



Vol. 3, No. 1, 108-119, 2010

ISSN 0718-378X

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

AVALIAÇÃO DAS ROTINAS OPERACIONAIS E DE MANUTENÇÃO EM REATORES UASB: O CASO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS NO DISTRITO FEDERAL DO BRASIL

Ricardo Augusto Ramos ^{1*}
Klaus Dieter Neder ¹
Tarcísio dos Reis Queiroz ¹
Rogério Botelho de Paula ¹
Marco Antônio Almeida de Souza ²

HANDLING CHARACTERIZATION OF UASB SLUDGE: SEWAGE WASTEWATER TREATMENT PLANTS OF THE FEDERAL DISTRICT (BRAZIL)

ABSTRACT

Operation and maintenance data of UASB reactors in the sewage treatment plants of the Federal District of Brazil are presented and analyzed. Efficiency aspects of preliminary treatment and sludge handling into the UASB reactors are presented. After evaluation of these units, it was verified that they operate with satisfactory removal efficiencies for COD, BOD and TSS. Although the UASB reactors present performance superior to the ones previewed in project, the reactors still need an appropriate sludge handling, requesting better strategies concerning the frequency of sludge discard and scum removal. Possible causes for the observed problems are analyzed and measures for their solution are discussed.

Key Words: sewage, scum, sludge, UASB, UASB reactors.

¹Caesb, DF.

²PTARH, UnB.

* Contact Av. Sibiruna Lts. 13/21 Centro de Gestão Águas Emendadas - Águas Claras - Brasília - DF - CEP: 71928-720 - Brasil - Tel: +55(61)3213-7148 - Fax: +55(61)3213-7360 e-mail: ricardoaugustoramos@hotmail.com

Resumo

São apresentados e analisados os dados operacionais e de manutenção dos reatores UASB das estações de tratamento de esgotos sanitários no DF. São avaliados aspectos relativos à eficiência do tratamento preliminar, bem como o manejo de lodos nos reatores UASB. Após a avaliação das unidades, verificou-se que as mesmas apresentam desempenho satisfatório para a remoção de DQO, DBO e SST. Apesar de muitas vezes apresentarem efluentes com qualidade superior à prevista em projeto, os reatores UASB ainda precisam de um manejo adequado dos lodos, requerendo melhores estratégias relativas à frequência do descarte dos lodos e de remoção de espuma. São analisadas as possíveis causas dos problemas operacionais identificados, bem como são discutidas medidas para sua solução.

Palavras-chave: Espuma, esgoto sanitário, lodo, reatores anaeróbios, UASB.

Introdução

O Distrito Federal possui índices de atendimento por sistemas de saneamento superiores aos valores médios observados no Brasil (SNIS, 2007). A partir de 2005 conseguiu-se atingir a meta de universalização no tratamento dos esgotos coletados nas diversas localidades do DF (Caesb, 2006). Tal resultado tem origem nos investimentos em projeto e implantação de sistemas de esgotos nas últimas duas décadas. O desenvolvimento de tecnologias e o aprimoramento de aspectos de gestão também propiciaram tal feito.

O tratamento de esgotos por processo anaeróbio por meio da utilização de reatores UASB muito contribuiu para este cenário. O emprego de reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) apresenta vantagens em relação aos processos convencionais: sistema compacto, baixos custos de implantação e operação, baixa demanda de área, baixa produção de lodo e lodo com elevada concentração e boa desidratabilidade (Chernicharo, 2007). Grande parte dos empreendimentos implantados a partir dos anos 1990 teve em sua concepção o emprego em uma etapa de tratamento composta de reatores anaeróbios de fluxo ascendente, sendo que tal tecnologia vem sendo aprimorada desde as primeiras unidades projetadas e construídas. A implantação de estruturas para captação e queima de gás e de sistemas para remoção de espuma constituem os últimos aprimoramentos desenvolvidos para estas unidades.

