

II-581 – TRATAMENTO CONJUGADO (FA/UASB) DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS

Luciene Gonçalves Rosa⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA/UFPB/UEPB. Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande -PB.

José Tavares de Sousa

Mestre em Engenharia Civil, UFPB (1986), Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP (1996). Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental– Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Vera Lúcia A. de Lima

Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba, Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Departamento de engenharia Agrícola – UFCG.

Luciana M. Andrade da Silva

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba.

Gilmara Henriques Araújo

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Luiza Bezerra Motta, 950 - Catolé – Campina Grande -PB - CEP: 50410- 410 - Brasil - e-mail: luciene_gr@hotmail.com

RESUMO

O trabalho investigou a viabilidade de tratar águas residuárias de lavagem de veículos através de processo conjugado de filtro de areia (FA) e reator anaeróbio/UASB. O experimento foi instalado e monitorado nas dependências da EXTRABES, consistindo de um filtro de areia configurado com três camadas: brita 1 e 4 e leito de areia, tendo ao todo 60 cm de profundidade, com alimentação em regime de batelada; e um reator UASB projetado com o volume total de um litro (1L), funcionando com um tempo de detenção hidráulica de 8 horas (8h), vazão média de 125 mL/h, alimentação diária e realizando uma recirculação das águas residuárias efluentes. O sistema foi alimentado com águas residuárias de lavagem de veículos provenientes de fonte geradora (empresas de lavagem de veículos da cidade), por um período de três meses. Constatou-se significativa remoção das concentrações de óleos e graxas (70%), DQO (45%), como também para SST (78%) e turbidez que atendeu aos padrões de lançamento de efluentes. Denotando a relevância do filtro de areia como pré-tratamento para águas residuárias de lavagem de veículos. As variações de pH e as concentrações de alcalinidade comprovam que o sistema anaeróbio não trabalhou de forma satisfatória, apresentando valores médios de alcalinidade 628 mg.L de $\text{mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$. No entanto, verifica-se o efluente produzido exige um pós-tratamento para que possa ser lançado no ambiente seguindo as exigências da legislação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: águas residuárias de lavagem de veículos, sistema conjugado FA/UASB, filtro de areia reator anaeróbio.

INTRODUÇÃO

A poluição dos recursos hídricos tornou-se preocupação constante no mundo contemporâneo. O lançamento de águas residuárias sem tratamento adequado é um dos principais contribuintes para degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

As águas residuárias originadas dos serviços de manutenção de veículos, inclusive lavagem de veículos são fontes potenciais de poluição, por conterem surfactantes, óleos e graxas, alta concentração de matéria orgânica, metais pesados, sólidos totais suspensos (BROWN, 2006).

Em vários países a preocupação com relação às águas residuárias gerados nas empresas de lavagem de veículos encontra-se explícito nas legislações ambientais que exige o seu tratamento e reúso no próprio empreendimento. No Brasil, a preocupação com essa problemática é recente (RUBIO et al., 2008) gerando a necessidade de se investir em tecnologias de tratamento que possam ser incorporados como instrumentos adequados ao gerenciamento ambiental nesse setor.

Nesse contexto, a aplicação de tratamento físico e biológico pode ser uma alternativa viável, considerando que o processo físico, como o uso de filtro de areia promovem a remoção considerável da fração de sólidos em suspensão e retenção de concentrações de compostos orgânicos presentes (TESTEZLAF, 2008). Enquanto que o processo biológico se destaca como importante fator na eliminação de poluentes químicos (DIAS et al., 2009).

Os reatores anaeróbios provocaram mudanças profundas na concepção de sistemas de tratamento de águas residuárias (FORESTI et al., 1999). No Brasil, o reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, conhecido como reator UASB- Upflow Anaerobic Sludge Blanket (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1994), representa um grande avanço na aplicação da tecnologia anaeróbia para tratamento direto de águas residuárias, devido às suas inúmeras vantagens. (METCALF e EDDY, 2003; JORDÃO; PESSÔA, 2009).

