

XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

ESTABILIDADE OPERACIONAL E REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

*Pedro Herlleison Gonçalves Cardoso*¹

RESUMO – Este estudo averiguou o efeito de uma estação de tratamento anaeróbia de esgotos sanitário, composta de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, operando em escala real. Avaliou-se, por meio de análises físico-químicas, a remoção de matéria orgânica sob a forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), e a estabilidade operacional sob a forma do pH, alcalinidade total e temperatura. Os resultados obtidos, em relação à remoção da matéria orgânica, em termos de percentagens médias, foram de 68,24% e 69,21%, para a DBO e DQO, respectivamente. E no que diz respeito à estabilidade operacional do sistema, a mesma mostrou-se normal, uma vez comparada com outros sistemas anaeróbios; o pH que mostrou-se na faixa neutra, as temperaturas médias foram de 30,5°C e 29,5°C, afluente e efluente, respectivamente. A alcalinidade total apresentou valores médios de 272,07 mg/L e 393,05 mg/L, afluente e efluente, respectivamente. Concluindo, pode-se dizer que, de acordo com a caracterização verificada do sistema, pode-se notar que encontra-se em sua faixa adequada em termos de eficiência de remoção de DBO e DQO, como também a estabilidade operacional da mesma, que nota-se, de um modo geral, em acordo com os sistemas anaeróbios, considerando o clima do semiárido.

ABSTRACT– This study investigated the effect of a wastewater anaerobic treatment of domestic sewage consisting of septic tank followed by anaerobic filter, operating at full scale. Was evaluated by means of physicochemical analyzes, the removal of organic matter in the form of Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD), and operational stability as pH, total alkalinity and temperature. The results obtained in relation to organic matter removal in terms of average percentages were 68.24 % and 69.21 % for BOD and COD respectively. And with regard to the stability of the system, it was normal, as compared with other anaerobic systems; showed that the pH in the neutral range, average temperatures were 30.5 °C and 29.5 °C, influent and effluent, respectively. The total alkalinity showed mean values of 272.07 mg/L and 393.05 mg/L, influent and effluent, respectively. In conclusion, it can be said that, according to the system characteristics observed, it can be noted that lies in a suitable range in terms of removal efficiency of BOD and COD, but also the operational stability of the same, note that it is, in general, in agreement with the anaerobic systems, considering the climate of semiarid.

Palavras-Chave – Sistema anaeróbio, tratamento de esgotos e reatores anaeróbios.

1) Tecnólogo Mestre em Saneamento Ambiental, SAAE Iguatu CE, pedroherlleison@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A palavra esgoto é utilizada, quase sempre, para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidade pública, de áreas agrícolas e outros efluentes. A aversão ao termo “esgoto” tem levado alguns autores ao emprego do termo “águas residuárias” (BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2006).

O esgoto costuma ser classificado em dois grupos principais: o esgoto sanitário e industrial. O primeiro é constituído essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais e, eventualmente, uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas. O esgoto industrial, extremamente diverso, provém de qualquer utilização da água para fins industriais. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes necessitam de diferentes processos de tratamento. No presente estudo, trataremos apenas do esgoto doméstico (BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2006).

O esgoto sanitário é composto normalmente por 99% de água e apenas cerca de 1% de material sólido. De forma simplificada, pode-se dizer que o propósito das Estações de Tratamento de Esgoto é retirar a maior parte desse material sólido da água, permitindo devolvê-la, mais limpa, à natureza. São estações que tratam as águas residuárias de origem ou característica doméstica, comumente chamadas de esgoto sanitário, cujo efluente líquido, após tratamento, normalmente é lançado em um corpo de água (mar, rio, córrego, lagoa etc...) devendo atender aos padrões de qualidade de lançamento de efluentes, conforme a legislação vigente (BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2006; VARGAS et al., 2008).