Embora algumas unidades já estejam em operação há mais de 10 anos no Distrito Federal, ainda são necessárias avaliações de desempenho global dos reatores anaeróbios de fluxo ascendente quando operados em escala real. Há questões ainda não completamente equacionadas no tocante à frequência e volume dos lodos descartados, além da formação da espuma. Torna-se necessário verificar quais são as principais dificuldades encontradas na operação dos reatores

UASB no Distrito Federal, quais as estratégias de controle operacionais empregadas e de que forma estas influenciam o desempenho global e a efetividade do tratamento dos esgotos e manejo dos lodos.

Objetivo do Trabalho

São apresentados e analisados dados operacionais e de manutenção de reatores UASB, constituindo unidades das estações de tratamento de esgotos sanitários no DF. Dá-se destaque aos aspectos relativos à eficiência do tratamento preliminar, manejo de lodos nos reatores, ocorrências operacionais, bem como frequência das ações de manutenção.

Outra avaliação realizada é de que forma as o projeto e especificações de materiais e equipamentos para o tratamento preliminar e reatores UASB das estações de tratamento têm se mostrado adequadas para a realidade do Distrito Federal. Em face do tempo decorrido desde a implantação dos primeiros reatores UASB pela Caesb no DF, quais seriam as perspectivas futuras para as unidades no tocante às melhorias de projeto e operacionais propostas.

Metodologia Utilizada

Dentre as 17 estações de tratamento do DF, 12 possuem tratamento primário constituídos por reatores anaeróbios de fluxo ascendente. De forma simplificada, essas estações apresentam unidade de tratamento preliminar, para remoção de sólidos grosseiros e areia, reatores anaeróbios de fluxo ascendente e unidades de tratamento secundário constituídas de diversas modalidades, conforme características constantes da Tabela 1.

Tabela 1: Quadro resumo das ETEs com UASB no DF, adaptado de Caesb, 2006.

Unidade	Início da operação	Processo de Tratamento	Q.Méd (l/s)	Q.Proj . (l/s)	Pop. Atual	Pop. Projeto
ETE Torto	1994	RAFA + INFIL+ CLORAÇÃO	1,9	6	796	2500
ETE Samambaia	1996	RAFA/LF+LAT+LP+P. FINAL	225,6	284	142986	180000
ETE Paranoá	1997	RAFA + LAT + ES	32,1	112	17196	60000
ETE V. Aeronáutica	1997	RAFA/LF + LM	16,3	34	6716	14000
ETE Alagado	1998	RAFA + LAT + ES	54,4	154	29974	84852
ETE Planaltina	1998	RAFA/LF + LM	73,4	255	39722	138000

ETE Recanto Emas	1998	RAFA + LAMC + LAF	98,6	246	50302	125500
ETE São Sebastião	1998	RAFA + ES + LM	98,2	226	33769	77717
ETE V. Amanhecer	1998	RAFA + LAF	16	35	6857	15000
ETE Santa Maria	2000	RAFA + LAT + ES	27,4	154	15108	84852
ETE Gama	2003	RAFA+RB+CLARIFICADOR	199,2	328	11091	182630
					4	
ETE Melchior	2005	RAFA + UNITANK	765,2	2495	19086	896799
					5	

Legenda: LF - Lagoa Facultativa, LP - Lagoa de Polimento, RBN - Remoção Biológica de Nutrientes, LM - Lagoa de Maturação, RAFA- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente, LAMC - Lagoa Aerada de Mistura Completa, LAT - Lagoa de Alta Taxa, LAF - Lagoa Aerada Facultativa, INFIL – Infiltração, RB - Reator Biológico, ES - Escoamento Superficial, UNITANK - Reator Aeróbio, P. FINAL – Polimento Final.

Na maior parte das estações, os reatores anaeróbios são constituídos por tanques de formato tronco-piramidal, escavados e moldados no próprio terreno a 45°, revestidos em concreto reforçado com tela de polietileno, apresentando baixos custos de implantação. Os tanques apresentam zonas de decantação e de coleta de gases definidos por painéis em telhas de alumínio. A vazão afluyente é repartida junto ao fundo do reator por meio de tubos de PVC perfurados progressivamente. A coleta de efluente dos tanques se dá através de tubos de PVC dispostos em posição afogada no tanque, perfurados progressivamente para melhor regularização da vazão coletada ao longo do tanque, levando à caixa de coleta. Quando há descarte de lodo nos reatores anaeróbios, o mesmo é realizado através de tubulações instaladas em pontos localizados a 50 cm do fundo do reator e, eventualmente no interior da câmara de coleta de gás e na superfície dos decantadores, através de sistemas de retirada de espuma.

