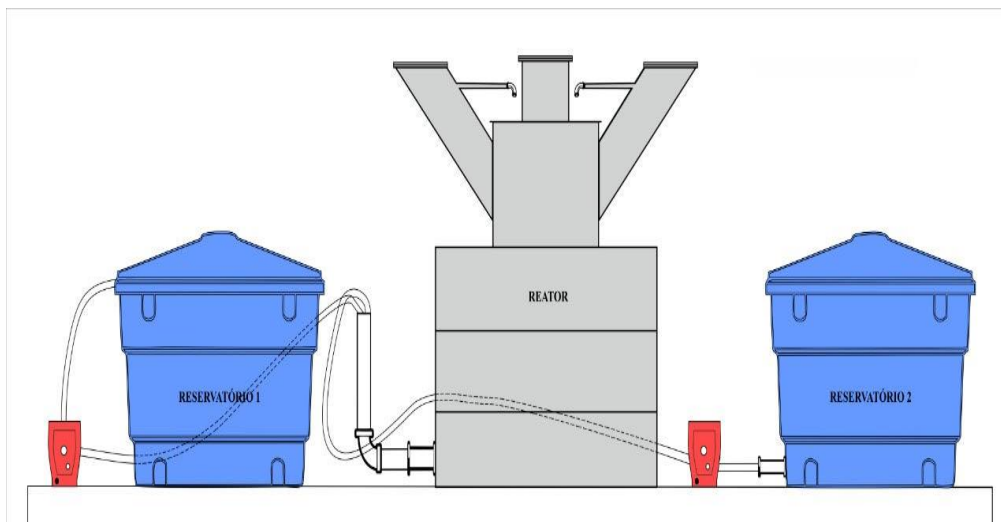
- Especificação do material para filtração;
- Manutenção da condição aeróbia e intermitência na aplicação de esgotos;
- Taxa de aplicação;
- Alternância de uso;
- Manutenção.

METODOLOGIA

O sistema experimental está instalado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários – EXTRABES, da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Localizada em Campina Grande – PB.

Consiste em um reator anaeróbio, UASB convencional representado na Figura 1 com um tanque de equalização e um filtro de areia com fluxo intermitente, as especificações do reator UASB e do filtro de areia estão descritas respectivamente nas Tabelas 1 e 2.

Figura 1 – Sistema Experimental



Fonte: Autor (2019)

Tabela 1 – Especificações do Reator UASB

Parâmetros	UASB
Volume útil (L)	175,9
Altura útil (m)	1,5
Diâmetro (mm)	0,4
Tempo de Detenção Hidráulica (h)	14
Vazão Afluente (L/d)	300

Fonte: Autor (2019)

As especificações do filtro de areia estão representadas na Quadro 2, o mesmo possui camada de brita 2 e a granulometria da areia segue os parâmetros estabelecidos pela ABNT/NBR 6502/95.

Tabela 2 – Especificações do Filtro de Areia

Parâmetros	Filtro de Areia
Volume útil (L)	1183,0
Altura útil (m)	0,9
Diâmetro (mm)	1,2
Taxa de Aplicação Superficial (L/m².d)	119,8

Fonte: Autor (2019)

A pesquisa compreende a instalação, operação e monitoramento do reator UASB assim como do filtro de areia de fluxo intermitente. Foi estabelecido um monitoramento semanal, no qual consistiu na realização de coletas e análises físico-químicas das amostras que seguirão, essencialmente, a disposição do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al. 2012).

Os indicadores de acompanhamento estão definidos no Quadro 3, Quanto a amostragem, serão coletadas no esgoto bruto, efluente do tratamento anaeróbico e efluente do filtro de areia.

Quadro 1 – Indicadores de Monitoramento do Sistema

Variáveis	Métodos Analíticos
Ph	Potenciométrico
Alcalinidade	Kapp
Ácidos Graxos Voláteis	Kapp
Turbidez	Nefolométrico

Fonte: Autor (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações físico-químicas em termos de medias e desvios estão dispostos na Tabela 3 onde EB é referente a esgoto bruto, UASB ao efluente do tratamento anaeróbico e FaFint ao efluente do filtro de areia.

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas para EB, UASB e FaFint.

Parâmetros	Esgoto Bruto (EB)	Reator UASB (UASB)	Filtro de Areia (FaFint)
pH	7,03 ± 0,02	6,96 ± 0,05	6,85 ± 0,09
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	465,61 ± 63,9	458,7 ± 22,9	422,7 ± 32,07
AGV (mgHAC/L)	224,6 ± 56,7	112,34 ± 12,14	109,41 ± 5,77
Turbidez (NTU)	271,78 ± 129,35	61,96 ± 28,08	19,30 ± 2,69

Fonte: Autor (2019)

Duda & de Oliveira (2018) afirmam que os valores de pH, alcalinidade e ácidos graxos voláteis são importantes para o bom funcionamento e desempenho do reator UASB, assim as medidas de pH variaram entre 6,85 e 7,03.

A operação do sistema UASB apesar de simples pode sofrer influência de aspectos ambientais que alteram as predominâncias desses grupos microbianos (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994).

A alcalinidade apresentou maior valor para o esgoto bruto com 465,61 mgCaCO₃/L, não ocorrendo geração de alcalinidade do efluente do reator UASB para o efluente do filtro de areia. A alcalinidade é considerado um importante parâmetro de controle da estabilidade do tratamento de acordo com Aisse (2000).

