

**II-076 - TRATAMENTO ANAERÓBIO DE EFLUENTES CONTENDO ÓLEO LUBRIFICANTE****Wilton Silva Lopes<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Química Industrial. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Doutor em Química. Professor do DQ/CCT/UEPB

**Joelma Dias**

Graduanda em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual da Paraíba. Aluna de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq/UEPB.

**José Tavares de Sousa**

Engenheiro Químico. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Hidráulica e Saneamento. Professor do DQ/CCT/UEPB

**Valderi Duarte Leite**

Engenheiro Químico. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Hidráulica e Saneamento. Professor do DQ/CCT/UEPB

**Salomão Anselmo Silva**

Engenheiro Civil. Doutor em Engenharia Sanitária. Professor da Universidade Federal de Campina Grande.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Papa João Paulo I, 335 – Nova Brasília – Campina Grande – Paraíba – CEP: 58103-600 – Brasil – Tel: (83) 8803-8416. E-mail: [wilton@uepb.edu.br](mailto:wilton@uepb.edu.br)**RESUMO**

O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial têm ocasionado efeitos negativos sobre o meio ambiente. As águas residuárias geradas pelas indústrias petroquímicas apresentam constituintes tóxicos e de difícil degradação. O lançamento desses resíduos no meio ambiente tem causado grandes impactos ambientais. As alternativas mais promissoras derivam do estudo de novas tecnologias para o tratamento de efluentes industriais. Nesse contexto, a utilização de processos biológicos baseados na utilização de bactérias, protozoários, fungos, algas e vermes têm surgido como uma das alternativas de grande potencial. Dessa forma, os sistemas anaeróbios encontram uma grande aplicabilidade. As diversas características favoráveis deste sistema, como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais. O principal objetivo deste trabalho foi tratar através de sistema biológico anaeróbio os efluentes contendo óleo lubrificante. Para a realização do sistema experimental, foi instalado e monitorado um reator UASB, com 0,15m de diâmetro, altura de 0,50 m e volume total de 8,8L, sendo o volume útil de 8,2L, e para a alimentação do reator UASB, foi sintetizado um substrato que era constituído por uma mistura, na mesma proporção, de óleo lubrificante e surfactante e por fim era adicionado hidróxido de sódio, que tinha a finalidade de corrigir o pH. O reator era alimentado diariamente, com o substrato sintetizado diluído em esgoto bruto. Analisando os dados deste trabalho, observa-se que o pH efluente permaneceu na faixa de 8,0 a 7,4, estando na faixa ideal para o crescimento das bactérias produtoras de metano. O reator UASB durante o período do monitoramento, apresentou uma eficiência média de remoção, em termos de sólidos totais, de ordem de 18,5%. A DQO obteve uma eficiência média na remoção de matéria orgânica em termos de DQO total de 15,3%. O sistema experimental não obteve resultados satisfatórios, sendo o óleo lubrificante um dos principais fatores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Derivados do petróleo, Tratamento anaeróbio, Reator UASB.**INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial têm ocasionado efeitos negativos sobre o meio ambiente, tais como a poluição e a degradação dos recursos naturais. As águas residuárias geradas pelas indústrias petroquímicas apresentam constituintes tóxicos e de difícil degradação. O lançamento desses resíduos no meio ambiente tem causado grandes impactos ambientais.

As alternativas mais promissoras para a resolução dos inúmeros problemas ambientais ocasionados pela atividade industrial derivam do estudo de novas tecnologias para o tratamento de efluentes industriais. Nesse contexto, a utilização de processos biológicos baseados na utilização de bactérias, protozoários, fungos, algas

e vermes, tem surgido como uma das alternativas de grande potencial. Dessa forma, os sistemas anaeróbios encontram uma grande aplicabilidade. As diversas características favoráveis deste sistema, como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais no Brasil, onde há a predominância de elevadas temperaturas, têm contribuído para a colocação dos sistemas anaeróbios de tratamento de resíduos em posição de destaque.

