

# **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS VOLÁTEIS E DQO DE REATOR UASB EM FASE DE PARTIDA**

**Francisco Josivan de Oliveira LIMA (1); Maria Elinalda Ribeiro COSTA (2); Francisca Socorro PEIXOTO (3); Elivânia Vasconcelos Moraes dos SANTOS (4); Heraldo Antunes SILVA FILHO (5)**

- (1) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: [josivan.lima1@gmail.com](mailto:josivan.lima1@gmail.com)  
(2) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: [maria.elinalda@gmail.com](mailto:maria.elinalda@gmail.com)  
(3) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: [socorropeixoto\\_2009@hotmail.com](mailto:socorropeixoto_2009@hotmail.com)  
(4) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: [elivania@ifce.edu.br](mailto:elivania@ifce.edu.br)  
(5) IFCE - Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio 1145, e-mail: [heraldo@ifce.edu.br](mailto:heraldo@ifce.edu.br)

## **RESUMO**

Para o controle operacional adequado de sistemas de tratamento anaeróbio de esgotos, diversos parâmetros podem ser utilizados. Todavia, para a manutenção de um lodo com boas características de sedimentabilidade, estabilidade e robustez a etapa inicial de operação precisa ser bem definida e, para tanto, torna-se imprescindível identificar os principais fatores de influência na partida desses sistemas. Um dos principais problemas de países em desenvolvimento são os esgotos domésticos, e a contaminação dos recursos hídricos por parte destes. Nesse trabalho avaliou-se a remoção de sólidos suspensos (SSV) e matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Foi montado um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) em escala experimental para este fim. A utilização de parâmetros físico-químicos como SSV e DQO pode auxiliar na determinação das melhores condições de partida do sistema, favorecendo o uso de tais parâmetros em novos projetos.

**Palavras-Chave:** Reator UASB, sólidos suspensos, DQO.

## **1.0 INTRODUÇÃO**

O Brasil possui em seu território grandes volumes de água doce distribuído na forma de imensos rios, lagoas lençóis subterrâneos etc., mas como qualquer outro país em desenvolvimento ele sofre com um grande problema, que é a poluição dos corpos hídricos, e os problemas de saúde pública, causada pela falta de tratamento dos esgotos domésticos.

Os efluentes de origem doméstica apresentam as mesmas características aqui e em qualquer outro lugar do mundo, uma delas são os sólidos voláteis, que são compostos de gorduras, proteínas, carboidratos etc. Os sólidos totais constituem em apenas 0,1% dos esgotos, os sólidos voláteis totais se apresentam numa média de 365mg/l dos esgotos domésticos, e são uma parte dos sólidos totais, devido a essa pequena parcela de sólidos presente nos esgotos que há a necessidade de se fazer o seu tratamento.

Atualmente a forma de tratamento que é utilizada na remoção dessa pequena fração de sólidos, é o tratamento anaeróbio, em específico os reatores UASB, pois este além de apresentar boa eficiência na remoção dos sólidos voláteis, ainda consegue bom desempenho na remoção de DQO que constitui em 500mg/l dos efluentes domésticos, isso ocorre porque a DQO é a medição indireta de matéria orgânica, a partir do consumo de oxigênio utilizado na sua oxidação química, esta que constitui grande parte do sólido voláteis, além disso esses reatores são de fácil operacionalidade e produz poucos resíduos no final do tratamento.

Os reatores UASB funcionam a partir da digestão anaeróbia, que é a decomposição da matéria orgânica por bactérias num meio isento de oxigênio. O processo ocorre primeiramente na transformação da matéria orgânica complexa em compostos dissolvidos ou voláteis, em seguida ocorre a fermentação ácida ou acidogênese que a transformação dos compostos em ácidos orgânicos (fórmico, acético, propiônico, butírico, e valérico), logo em seguida vem a fermentação acetogênica ou acetogênese, onde os produtos da fase anterior são transformados em acetato, hidrogênio e monóxido de carbono, a terceira e última fase é a metanogênese, onde os produtos da acetogênese são transformados, principalmente em metano ( $\text{CH}_4$ ), embora sejam gerados outros gases. É dessa forma que ocorre a remoção de sólidos suspensos e a redução da DQO.

Neste trabalho buscou-se avaliar a eficiência na remoção de Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) e material orgânico em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Para tanto, utilizou-se um reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) como modelo experimental dos testes.

## **2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Reatores UASB como alternativa de tratamento para efluentes no Brasil**

Segundo dados do PNAD/96, 49% do esgoto sanitário produzido no Brasil são coletados em rede pública, sendo que, destes, apenas 32% são tratados, perfazendo cerca de 16% do produzido. Diante destes números, aliado ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio-econômico das comunidades brasileiras, constata-se a necessidade por sistemas simplificados de tratamento dos esgotos (MAIA, 2010).

