



**UTILIZAÇÃO DE ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTOR (UASB) EM
INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO
DE EFLUENTES EM ÁREAS DESPROVIDAS DE REDES
COLETORAS DE ESGOTOS**

**Guilherme de Melo Carvalho¹
Thiago Augusto Mendes²
Anna Luiza Garção³
Antônio Pasqualetto¹¹**

RESUMO

O uso de tecnologias capazes de suprir demandas com baixos investimentos têm sido uma das preocupações centrais da comunidade científica. Porém, avaliar a eficiência dessas alternativas é etapa fundamental do processo de aceitação para a área de saneamento básico. Desta forma, esta investigação avaliou a eficiência de reator *Anaerobic Sludge Blanket Reactor* (UASB), com filtro biológico de politereftalato de etileno (PET) modificado por rotomoldagem já instalado em indústria alimentícia no município de Senador Canedo, Goiás. Utilizou-se as metodologias propostas por APHA (2002) determinação dos parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, sólidos totais e coliformes totais. Obteve-se em média 73,25% de remoção de DBO₅ a 20°C e 67,25% de remoção de turbidez, valores considerados satisfatórios atendendo ao solicitado em normal brasileira ambiental (CONAMA 430/2011).

Palavras chave: Esgoto sanitário, Tratamento de efluentes; Anaerobic Sludge Blanket Reactor

¹ Engenheiro Ambiental. Especialista em Sistemas de Esgotamento Sanitário. SANEAGO. E-mail: gmcarvalho@me.com

² Eng. Civil, Msc Eng. do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) e Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). E-mail: engenhoaugusto@gmail.com

³ Geóloga pela Universidade Federal de Mato Grosso, Mestranda em Desenvolvimento e Planejamento Territorial da PUC-GO, bolsista CAPES; Professora Auxiliar da Disciplina de Geologia para turma de Engenharia Ambiental. E-mail: annagarcao@gmail.com

¹¹ Eng. Agrônomo, Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1994/1999). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) e Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). Coordenador da especialização em perícia ambiental - PUC Goiás até 2009. Coordenador do Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial - PUC Goiás. E-mail: Profpasqualetto@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A existência e a qualidade dos serviços de saneamento básico constituem um dos principais fatores na avaliação de qualidade de vida de uma população, tendo em vista, principalmente, a vulnerabilidade social que a ausência deste elemento pode trazer a comunidade. A realidade que se observa, na maioria das cidades brasileiras, é adversa ao que se propõe como ideal: saneamento inexistente ou deficiente, efluentes lançados de maneira indevida ou acumulados em locais inadequados, conferindo situações de elevado risco de contaminação dos cursos d'água e do solo.

As cidades, apesar de deterem a responsabilidade pela gestão dos resíduos, se esquivam de suas funções e o que se observa por fim é a absoluta ausência de planejamento estratégico voltado a questão do saneamento básico em cidades que aumentam de tamanho e de população a taxas exponenciais. Para tanto, é imperioso buscar alternativas ecologicamente viáveis para realizar o tratamento dos efluentes, visando mitigar os possíveis impactos ambientais negativos.

A seleção do tipo de tratamento que será aplicado em um determinado local é uma questão complexa, pois além da decisão de qual o nível de tratamento mínimo exigido que deve ser alcançado, requer uma análise detalhada das condições e necessidades locais, aplicação de conhecimento científico, julgamento por parte da engenharia baseado em experiências anteriores e consideração da legislação (TCHOBANOGLIOUS *et al.*, 2003).

Desenvolvido na década de 70, na Holanda, o *Anaerobic Sludge Blanket Reactor* (UASB) foi renomeado como digestor anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA) no Brasil. A Holanda se destacou a partir do final dos anos 60 pelo substancial avanço no campo da tecnologia da clarificação de águas residuárias (van HANDEL e LETTINGA, 1994, p.16).

Segundo Pontes (2003, p.21), o reator UASB tem sido amplamente estudado pela sua vantagem em combinar construção e operação simplificadas e elevada capacidade de acomodar cargas orgânicas hidráulicas. As avaliações de eficiência em diversas áreas – urbanas, industriais e rurais, atestam a viabilidade deste sistema.

Neste sentido, objetivou-se verificar a eficiência de reator UASB instalado em indústria alimentícia no município de Senador Canedo, estado de Goiás. Para avaliação da eficiência foram avaliados os parâmetros de potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅ a 20°C), demanda química de oxigênio (DQO), turbidez, sólidos totais e coliformes totais (NMP).

2 EFLUENTE DOMÉSTICO RURAL E URBANO BRASILEIRO

O órgão do Governo Federal responsável pela implementação das ações de saneamento básico em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, inclusive no atendimento a de populações remanescentes de quilombos, assentamentos rurais e populações ribeirinhas é a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA).