O funcionamento do reator UASB pode ser prejudicado pela presença de cargas tóxicas que inibem o metabolismo das metanogênicas, mas a literatura vem demonstrando que esse reator pode ser capaz de tratar compostos químicos de difícil degradação, dependendo de alguns fatores como a climatização dos microrganismos e da carga poluente a ser tratada (BITTON, 2005; JEGANATHAN et al., 2007).

Estudos realizados por Zhang e Bennett (2005); Dias et al. (2009); Castro et al. (2009); Costa et al., (2007a), em diferentes condições ambientais denotam capacidade de se tratar por processos anaeróbios, compostos químicos contendo hidrocarbonetos poliaromáticos, alguns dos principais poluentes presentes nas águas residuárias de lavagem de veículos.

O objetivo desse trabalho foi investigar a viabilidade de tratar águas residuárias de lavagem de veículos através de processo conjugado de filtro de areia (FA) e reator anaeróbio/UASB.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da pesquisa

A pesquisa foi realizada nas dependências da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), da Universidade Estadual da Paraíba e Universidade Federal de Campina Grande. A EXTRABES localizada no bairro do Tambor, na cidade de Campina Grande-PB (latitude: 7° 13' 50"; longitude: 35° 52' 52", a 551 m acima do nível do mar).

Caracterização da área de estudo

O município de Campina Grande está localizado no alto da serra da Borborema, na microrregião e na mesorregião do agreste paraibano, ocupando a porção central oriental do Estado da Paraíba, com coordenadas a 7°13'11" latitude sul, 35°52'31" longitude oeste de Greenwich e altitude de 550 m acima do nível do mar. O município apresenta uma população de 385 mil habitantes, sendo considerado como um município de médio porte (IBGE, 2010), exercendo forte influência política e econômica sobre os demais municípios do Estado.

De acordo com Costa et al. (2007b) no ano de 2006 já havia em torno de 40 empresas de lavagem de veículos, as quais 57,5% não apresentavam licenciamento ambiental e a maioria dessas empresas não fazia nenhum tratamento prévio das águas residuárias. Atualmente, existem 60 empresas de lavagem de veículos, localizadas nos bairros que apresentam perfil comercial.

Procedimento de coleta de dados e análise de dados

As águas residuárias foram coletadas na fonte geradora (empresa de lavagem de veículo) e encaminhadas para as dependências da EXTRABES, sendo tratadas através do processo físico e químico, por meio de sistema combinado de filtro de areia e UASB. O sistema conjugado FA/ UASB foi operado durante o período de três meses.

O filtro de areia foi construído com acrílico em forma cilíndrica com diâmetro interno de 100 mm, com fluxo descendente, tendo uma placa de distribuição na parte superior para evitar fluxo preferencial dentro das colunas de filtração. Na parte inferior possui um pequeno orifício de 20 mm, onde foi instalada a tubulação de saída da água residuária filtrada.

No leito do filtro de areia foram empregadas três camadas posicionadas a partir da base. A primeira e segunda camada foi projetado com profundidade de 10 cm cada, e composta respectivamente por brita 4 e 1; e a terceira camada, constituída de areia foi projetada com profundidade de 40 cm. Essas duas camadas de brita apresentaram função de sustentação da areia sobreposta. A areia empregada popularmente denominada de areia média, apresentando diâmetro efetivo de 0,6 a 1,2 mm. Os materiais utilizados para formar os leitos do filtro foram lavados, com o propósito de retirar concentrações de poluentes e/ou compostos orgânicos apregoados nos mesmos, que pudesse interferir no experimento.

A forma de alimentação do filtro de areia foi em batelada, devido às águas residuárias serem provenientes da fonte geradora, conseqüentemente a coleta se procedeu nas segundas, quartas e sábados, por depender do fluxo de veículos a serem lavados nas empresas pesquisadas. Os parâmetros físicos e operacionais utilizados no sistema experimental estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros operacionais do sistema de filtro de areia

Parâmetros operacionais	Filtro de areia
Altura do reator (cm)	75 cm
Diâmetro (mm)	10 cm
Forma de alimentação	batelada
Carga aplicada por batelada	12 L

Para se constatar a eficiência do filtro de areia na remoção dos poluentes presentes nas águas residuárias de lavagem de veículos, foi realizado a análise das águas residuárias afluente, logo após a coleta, e em seguida ao processo de filtração.