Atividades e Etapas

Em uma primeira fase do trabalho, foi realizado levantamento, segundo roteiro previamente elaborado, para caracterizar o desempenho do tratamento preliminar de cada unidade, o manejo de lodos nos reatores, estratégias de descarte, problemas operacionais dos reatores e periodicidade e modalidades de ações de manutenção realizadas. Em uma segunda etapa, foram catalogados os resultados das avaliações realizadas, apresentados tabelas e gráficos contendo os resultados obtidos, além de serem realizadas análises das demais observações realizadas.

Resultados Obtidos

A eficiência do tratamento preliminar

A partir do levantamento realizado nas 12 ETEs que possuem reatores UASB como unidades de tratamento primário, verificou-se que em 50% das estações avaliadas, as unidades de tratamento preliminar não funcionam adequadamente (gradeamento fino e caixa de areia), conforme Figura 1. Tal fato pode prejudicar o desempenho dos reatores UASB com acúmulo de material inerte, reduzindo o volume útil, prejudicando a qualidade do efluente.

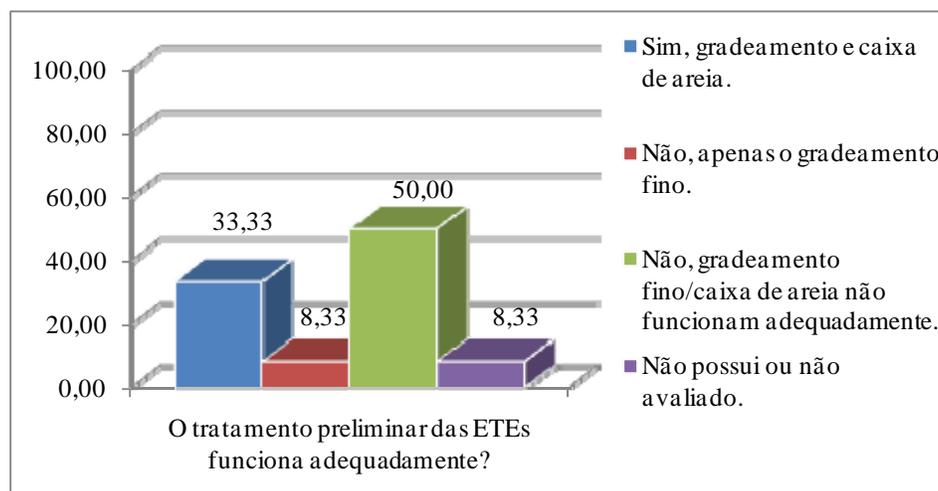


Figura 1: Percentuais indicativos da adequação do funcionamento do tratamento preliminar das estações de tratamento de esgotos no DF.

A frequência de descarte de lodo de fundo

Observa-se que as equipes de operação das diversas unidades de tratamento de esgotos no Distrito Federal não realizam controle algum do crescimento do manto de lodo dos reatores UASB. As unidades construídas até então não dispõem de sistemas de amostragem do crescimento do manto de lodo. As estratégias de descarte de lodo obedecem apenas a observações empíricas e a conveniência da operação no tocante à disponibilidade das unidades de armazenamento e processamento do lodo, conforme Figura 2.