A digestão anaeróbia é a transformação da matéria orgânica em metano e dióxido de carbono por um sistema microbiano complexo que funciona na ausência de oxigênio. Esta técnica consome pouca energia, produz pouco lodo e gera um biogás combustível utilizável, diretamente, no local de produção (Metcalf & Eddy, 1991; Moletta, 1993). É um método cada vez mais aplicado para a despoluição carbonácea das águas residuárias, sendo que o nitrogênio é reduzido para a forma amoniacial, em decorrência do processo anaeróbio (Abreu, 1994).

Entre os reatores anaeróbios, destaca-se o reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) considerado por muitos um avanço na utilização da tecnologia anaeróbia no tratamento de águas residuárias de natureza simples ou complexa, de alta ou baixa concentração, solúveis ou com materiais particulados (KATO et al., 1999).

Miranda *et al.*, (2005) utilizando um reator UASB tratando efluente de matadouro com elevado índice de óleo e graxa conseguiu uma remoção em termos de DQO de 70,6 a 92,6%. Demonstrado assim, que é possível se obter excelentes resultados utilizando reatores UASB no tratamento de efluentes contendo óleos e graxas.

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o desempenho do tratamento biológico anaeróbio de efluentes sintéticos contendo óleo lubrificante.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada nas dependências físicas do Laboratório de Saneamento da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário (EXTRABES), localizado no bairro do Tambor, na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba.

Para a realização do trabalho experimental foi instalado e monitorado um reator UASB com 0,15m de diâmetro, altura de 0,50 m e volume total de 8,8L, sendo o volume útil de 8,2L.

O reator UASB operou com um TDH de doze horas, vazão de alimentação de 16,4 L/dia e Carga orgânica aplicada média de 9,5 kg<sub>DQO</sub>.dia<sup>-1</sup>.m<sup>-3</sup>. Os parâmetros operacionais utilizados no sistema experimental estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1: Parâmetros operacionais do reator UASB**

Altura do reator (m)	Diâmetro (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	Volume útil (L)	Forma de alimentação	Volume do inoculo (L)	TDH (h)	Vazão média (L/dia)	Carga aplicada (kg <sub>DQO</sub> .dia <sup>-1</sup> .m <sup>-3</sup> )
0,50	0,15	8,80	8,2	contínua	2,5	12,0	16,4	9,5

## **Preparação do substrato**

Para a alimentação do reator UASB, foi sintetizado um substrato que era constituído por uma mistura, na mesma proporção, de óleo lubrificante e surfactante, sendo este, o ácido sulfônico (ácido dodecil benzeno sulfônico), que tinha a finalidade de facilitar a mistura e se obter um substrato mais homogêneo, já que este composto tem como uma de suas propriedades a dispersão das fases, ou seja, a emulsificação do substrato, e por fim era adicionado hidróxido de sódio, que tinha a finalidade de corrigir o pH, que como consequência da adição do ácido sulfônico se encontrava ácido.

### Monitoramento do sistema experimental

O reator UASB foi inoculado com aproximadamente 30% do seu volume útil, conforme recomendações de Chernicharo (1997), com lodo anaeróbio, proveniente de um reator UASB de 5,0 m<sup>3</sup> que tratava esgoto doméstico.

O reator era alimentado diariamente, com o substrato sintetizado diluído em esgoto bruto. Este afluente era levado continuamente ate o reator UASB com o auxilio de uma bomba de pulso e as vazões eram registradas duas vezes ao longo do dia.

Após cada alimentação eram coletadas amostras do material afluente e efluente, estas amostras eram submetidas a análises.

