

**II-110 - TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA POR DIGESTÃO ANAERÓBIA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO, BRASIL****Pedro Herlleysen Gonçalves Cardoso<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia CENTEC Cariri. Especialista em Saúde Coletiva pela Faculdade Integrada de Patos. Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Alagoas.

**Roselene de Lucena Alcântara<sup>(2)</sup>**

Engenheira de Materiais e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora Adjunto II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Angicos.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Menino Marcelo, 1391 – Tabuleiro do Martins - Maceió - AL - CEP: 30310-760 - Brasil - e-mail: pedroherlleysen@yahoo.com.br

**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo averiguar o efeito de uma estação de tratamento anaeróbia de esgotos domésticos, composta de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, operando em escala real. O estudo realizou-se no período de julho a outubro de 2008. Avaliou-se, por meio de análises físico-químicas, a remoção de matéria orgânica sob a forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Totais Suspensos (STS), como também a estabilidade operacional da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), no que diz respeito ao potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total e temperatura. Os resultados obtidos, em relação à remoção da matéria orgânica, foram apurados através de três equações pelas quais determinou-se as percentagens médias de 68,24%, 69,21% e 96,92% no que reporta-se a DBO, DQO e STS respectivamente. E no que diz respeito à estabilidade operacional da ETE, a mesma mostrou-se normal, uma vez comparada com outros sistemas anaeróbios, além do fato dos valores verificados; de pH que mostrou-se na faixa neutra, da temperatura que verificou-se médias de 30,5°C e 29,5°C (afluente e efluente, respectivamente) e alcalinidade total que verificou-se valores médios de 272,07mgCaCO<sub>3</sub>/L e 393,05 mgCaCO<sub>3</sub>/L (afluente e efluente, respectivamente). Concluindo, pode-se dizer que, de acordo com a caracterização verificada da estação de tratamento de efluentes (ETE) (afluente e efluente), pode-se notar que tal sistema encontra-se em sua faixa adequada em termos de eficiência de remoção de DBO, DQO e STS, 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 nordestino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema anaeróbio, tratamento de esgotos, semiárido nordestino, decanto digestor.

**INTRODUÇÃO**

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, 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).

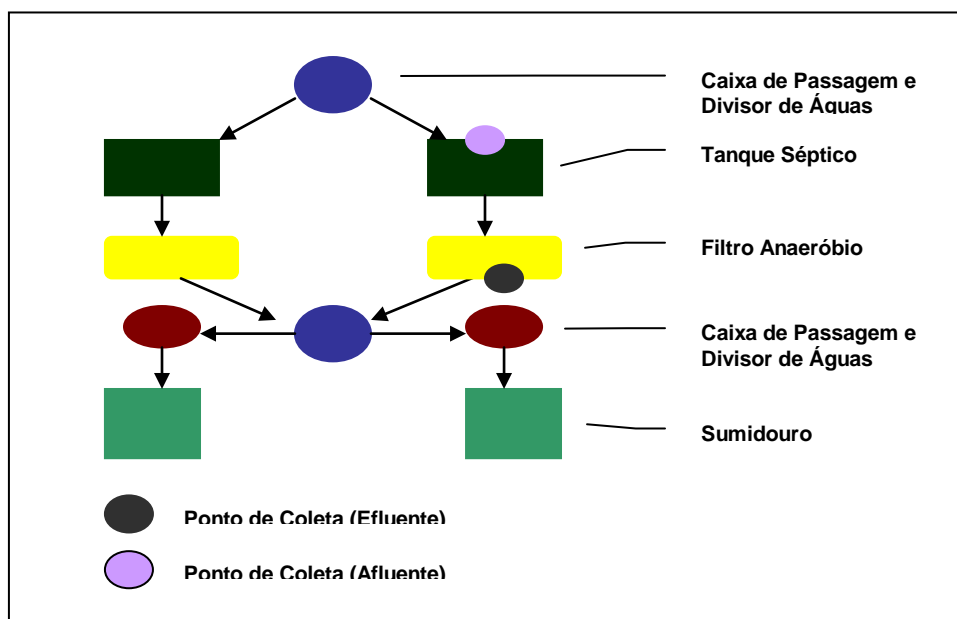
Assim, esta pesquisa teve como objetivo geral averiguar o efeito de uma Estação de Tratamento Anaeróbia de Esgotos Domésticos, tendo como objetivos específicos: verificar a percentagem da remoção de matéria

orgânica biodegradável sob a forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Totais Suspensos (STS); e verificar a estabilidade operacional da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), no que diz respeito ao potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total e temperatura.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na ETE do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - campus Juazeiro do Norte, localizado no município de Juazeiro do Norte/Ceará.

A ETE é caracterizada por um sistema anaeróbico 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 (Figura 01).



**Figura 01** - Esquema da Estação de Tratamento de Esgoto em Estudo

As coletas mensais foram realizadas no período de julho a outubro do ano de 2008, totalizando quatro (04) coletas físico-químicas (consideradas neste estudo). Os pontos amostrados foram dois (02): na entrada (afluente) e na saída (efluente).

As amostras coletadas foram analisadas físico-quimicamente, no que se refere às variáveis DBO, DQO, STS, pH, temperatura e alcalinidade total. Todas as análises foram 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, 1998).