Quando comparados com processos aeróbios convencionais, e pela abordagem de tecnologias mais limpas, os reatores anaeróbios apresentam vantagens, requer menos energia, menor área para sua implantação, menores custos para grandes cargas volumétricas, produzem quantidade menor de lodo, geram biogás e apresentam baixo custo de manutenção e operação (CHERNICHARO, 2000; DUPONT et al., 2000).

### **2.2 Remoção de DQO**

Chernicharo (2000), afirma que o reator UASB é capaz de suportar altas taxas de carga orgânica tendo simplicidade construtiva e baixos custos operacionais.

Segundo Metcalf e Eddy (2003), o valor médio de DQO para esgoto sanitário doméstico não tratado é de 500mg/L, podendo ter uma variação na sua concentração de 250 a 1000mg/L.

Segundo Jordão e Pessoa (2009), estes sistemas têm sido projetados com tempos de permanência da ordem de cinco a seis horas, com eficiências de remoção de DQO da ordem de 70% no tratamento de esgotos sanitários.

### **2.3 Sólidos voláteis nos esgotos domésticos**

Segundo Metcalf e Eddy (2003), os valores médios para SVT em esgoto sanitário não tratado é de 365 mg/l, podendo ter uma variação na sua concentração de 185 a 600 mg/l.

### **2.4 Digestão anaeróbia dos reatores UASB**

Segundo VON SPERLING (1996) a matéria orgânica na digestão anaeróbia é convertida em uma forma mais oxidada ( $\text{CO}_2$ ) e em outra forma mais reduzida ( $\text{CH}_4$ ). Mas como o metano em temperatura ambiente está no estado gasoso, o processo de tratamento resulta em uma efetiva separação da matéria orgânica do efluente, pois o fluxo do líquido é ascendente (de baixo para cima) e os gases formados também auxiliam na direção ascendente do fluxo.

O tratamento por digestão anaeróbia segundo Sánchez, et al. (2005), possui várias vantagens, tais como destruir organismos patogênicos e parasitas, o metano pode ser usado como uma fonte de energia, produção de baixa biomassa determina menor volume de dejetos e menor custo, capacidade de estabilizar grande volumes de dejetos orgânicos diluídos a baixo custo.

## **3.0 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA**

Já faz algum tempo que os países em desenvolvimento vêm tentando resolver o problema da grande produção de efluentes domésticos, mas sem nenhum resultado, pelo fato do tratamento convencional (lagoas de estabilização) ter um custo de manutenção muito alto, e que não tem tanta eficiência, optando assim pelo lançamento sem nenhuma forma de tratamento (MAIA, 2010).

A partir dessa observação, foram feitas pesquisas com outra forma de tratamento, a dos reatores UASB, que é de baixo custo tanto na sua construção quanto na sua manutenção, exigindo pequena área para a sua instalação, assim levando em conta as dificuldades econômicas desses países, e as características dos efluentes domésticos para resolução do problema.

Com base nas características desse tipo de efluentes, que são as mesmas em qualquer lugar do mundo, foi fácil de identificar os principais poluentes, e dessa forma tentar removê-los, e assim minimizar os impactos causados pelos mesmos.

## **4.0 METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

Os ensaios foram realizados em um reator UASB instalado no Laboratório de Análises de Água e Efluentes (LAAE), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Limoeiro do Norte. O sistema anaeróbio constituía-se por um reator UASB, em escala laboratorial com volume de 24L, construído com tubos e conexões de PVC, diâmetro de 100mm e altura de 2,15m, tendo um cap acoplado no fundo e sua parte superior aberta para liberação do gás produzido (Figura 1).

Na parte superior foi anexado um sistema de defletores de sólidos na forma de “Y” com aproximadamente 0,85m e um ângulo de 45° com o eixo vertical. Uma bomba dosadora ficava responsável pela manutenção do fluxo contínuo. Ao longo de sua altura encontram-se dispostos 3 pontos de coleta para que seja possível analisar o perfil do desempenho por fração do reator e operacionalizar eventuais manutenções. A alimentação do sistema se dava de forma ascendente através de um dispositivo acoplado paralelamente ao reator e com mesma altura, facilitando assim o equilíbrio hidráulico e evitando transbordo pela saída ou pela abertura da liberação dos gases (MAIA, 2010).



**Figura 1 – Reator UASB em formato de “Y”**

O reator teve sua partida após 24h da inoculação do reator com 2L de lodo proveniente do SAAE tendo o restante do volume preenchido com água da torneira. A vazão adotada na pesquisa foi de  $2,2\text{L.h}^{-1}$  conduzindo a um TDH de 11h. O reator era alimentado 5 vezes por semana com o efluente dos banheiros do IFCE, que são armazenados em um tanque séptico.