A caracterização qualitativa do biogás era feita semanalmente, utilizando-se para isto um cromatógrafo gasoso modelo CG-35. A quantificação do biogás era feita diariamente com a utilização de um gasômetro. No lodo utilizado para inocular o reator e no material afluente e efluente do reator UASB, alguns parâmetros foram analisados, tais como: sólidos totais, voláteis e fixos, DQO, potássio, pH, alcalinidade total e ácidos graxos voláteis. Os parâmetros foram determinados de acordo com os métodos preconizados por APHA (1995).

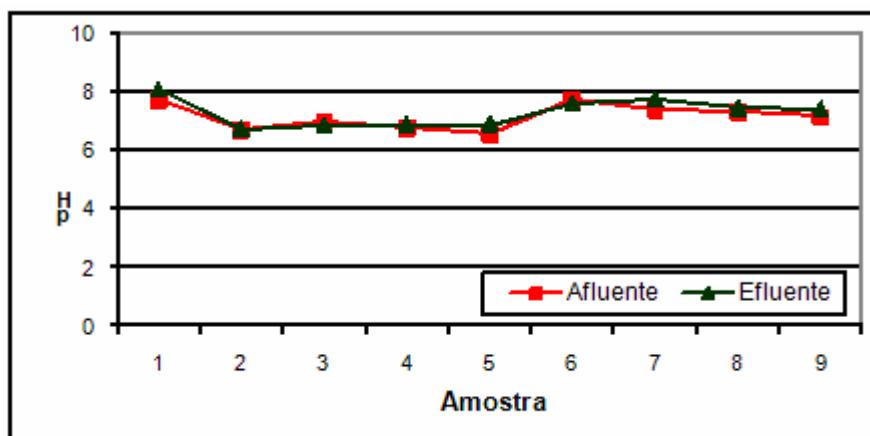
Na Tabela 2 são apresentados os dados da caracterização química do lodo utilizado para inocular o reator.

**Tabela 2: Dados da caracterização química do lodo**

ST (g/L)	STV(g/L)	STF (g/L)	DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	PT (mg/L)	pH	AT (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	AGV (mg/L)	Acidez
92756	42363	50393	4286	418	8,16	2407	575,3	846,6

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os valores de pH, durante o período de monitoramento do sistema experimental.



**Figura 1: Comportamento do pH no afluente e efluente do reator UASB**

Na figura 1 observa-se que o pH afluente do reator UASB teve uma variação de 7,7 a 7,2, visto que o pH foi corrigido para aproximadamente 7,0 no substrato sintetizado, esta variação pode ter sido ocasionada pela adição do esgoto bruto, que, segundo Metcalf & Eddy (1991), tem um pH na faixa de 6,5 a 7,5. O pH efluente permaneceu na faixa de 8,0 a 7,4. Portanto, pode-se entender que o reator UASB não foi submetido a grandes variações de pH, a ponto de comprometer seu desempenho. Segundo Foresti *et al.* (1999) as arqueas metanogênicas são sensíveis ao pH, uma vez que o crescimento ótimo ocorre em uma estreita faixa de valores (6,5 a 8,5). O pH atua de duas formas principais no processo: diretamente, afetando a atividade de enzimas ou indiretamente, afetando a toxicidade de compostos.

Na figura 2, é mostrado o comportamento de alcalinidade ao longo do período de monitoramento.

