

UTILIZAÇÃO DE REATOR ANAERÓBIO DE BAIXO TEMPO DE RETENÇÃO DE SÓLIDOS PARA O PRÉ-TRATAMENTO DO ESGOTO

Wilza da Silva Lopes¹
Ysa Helena Diniz Moraes de Luna²
Igor Monteiro de Araújo³
José Tavares de Sousa⁴

RESUMO

O lodo gerado nos processos biológicos de tratamento de esgoto é uma mistura bastante complexa, na qual possui constituintes que oferecem riscos à saúde pública e ao meio ambiente, necessitando ser tratado antes da sua disposição final. É sabido que o gerenciamento do lodo é uma atividade cuidadosa e com elevado custo, podendo representar até 50% dos custos operacionais totais de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Nesse contexto, o principal objetivo da pesquisa foi comparar o pré-tratamento do esgoto sanitário utilizando um reator anaeróbio de baixo tempo de retenção de sólidos (TRS) com o processo de decantação primária, de modo a avaliar as características do lodo, bem como a massa de lodo gerada nesses sistemas. Foi verificado que o reator anaeróbio com TRS de 8 dias teve produção a massa de lodo, 4,5 vezes menor que no decantador primário, na qual a produção de lodo primário foi de 3,1gST/d. Portanto a utilização do reator anaeróbio de TRS de 8 dias gera menor volume de lodo de modo a facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos nos processos subsequentes de tratamento, e esse lodo é um produto que pode apresentar melhor potencial de geração de biogás, se tratado por digestão anaeróbia.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, Geração de lodo, Processos biológicos, Custo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com o aumento na coleta e tratamento dos esgotos tem se intensificado, de modo a buscar destinação adequada e promover a proteção do meio ambiente. No entanto, a situação do atendimento da população brasileira ao serviço de esgotamento sanitário referente à coleta e tratamento dos efluentes é de 42,6%, com coleta e que não realiza tratamento é de 18%, e 38,6% da população não tem os esgotos coletados nem tratados. Desse modo, 96,7 milhões de pessoas não dispõem de tratamento coletivo de esgotos (BRASIL, 2017).

¹ Pesquisadora do Instituto Nacional do semiárido - INSA, wilzasilvalopes@hotmail.com;

² Doutoranda em Saneamento Ambiental da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, ysa_luna@outlook.com;

³ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, igmonteiro05@gmail.com;

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, tavaresuepb@gmail.com.

Apesar do baixo percentual de tratamento, existe uma geração de lodo representativa nesses processos, que requer medidas de disposição adequadas. De acordo com Pedroza *et al.* (2010), considerando que 30% da população urbana têm seu esgoto devidamente coletado e tratado, a geração de lodo superaria 400 mil toneladas de lodo por ano. Com a ampliação dos serviços de coleta de esgoto tem um potencial para multiplicar a produção desse resíduo no Brasil em 3 a 4 vezes.

A resolução CONAMA 375/2006 define lodo de esgoto como resíduo gerado nos processos de tratamento de esgoto sanitário. Pode ser categorizado como: lodo primário, gerado na etapa de tratamento primário sendo resultante do processo de sedimentação dos sólidos no qual 30% da DBO₅ é removida do efluente; e o lodo secundário, resultante do processo de tratamento biológico e constituído, em grande parte, por bactérias vivas, materiais recalcitrantes, materiais tóxicos, patógenos e materiais inorgânicos.

Sendo o lodo de esgoto composto por uma vasta e complexa mistura de componentes, tendo no seu tratamento a exigência de técnicas adequadas e onerosas. Mediante esses fatores algumas dificuldades são encontradas quanto ao tratamento dos lodos, tal como afirmam Jordão e Pessoa (2005) citando que o tratamento do lodo representa um dos principais problemas na cadeia “coleta - transporte -disposição final”, e Kooijman *et al.* (2017) complementam esse cenário trazendo que a eliminação de lodo é um dos maiores fatores de custo do tratamento de esgoto e pode representar até 50% dos custos operacionais totais.