Tendo em vista a complexidade das características dos esgotos, os mesmos merecem um tratamento antes de serem lançados em meios aquáticos ou em disposição no solo, cujo tratamento tem a finalidade de eliminar constituintes que supostamente prejudicam a qualidade de vida da população causando doenças de veiculação hídrica. Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente (BRAGA et al., 2005; SOUSA & LEITE, 2003).

Um sistema adequado de tratamento de esgotos deve ser economicamente viável, eficiente, compatível com a realidade local e de fácil operação. Um desses tipos de tratamento é o sistema tanque séptico seguido de filtro anaeróbio. Segundo Vargas et al. (2008) os tanques sépticos são geralmente utilizados para tratamentos de esgotos in situ, mas também podem ser utilizados em maiores escalas como, por exemplo, em nível condominial, sendo que atualmente, é comum a associação com filtros anaeróbios, constituindo o popular sistema Tanque séptico seguido de filtros anaeróbios (TS-FAN).

Neste sentido, é que quando fala-se de sistemas anaeróbios, nota-se sua importância, pois este é uma das alternativas mais antigas de tratamento de esgotos, e que ainda hoje é empregado como um dos sistemas anaeróbios mais eficientes em relação à remoção de sólidos. Diante disto, é que processos anaeróbios para tratamento de esgotos são bastante eficientes, principalmente na remoção de matéria orgânica, em climas tropicais. Apresentam grandes vantagens: ocupam pequenas áreas; produzem pouco lodo, estabilizado; não consomem energia; não necessitam de equipamentos eletromecânicos; e requerem construção e operação relativamente simples (CHERNICHARO, 1997; SILVA et al., 2008).

Portanto, este estudo teve como objetivo geral averiguar o efeito de uma Estação de Tratamento Anaeróbia de Esgotos Domésticos, tendo como objetivos específicos: verificar a porcentagem da remoção de matéria orgânica biodegradável sob a forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO); e verificar a estabilidade operacional da ETE, no que diz respeito ao potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total e temperatura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), localizada geograficamente a 7° 14' 44.19" S e 39° 18' 22.76" O, na região do Cariri, estado do Ceará. A ETE caracteriza-se por um sistema anaeróbio composto de duas (02) séries paralelas de um (01) tanque séptico seguido de um (01) filtro anaeróbio, sendo que cada uma é independente da outra, tendo como disposição final dos efluentes dele um (01) sumidouro.

O sistema de tratamento é utilizado para tratar esgotos de cozinha e refeitório (incluindo pias e lavatórios), de laboratórios (onde não há química significativa) e banheiros (incluindo chuveiros e sanitários) que são provenientes de uma unidade de ensino técnico e tecnológico, onde o mesmo funciona em três (03) horários distintos (manhã, tarde e noite).

Realizou-se coletas na entrada (afluente) e na saída (efluente) do sistema, sendo que as mesmas aconteceram mensalmente, totalizando quatro (04) coletas para análise físico-química

As amostras coletadas foram analisadas físico-quimicamente, no que se referem as variáveis DBO, DQO, pH, temperatura e alcalinidade total, todas realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes (LAAE) pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC Cariri, em Juazeiro do Norte – CE. Os procedimentos analíticos utilizados encontram-se descritos em American Public Health Association / Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

A eficiência da ETE foi determinada em termos de DBO e DQO, onde as percentagens foram obtidas por meio das equações 1 e 2, respectivamente.

$$\%DBO = [(DBO_{\text{afluente}} - DBO_{\text{efluente}}) / DBO_{\text{afluente}}] \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

$$\%DQO = [(DQO_{\text{afluente}} - DQO_{\text{efluente}}) / DQO_{\text{afluente}}] \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Sendo:

%DBO – percentagem de remoção de DBO do sistema de tratamento;

DBO_{afluente} – valor verificado do esgoto bruto;

DBO_{efluente} – valor verificado do esgoto tratado.

%DQO – percentagem de remoção de DQO do sistema de tratamento;

DQO_{afluente} – valor verificado do esgoto bruto;

DQO_{efluente} – valor verificado do esgoto tratado.

