

## **PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES DE REATOR UASB EM ESCALA REAL**

Irna Moreira Dias Milhomem<sup>1</sup>  
André Curcino Ribeiro de Oliveira<sup>1</sup>  
Ariadne Guedes Santos<sup>1</sup>  
Luiz Eduardo Alves de Souza Brito<sup>1</sup>  
Marcelo Mendes Pedroza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Discente de graduação em engenharia civil – IFTO. E-mail: luizcray@gmail.com, ariadnegs@hotmail.com, andre12curcino@hotmail.com, irna\_moreira@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor do Curso Técnico em Controle Ambiental, IFTO - Palmas. E-mail: mendes@ifto.edu.br.

### **Resumo**

Existem diversas tecnologias para tratamento de águas residuárias domésticas. Em regiões de clima tropical destacam-se os reatores anaeróbios e as lagoas de estabilização. As alternativas mais comuns empregadas para o pós-tratamento de efluentes anaeróbios são lagoa de maturação, filtro anaeróbio, lagoa aerada e lodos ativados. O objetivo desse trabalho foi avaliar a aplicabilidade de um processo anaeróbio (filtro anaeróbio), tendo como meio de suporte o bambu, quando utilizado para o polimento de esgotos domésticos da cidade de Palmas, estado do Tocantins, região norte do Brasil, cuja etapa prévia de tratamento também é feita através de processo anaeróbio (reator UASB). Foram coletadas semanalmente amostras em três pontos do sistema experimental: (1) esgoto bruto, (2) efluente do reator anaeróbio e (3) efluente final do filtro anaeróbio com bambu. O estudo desenvolvido confirmou a aplicabilidade do filtro anaeróbio como unidade de pós-tratamento de matéria orgânica e sólidos, sendo que, para este último, principalmente os sólidos suspensos, o sistema apresentou alta eficiência de remoção gerando um efluente com aspecto bastante clarificado. Em se tratando da variável DBO, o efluente final do sistema experimental, atendeu em todo o período de monitorado, aos padrões de lançamento de efluentes, segundo a resolução brasileira, CONAMA N° 430/2011. No entanto, o filtro anaeróbio apresentou baixa remoção de nutrientes (fósforo e nitrogênio), indicando que os reatores anaeróbios possuem uma capacidade insatisfatória de remover estes elementos no processo de tratamento.

**Palavras-chave:** águas residuárias, bambu, reator UASB

## **Introdução**

Atualmente são utilizadas diversas tecnologias para o tratamento de águas residuárias domésticas, sendo os reatores anaeróbios e as lagoas de estabilização os tipos de sistemas mais usualmente empregados em regiões de clima tropical. Segundo Naval e Silva (2002), tais sistemas apresentam como vantagens o baixo custo de implantação e operação e uma boa eficiência na remoção de matéria orgânica. Dentre as alternativas de pós-tratamento de efluentes anaeróbios destacam-se: lagoas de polimento, filtro anaeróbio, flotação por ar dissolvido, escoamento superficial, filtros biológicos, terras úmidas (wetlands), lagoa aerada e lodos ativados (Metcalf e Eddy, 2002). De acordo com Ludovice (2001), recentemente os filtros anaeróbios vêm sendo aplicado no Brasil para pós-tratamento de efluentes (polimento) de grandes decanto-digestores e de reatores anaeróbios de manta de lodo, com vazões de até mais de 40 L/s.

Os filtros anaeróbios são utilizados para tratamento de esgotos pelo menos desde 1950, mas constituem ainda uma tecnologia em franco desenvolvimento. A busca de alternativas para o material de enchimento, que é responsável pela maior parcela dos custos e pelo volume, e o aperfeiçoamento de detalhes construtivos, incluindo o sentido do fluxo e a facilidade de remoção do lodo de excesso, são os aspectos que merecem maior atenção no desenvolvimento tecnológico dos filtros anaeróbios. Porém, o fato de ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento não impede a aplicação dos filtros anaeróbios em escala real, com grande sucesso e ótimos resultados (Metcalf e Eddy, 2002).

Os filtros anaeróbios apresentam vantagens sobre os reatores anaeróbios com fluxo através do lodo ativo, destacando-se, comparativamente, nas seguintes vantagens específicas: resistem bem às variações do afluente e propiciam boa estabilidade ao efluente, com baixa perda dos sólidos biológicos, não necessitam de inóculo para a partida; propicia enorme liberdade de projeto; e têm construção e operação muito simples (Ludovice, 2001).