Segundo Van Haandel e Sobrinho (2006), os processos de tratamento de lodo de esgoto devem reduzir o teor de material orgânico biodegradável, da concentração de microrganismos patogênicos e do teor de água para a obtenção de um lodo estável e biodegradado, de maneira que possa ser disposto sem oferecer risco à saúde humana e ao ambiente.

Nessa perspectiva, entendendo a importância de otimizar os processos de tratamento, barateando-os, bem como promover a utilização dos subprodutos do tratamento do lodo, se faz relevante um estudo que verifique a possibilidade de melhorias na composição do lodo que auxilie no seu tratamento e disposição final, bem como uma menor geração de lodo, conseqüentemente na redução de custos, e o incremento da produção de biogás ao aplicá-lo ao tratamento anaeróbio.

Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar as características de lodo originado em decantador primário com o lodo gerado a partir da utilização de reator anaeróbio operando com baixo TRS, para melhorar as características do lodo, visando melhorias principalmente da

redução de volume de lodo para disposição e para o tratamento com a geração de subprodutos aproveitáveis em seu tratamento.

METODOLOGIA

O sistema experimental para realização do trabalho foi instalado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES), local pertencente à Universidade Estadual da Paraíba (Campus I – Campina Grande/PB). O esgoto utilizado foi proveniente do interceptor leste da rede coletora da cidade que passa na área pertencente ao laboratório. A Figura 1 apresenta um fluxograma metodológico do estudo.

Figura 1. Fluxograma metodológico do estudo



Para produção de lodo primário, foram efetuados ensaios de sedimentação, semanalmente. Houve a coleta de 12 litros de esgoto sanitário, e após 1 hora, adensado para um volume de 1L. Desse volume, o sobrenadante foi retirado e o material sedimentado foi recolhido, obtendo-se o lodo primário (LP) utilizado para análises físico-químicas de caracterização.

Paralelamente o esgoto sanitário foi pré-tratado num reator anaeróbio de fluxo ascendente, com volume de 2 litros, tempo de detenção hidráulico (TDH) de 4 horas, vazão de 12 L/d, e tempo de retenção de sólidos (TRS) de 8 dias. O reator foi alimentado diariamente, com vazão constante. O método de descarte de lodo no sistema consistiu na retirada de todo o

conteúdo do reator, e uma aliquota de 250 ml do licor misto foi retirado (L8), e o restante do material retornou para o reator. O descarte do licor misto foi realizado semanalmente, e o mesmo foi utilizado para realização das análises.

Foram realizadas análises de sólidos totais (ST), sólidos totais volatéis (STV), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV) e demanda química de oxigênio total (DQO_T), utilizando métodos padrões (APHA, 2012). Ainda foi realizado um balanço de massa no reator anaeróbio com os parâmetros analisados. Os lodos foram caracterizados semanalmente, durante o período de dois meses.

Para avaliar o comportamento do reator anaeróbio foi realizado um balanço de massa para as concentrações de sólidos e DQO_T. As concentrações foram obtidas por meio da caracterização do afluente, efluente e lodo. A determinação da carga foi por meio das médias das concentrações pela vazão (carga = c x Q), sendo a vazão diária de 12 L para esgoto e efluente e 250 mL para o lodo. O percentual de saída, expressa a quantidade de sólidos e matéria orgânica que estão presente no efluente e no lodo; e a fração restante, representa o material convertido ou perdido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores referentes às concentrações médias de sólidos e suas frações e DQO_T para o lodo anaeróbio e lodo primário.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão das frações de sólidos e DQO_T

	ST (g/L)	STV (g/L)	SST (g/L)	SSV (g/L)	DQO_T (g/kg ST)
LP	3,1 ± 0,1	2,1 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,5 ± 0,1	3,7
L8	2,75 ± 2,2	1,9 ± 1,6	2,6 ± 2,2	1,9 ± 1,8	3,0

De acordo com os valores de sólidos de LP e L8, observa-se que a fração volátil representa a maior parte do lodo, alcançando uma média de 70% dos sólidos totais. A alta relação STV/ST é importante para se avaliar a estabilidade do lodo, uma vez que aumento da concentração de sólidos voláteis no meio é um indicador importante para a produção de biogás.