A eficiência da ETE foi determinada em termos de DBO, DQO e STS, onde as percentagens foram obtidas por meio das equações 1.0, 2.0 e 3.0, respectivamente.

$$\begin{aligned} \%DBO &= [(DBO_{\text{afluente}} - DBO_{\text{efluente}}) / DBO_{\text{afluente}}] \times 100 && \text{Equação 1.0} \\ \%DQO &= [(DQO_{\text{afluente}} - DQO_{\text{efluente}}) / DQO_{\text{afluente}}] \times 100 && \text{Equação 2.0} \\ \%STS &= [(STS_{\text{afluente}} - STS_{\text{efluente}}) / STS_{\text{afluente}}] \times 100 && \text{Equação 3.0} \end{aligned}$$

Sendo:

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

$DBO_{\text{afluente}}$  – valor verificado do esgoto bruto;

$DBO_{\text{efluente}}$  – valor verificado do esgoto tratado.

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

$DQO_{\text{afluente}}$  – valor verificado do esgoto bruto;

$DQO_{\text{efluente}}$  – valor verificado do esgoto tratado.

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

$STS_{\text{afluente}}$  – valor verificado do esgoto bruto;

$STS_{\text{efluente}}$  – valor verificado do esgoto tratado.

A estabilidade operacional da ETE foi determinada em termos de potencial hidrogeniônico (pH) (verificado em laboratório), temperatura (verificado em campo) e alcalinidade total, que foi obtida pela equação 4.0.

$$A_{\text{Total}} = [50000 \times N_{\text{ácido sulfúrico}} (0,023) \times V_{\text{titulado}}] / V_{\text{amostra}} (50) \quad \text{Equação 4.0}$$

Sendo:

$A_{\text{Total}}$  – alcalinidade total;

$N_{\text{ácido sulfúrico}}$  – normalidade do ácido sulfúrico;

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

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

## RESULTADOS

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 potencial hidrogeniônico (pH) do afluente encontra-se em uma faixa adequada, 29,5°C e 7,46°C, respectivamente (Tabela 01), bem como do efluente, 30,5°C e 7,46°C, respectivamente (Tabela 01), tendo em vista as características de estações de tratamentos anaeróbias (ETE's). De acordo com Chernicharo (1997), a temperatura é um dos fatores ambientais que mais interferem no processo de digestão anaeróbia em uma ETE, sendo a atividade biológica extremamente dependente deste parâmetro, o processo de degradação fica comprometido quando as temperaturas são inferiores a, aproximadamente, 20°C. A Tabela 01 lista os resultados, em termos de temperatura, potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade total.

No monitoramento realizado na ETE em estudo, não observou-se 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) justificaram 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 potencial hidrogeniônico (pH), Santos & Silva (2007) justificaram 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 estação de tratamento de efluentes (ETE) não houve decaimento de potencial hidrogeniônico (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) verificam-se normais, sendo confirmados com a percentagem de eficiência média de remoção de DBO e DQO (Tabela 02).

Santos & Silva (2007) explicaram que há uma relação entre potencial hidrogeniônico (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.

**Tabela 01 – Estabilidade Operacional da ETE**

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

Na Tabela 02 estão apresentados os valores das concentrações médias e eficiências médias de remoção de DBO total, DQO total e STS obtidos na pesquisa. 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, DQO e STS.

Vargas *et al.* (2008) realizaram um trabalho utilizando mesmo tipo de sistema de tratamento abordado neste trabalho que apresentou o valor médio de eficiência de remoção de DBO de 72%. Então 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 estação de tratamento de efluentes (ETE) em estudo verificaram-se eficiências de 68,24 %, 69,21 % e 96,92% em relação à DBO, DQO e STS, 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. Então, pode-se dizer que em tal sistema, houve um consumo de oxigênio além do esperado, em acordo com sistemas anaeróbios, tendo em vista a ótima estabilidade operacional, através dos valores obtidos de pH, temperatura e alcalinidade.

**Tabela 02 – Concentrações e eficiências médias de remoção de DBO, DQO e STS**

Parâmetro	Afluente	Efluente
Concentrações Médias		
DBO (mg/l)	393,76	125,04
DQO (mg/l)	827,19	254,65
STS (mg/l)	336,33	10,33
Eficiências Médias de Remoção (%)		
DBO	68,24	
DQO	69,21	
STS	96,92	

Legenda: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; STS – Sólidos Totais Suspensos

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

**Tabela 03 - Concentrações no Sistema (DBO e DQO)**

Valores	Afluente	Efluente
<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/l)</b>		
Média	393,76	125,04
Mínimo	144,21	97,79
Máximo	742,60	146,33
<b>Demanda Química de Oxigênio - DQO (mg/l)</b>		
Média	827,19	254,65
Mínimo	338,70	138,88
Máximo	1707,70	415,40

## CONCLUSÕES

O sistema de tratamento estudado 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, potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade total.

Portanto, comprova-se que, os processos anaeróbios (digestão anaeróbia) para tratamento de esgotos (tanque séptico seguido de filtro anaeróbio) são bastante eficientes na remoção de matéria orgânica, tendo adequada estabilidade operacional no semiárido nordestino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard methods for the examination of water and wastewater**; 19th ed. Washington, D, C., 1998.
2. CHERNICHARO, C. A de. L. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 246p.
3. 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.). **Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. 350p.

4. 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. Disponível em: <[http://www.ufrn.br/sites/producao\\_ct/sec3\\_8.html](http://www.ufrn.br/sites/producao_ct/sec3_8.html)>. Acesso em: 18 nov. 2008.
5. 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. Disponível em: <<http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/dbo.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2008.
6. SOUSA, J. T de. LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: EDUEP, 2003. 135p.