Em termos de ácidos graxos voláteis ocorreu uma redução de 51,28% comparando o esgoto bruto com o efluente do filtro de areia. Os intervalos de pH encontrados nesse estudo corroboram com Lopes *et. al.* (2009) que avaliou os efeitos do pH, alcalinidade e AGV na microbiota de reatores UASB e afirma que nesse intervalo de pH os ácidos graxos voláteis estavam em sua grande maioria de forma ionizada, sendo assim não tóxicos para às bactérias metanogênicas.

Nota-se uma redução de 92% para o parâmetro de turbidez comparando o esgoto bruto com o efluente oriundo do filtro de areia. Para se obter valores mais reduzidos para turbidez Bakopoulou *et. al.* (2011) afirma que é viável a aplicação de um método de tratamento avançado como filtração em areia, onde o mesmo é tido como essencial antes do processo de desinfecção. Com uma unidade de filtração, além da maior redução dos valores de turbidez.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação as análises físico-químicas houve uma redução do pH, alcalinidade e ácidos graxos voláteis quando tratando-se das amostras de esgoto bruto, efluente do reator UASB e efluente do filtro de areia, para a turbidez houve redução de 92% comparando o esgoto bruto com o efluente do filtro de areia indicando assim a eficiência do pós-tratamento.

Portanto compreendendo as informações acerca da implantação e operação presentes na literatura se comprova a viabilidade do emprego de tratamento anaeróbico combinado com um pós tratamento para esgoto doméstico, trazendo não apenas contribuições ambientais, como também, econômicos por trazer um maior aproveitamento e otimização do processo em sua totalidade.

REFERÊNCIAS

AISSE, M. M. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 192f., 2000.

ALLEN, L. CHRISTIAN-SMITH, J. & PALANIAPPAN, M. **Overview of greywater reuse: The potential of greywater systems to aid sustainable water management.** Inormally published manuscript, Pacific Institute, Oakland, Califórnia, 2010.

APHA, A. W. W. A. (2012). WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22, 2012.

AUSLAND, G., STEVIK, T. K., HANSEN, J. F., KOHLER, J. C., JENSSEN, P. D. **Intermittent filtration of wastewater – removal of fecal coliforms and fecal streptococci.** Water Research, v.36, n.14 , p. 3507-3516, 2002.

BAKOPOULOU, S.; EMMANOUIL, C.; KUNGOLOS, A. **Assesdment of wastewater effluent quality in Thessaly region, Greece, for determining its irrigation reuse potential.** Ecotoxicolog y and Environmental, v. 74, p. 188-194, 2011.

BELLI FILHO, P.; Castilhos Júnior, A. B.; Costa, R. H. R.; Soares, S. R.; Perdomo, C. C. **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

CHERNICHARO, C. A. **Reatores Anaeróbios**, Belo Horizonte, UFMG, 2008.

CHERNICHARO, C. A. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios.** 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental–DESA/UFMG, Editora UFMG, 2007.

DA SILVA, M. I., DE BORTOLI, A. L. **Modelagem e simulação do processo de formação do biogás.** Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, 6(1), 2018.

DE LUNA, M. L. D., DE SOUSA, J. T., DE LIMA, V. L. A., DE SOUSA ALVES, A., & PEARSON, H. W. **Pós-tratamento de efluente de tanque séptico utilizando filtros intermitentes de areia operando em condições tropicais.** Scientia Plena, 9(9), 2013.

DUDA, R. M., & OLIVEIRA, R. A. **Produção biogás em reator UASB em série tratando vinhaça e torta de filtro.** Ciência & Tecnologia Fatec-JB, 10, 2018.

JUNIOR, R. M., & MARTINS, M. V. L. **Dimensionamento de filtro de areia para tratamento de água cinza do bloco novo do IRN.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, 5(3), 2016.

LOPES, E. P.; CAMPOS, C. M. M. & MOTERANI, F. **Efeitos do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura.** Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 4(3), 2009.

OLMI, V. R., PIRES, A. M. B., RAMOS, A. D. L. S., KAMEYAMA, O., de MANCILHA, I. M., & Passos, F. J. V. **UASB/evaluation of the behavior of a synthetic media and swine wastewater in the anaerobic treatment of uasb reactors.** Ceres, 53(307), 2015.

OSTREM. K. **Greening Waste: Anaerobic Disgestion for Treating the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes.** PhD thesis, School of Engineering and Applied Science, Columbia University, may 2004.

PEARSON, H. W., LUNA, M. L. D., SOUSA, J. T., LEITE, V. D. **The post-treatment of septic tank effluent using single-pass intermittent sand filters.** (X DAAL) X Oficina e Simpósio Latino-Americano de Digestão Anaeróbia. Ouro Preto/MG, Brasil, 2011.

PEREIRA-RAMIREZ, O.; Quadro, M. S.; Antunes, R. M.; Koetz, P. R. **Influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura.** Revista Brasileira de Agrociência, v.10, n.1, p.103-110, 2004.

PROKOPOVÁ, Z. and Prokop, R. **Modelling and simulation of dry anaerobic fermentation.** European Conference on Modelling and Simulation, 200–205, DOI: 10.7148/2010-0200-0205, 2010.

RAY, N. H. S.; Mohanty, M. K.; and Mohanty. R. C. **Anaerobic digestion of kitchen wastes: “biogas production and pretreatment of wastes, a review”**. International Journal of Scientific and Research Publications, 3: 2250–3153, ISSN 2250-3153, 2013.

SCHÖN, D. I. M. **Numerical Modelling of Anaerobic Digestion Processes in Agricultural Biogas Plants**. Dissertation, Innsbruck, Februar, 2009.

VAN HAANDEL, Adrianus et al. **Influência do projeto do separador de fases sobre o desempenho do reator uasb no tratamento de águas residuárias municipais**. Revista DAE. Set-Dez, p. 64-75, 2015.

VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994.