As águas residuárias efluentes do filtro de areia foram submetidas ao tratamento biológico anaeróbio, através de um reator UASB. O reator UASB projetado e instalado apresentou diâmetro e altura de 77 cm e respectivamente e volume total de um litro (1L), funcionando com um tempo de detenção hidráulica de 8 horas (8h), vazão média de 125 mL/h, e realizando uma recirculação do efluente, como apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros operacionais do reator UASB

Parâmetros operacionais	UASB
Altura do reator (cm)	77
Volume útil (L)	1L
Forma de alimentação	contínua
Volume do inóculo (mL)	600
TDH (h)	8
Vazão média (mL/h)	125

Para inoculação do reator UASB foi utilizado aproximadamente 30% do seu volume útil, com lodo anaeróbio. A partida e alimentação do reator foram realizadas com águas residuárias de lavagem de veículos. Essas águas residuárias foram conduzidas continuamente até o reator UASB com o auxílio de uma bomba peristáltica, e as vazões registradas durante o dia.

Na Figura 1 está exposto o esquema do sistema conjugado composto pelo filtro de areia (1) e o reator anaeróbio/UASB (2).

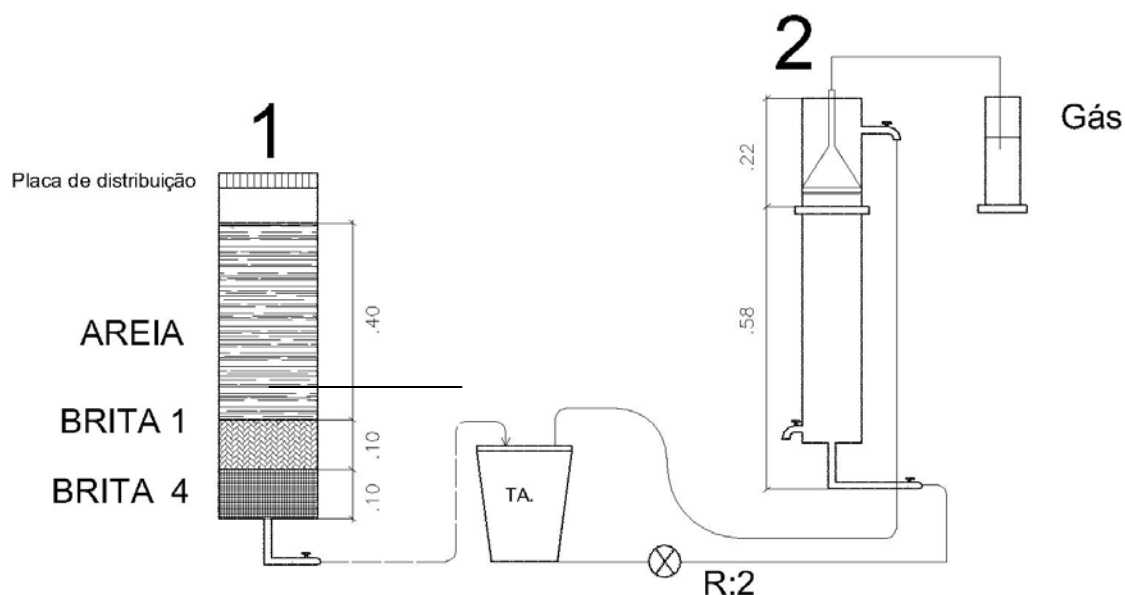


Figura 1. Esquema do sistema conjugado, composto respectivamente pelo filtro de areia (1), e reator UASB (2).