No Brasil cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais, espalhados em aproximadamente 8,1 milhões de domicílios no país (IBGE, 2010). Os serviços de saneamento oferecidos para a população rural têm um elevado déficit de cobertura, especialmente pela dispersão das residências, o que leva muitas famílias a recorrerem às alternativas de esgotamento sanitário, como: a fossa negra, feita na maioria das vezes de alvenaria (48,9%) e outras formas como UASB (7,4%) representando um total de 56,3% do total de domicílios. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apenas 32,8% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. O restante da população (67,2%) capta água de chafarizes e poços totalmente desprotegidos, captados de cursos de água sem nenhum tratamento (PNAD, 2010).

A situação é mais crítica quando são analisados dados de esgotamento sanitário urbano, dado a densidade populacional nessas áreas: apenas 5,7% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos e 20,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos. Os demais domicílios (74%) depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto (PNAD, 2010).

Este cenário contribui direta e indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica como parasitoses intestinais e diarreias, as quais são responsáveis pela elevação da taxa de mortalidade infantil.

A partir do ano de 2008, metade da população mundial (3,7 bilhões de pessoas) passou a habitar áreas urbanas e, conforme o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat), a previsão é que, em 2030, dois terços da população mundial viverão em centros urbanos. A falta de planejamento das cidades, geram problemas que refletem em uma demanda não satisfeita por serviços básicos de água, esgoto e lixo (ONU-HABITAT, 2010).

Calcula-se que 86% das águas servidas, ou seja, a água das regiões urbanas da América Latina e Caribe e 65% da Ásia são lançadas nos lagos, rios e mares, sem qualquer tipo de tratamento (SAMUEL, 2004, p.7). O Brasil não difere desta realidade. A falta de saneamento, além de prejudicar a saúde da população, eleva os gastos com a saúde pública, através do tratamento das vítimas de doenças causadas pela falta de tratamento adequado da água, dos esgotos sanitários e dos resíduos urbanos e industriais.

Diante das informações e dados, em que a essencialidade do uso confronta-se com a escassez, o acesso universal a água potável que é distribuída em todos os domicílios deve fazer parte de todas as políticas públicas de saúde, ambiental e social ou de desenvolvimento urbano e regional.

Após longo período sem investimento no setor de saneamento, o Governo Federal definiu através da Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007, regulamentada através do decreto nº 7217, de 21 de junho de 2010, a Política Nacional de Saneamento. Esta política estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, referindo-se a questões sobre os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e de resíduos sólidos.

Segundo esta normativa, para que os municípios se habilitem na busca de recursos para investimento em saneamento básico, deverão possuir um Plano Municipal de Saneamento, necessitando de apoio tecnológico/científico para respaldar suas iniciativas. Este plano, deve privilegiar o tratamento dos efluentes, e a construção de estações de tratamento de esgotos e redes coletoras de afluentes domésticos, além de fornecer diretrizes para a destinação de efluentes industriais.

A utilização da água pelas indústrias é muito significativa e potencialmente causadora de impacto, sendo parte vital do processo produtivo: lavagem de máquinas e logradouros, tubulações, pisos, maquinários, sistemas de resfriamento, águas utilizadas no processo industrial ou incorporadas aos produtos na linha de produção e também esgoto sanitário dos funcionários da indústria. Sem levar em consideração a água que é evaporada, e as águas que se contaminam após passar pela linha de produção, assim originando os efluentes líquidos industriais.

Como as indústrias na maioria das vezes, usam diversos produtos químicos diariamente, a disseminação de efluentes industriais no meio ambiente sem tratamento prévio, pode acarretar em sérios danos ambientais podendo resultar proliferação de contaminações, vetores e doenças. Assim é de fundamental importância a proteção da saúde pública realizando o tratamento correto dos efluentes industriais. Visando eliminar microrganismos patogênicos, substâncias que exercem ação deletéria, morte da fauna aquática, escurecimento das águas, maus odores, eutrofização entre outros problemas na qual a empresa terá que ter custos altos para implantação de programas para corrigir seu impacto.

Além da utilização industrial da água, esta também é utilizada para fins sanitários, sendo gerados os esgotos que na maior parte das vezes são tratados internamente pela indústria, separados em tratamentos específicos ou tratados até conjuntamente nas etapas biológicas dos tratamentos de efluentes industriais. As águas residuárias, neste caso os esgotos sanitários, contêm excrementos humanos líquidos e sólidos, produtos diversos de limpeza, resíduos alimentícios, produtos desinfetantes e pesticidas.

Os aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos são: eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, requisitos de área, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade. Cada sistema deve ser analisado individualmente, adotando-se a melhor alternativa técnica e econômica (von SPERLING, 1996, p.132).