Este trabalho analisa o desempenho de um filtro anaeróbio com recheio de anéis de bambu com fluxo ascendente utilizado como pós-tratamento de um reator anaeróbio, tendo em vista o pouco conhecimento desta unidade operando conjuntamente com reatores anaeróbios em escala real no Brasil. Nesse sentido será possível apresentar uma avaliação crítica dos

resultados do sistema na remoção de matéria orgânica, sólidos e nutrientes.

## **Material e métodos**

O Reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) é constituído por uma câmara inferior de digestão e por um dispositivo superior para separação de gases, sólidos e líquidos. O processo consiste de um fluxo ascendente de esgotos através de uma manta de lodo densa e de elevada atividade que tem por objetivo reduzir a carga orgânica contida nos esgotos. Esse reator tem um volume de 3128 m<sup>3</sup>, altura de 7,8 metros e um diâmetro de 22,6 metros

O Filtro Anaeróbio (FA) utilizado neste estudo foi construído em chapa de aço (aço SAC 41), com diâmetro de 20,90 m, apresentando uma altura útil de 6,30 m e volume 2.160 m<sup>3</sup>. O Filtro Anaeróbio recebe o efluente do reator UASB, o qual trata esgoto essencialmente doméstico das quadras centrais da cidade de Palmas. O meio de suporte do FA é constituído de bambu, cujas dimensões são: comprimento médio de 10 cm (desvio padrão de 0,7 cm) e diâmetro médio de 2,5 cm (desvio padrão de 0,2 cm). Os mesmos foram colocados inteiros, dispostos em camadas sobrepostas, formando ângulos de 90° entre si. O efluente final da ETE é descartado através de uma única tubulação o qual é conduzido e lançado no corpo receptor, o córrego Brejo Comprido.

Os gases gerados pelo tratamento são coletados nas calhas de coleta de gases dos reatores anaeróbios e direcionados ao queimador de gases para a combustão do gás metano e outros gases de efeito estufa. O lodo biológico produzido no reator UASB é lançado em leitos de secagem que tem por finalidade reduzir o teor de umidade do lodo. A descarga desse lodo, feita diretamente do reator UASB, é realizada a cada mês em quantidade média que varia entre 33,6 e 50 m<sup>3</sup> de lodo. Essa variação da quantidade de lodo descartada depende da estação do ano, sendo observada uma maior produção de lodo nos meses mais quentes.

Para a concretização dos objetivos dessa pesquisa, foram realizadas coletas de amostras na entrada do sistema com esgoto bruto (EB), no efluente do reator anaeróbio (EF1) e no efluente final do filtro anaeróbio com bambu (EF2), com frequência semanal sempre as 9:00 horas da manhã, durante 40 semanas. Os parâmetros analisados foram: Temperatura, pH, DQO (Método da Refluxação Fechada), DBO, Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF), Sólidos Voláteis (SV), Sólidos Suspensos (SS), nitrogênio amoniacal (Nessler) e fósforo total (Método do Ácido Ascórbico). As determinações seguiram os

métodos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 19ª edição (APHA/AWWA/WEF, 1998).

## **Resultados e discussão**

Os valores de temperatura, no afluente e no efluente do filtro mantiveram-se sempre muito próximos, em torno de 29 °C. A temperatura média encontrada neste trabalho foi de 29,3°C e 29,4 °C no afluente e no efluente do filtro, respectivamente. De acordo com Tonetti (2008), a temperatura é um dos principais fatores na digestão anaeróbia, uma vez que afeta os processos biológicos de diferentes maneiras, incluindo alterações na velocidade do metabolismo das bactérias, no equilíbrio iônico e na solubilidade dos substratos, principalmente os lipídeos.

Durante todo o período o pH se manteve em média 6,9 no afluente e de 7,0 no efluente do filtro e de um modo geral esteve próximo ao neutro. De acordo com Bertolino (2007), a faixa ótima de pH para o crescimento bacteriano situa-se entre 6,5 e 7,5, e que, os principais indicadores de distúrbios nos processos anaeróbios são o aumento na concentração de ácidos voláteis, aumento da porcentagem de CO<sub>2</sub> no biogás, diminuição do pH, diminuição da produção total de gás e diminuição da eficiência do processo.

O filtro anaeróbio em estudo apresentou resultados satisfatórios na remoção de DQO. Na entrada do sistema a média encontrada foi de 534,4 mg/L (esgoto bruto). Após a passagem pelo reator este valor passou a ser 237,3 mg/L de DQO. Tais concentrações encontradas no afluente do filtro foram reduzidas no efluente final para 181,4 mg/L. Apresentando uma taxa média de remoção de 66,1%. O mesmo comportamento pode-se observar na remoção de DBO. Na entrada do sistema a DBO média encontrada foi de 229,8 mg/L e no efluente final a média encontrada foi de 72,2 apresentando uma taxa média remoção de 68,6%.