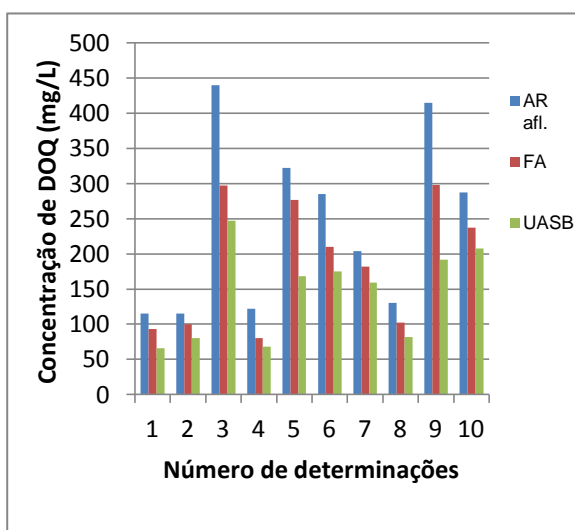
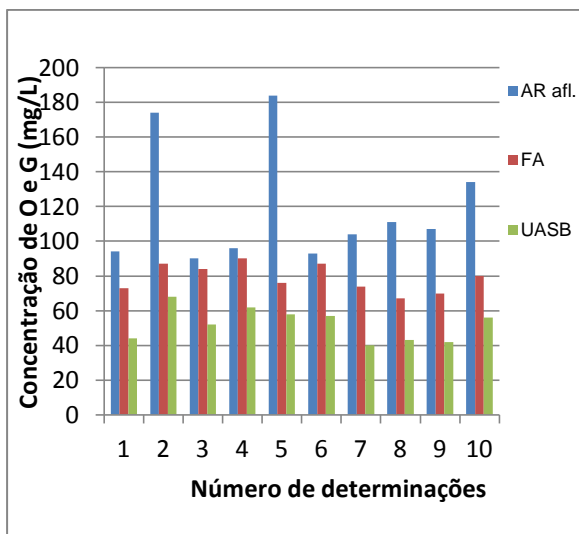
Os parâmetros físicos e químicos analisados foram: óleos e graxas, sólidos totais, sólidos suspensos totais, turbidez e Demanda Química de Oxigênio (DQO), seguindo as recomendações do Standard Methods (APHA, 2000).

RESULTADOS

Nas Figuras 2 e 3 estão expostos os resultados das concentrações de óleos e graxas e DQO nas águas residuárias de lavagem de veículos (AR afl.) e após o tratamento no sistema combinado de filtro de areia (FA) e reator anaeróbio (UASB). Verifica-se que houve remoção significativa das concentrações de DQO e óleos e graxas, com eficiência média de aproximadamente 70% e 45% respectivamente, denotando a relevância da junção de processo físico e biológico para tratar águas residuárias com elevadas cargas poluentes como retratam Testezlaf (2008); Castro et al. (2009); Costa et al., (2009).

Apesar do desempenho do sistema conjugado de FA/UASB as concentrações mínimas para óleos e graxas, no filtro de areia e reator UASB, foi 67 mg.L^{-1} e 40 mg.L^{-1} respectivamente, estando em desacordo com os padrões de lançamento de efluentes que apresentam como limite 20 mg.L^{-1} de óleos e graxas.

O sistema anaeróbio apresentou eficiência média de remoção de 23% para DQO e 32% para óleos e graxas, fato justificado pela não biodegradabilidade e toxicidade das substâncias contidas nas águas residuárias de lavagem de veículos, para alguns microrganismos no reator UASB. Dias et al. (2009), realizando um estudo com tratamento de efluente contendo substâncias oleosas através de sistema biológico anaeróbio, obtiveram eficiência de remoção de DQO de 20% com concentrações de 0,1% de óleo lubrificante.

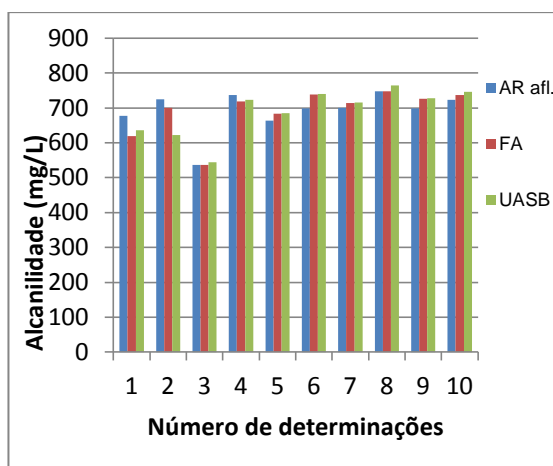
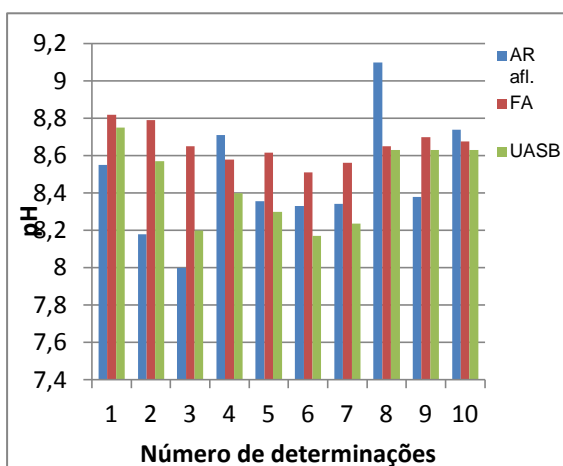