O tratamento de águas residuárias pode ser definido como o tratamento de águas servidas por meio de vários processos técnicos, a fim de garantir um grau de qualidade compatível com as condições locais (FREIRE *et al.*, 2003, p.176).

São inúmeras as formas de tratar o esgoto doméstico e industrial, sendo a mais comum o sistema de lodo ativado. Esta metodologia apresenta-se onerosa, de difícil construção, elevado tempo de implantação e estabilização dos padrões de tratamento (FREIRE *et al.*, 2003, p.177). Outra forma de tratamento mais economicamente viável, menos sofisticada e mais comumente usada pela população para tratar esgoto doméstico é a fossa séptica/sumidouro.

A fossa séptica/sumidouro é uma alternativa para casos onde não há sistema público de coleta e tratamento de esgoto. São tanques enterrados, que recebem o esgoto doméstico, retêm a parte sólida e iniciam o processo biológico de purificação da parte líquida. Para que o processo biológico de purificação esteja completo e os riscos de contaminação eliminados, é preciso que esses líquidos sejam infiltrados no solo.

3 ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTOR (UASB)

O avanço da tecnologia anaeróbia para tratamento de esgotos deve ser creditado em grande parte ao desenvolvimento dos modernos reatores de alta taxa de aplicação orgânica, com os maiores méritos ao filtro anaeróbio ascendente e principalmente, à configuração do UASB. A evolução dos reatores levou à busca para maximizar a aplicação prática para aproveitar todas as potencialidades dos processos anaeróbios. Todas as modernas configurações têm em comum a preocupação em atender requisitos essenciais em um reator: formação e retenção de grande quantidade de biomassa e melhoria do contato biomassa / matéria orgânica (VELA, 2006, p.89).

Na elaboração de um projeto de um sistema de tratamento consideram-se objetivos diferentes, levando em conta disponibilidade de recursos econômicos e técnicos, assim como os critérios estabelecidos para descarga de efluentes, eficiência mínima e motivações de preservação do meio ambiente.

O tratamento anaeróbio de águas residuárias sanitárias tem sido estudado, principalmente como uma alternativa de tratamento de baixo consumo de energia e custo operacional, em substituição de processos de custos mais elevados, como o sistema de lodo ativado ou, ainda, para diminuir áreas destinadas ao tratamento por sistemas de lagoas (VELA, 2006, p.89).

Segundo Jordão e Pessoa (2005, p.56), existem três fatores fundamentais que devem ser considerados para a utilização de reatores anaeróbios de alta taxa de esgoto, são eles: 1) grande acumulação de biomassa no interior do reator, devido a sedimentação, agregação a sólidos, ou recirculação. Estes sistemas fazem com que o tempo de residência dos microorganismos seja muito maior que o tempo de detenção hidráulico, inclusive dos organismos de mais lento crescimento; 2) melhor contato entre a biomassa e despejo; 3) melhor atividade da biomassa.

Entende-se que atualmente, no Brasil, os sistemas anaeróbios encontram aplicabilidade devido às características favoráveis desses sistemas aliadas às condições ambientais no Brasil, onde há predominância de elevadas temperaturas (CHERNICHARO, 2001).

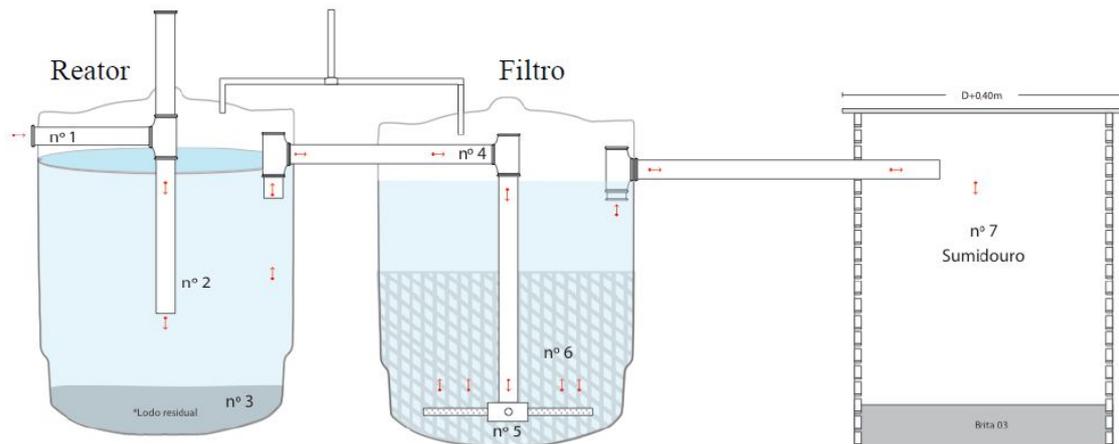
São inúmeras as formas e materiais para fabricação dos reatores UASB, entre eles: alvenaria, fibra de vidro, placas soldadas ou rotomoldagem. Este último é um processo industrial de transformação de termoplásticos, na qual se obtêm peças técnicas simples com alto nível de complexidade a baixo custo, leve e resistente.