A estabilidade operacional da ETE foi determinada em termos de pH, temperatura e alcalinidade total que foi obtido pela equação 3.

$$A_{\text{Total}} = [50000 \times N_{\text{ácido sulfúrico}} (0,023) \times V_{\text{titulado}}] / V_{\text{amostra}} (50) \quad \text{Eq. (3)}$$

Sendo:

A_{Total} – alcalinidade total;

N_{ácido sulfúrico} – normalidade do ácido sulfúrico;

V_{titulado} – volume titulado do ácido quando a amostra atingiu pH 4,3;

V_{amostra} – volume da amostra utilizado para a realização da análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se a seguir uma avaliação do sistema, como um todo, ou seja, desde a entrada do sistema (esgoto bruto), passando pelo tanque séptico e pelo filtro anaeróbio (esgoto tratado).

A princípio verificou-se que a faixa de temperatura e pH do afluente (29,5°C e 7,46) e do efluente (30,5°C e 7,46) encontra-se em uma faixa adequada (Tabela 01), considerando as características de ETEs anaeróbias, pois de acordo com Chernicharo (1997), a temperatura é um dos fatores ambientais que mais interferem no processo de digestão anaeróbia em uma ETE, a atividade

biológica é extremamente dependente deste parâmetro e o processo de degradação comprometido quando as temperaturas são inferiores a aproximadamente 20°C.

No monitoramento realizado na ETE em estudo, não foram observadas variações bruscas de temperatura, entre afluente e efluente, onde o intervalo entre o mínimo (27°C) e o máximo (33°C) não foi expressivo (Tabela 01). Santos & Silva (2007) justificam explicando que, a temperatura é uma condição ambiental de grande importância no tratamento anaeróbio de esgotos, sendo a faixa mesófila (temperatura ótima em torno de 35°C) a mais comumente utilizada. Além da faixa de temperatura em que ocorre o processo anaeróbio, também as variações bruscas de temperatura podem afetar negativamente o processo, devido à sensibilidade dos microrganismos anaeróbios.

Em relação ao pH, Santos & Silva (2007) reportam que, além de influir decisivamente no funcionamento do processo, representa importante indicador do desequilíbrio. A faixa ótima de pH para o processo anaeróbio situa-se entre 6,6 e 7,6; idealmente entre 7,0 e 7,2, enquadrando-se, assim, na média da faixa de pH encontrada no afluente e efluente da ETE em estudo, que foi de 7,4.

De acordo com a caracterização da ETE não houve decaimento de pH, onde o valor mínimo encontrado do afluente e efluente, respectivamente foi de 6,76 e 7,40 (Tabela 01), o que significa dizer que os valores médios de alcalinidade total (Tabela 01) situaram-se na faixa de normalidade, sendo confirmados com a percentagem de eficiência média de remoção de DBO e DQO (Tabela 02).

Tabela 01 – Estabilidade Operacional do Sistema

Valores	Afluente	Efluente
	Temperatura (°C)	
Média	29,50	30,50
Mínimo	27,00	28,00
Máximo	31,00	33,00
	Potencial Hidrogeniônico (pH)	
Média	7,46	7,46
Mínimo	6,76	7,40
Máximo	7,70	7,50
	Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	
Média	272,07	393,05
Mínimo	150,00	284,00
Máximo	432,40	524,40

Santos & Silva (2007) explicam que há uma relação entre pH e alcalinidade. Quando o pH do reator cai bruscamente, significa dizer que os ácidos formados não estão sendo neutralizados pela ausência de alcalinidade no meio, ou não transformados em metano, indicando algum tipo de problema, que é mais conhecido como azedamento do reator, podendo levar o processo ao colapso.

A Tabela 02 apresenta os valores das concentrações médias e eficiências médias de remoção de DBO total e DQO total obtidos no estudo. Já a Tabela 03 lista as concentrações no sistema (DBO e DQO) adicionando valores mínimos e máximos. Pelas Tabelas 02 e 03, observam-se nitidamente as características principais para o sistema de tratamento em estudo: adequada remoção de DBO e DQO.