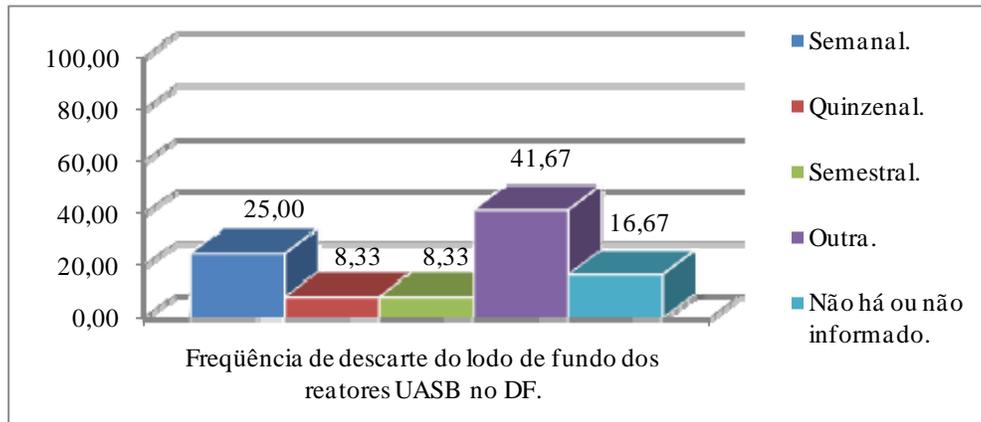


Figura 2: Percentuais relativos à freqüência de descarte de lodo de fundo dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos.

Conforme relatado pelas equipes de operação, a periodicidade do descarte de lodo dos reatores influenciaria a formação de espuma superficial nos tanques. Há indicações de que a freqüência entre os descartes de lodo de fundo é que determina uma maior intensidade de formação de espuma. Esta tenderia a se acumular durante o período compreendido entre dois descartes sucessivos de lodo e, quanto maior esse período, se tornaria mais espessa. São relatados graves problemas operacionais relacionados à formação da espuma, desde dificuldades na sua retirada até a destruição da estrutura dos separadores de fase.

É importante salientar que as ETEs Planaltina e Samambaia, cuja configuração é de sistema australiano (associação, em série, de uma lagoa anaeróbia e uma lagoa facultativa), seguido de uma lagoa de maturação, não prevêm sistemas mecânicos para a remoção de lodo de fundo ou de espuma. Quando o reator não consegue mais armazenar o lodo, o mesmo é carregado para a célula facultativa geminada aos reatores.

A freqüência de descarte de espuma

A formação de espuma superficial nos reatores UASB é um problema operacional bastante freqüente. Alguns reatores apresentam sistemas de diluição e remoção de espuma, outros não.

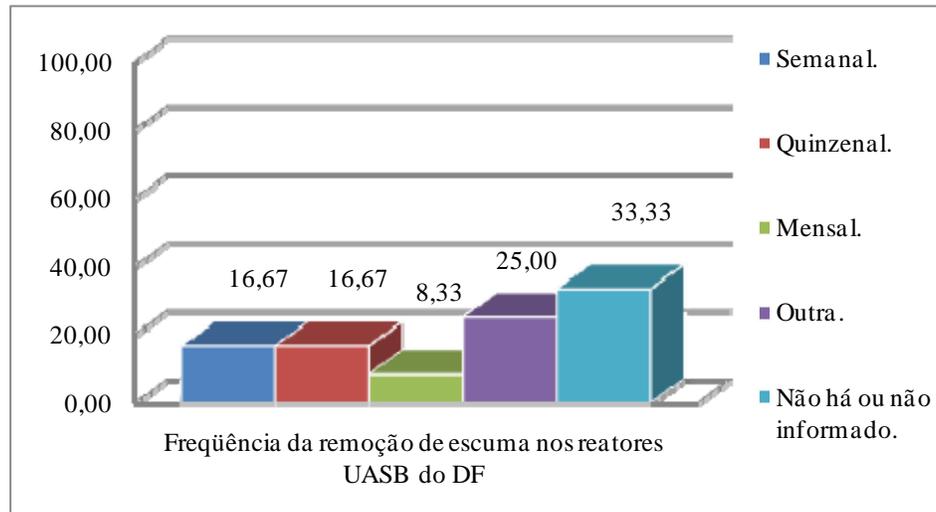


Figura 3: Percentuais relativos à frequência de descarte de espuma dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos no DF.