Reatores UASB com meio filtrante de garrafas do tipo PET possuem aspecto parecido com a pedra tapiocanga (courças ferruginosas) de grande ocorrência em regiões de estação seca bem marcada. A tapiocanga comumente utilizada em fossas rudimentares é ideal para a criação da colônia de bactérias que realiza o tratamento do esgoto, pois, a superfície deste substrato rochoso é totalmente acidentada e áspera, sendo ideal para a proliferação de bactérias que decompõem a matéria orgânica do efluente.

Com o esvaziamento do conteúdo líquido das garrafas PET, começa o processo de beneficiamento. As garrafas PET vazias recebem um breve esguicho de água. Uma vez úmidas, são submetidas a uma lança de chamas, que irá rapidamente queimar as garrafas resultando em um aspecto estético bastante similar com o da pedra tapiocanga.

Após o beneficiamento das garrafas PET, elas estão prontas para serem usadas na montagem dos sistemas UASB. A Figura 1 mostra o fluxo hidráulico do efluente a ser tratado pelo sistema UASB com PET (Figura 1, item nº 6).

Figura 1 - Fluxo hidráulico do efluente (Ecológica).

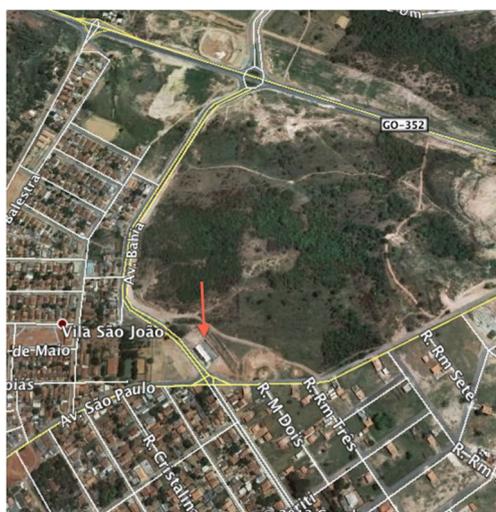


Fonte: Manual de Instalação Forte System RF-2000L.

4 METODOLOGIA

Para a avaliação da eficiência do sistema UASB com filtro de PET, foi analisado o sistema já instalado em uma indústria do ramo alimentício, na cidade de Senador Canedo, Goiás (Figura 2). O local de estudo e das coletas onde foi avaliado e monitorado o sistema UASB, podem ser visualizados na Figura 2:

Figura 2 - Mapa de localização e detalhe do sistema UABS (Indústria alimentícia, Senador Canedo, Goiás).



O sistema UASB já instalado na indústria alimentícia em Senador Canedo - GO, foi dimensionado para atender as necessidades específicas do efluente industrial composto por restos alimentícios, bem similar ao existente em residências unifamiliares.

A decisão pela implantação dos sistemas UASB com filtro de PET foi motivada pela disponibilidade limitada de área no local. Para atendimento foi necessário o dimensionamento específico, levando em consideração a vazão diária do efluente, tipologia do efluente, manutenções do sistema, testes laboratoriais e por fim, a definição do local mais apropriado para a instalação.

O reator e filtro anaeróbio utilizado foi dimensionado de acordo a NBR 13.969/1996 que rege sobre o dimensionamento de reatores e filtros anaeróbios. Norma esta que, orienta desde o dimensionamento dos sistemas UASB até sobre os tipos de meio-filtrante que podem ser usados. Salienta-se que a NBR 13.969/1996 recomenda brita 1, 2 e 3 ou outros materiais que podem ser usados como meio filtrante. A utilização de garrafas do tipo PET (politereftalato de etileno) torna-se uma alternativa viável e ecologicamente correta, porém, não normatizada ainda.

Inicialmente, o sistema UASB monitorado foi dimensionado com parâmetro de projeto de manutenção quadrimestral, porém, devido ao aumento de produção, este parâmetro de projeto deve passar a ser mensal, para o correto funcionamento e eficiência. Sua implantação se deu no ano de 2009 e a empresa conta com um funcionário responsável e treinado para efetuar a limpeza do lodo residual quando necessário e realizando a destinação final correta (manutenção).