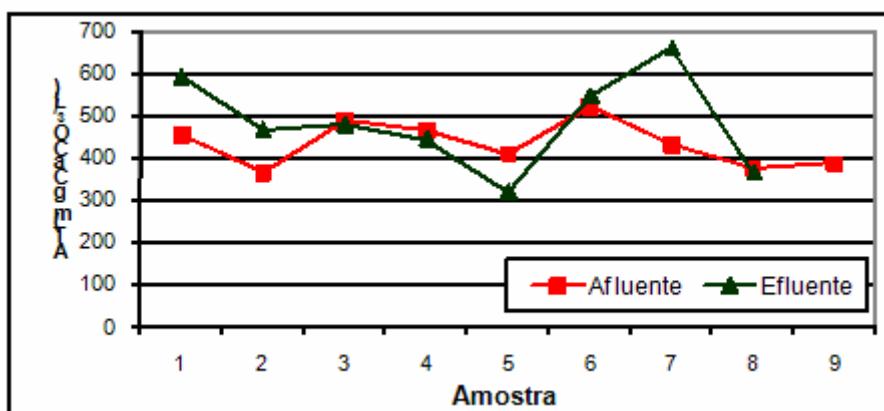


Figura 2: Comportamento da AT no afluente e efluente do reator UASB

Observa-se na figura 2, que a alcalinidade total do afluente sofreu variações de 365mgCaCO<sub>3</sub>/L a 524mgCaCO<sub>3</sub>/L enquanto que no efluente essa variação foi de 319mgCaCO<sub>3</sub>/L a 661mgCaCO<sub>3</sub>/L. Isoldi *et al.* (2001) ao estudar parâmetros de operação de um reator UASB em um sistema combinado reator UASB-reator aeróbio encontrou valores de alcalinidade no afluente do reator que variou de 31 a 733CaCO<sub>3</sub>/L e no efluente essa variação foi de 889 a 2753mgCaCO<sub>3</sub>/L. Ao comparar os valores obtidos, observa-se que a alcalinidade do efluente do UASB, teve uma pequena variação se comparado com o sistema combinado reator UASB-reator aeróbio. Segundo Metcalf e Eddy (1991), quando o processo de digestão está ocorrendo de forma satisfatória, a alcalinidade terá valores entre 1000 e 5000mg/L e a concentração de ácidos voláteis deverá ser menor que 250mg/L. Observa-se que os valores obtidos no efluente do reator UASB não estão próximos do recomendado para o processo de digestão anaeróbio. Uma das causas pode ter sido a adição do óleo lubrificante.

Na figura 3 são apresentados os valores dos ácidos graxos voláteis, durante o período de monitoramento do sistema experimental.

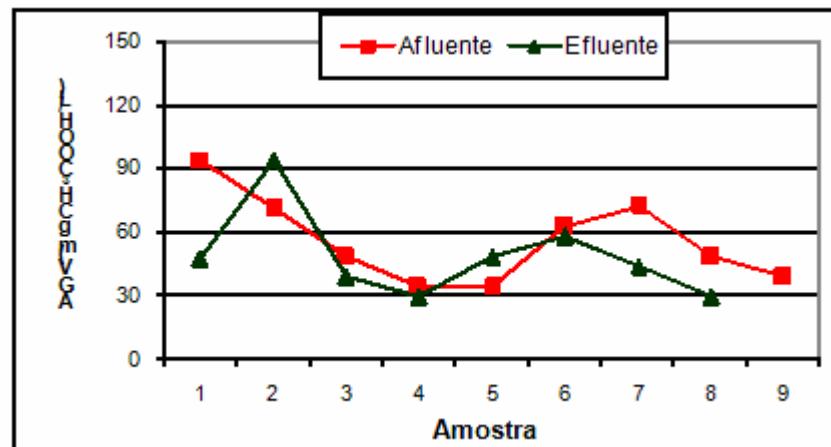


Figura 3:Comportamento dos AGV no afluente e efluente do reator UASB

Durante o período do monitoramento, observou-se que a menor concentração de ácidos graxos voláteis para o afluente ficou em torno de 34mgCH<sub>3</sub>COOH/L enquanto que para o efluente este menor valor foi de 29mgCH<sub>3</sub>COOH/L, observa-se assim que durante a maior parte do período de monitoramento, houve uma pequena diminuição dos valores dos ácidos graxos voláteis.

Na Figura 4 são apresentados os valores de nitrogênio total, durante o período de monitoramento no reator UASB.