Tonetti (2008) estudou o pós-tratamento de filtro anaeróbio com recheio de bambu tratando despejos domésticos com tempo de detenção hidráulica de 9 horas. O efluente do sistema foi disposto em filtro de areia com taxa de aplicação de 50 L.m<sup>-2</sup>. A remoção de DBO no sistema foi superior a 82 % em toda a fase do monitoramento do sistema experimental. Camargo (2000) construiu e operou quatro filtros que continham o bambu em seu interior e obteve, após 300 dias de operação, uma remoção média de DQO e DBO superior a 75%. Segundo o autor, a remoção de sólidos suspensos foi de 80% e, somente uma parcela do nitrogênio orgânico foi transformada em amônia e a remoção de fósforo foi

baixa. Salienta-se que em todo este período de operação não foi feito nenhum descarte de excesso de lodo.

Quanto a remoção de sólidos, o melhor desempenho do filtro anaeróbio relacionou-se com os sólidos suspensos (SS). A concentração de sólidos suspensos no efluente permaneceu bastante baixa e estável durante todo o período estudado. As concentrações dos SS foram 230,2 mg/L na entrada do sistema, 88,1 mg/L no afluente do filtro e 45,9 mg/L no efluente final do filtro anaeróbio, apresentado dessa forma uma remoção de 80,0% de sólidos suspensos no filtro anaeróbio. Com relação as concentrações de sólidos totais o filtro apresentou uma taxa média de remoção de 53,0%. Já os sólidos voláteis (SV) e os sólidos fixos (SF) apresentaram respectivamente 61,1% e 39,8% na remoção de sólidos.

Nessa configuração de filtro anaeróbio, como unidade de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, os resultados demonstraram baixa eficiência na remoção de fósforo e nitrogênio.

A Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011, “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005” (Brasil, 2011). Assim sendo, em se tratando da variável DBO, o efluente final do sistema experimental (EF2) atendeu, em todo o período de monitoramento, aos padrões de lançamento de efluentes, segundo a resolução brasileira. Camargo (2000) constatou-se que o tratamento de esgotos sanitários por filtros anaeróbios com recheio de bambu é de baixo custo e consome pouca energia, no entanto, a remoção de patogênicos e nutrientes não atende aos padrões da legislação brasileira (CONAMA 430/2011), demandando um pós-tratamento para o efluente. Somente uma parcela da concentração de nitrogênio orgânico foi transformada em amônia e a remoção de fósforo foi baixa.

## **Conclusões**

A partir dos dados gerados nesta pesquisa, pode-se constatar a viabilidade de se empregar um sistema composto por filtro anaeróbio com recheio de bambu como pós-tratamento na remoção de matéria orgânica e sólidos de reator UASB, tratando esgotos domésticos em escala real. O filtro anaeróbio obteve remoção maior de matéria orgânica ainda remanescente do reator.

Os nutrientes (nitrogênio e fósforo) não foram removidos do sistema. Esses resultados reforçam a idéia de que os tratamentos anaeróbios não são indicados para a retenção dos nutrientes das águas residuárias domésticas, sendo necessária a instalação de uma unidade de remoção desses elementos antes do descarte do efluente em corpos d'água.

## **Referências**

Andrade Neto, C.; Melo, H.N.S.; Pereira, M.G.; Lucas Filho, M. (2000) Filtros com Enchimento de Diferentes Materiais. In: Chernicharo, C.A.L. (Coord.) Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. Coletânea de Trabalhos Técnicos. Belo Horizonte: Projeto PROSAB, 220p.

APHA/AWWA/WEF (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition. Washington.

Bertolino, S. M. (2007) Caracterização e tratabilidade dos esgotos produzidos pelo Campus da Universidade Federal de Ouro Preto - MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG.

Brasil (2011) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA No 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: abril. 2012.

Camargo, S. A. R. (2000) Filtro anaeróbio com enchimento de bambu para tratamento de esgotos sanitários: avaliação da partida e operação. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

Chernicharo, C. A. L. (1997) Reatores anaeróbios. Rio de Janeiro, ABES, 221p.

Kieling, D. D. (2004) Estudo da remoção biológica de nitrogênio a partir de lodo nitrificante cultivado em meio autotrófico sob condições anóxicas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.