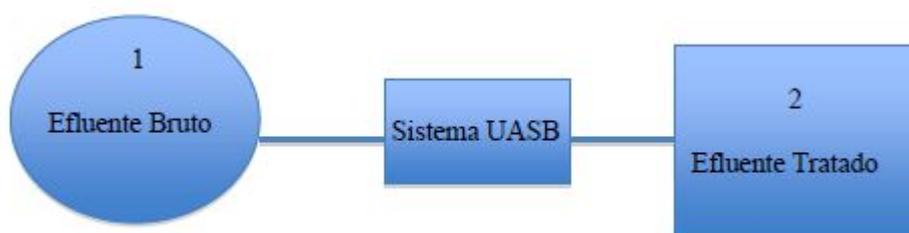
Ao todo, foram realizadas 7 coletas, ou seja, 1 a cada mês na indústria alimentícia, sendo realizada sempre na última semana de cada mês, entre dezembro de 2013 a setembro de 2016, com intervalo entre 2014 e 2016.

O monitoramento do sistema UASB com filtro de PET consiste na avaliação da estrutura física das caixas de passagens, distribuição e saída, do reator e filtro anaeróbio, bem como a avaliação da eficiência a partir das análises do efluente bruto e tratado. Esse procedimento também inclui a avaliação do desenvolvimento e comparação entre testes laboratoriais.

O sistema de amostragem foi brevemente esquematizado na Figura 3. Foram realizadas duas etapas de coleta: em uma primeira etapa (Ponto 1) foi necessário remover a tampa da unidade instalada, para retirada da amostra. Esse

processo foi feito de forma manual, com a utilização de EPI's e utilizando dispositivo coletor de efluentes, em seguida acondicionados em frascos específicos para o transporte para o laboratório para as análises de Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅ a 20°C), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Turbidez, Sólidos Totais e Coliformes Totais.

Figura 3 - Pontos de coleta para monitoramento do sistema UASB.



A segunda etapa (coleta do Ponto 2) foi realizada antes do sumidouro também de forma manual. Para realizar esse processo, foi necessário retirar a tampa da caixa de distribuição. Em seguida, a amostra coletada foi armazenada conforme descrito para o Ponto 1.

Após a coleta das amostras, estas foram encaminhadas para o laboratório de análises de águas e efluentes Aqualit Tecnologia em Saneamento, localizada em Goiânia, Goiás para a determinação dos parâmetros de qualidade de água conforme metodologias propostas por APHA (2002) para OD (SMW 4500 C), pH (SMW 4500 H-B), turbidez (SMW 2130 B), DBO₅ a 20°C (SMW 5210 B), DQO (SMW 5220 D), oxigênio dissolvido (SMW 4500-O C), sólidos totais (SMW 2540 B) e coliformes totais (SMW 9221 B).

Os dados foram confrontados com os da resolução CONAMA nº 430/2011 que estabelece critérios para o lançamento de efluentes para que não altere a classe dos cursos de água onde o efluente seja lançado. A Tabela 1 mostra os parâmetros associados aos corpos hídricos em relação às suas classes de classificação para águas doces.

Tabela 1 - Padrões de qualidade de corpos d'água.

Categoria	Parâmetro	Unidade	Águas doces			
			1	2	3	4
Físicos	Turbidez	NTU	40	100	100	-
	Sólidos dissolvidos totais	mg/l	500	500	500	-
Biológicos	Coliformes totais	org/100ml	1.000	5.000	20.000	-
	Coliformes termotolerantes	org/100ml	200	1.000	4.000	-
Químicos	DBO ₅	mg/l	3	5	10	-
	OD	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4	
	pH	-	5 a 9	5 a 9	5 a 9	5 a 9
	DQO	mg/l	10	50	100	-

Fonte: adaptada (CONAMA, 357/2005).

Posteriormente, foi realizada a avaliação dos custos para instalação do sistema USB utilizando metodologia comparatória com outro sistema individual de tratamento de esgoto comumente utilizados, especificamente, o sistema fossa séptica/sumidouro, excetuando-se os custos de operação e manutenção. Tomou-se como base os preços fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAP), além da relação de custos da Agência Goiana de Transportes e Obras (AGETOP) e da empresa fornecedora do sistema UASB com filtro PET.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao monitorar o sistema UASB com filtro de PET instalado verificou-se que as caixas de passagens e o próprio sistema não apresenta nenhum problema pós-instalação como trincas e vazamentos.

A necessidade de acompanhamento contínuo visando o bom funcionamento de qualquer sistema de tratamento de efluentes seja ele em pequena ou grande escala é de suma importância. Para que o processo de tratamento de efluentes seja eficaz e não ocorram falhas é necessário que pessoas treinadas, possam acompanhar a operação do sistema e realizar os devidos ajustes operacionais. A falta de manutenção no UASB, conforme

estabelecida em projeto (tempo), pode acarretar baixa eficiência no tratamento dos efluentes, sendo muito importante a retirada do lodo residual do reator (quantidade) na época adequada, o que dependerá da demanda de entrada.

Sendo assim, a Tabela 2 apresenta os resultados das análises laboratoriais do efluente para o reator UASB com filtro PET, no que tange os valores dos parâmetros químicos (DBO₅ a 20°C e DQO) e físico (turbidez) das amostras do efluente bruto e tratado (entrada e saída, respectivamente), as datas dos ensaios e a eficiência de tratamento do reator UASB com filtro PET.