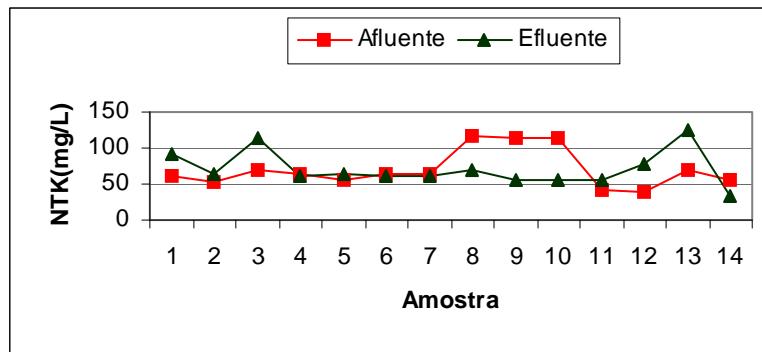


Figura 4: Comportamento do NTK no afluente e efluente do reator UASB

Observa-se na figura 4 que no inicio e no final do tratamento, o NTK do efluente manteve-se em níveis maiores que o influente, com uma média de 71mg/L, enquanto que o influente apresentou uma média de 69mg/L. Segundo Crapez *et al.* (2002) são essenciais nitrogênio(N) e fósforo(P), teoricamente para cada grama de óleo degradado são necessários 150mg de N e 30mg de P.

O nitrogênio amoniacal teve um valor mínimo no influente de 30mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L e para o efluente este valor mínimo foi de 34mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L, já o valor máximo para o influente foi de 85mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L e para o efluente de 95mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L, observamos assim que este parâmetro não sofreu grandes variações. De acordo com Chernicharo (1997), concentrações de amônia livre acima de 150mg/L são tóxicas as bactérias metanogênicas, enquanto que o limite máximo de segurança para o íon amônia é da ordem de 3000mg/L, no influente foi encontrada uma concentração média de 56mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L. Dessa forma, pode-se verificar que o sistema não foi submetido a toxicidade pela amônia.

A concentração média do fósforo no influente foi de 11mgP/L enquanto que no efluente essa média foi de 7mgP/L, Segundo Lettinga *et al.* (1994), assumindo-se que os nutrientes presentes no esgoto estejam numa forma disponível para as bactérias, a seguinte relação pode ser utilizada, C:N:P = 130:5:1. No influente do reator UASB foi encontrada uma relação C:N:P de 96:6:1, próxima a recomendada para a degradação de carboidratos. Ou seja, uma vez que nos carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, essa relação também é de interesse para o monitoramento do sistema experimental.

Na figura 5 são apresentados os valores de sólidos totais, durante o período de monitoramento no reator UASB.