AR afl.: Águas residuárias afluentes; FA: efluente filtro de areia; UASB: efluente do reator UASB

Figuras 2 e 3. Concentração de óleos e graxas e DQO durante o monitoramento do sistema conjugado de filtro de areia (FA) e reator anaeróbio (UASB).

Nas Figuras 4 e 5 estão expostos os valores de pH e alcalinidade, verificados durante o monitoramento do sistema conjugado FA/UASB. As águas residuárias de lavagem de veículos caracteriza-se por apresentar um pH básico, em consequência dos produtos de limpeza, a exemplo dos sabões e xampus. Pode-se observar que houve uma tendência a elevação do pH das águas residuárias afluente e efluente do filtro de areia, sendo o efluente em alguns momentos superiores às águas residuárias afluentes, esse comportamento pode ser justificado devido a formação de compostos químicos no leito de areia, responsáveis pelo tamponamento químico do meio (TONETTI et al., 2005). No sistema anaeróbio, os valores de pH verificados podem ter inibido o metabolismo das arqueas metanogênicas presentes, uma vez que a faixa de pH desses microrganismos encontra-se entre 6 e 8 (GERARDI, 2003; BITTON, 2005).

A alcalinidade é um fator relevante no processo anaeróbio, sendo responsável pela produção de um meio ótimo para atividade dos microrganismos intervenientes no processo. Os valores das concentrações de alcalinidade verificados no sistema UASB demonstram que não houve aumento considerável, comprovando que o sistema não trabalhou de forma satisfatória, apresentando valores médios de alcalinidade 628 mg.L de $\text{mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ (Figura 5). Conforme Metcalf e Eddy (2003) quando o processo de digestão anaeróbia está ocorrendo de forma satisfatória, a alcalinidade terá valores entre 1000 e 5000mg/L.

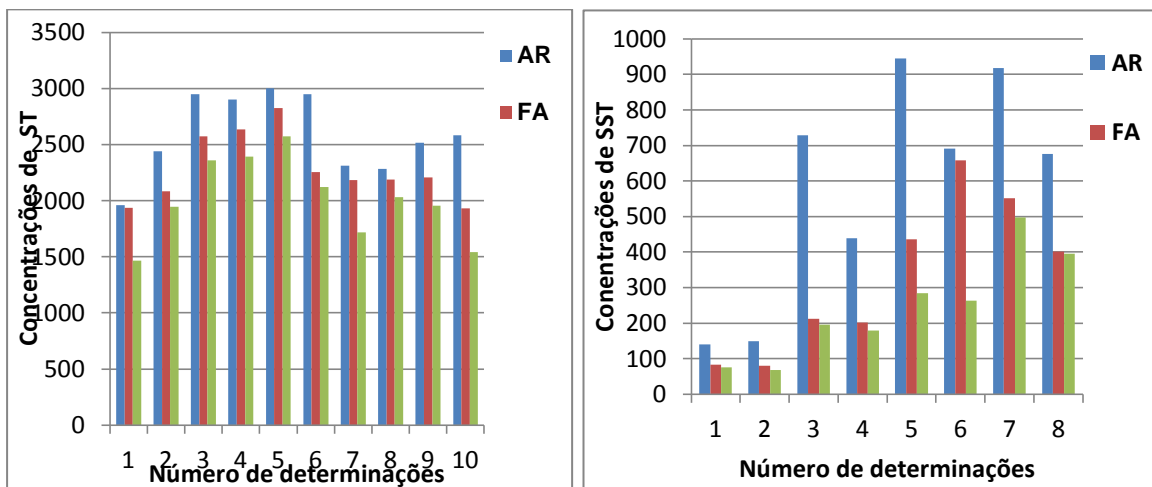


AR afl.: Águas residuárias afluentes; FA: efluente filtro de areia; UASB: efluente do reator UASB

Figuras 4 e 5. Comportamento dos valores de pH e alcalinidade verificados no sistema conjugado FA/UASB.