Já a Tabela 3 demonstra o resultado das análises laboratoriais de outros parâmetros químicos (pH e OD), físico (sólidos totais) e biológico (coliformes totais) para o reator UASB com filtro PET.

Tabela 2 – Resultados das análises laboratoriais do efluente para o reator UASB – Senador Canedo (GO).

Data	Ponto	DBO ₅ (mg/L)	Eficiência DBO (%)	DQO (mg/L)	Eficiência DQO (%)	Turbidez (NTU)	Eficiência Turbidez (%)
03/09/2013	Entrada	1.833,3	41,09**	3.854,0	58,40**	-	-
	Saída	1.080,0		1.603,3		-	
13/12/2013	Entrada	2.700,0	74,81	4.403,0	73,76	8.550,0	97,51
	Saída	680,0		1.155,4		213,0	
27/01/2014	Entrada	5.400,0	86,30	13.612,0	88,75	4.445,0	93,14
	Saída	740,0		1.531,5		305,0	
27/02/2014	Entrada	1.400,0	48,57**	2.463,0	54,26**	369,0	58,27**
	Saída	720,0		1.126,5		154,0	
20/03/2014	Entrada	2.000,0	89,55	11.473,8	96,51	492,0	28,05**
	Saída	209,1		400,0		354,0	
16/04/2014	Entrada	1.233,3	78,92	2.270,4	83,41	618,0	94,77
	Saída	260,0		376,6		32,3	
13/05/2014	Entrada	10.333,3	90,65	13.133,7	88,58	6.962,5	84,49
	Saída	966,6		1.499,7		1.080,0	
12/06/2014	Entrada	5.100,0	83,53	6.345,0	70,26	670,0	0,00*
	Saída	840,0		1.887,0		845,0	
14/09/2016	Entrada	4.260,00	65,85	4.619,0	55,92**	1.790,0	81,79
	Saída	1.455,0		2.036,0		325,7	

*Eficiência não comprovada. **Eficiência menor que 60,00%

Diante dos dados da Tabela 2, certificou-se que houve boa eficiência em relação à remoção de DQO e turbidez por parte dos sistemas UASB, alcançando em média 74,43% e 67,25% respectivamente. A média de eficiência em relação à

remoção de DBO₅ a 20°C foi de 73,25%, atendendo as condições legais exigidas pela resolução CONAMA 430/2011 que estabelece remoção de 60,00%. Pontualmente, ocorreram alguns valores na eficiência de remoção dos parâmetros da Tabela 2 maiores que 60,00%, estando estes ligados ao período de implantação inicial do sistema e manutenção.

Analisando os dados da Tabela 3, os valores de pH sempre estiveram na faixa de 5 e 9 conforme preconiza a legislação brasileira. Já com relação ao OD, percebe-se uma pequena condição de melhoria, ressaltando os períodos iniciais e finais do monitoramento. Este fato pode estar associado aos períodos de manutenção do sistema UASB com filtro PET.

Tabela 3 – Valores dos parâmetros químicos, físico e biológico para o reator UASB – Senador Canedo (GO).

Data	Ponto	pH (NA)	Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	Coliformes Termotolerantes (N.M.P/100 mL)	Sólidos Totais (mg/L)
03/09/2013	Entrada	-	1,0	1,6 x 10 ⁵	1.826,0
	Saída	-	6,5	9,2 x 10 ⁴	876,0
13/12/2013	Entrada	4,5	< 0,1	2,1 x 10 ⁵	29.307,0
	Saída	5,5	< 0,1	2,3 x 10 ⁴	680,0
27/01/2014	Entrada	4,5	< 0,1	2,1 x 10 ⁵	7.526,0
	Saída	6,3	< 0,1	1,1 x 10 ⁵	698,0
27/02/2014	Entrada	5,67	< 0,05	2,1 x 10 ⁵	844,0
	Saída	6,63	3,8	7,5 x 10 ⁴	830,0
20/03/2014	Entrada	4,8	0,41	1,1 x 10 ⁷	970,0
	Saída	5,81	1,02	7,5 x 10 ⁴	911,0
16/04/2014	Entrada	6,15	0,98	2,3 x 10 ⁷	1.122,0
	Saída	7,87	4,31	2,8 x 10 ⁶	415,0
13/05/2014	Entrada	5,83	0,43	3,6 x 10 ⁶	27.139,0
	Saída	6,43	0,70	1,1 x 10 ⁶	1.672,0
12/06/2014	Entrada	5,36	0,16	1,1 x 10 ⁷	4.577,0
	Saída	5,94	7,67	2,9 x 10 ⁶	1.078,0
14/09/2016	Entrada	5,86	5,96	3,4 x 10 ⁶	1.246,0
	Saída	6,13	5,28	AUSENTES	436,0

O sistema UASB já instalado na Indústria alimentícia em Senador Canedo – GO têm como parte fundamental o tratamento dos resíduos orgânicos provenientes de sua linha de produção, em especial os resíduos de frituras.