A frequência da remoção da camada de espuma é determinada de forma empírica pelas equipes de operação, considerando apenas a possibilidade de danos aos separadores de fases, conforme ilustrado na Figura 3. O procedimento de retirada da espuma é realizado com bastante dificuldade, pois os elementos mecânicos previstos pouco contribuem para a automatização do processo.

Outros aspectos de desempenho nos reatores UASB do Distrito Federal

Diversas observações podem ser realizadas acerca das características construtivas e de operação dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos no DF. Alguns aspectos referem-se às especificações de materiais aplicados e algumas características de projeto.

Dentre as especificações de materiais que necessitam melhorias, pode-se citar as características do concreto empregado nas caixas de coleta do efluente dos reatores. Verifica-se que há ataque da estrutura de concreto provocado, principalmente, pela ação do gás sulfídrico. Dentre as alternativas que vêm sendo avaliadas para minimizar o problema, está o emprego de revestimento em fibra de vidro na superfície das caixas, principalmente onde a superfície está sujeita à ação dos gases.

Outra consideração diz respeito aos materiais empregados nos separadores de fases dos reatores. Nos primeiros reatores construídos, os separadores de fases eram confeccionados em estrutura de madeira e telhas de fibrocimento. Tal solução, apesar de apresentar custo de

implantação inferior, não apresentava desempenho adequado, necessitando de ações de manutenção constantes. Com a implantação das estruturas para coleta de gases em diversas unidades, houve alteração dos coletores para estrutura mista de concreto armado e madeira e telhas de alumínio. Apesar da pretensa evolução, não se obteve o êxito desejado, já que em alguns reatores houve rompimento das fixações das telhas na estrutura e, em outros, ocorreu o ataque à superfície das telhas.

No tocante às considerações de projeto, observam-se problemas como: sobrecargas hidráulicas, extravasamento de caixas de entrada do afluente e entupimento de tubulações, conforme Figura 4.

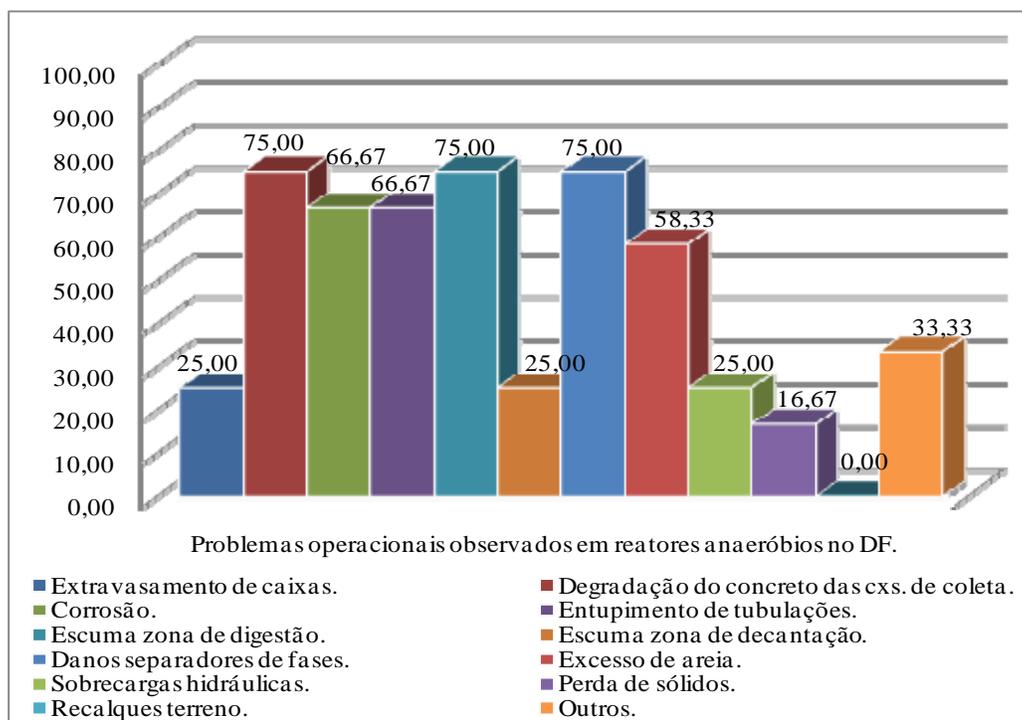


Figura 4: Percentuais relativos à frequência de problemas operacionais observados dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos no DF.