Os resultados referentes aos sólidos totais (ST) e sólidos suspensos totais (SST) encontrados no sistema conjugado FA/ UASB estão expostos nas Figuras 6 e 7 respectivamente.

Analisando os resultados do sistema estudado verifica-se que não houve remoção significativa nas concentrações de sólidos totais (Figura 6), apresentando eficiência média de remoção de 25%. A eficiência média de remoção na concentração de sólidos suspensos totais (Figura 7) no sistema estudado foi de 78%, denotando a relevância do filtro de areia como pré-tratamento para águas residuárias de lavagem de veículos.

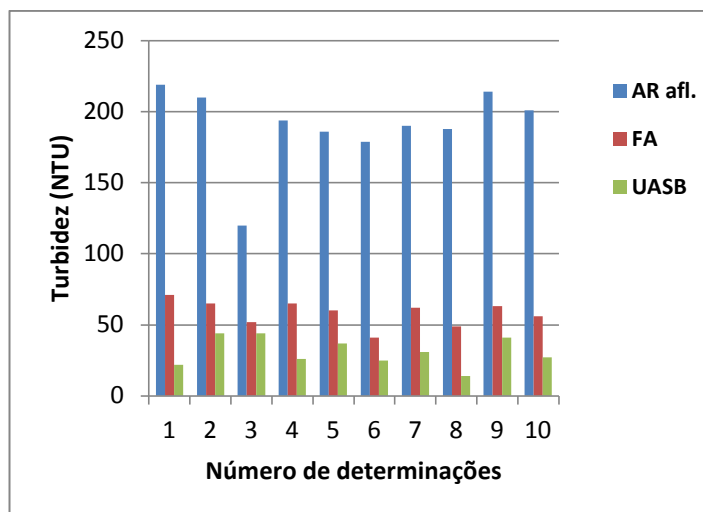


AR afl.: Águas residuárias afluentes; FA: efluente do filtro de areia; UASB: afluente do reator UASB

Figuras 6. e 7. Comportamento dos sólidos totais (ST) e sólidos suspensos totais (SST) verificados no sistema conjugado FA/ UASB.

Os resultados expostos na Figura 8 demonstram os valores de turbidez durante o monitoramento do sistema estudado. Percebe-se que houve redução considerável de turbidez, com eficiência média de remoção de aproximadamente 84%. É possível constatar que os valores de turbidez encontrados no sistema conjugado FA/UASB estão abaixo do valor máximo determinado para lançamento de efluentes pela Resolução do CONAMA 357/2005 os quais não deve ultrapassar 100 NTU.

López et al (2009) em experimento tratando águas residuárias provenientes de empresas de lavagem de veículos, utilizaram um sistema de filtro de areia como pós-tratamento, obtendo remoção média de turbidez de 95%.



AR afl.: Águas residuárias afluentes; FA: efluente filtro de areia; UASB: efluente do reator UASB

Figuras 8. Comportamento dos valores de turbidez (NTU) no sistema conjugado FA/ UASB.

CONCLUSÕES

O sistema conjugado FA/UASB apresentou eficiência média de aproximadamente 70% e 45% na remoção das concentrações de DQO e óleos e graxas. No entanto, os valores mínimos de concentrações de óleos graxas nas águas residuárias efluentes no filtro de areia e UASB foram 67 mg.L^{-1} e 40 mg.L^{-1} respectivamente, não cumprindo com os padrões de lançamento de efluentes exigidos pela Resolução 357/1005 do CONAMA, que limita em 20 mg.L^{-1} de óleos e graxas (BRASIL, 2005).