A indústria nos últimos anos aumentou consideravelmente sua produção, desde que foi instalado o sistema UASB em 2009, dobrando duas vezes a capacidade de produção em sua fábrica. Mesmo assim, sem haver necessidade de aumentar o sistema UASB já instalado, a operação continuou e ainda o sistema garantia eficiência e bons resultados na clarificação de águas residuárias.

O bom funcionamento do sistema de tratamento de efluentes fica sob a responsabilidade de um funcionário da fábrica, que fiscaliza a unidade de tratamento e programa as manutenções preventivas. Esta etapa é de suma importância para que o processo de tratamento de efluentes seja eficaz.

Quanto à análise de custos de implantação (excetuando-se os custos de operação e manutenção) do sistema UASB, percebe-se na Tabela 4 a viabilidade de implantação deste sistema quando comparado com o sistema convencional fossa séptica/sumidouro.

Tabela 4 – Planilha orçamentária comparativa do sistema convencional fossa séptica/sumidouro e reator UASB com filtro PET.

Base de Dados	Mês e Ano de Referência	Código da Base de Dados	Descrição	Unidade	Preço Unitário R\$
Fornecedora Especializada (Goiânia -GO)	Setembro de 2016	RF-2000L	UASB em polietileno. Dimensões: 1,60m x 1,40m x 1,40m; Volume: 2.000L, tampa em polietileno.	Und.	2.200,00
		-	Sumidouro em manilha maciça concreto, diâmetro 1,40m e altura 4,0m. Tampa em concreto armado, diâmetro 1,10m e espessura 10cm.	Und.	1.200,00
				TOTAL	3.400,00
SINAPI Desonerado	Setembro de 2016	00039361	Fossa séptica, sem filtro, para 4 a 7 contribuintes, cilíndrica, com tampa, em polietileno de alta densidade (PEAD), 1.100L (NBR 7.229)	Und.	908,78
		74198/002	Sumidouro em alvenaria de tijolo cerâmico maciço - Diâmetro de 1,40m e altura 5,0m. Tampa em concreto armado - diâmetro de 1,60m e 10,0cm de espessura.	Und.	1.772,13
		93358	Escavação manual	1,5 m ³	68,89
				TOTAL	2.878,01
AGETOP Desonerado	Outubro de 2016	81865	Fossa séptica de 1.500L com impermeabilização.	Und.	2.143,93
		81874	Sumidouro com diâmetro de 1,60m e 4,5m de profundidade.	Und.	2.038,05
				TOTAL	3.960,92

Outro aspecto a ser destacado pela planilha orçamentária apresenta na Tabela 4 é que a pequena diferença de custo pode ser compensada pela melhor eficiência do sistema UASB na remoção (cerca de 70%) dos parâmetros químicos

(DBO₅ a 20°C e DQO) e físico (turbidez) quando comparado ao sistema convencional (cerca de 35%).

As diferenças entre o sistema comumente utilizado (fossa/sumidouro) e a fossa ecológica são significantes, pois, o sistema UASB com filtro de PET utilizado realiza o processo de tratamento de efluentes orgânicos em um tanque impermeável, fechado, com saída de gases, seguido de um filtro biológico anaeróbio e sustentável.

6 CONCLUSÕES

O monitoramento do sistema UASB instalado na indústria alimentícia em Senador Canedo – GO permitiu avaliar a eficiência no tratamento do efluente, sendo este tratamento biológico sem adição de insumos ou catalizadores. A eficiência dos sistemas UASB em comparação com grandes estações de tratamento de Esgoto (ETE's) é aceitável e demonstra ser uma alternativa viável para pequenos empreendimentos e possivelmente para pequenos municípios com poucos recursos de investimentos em saneamento básico.

A facilidade de instalação dos sistemas UASB como: baixo custo, rapidez, mão de obra simples e necessidade de pouca operacionalidade podem substituir a implantação de outros sistemas sanitários mais caros, complexos e que necessitam de maior manutenção a curto e longo prazo.