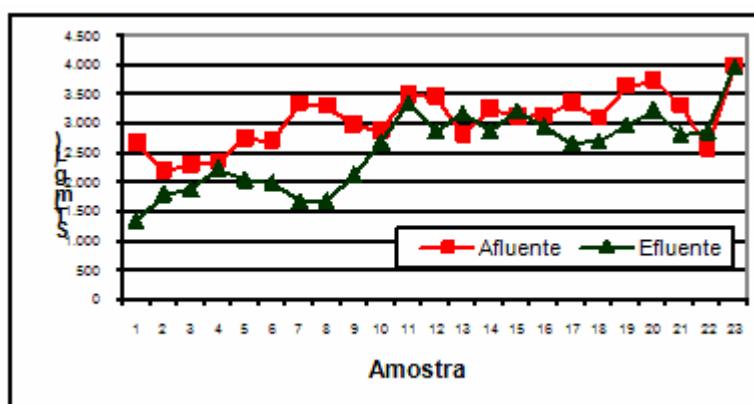


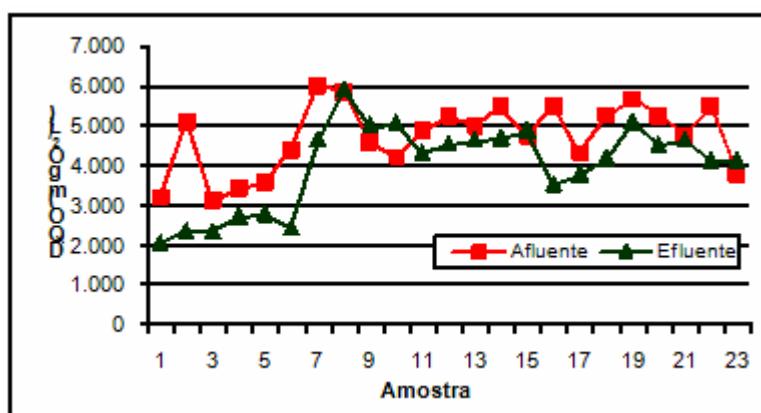
Figura 5: Comportamento dos ST no afluente e efluente do reator UASB

Os sólidos totais no influente teve um valor médio de 3252mg.L<sup>-1</sup> já para o efluente foi de 2650mg.L<sup>-1</sup>. Observa-se assim que o reator apresentou uma eficiência média de remoção, em termos de sólidos totais, de ordem de 18,5%. O processo de tratamento teve uma remoção bastante inferior a remoção de sólido encontrado em tratamentos anaeróbios. Esse fato provavelmente está ligado à biodegradabilidade do óleo adicionado. Chernicharo (1997), relata que a taxa de acumulação de sólidos depende essencialmente do tipo

de efluente a ser tratado, sendo maior quando o esgoto afluente apresenta elevada concentração de sólidos suspensos, especialmente sólidos não biodegradáveis.

Os sólidos totais voláteis no afluente sofreu variações de 1204mg /L a 3688mg /L e no efluente essas variações foram de 600mg /L a 3168mg/L, observa-se então um decréscimo de 21%. Pereira-Ramirez et al.(2004) ao estudar a influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura, conseguiram uma remoção de SSV de 81%. A baixa remoção de STV pode estar relacionada à presença de compostos de difícil degradação no óleo lubrificante.

Na Figura 6 são apresentadas as variações da DQO do material afluente e do efluente do reator ao longo do período de monitoração.



**Figura 6: Comportamento da DQO no afluente e efluente do reator UASB**

A concentração de DQO do material afluente variou de 3127mg/L a 6060mg/L, enquanto no material efluente variou de 2063mg/L a 5921g/L, com uma eficiência média na remoção de matéria orgânica em termos de DQO total de 15,3%. Rocha (2003), estudando impacto de cargas pontuais de derivados de petróleo em reatores UASB, com operação em batelada, tratando esgoto sanitário, obteve uma eficiência de 51% de DQO, ou seja, superior ao resultado obtido neste trabalho. Garcia et al. (2001), ao operar um reator UASB com carga aplicada total de  $17,1 \text{ kg}_{\text{DQO}} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$  e TDH de vinte horas, obteve uma eficiência de remoção da DQO de 64%, neste trabalho mesmo tendo-se operado o reator com uma carga orgânica aplicada de  $9,5 \text{ kg}_{\text{DQO}} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$  e um TDH de doze horas, ou seja bem inferior, os resultados não foram o esperado.

### Produção do biogás

A quantificação do biogás produzido durante o período de monitoramento do reator não foi possível de ser realizada devido a limitações do equipamento utilizado, visto que a quantidade produzida diariamente era pequena.

No biogás produzido neste trabalho, o teor de metano variou de 2,4% a 3,7%. Segundo Campos et al., (1999), os fatores que mais influenciam na operação de um reator são a temperatura o pH, a presença de nutrientes e a não existência de substâncias tóxicas no afluente. Um dos fatores que podem ter inibido a produção do metano é a adição do óleo lubrificante que pode ter se comportado como um agente tóxico às bactérias metanogênicas.