As características sócio-econômicas da população e condições de urbanização e ocupação das cidades podem variar, necessitando haver critérios diferenciados para se estabelecer consumos *per capita* de água e, conseqüentemente, as contribuições de esgoto.

É necessário avaliar se as tubulações de distribuição dos reatores encontram-se subdimensionadas ou ainda se a altura dos vertedores das caixas de entrada não está

adequada. Uma reavaliação dos projetos hidráulicos das ETEs deverá ser realizada, a fim de verificar inconsistências nas estruturas implantadas.

Ações de manutenção em reatores UASB

Observando a Figura 5, verifica-se que as ações de reforma e manutenção dos reatores são bastante frequentes, podendo indicar deficiência nas especificações de materiais empregados nessas unidades.

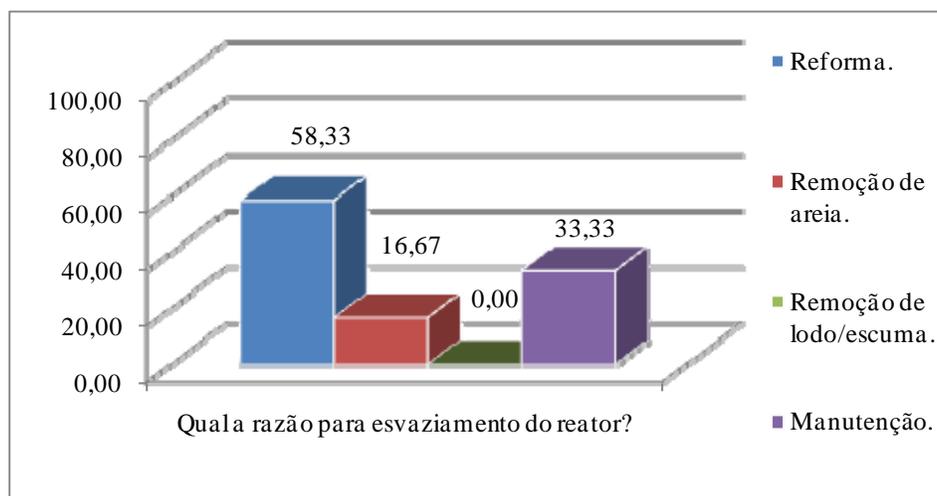


Figura 5: Percentuais relativos às razões para realização de limpeza dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos no DF.

Quando há a necessidade de esvaziamento dos reatores para a realização de ações de manutenção, são encontradas inúmeras dificuldades. O acúmulo de material inerte, material não gradeado e de areia, no interior dos reatores, dificulta as ações de limpeza, realizadas com o emprego de caminhões limpa-fossa e bombas, conforme Figura 6.