As concentrações de alcalinidade verificados no sistema FA/UASB demonstraram que não houve aumento considerável, comprovando que o sistema anaeróbio não trabalhou de forma satisfatória, apresentando valores médios de alcalinidade $628 \text{ mg.L de } \text{mgCaCO}_3.\text{L}^{-1}$

Os resultados foram satisfatórios na remoção de SST (78%) e turbidez que atendeu aos padrões de lançamento de efluentes cujo limite máximo para turbidez de 100 NTU (BRASIL, 2005). Denotando a relevância do filtro de areia como pré-tratamento para águas residuárias de lavagem de veículos.

Nas condições operacionais o sistema conjugado FA/UASB é significativo, no entanto, as águas residuárias efluentes produzidas exigem um pós-tratamento para que possa ser lançado no ambiente seguindo as exigências da legislação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18 ed. Washington: 2000.
2. BITTON, G. **Wastewater Microbiology**. 3º Ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 765 p., 2005.
3. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 01 maio 2010.
4. BROWN, C. **Vehicle washes Systems**. International Carwash Association, 2006.
5. CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA/UFGM, 1997.
6. COSTA, M. J. C.; SOUSA, J. T.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SANTOS, K. D. **Co-digestão anaeróbia de substâncias surfactantes, óleo e lodo de esgoto**. Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo, v.12, n. 4, 433 – 439 p., 2007.
7. COSTA, M. J. C.; SOUSA, J. T.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SANTOS, K. D. Impactos Socioambientais dos lava-jatos em uma cidade de médio porte. **Saúde e Ambiente - Health and Environment Journal**. Joinville-SC. v. 8, n 1, 32 – 38 p., 2007.
8. DIAS, J.; LOPES, W. S.; OLIVEIRA, M. J.; CAMPOS, D. M. Tratamento biológico de efluente contaminado por óleo. **Saúde & Ambiente Rev.**, v.4, n.1, p.12-18, jan-jun 2009.
9. FLORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M. CAVALCANTI, P. F. F. **Fundamentos do tratamento anaeróbio**. In: Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição no solo. PROSAB. ABES. Rio de Janeiro- RJ, 1999.
10. GERARDI, M. H. **The Microbiology of Anaerobic Digesters**. United States of America. 2003.
11. JEGANATHAN, J., NAKHLA, G., BASSI, A. Oily wastewater treatment using a novel hybrid PBR–UASB system. **Chemosphere**. London, V. 67, n. 8, 1492-1501 p., 2007.
12. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. ABES: Rio de Janeiro, 5 ed., 2009. 940 p.
13. IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** – Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 10 de março de 2011.
14. LÓPEZ, D. A. R.; NIEDERSBERG, C.; RODRIGUEZ, A. L.; ALMEIDA, M. P. Estudo da possibilidade de reuso de água de lavagem de carros em postos de distribuição de combustíveis. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. **Anais...** Recife/PE. 2009.
15. METCALF & EDDY. **Wastewater engineer treatment disposal, reuse**. 4ªed. New York: McGraw-Hill Book, 2003.
16. RUBIO, J. ZANETI, R. N.; ALVARES, C. L. A. Reuso de água de lavagem de ônibus via floculação - flotação. **Revista de Saneamento Ambiental**, n. 132, 37- 42 p., 2008.
17. TESTEZLAF, R. Filtros de areia aplicados à irrigação localizada: teoria e prática. **Engenharia Agrícola**. Vol. 28, n. 3, p. 604-613. Jaboticabal. Jul/Set. 2008.

18. TONETTI, A. L., CORAUCCI FILHO, B.; STEFANUTTI, R.; et. al. Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgotos domésticos por filtros de areia. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**. São Paulo, v.10, n. 3, 209 – 218 p., 2005.
19. TONETTI, A. L., **Tratamento de esgotos pelo sistema combinado filtro anaeróbio e filtros de areia**. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Ambiental). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2008. 187 p.
20. VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento Anaeróbio de Esgotos: Um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande: Epgraf, 1994.
21. ZHANG, C.; BENNETT, G. N. Biodegradation of xenobiotics by anaerobic bacteria. **Applied Microbiology Biotechnology**. USA, v. 67, n. 5, 600-618 p., 2005.