De acordo com Vargas et al. (2008), em um mesmo tipo de sistema de tratamento abordado neste trabalho, apresentaram o valor médio de eficiência de remoção de DBO de 72%. Concluíram que o sistema desempenhou várias funções, uma delas sendo de um decanto-digestor, aumentando a eficiência com o filtro ascendente acoplado removendo eficientemente DQO total, e ainda revela que há ação biológica tanto nos sólidos sedimentados quanto na parcela solúvel.

Na ETE em estudo verificou-se eficiências de 68,24 % e 69,21 % em relação à DBO e DQO, respectivamente, sendo uma eficiência aceitável, comparada com os últimos autores citados, com a mesma justificativa.

Sousa & Leite (2003) estudando e analisando efluente de tanque séptico, verificaram concentrações de 155 mg/L e 428 mg/L no que diz respeito à DBO e DQO, respectivamente, que encontram-se bem acima do verificado no presente estudo, onde teve-se valores médios de 125,04 mg/L e 264,65 mg/L (Tabela 02) em relação a DBO e DQO, respectivamente.

Tabela 02 – Concentrações e eficiências médias de remoção de DBO e DQO

Parâmetro	Afluente	Efluente
	Concentrações Médias (mg/L)	
DBO	393,76	125,04
DQO	827,19	254,65
	Eficiências Médias de Remoção (%)	
DBO		68,24
DQO		69,21

De acordo com a caracterização verificada da ETE (afluente e efluente), pode-se notar que tal sistema encontra-se operando em sua faixa adequada em termos de eficiência de DBO e DQO.

Tabela 03 – Concentrações de DBO e DQO no Sistema

Valores	Afluente	Efluente
	DBO (mg/L)	
Média	393,76	125,04
Mínimo	144,21	97,79
Máximo	742,60	146,33
	DQO (mg/L)	
Média	827,19	254,65
Mínimo	338,70	138,88
Máximo	1707,70	415,40

4 CONCLUSÃO

O sistema de tratamento analisado mostrou-se muito vantajoso (a alta relação benefício/custo) pela sua excelente performance na remoção de matéria orgânica, além da satisfatória relação entre a temperatura, pH e alcalinidade total.

Portanto, comprova-se que, os processos anaeróbios para tratamento de esgotos (tanque séptico seguido de filtro anaeróbio) são bastante eficientes na remoção de matéria orgânica, tendo adequada estabilidade operacional em climas tropicais.

BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA, WEF. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21th Ed, Washington, DC.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L de.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. (2005). *Introdução à Engenharia Ambiental*. 2. ed. São Paulo: Peason Prentice Hall, 318p.

BRASIL. (2006). *Manual de saneamento*. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 408p.

CHERNICHARO, C. A de. L. (1997). *Reatores Anaeróbios*. Belo Horizonte: UFMG, 246p.

SANTOS, A. B dos.; SILVA, M. E. R da. Tecnologia de Tratamento de Esgoto. In: MOTA, S. AQUINO, M. D de. SANTOS. A. B dos (Org.). (2007). *Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 350p.

SILVA, L. C. B da. MENDONÇA, W. F de.; ANDRADE NETO, C. O de. *Eficiência na Remoção de Sólidos em um Decanto Digestor com Filtro Anaeróbio acoplado*. Departamento de Engenharia Civil - Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Acesso em: 18 nov. 2008.

SOUSA, J. T de. LEITE, V. D. (2003). *Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura*. 2. ed. Campina Grande: EDUEP, 135p.

VARGAS, G. M dos. R.; SILVA, F. D da.; ANDRADE NETO, C. O de.; MELO, J. L de. S.; MELO, H. N de. S. *Eficiência na Remoção de Matéria Orgânica sob a forma de DBO e DQO total e solúvel no Sistema TS-FAN*. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. Anais... ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Acesso em: 27 nov. 2008.