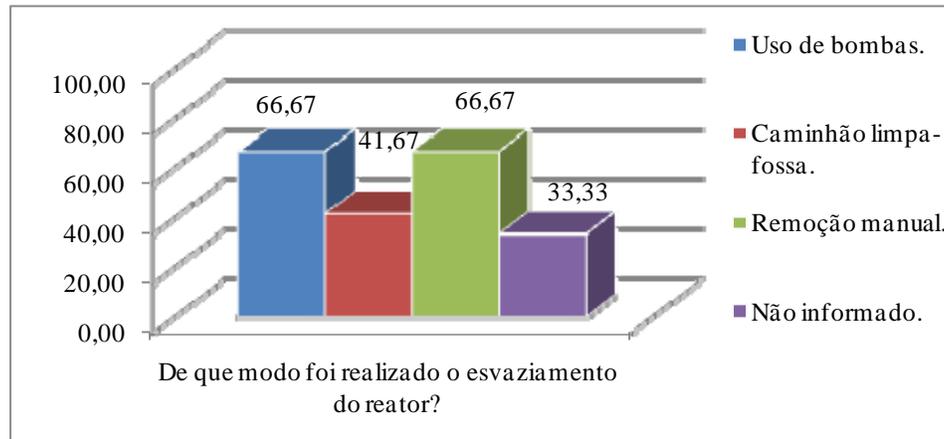


Figura 6: Percentuais relativos às técnicas utilizadas para a limpeza dos reatores UASB nas estações de tratamento de esgotos no DF.

O trabalho é demorado e exige a diluição do material para que os equipamentos possam fazer a retirada. Após algum tempo, os meios mecânicos por si sós não conseguem promover a remoção, sendo necessário o emprego de mão-de-obra da operação para a retirada do material, com o emprego de latões e carrinhos de mão. Os trabalhadores são submetidos a condições extremamente insalubres por um período longo de tempo, até a completa limpeza do reator.

Há relatos de dificuldades no esvaziamento dos tanques, nas ações de manutenção. Não há nos reatores dispositivos de inspeção adequados ao esgotamento e retirada de material. A presença de areia e de material grosseiro não removidos no tratamento preliminar dificulta as ações de limpeza por meio de bombas e caminhões limpa-fossa.

Novas perspectivas para os reatores UASB no Distrito Federal

Durante as ações programadas para reforma de reatores UASB em algumas ETEs no DF, serão implantadas algumas alterações de projeto. Na ETE Paranoá, será substituída a grade mecanizada do tratamento preliminar e recuperado o classificador de areia da unidade. Quanto aos reatores UASB, as modificações serão mais extensas: revestimento das caixas de coleta do efluente tratado, como mostrado na Figura 7, implantação de estruturas de coletores de gás e sistema de remoção de espuma, melhorias na distribuição e coleta do efluente, além de alterações nos separadores de fases, que serão constituídos de telhas em fibra de vidro.



Figuras 7 e 8 – Implantação de alterações de projeto nos reatores UASB das ETEs Paranoá (revestimento das caixas de coleta do efluente tratado com fibra de vidro) e São Sebastião (substituição do material dos separadores de fases por laminado vinílico).

Na ETE São Sebastião, também será substituída a grade mecanizada e o classificador de areia do tratamento preliminar. No tocante aos reatores UASB, serão implantados: revestimento em fibra de vidro das caixas de coleta do efluente, estruturas de coletores de gás, sistema de remoção de espuma, melhorias na distribuição e coleta do efluente, além de novos nos separadores de fases em laminado vinílico, conforme mostrado na Figura 8.

Conclusões e Recomendações

É necessária uma reavaliação do projeto dos reatores UASB no tocante às estruturas de distribuição do afluente, descarte de lodo de fundo e diluição e remoção de espuma. As estruturas para remoção de espuma não têm alcançado resultados satisfatórios, podendo ter origem na deficiência apresentada na remoção de sólidos grosseiros, areia, óleos e graxas no tratamento preliminar das estações. Sugere-se investir em um projeto de tratamento preliminar mais eficiente, inclusive quanto aos equipamentos e estruturas hidráulicas.

Recomenda-se prever nos projetos dos reatores UASB elementos para a amostragem do lodo do reator. O acompanhamento das características de desenvolvimento do manto de lodo é tarefa imprescindível para a determinação da frequência e intensidade dos descartes de lodo e possíveis implicações na formação da espuma. Com a implantação das alterações sugeridas nas

especificações e projetos durante a construção ou reforma dos reatores UASB, espera-se poder atingir índices de desempenho global satisfatórios nas unidades.

Referências Bibliográficas

- Caesb (2006). SIESG – Sinopse do Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal. Diretoria de Produção e Comercialização, 196p.
- Chernicharo, C. A. L. (2007). Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, 380p.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2007). Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2006. Parte I Texto Visão geral da prestação de serviços. Ministério das Cidades/SNSA/PMSS, Brasília, Brasil, 232p.