Segundo Appels *et al.* (2008), no processo de digestão anaeróbia da matéria orgânica os sólidos voláteis são degradados e convertidos a biogás sob ação de bactérias metanogênicas

acetoclástica, refletindo assim num menor volume e na minimização de custos de disposição final do lodo. Para Leite et al. (2015) a destruição do SV além de resultar na produção de biogás, reflete na minimização de custos de disposição final do lodo.

Com base nos valores de ST, é possível estimar a quantidade de lodo gerado no decantador primário e no reatores anaeróbio de TRS de 8 dias. Para uma vazão de 12 L/d, um decantador primário produziu um 1L de lodo primário com concentração de ST de 3,1 g/L. Desse modo, a produção diária de lodo seria de 3,1 g de ST.

Já utilizando um reator anaeróbio de TRS de 8 dias, para tratar uma vazão de 12 L/d temos: a concentração de ST 2,75 g/L diários num volume de 2L, que resulta numa massa de 5,5 g de ST. No entanto, como o TRS foi de 8 dias, apenas 1/8 da biomassa do reator é retirada, resultando em 0,69 g de ST. Desse modo, percebe-se que os decantadores primários geram quase 5 vezes mais lodo de excesso que o reator anaeróbio de TRS de 8 dias para o pré-tratamento de esgoto.

Quanto aos valores de DQO_T as concentrações médias é de 3,7 g/L para o LP e 3,0 g/L para o L8. Essas concentrações se assemelham o que pode ser explicado uma vez que no TRS de 8 dias, o lodo anaeróbio não apresenta a digestão completa, apenas efetuando a hidrólise de moléculas complexas e o consumo de materiais solúveis. O maior consumo da DQO ocorre na fase metanogênica, ou seja, na fase da digestão anaeróbia que ainda não se iniciou, devido a baixa idade de lodo.

Também foram realizadas análises de DQO total e sólidos e suas frações para o esgoto bruto, para o efluente e para o lodo. Para analisar o balanço no reator anaeróbio de TRS de 8 dias, foram realizadas 12 determinações para cada um dos parâmetros analisados. (Tabela 2).

Tabela 2. Balanço de massa para o reator anaeróbio

	Concentração (g/L)			Carga (g/d)			Percentual de saída (%)		
	Esgoto Bruto	Efluente	Lodo	Esgoto Bruto	Efluente	Lodo	Efluente	Lodo	Perda
DQO_T	1,0	0,4	23,8	12,2	5,3	6,0	44%	49%	7%
STV	0,7	0,3	15,4	7,9	3,6	3,8	46%	49%	5%
SST	0,6	0,1	21,4	7,3	1,5	5,3	21%	73%	6%
SSV	0,5	0,1	15,4	5,9	1,4	3,8	23%	65%	12%

De acordo com a Tabela 2, pequenos percentuais de sólidos suspensos totais e voláteis estão presentes no efluente, 21% e 23% respectivamente, ou seja, a maior parte dos sólidos

encontra-se no lodo, isso porque os sólidos voláteis representam a biomassa ativa do sistema de tratamento. Portanto, no reator anaeróbio os SST e SSV que entram no esgoto são retidos junto ao lodo, resultando numa remoção de cerca de 80%.