#### **4.1 Metodologia**

O programa de monitoramento do esgoto afluente e efluente do reator UASB foi realizado segundo amostras, coletadas, com frequência de amostragem variando de 1 a 2 vezes por semana. Essa amostragem permitiu que se avaliasse o comportamento do reator UASB com relação a sua eficiência. Durante o período de coleta, os frascos plásticos de 2L com as amostras, eram transportados para o LAAE, para realização das análises físico-químicas. Após a partida do reator as análises realizadas foram as seguintes (Tabela 1):

**Tabela 1 – Variáveis analisadas**

<b>Variáveis</b>	<b>Métodos analíticos</b>	<b>Referência</b>
DQO (mg/L)	Titulométrico/refluxação fechada	APHA et al. (2005)
SSV (mg/L)	Gravimétrico	APHA et al. (2005)

#### **4.2 Resultados da DQO**

Mesmo com poucos dias de funcionamento o reator mostrou-se com uma boa eficiência de remoção de DQO. Os resultados obtidos na entrada e na saída do sistema estão representados na Figura 2.

Como se pode observar no gráfico da Figura 2, os períodos em que o sistema removeu maior quantidade de DQO foram quando o esgoto afluente apresentou maiores picos de DQO. Um outro ponto a ser destacado é que o sistema produziu um efluente que sofreu grandes oscilações, mesmo assim nunca ultrapassou os valores do afluente.

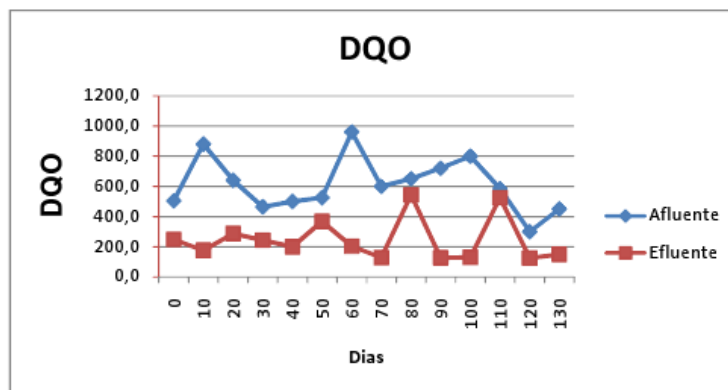


Figura 2 – DQO antes e após o tratamento.

### 4.3 Resultados dos Sólidos Suspensos Voláteis

A tabela a seguir representa os valores encontrados dos sólidos voláteis presente no afluente e no efluente do reator UASB.

Tabela 2 – Sólidos Suspensos Voláteis dos afluentes e efluentes ao sistema de tratamento

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo
SV Afluente (mg/L)	8,00	43,67	63,00
SV Efluentes (mg/L)	5,00	33,17	62,00

Os valores obtidos nos sólidos voláteis foram os esperados, pois o sistema obteve pouca remoção dos mesmos. Como o sistema encontra-se em fase de partida, ainda não atingiu os percentuais de um sistema em estágio estacionário. O acompanhamento desses parâmetros será importante para definir se há viabilidade de seus usos como determinante para identificação da estabilidade do sistema, servindo dessa forma como fatores operacionais que aliados a outros podem otimizar a operação de ETES.

## 5.0 DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que por ser um sistema construído para remover grandes cargas de matéria orgânica devido à digestão anaeróbia, o reator UASB alimentado com esgotos de banheiros do IFCE apresentou em pouco tempo de operação valores de eficiência média de remoção de matéria orgânica significativa (quase 70%), não obtendo toda a sua eficiência.

Os valores obtidos na remoção de DQO foram satisfatórios, com uma remoção média de quase 69%, em quanto a mínima esteve em aproximadamente 50%, mesmo o afluente tendo variações na sua concentração isso não interferiu na sua eficiência. Como se esperava a remoção dos sólidos voláteis está ligada a remoção de DQO, pois os sólidos voláteis são toda a matéria orgânica presente nos esgotos domésticos, isso significa dizer que terá pouca matéria orgânica a ser oxidada na DQO, diminuindo assim os seus valores. Os valores citados poderão ser melhorados com o tempo, pois provavelmente o sistema ainda não estava adaptado as condições que lhes foram posta.

## 6.0 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, FUNCAP e IFCE pelas bolsas de iniciação científica. E também, ao Laboratório de Análises de Água e Efluentes (LAAE) que em parceria com o Núcleo de Pesquisa em Gestão e Saneamento Ambiental (NUPGESAM) cedeu o espaço para esta pesquisa ser desenvolvida.

## 7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios**. v. 5, Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2000.

DUPONT, R. R.; THEODORE, L.; GANESAN, K. **Pollution Prevention: The Waste Management. Approach for the 21<sup>st</sup> Century**. New York: Lewis Publishers - CRC Press, 2000.

JORDÃO, E. P.; PÊSSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering treatment disposal reuse**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

MAIA, M. S.; **Comportamento de um reator UASB em escala laboratorial tratando os esgotos sanitários do IFCE – LN, submetido a diferentes condições operacionais**. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Saneamento Ambiental) – IFCE, Limoeiro do Norte, 2010.

SANCHÉZ, et al. Effect of organic loading rate on the stability, operational parameters and performance of a secondary up flow anaerobic sludge bed reactor treating piggery waste. **Bioresource Technology**, v.96, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. v. 1. 2a ed., Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996.