A baixa produção de metano também está diretamente ligada à baixa remoção de DQO, pois Pereira-Ramirez et al. (2004), ao estudar a influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura, notaram que a geração média de biogás foi de 0,45L/g DQO removido, sendo os menores valores de 0,27 e os maiores de 0,50 L/g DQO.

## CONCLUSÃO

Analizando os dados deste trabalho, pode-se concluir que:

O pH efluente permaneceu na faixa de 8,0 a 7,4, estando na faixa ideal para o crescimento das bactérias produtoras de metano;

O tratamento biológico anaeróbio de efluentes contendo óleo lubrificante apontaram eficiências de remoção de cerca de 18% de sólidos totais e 15,3% de DQO;

A baixa produção de metano, foi ocasionada entre outros fatores pela a adição do óleo lubrificante;

O sistema experimental não obteve resultados satisfatórios, sendo o óleo lubrificante um dos principais fatores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, L.M. Aspectos microbiológicos de los processos de nitrificación-denitrificación. In: 3º TALLER Y SEMINARIO LATINO-AMERICANO DE TRATAMIENTO ANAERÓBIO DE ÁGUAS RESIDUALES. Montevideo, Uruguay, p. 55-63. 1994.
2. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> edition. Public Health Association Inc., New York. 1995.
3. CAMPOS, J.R.(coord.) Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, Projeto PROSAB, 1999.435p
4. CHERNICHARO, C. A. de L. Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte. UFMG. 1997.
5. CRAPEZ C, Borges N, Bispo S, Pereira C, Biorremediação Tratamento para derrames de petróleo. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.30, n. 179, p.32-37, jan./fev.2002.
6. FORESTI, E.; FLORENCIO, L.; VAN HAANEL, A.C.; ZAIAT, M. & CAVALCANTI, P.F.F. Fundamentos do Tratamento Anaeróbio. In: Tratamento de esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e disposição Controlada no Solo. J.R.Campos (org.) PROSAB. Rio de Janeiro, 1999. p.29-52.
7. GARCIA, H.;RICO, J.L.; RICO, C. Et al. Integral management of dairy manure: liquid fraction treatment. In: WORLD CONGRESS ANAEROBIC DIGESTION, 9º, 2001, Antuérpia. Proceedings... Antuérpia: Technological Institute, 2001. v.2, p.235-7.
8. ISOLDI, Loraine A. KOETZ, Paulo R.; FARIAS, Osvaldo Luís V.; ISOLDI, Liércio A. Parâmetros de operação do reator UASB em um sistema combinado reator UASB-reator aeróbio. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. V.6, Julho, Agosto, Setembro de 2001.
9. KATO, M. T. et al. Configurações de reatores anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. cap. 3, p. 53-100, 405 p.
10. LETTINGA, G.; VAN HANDEL, A.C Tratamento Anaeróbio de esgotos – Um manual para Regiões de Clima Quente. Campina Grande: Egraf, 255p. 1994.
11. METCALF & EDDY. Wastewater engineering treatment disposal reuse. 3<sup>ª</sup>ed. New York: McGraw-Hill. 1334p. 1991.
12. MIRANDA, L. A. S.; HENRIQUES J. A. P.; MONTEGGIA L. O. A full-scale UASB reactor for treatment of pig and cattle slaughterhouse wastewater with a high oil and grease content. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol. 22, No. 04, pp. 601 - 610, October - December, 2005
13. MOLETTA, R. La digestion anaérobie: du plus petit au plus grand. Biofutur, p.16-25, 1993.
14. PEREIRA-RAMIREZ, Orlando; QUADRO, Maurizio S.; ANTUNES, Rul M.;KOETZ, Paulo R. Influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura. R. brás. Agrociência. V.10, n.1.p.103-110, jan-mar.2004.
15. Rocha, Reis J. V. Impacto de cargas pontuais de derivados de petróleo em reatores UASB com operação em batelada, tratando esgoto sanitário. 1v. 117p. Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo-Engenharia Ambiental (2003).