É importante destacar que baixos TRS, como o caso do reator em estudo, não apresentalodo com alta sedimentabilidade quando comparados aos UASBs. Sendo assim, uma fração da biomassa pode ser suspensa pelo fluxo e conseqüentemente lançada junto ao efluente do reator ao longo de sua operação, o que pode ter contribuído para esse valor percentual expresso no efluente (46%) e de perda (12%).

Quanto a DQO total pode ser observado que maior parte da matéria orgânica se encontra no lodo (49%). Como o efluente apresenta 44% da DQOt do esgoto, tem-se que a eficiência reator anaeróbio foi de 56%. Esse percentual representa a conversão dos sólidos em lodo, no qual predominantemente ocorreu o processo de conversão em biomassa (microorganismos), e uma pequena parcela representa o que foi convertido a biogás e perdido para atmosfera. É importante destacar que o baixo TRS não permite a realização da digestão anaeróbia completa, e assim não ocorre à remoção efetiva da DQO para conversão em metano.

Contudo, percebe-se que o lodo anaeróbio de TRS de 8 dias apresenta um percentual de sólidos e de DQO no lodo um pouco mais elevado, na qual pode se apresentar com maior potencial de produção de biogás, se submetido ao tratamento por vias anaeróbias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O reator anaeróbio com baixo TRS não permite a realização da digestão anaeróbia completa logo, uma parte da DQO sai junto com o efluente e outra parte fica contida no lodo, representando uma DQO remanescente de 49%. Essa elevada quantidade de matéria orgânica, com 65% de SSV no lodo pode ser tratado por vias anaeróbias com produção de biogás;
- A utilização de reator anaeróbio com TRS de 8 dias se apresenta como uma técnica promissora, uma vez que produzem menos lodo de excesso em comparação a um decantador primário. O reator anaeróbio produziu uma massa de lodo 4,5 vezes menor que aquelas geradas no processo de sedimentação primária. Esse fator implica na redução do volume dos decantadores, e conseqüentemente, nos custos de construção e operação deles;

- Os resultados aqui apresentados indicam que a utilização de reator anaeróbio de TRS de 8 dias apresenta-se como um processo interessante, uma vez que o lodo gerado tem maior potencial de energia além de produzir menor volume de lodo. Além do que é possível melhorar o potencial desse lodo, por meio da solubilização alcalina, podendo levar a um melhor desempenho nas fases posteriores da digestão anaeróbia e, conseqüentemente, maior eficiência na produção de biogás.

REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, 22nd Edition. 2012.

APPELS, L.; BAEYENS, J.; DEGREVE, J.; DEWIL, R. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Progress in Energy and Combustion Science*, v 34, p.755-781, 2008.

BRASIL (2017). Agência Nacional de Águas. *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*/Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, Atlas de saneamento.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 375, de 30 de agosto de 2006*. Define critérios e procedimentos para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Publicada no D.O.U., 2006.

KOOIJMAN, G.; DE KREUK, M. K.; VAN LIER, J. B. Influence of chemically enhanced primary treatment on anaerobic digestion and dewaterability of waste sludge. *Water Science & Technology*, v 76, p. 1629-1639, 2017.

LEITE, W.; MAFFAZZIOLI, E.; GUIMARÃES, L.; MAGO, A. D.; FILHO, P. B. Análise comparativa dos efeitos da carga orgânica e do tempo de detenção hidráulica na digestão anaeróbia mesofílica de lodo adensado de estação de tratamento de esgoto. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v 20, n.24, p. 581-585, 2015.

PEDROZA, M. M.; VIEIRA, G. E. G.; SOUSA, J. F.; PICKEL, A. C.; LEAL, E. R. M.;
MILHOMEN, C. C. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. *Revista
Liberato*, v 11, n. 16, p. 149-160, 2010.

VAN HAANDEL, A.; SOBRINHO, P.A. Produção, Composição e Constituição do lodo. In:
Biossólidos - Alternativas de Uso de resíduos do saneamento. Rio de Janeiro: ABES, p. 417,
2006.