A partir dos resultados obtidos através do monitoramento das análises físico-químicas e biológica do efluente bruto e tratado pelo sistema UASB com filtro PET, conclui-se que em relação ao que se preconiza as resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011:

- não houve variações significativas para o Potencial Hidrogeniônico (pH) do efluente bruto e tratado (valores entre 5 e 9), conforme Jordão e Pessoa (2011) já afirmavam sobre os valores admitidos para efluente similar ao doméstico. Percebe-se, porém que, sempre o efluente tratado (saída) apresenta uma tendência de aumento do pH (caráter mais básico);

- todos os valores finais de turbidez do efluente tratado foram maiores que 100NTU, porém, a eficiência média de remoção deste parâmetro foi de 67,25%;

- todos os valores finais de Demanda Química de Oxigênio (DQO) do efluente tratado foram maiores que 100mg/l, porém, a eficiência média de remoção deste parâmetro foi de 74,43%;

- a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅ a 20°C) nunca foi menor que 200mg/l, mas alcançou uma eficiência média de remoção de 73,25%, considerando que a norma estabelece uma remoção de 60% para este parâmetro.

Portanto, para as condições experimentais do estudo e o período de monitoramento, pode-se concluir que, a concentração de OD, pH, sólidos totais, coliformes totais e a eficiência na remoção de DBO₅ a 20°C, DQO, turbidez do sistema UASB com filtro PET já instalado apresentou boa alternativa para tratamento de efluentes orgânicos em geral, além de, ser economicamente viável quando comparado ao sistema convencional do tipo fossa séptica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a indústria alimentícia QG Jeitinho Caseiro por possibilitar o acesso, coletas e monitoramento do sistema UASB com filtro PET fornecido pela empresa ECOFORT Inteligência Ambiental apresentado nesta investigação.

THE USE OF ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTOR (UASB) AS AN ALTERNATIVE TO TREATMENT OF WASTEWATERS FROM FOOD INDUSTRY IN AREAS WITHOUT SEWERAGE NETWORK

ABSTRACT

The use of effective low cost technologies on meeting demands has been one of the main subjects in the scientific community. However, to evaluate how efficient such alternatives are is a crucial step to their acceptance in the field of basic sanitation. Therefore, this work investigated the efficiency of the Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB) using the biological filter polyethylene terephthalate (PET) modified by rotational molding already installed in food industry in the municipality of Senador Canedo, Brazilian state of Goiás. The methodologies proposed by APHA (2002) were used in order to determine the following parameters: chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), hydrogenionic potential (pH), turbidity, total solids and total coliform. The average BOD removal rate was of 73.25% at 20°C, and the turbidity removal 67.25%, which are satisfactory values that meet requirements established by the Brazilian environmental law CONAMA 430/2011.

Keywords: Sanitary sewerage, wastewater treatment; Anaerobic Sludge Blanket Reactor

REFERÊNCIAS

A GAZETA DE CUIABÁ. Alternativa para tratamento de esgotos sanitários. 2007. Disponível em: <<http://www.ufes.br/cepas/4%20-%20Texto%201%20-%20Saneamento%20e%20Parasitose.pdf>> Acessado em 22 de Setembro de 2015.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. American Water Works Association, Water Environmental Federation, 22th. Washington, DC, USA, 2002.

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTE E OBRAS PÚBLICAS (AGETOP). Tabelas de composições de preços para obras civis, Desonerada. Disponível em: http://www.agetop.go.gov.br/arquivos/Relat%C3%B3rio_de_Composi%C3%A7%C3%A3o_do_Servi.pdf . Acessado em: 14 de outubro de 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) - Preços de Insumo e Custos de Composições após Julho/2014, Desonerada, seção Goiás. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_646 Acessado em: 14 de outubro de 2016

CHERNICHARO, C. A. L. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Projeto PROPSAB. Belo Horizonte, MG, 2001.

FREIRE, W.; MARTINS, D. L. (Coord). Dicionário de Direito Ambiental e Vocabulário Técnico de Meio Ambiente. Ed. Mineira – Belo Horizonte, MG, 2003.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). Manual de Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-para-promocao-da-saude/> Acessado em 23 de Novembro de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo do IBGE. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/default_resultados_dou.shtm Acessado em 24 de Novembro de 2015.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. Ed. SEGRAC. 4^o EDIÇÃO, Rio de Janeiro, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). Estatísticas do Meio Rural. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. 4^o edição, Brasília, 2011.

ONU-HABITAT. Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-no-brasil/onu-habitat/>> Acessado em 01 de Dezembro de 2015.

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS (PNDA). 2010 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>>. Acessado em 24 de Novembro de 2015.

PONTES, P. P. Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador. Tese de Doutorado (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 198p. 2003.

SAMUEL, P. R. S. Município e Esgotamento Sanitário. In: Seminário nacional de educação ambiental, 4., Fórum regional de saneamento ambiental, 1. 2004.

TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. METCALF & EDDY. Wastewater engineerin. Treatment and reuse, v. 4, 2003.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. Anaerobic sewage treatment: a practical guide for regions with a hot climate. John Wiley & Sons, 1994.

VELA, F. J. Tratamento de esgoto sanitário em reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais e periodicamente areado. São Carlos, 2006.

VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento lodo de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.