

Patrocínio



degussa.



UNISYS



Operadoras Oficiais



Para instalar o Acrobat Reader, clique 2 vezes sobre o arquivo rpenu500.exe. Caso possua uma outra versão do Reader instalada, você deverá removê-la antes de instalar a versão disponível nesse cd. Uma vez instalado, basta clicar 2 vezes sobre o arquivo X:21ABES.pdf (onde X: é a letra do drive de CD-Rom no computador).

www.mvirtual.com.br

MUNDO VIRTUAL

(21) 2613-0861 - Niterói - RJ



21 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

FITABES 2001 4ª FEIRA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO AMBIENTAL



TEMA: SANEAMENTO AMBIENTAL: DESAFIO PARA O SÉCULO 21

16 A 21 DE SETEMBRO DE 2001
JOÃO PESSOA, PB

Trabalhos Técnicos

SHS

10/10/01

Trabalhos Técnicos

- TEMA I ABASTECIMENTO, TRATAMENTO DE ÁGUA
- TEMA II ESGOTAMENTO SANITÁRIO E INDUSTRIAL/REÚSO DE EFLUENTES
- TEMA III RESÍDUOS SÓLIDOS
- TEMA IV RECURSOS HÍDRICOS: PLANEJAMENTO/GESTÃO, QUALIDADE E CONTROLE AMBIENTAL
- TEMA V ORGANIZAÇÃO/REGULAÇÃO E INSTITUCIONALIZAÇÃO DO SETOR
- TEMA VI MEIO AMBIENTE: EDUCAÇÃO, GESTÃO, QUALIDADE E CONTROLE AMBIENTAL
- TEMA VII SAÚDE PÚBLICA/CONTROLE DE VETORES
- TEMA VIII RECURSOS HUMANOS/ENSINO E TREINAMENTO
- TEMA IX IRRIGAÇÃO/DRENAGEM URBANA/CONTROLE DA EROSIÃO
- TEMA X MATERIAIS/EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTAÇÃO
- TEMA XI OUTROS

Mensagem

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES, com marco de atuação desde 1941, quando era designada Seção Brasileira da Associação Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS - entidade que congrega 32 países das Américas -, foi fundada formalmente em 1966. Como ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES, é uma organização da sociedade civil, que reúne profissionais e empresas do setor e, ao longo dos seus 35 anos de existência, vem cumprindo um importante papel junto ao meio técnico e político, desenvolvendo atividades relacionadas com o saneamento e meio ambiente, sob todas as formas e temas que se apresentam como de interesse coletivo. Como Capítulo Brasileiro da Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS, a ação da ABES se estende às Américas, dando-lhe assim, um grande peso e repercussão internacional.

Cabe à ABES incentivar a consciência social sobre questões de preservação e conservação do meio ambiente e as ações dirigidas à melhoria da qualidade dos serviços de saneamento ambiental, tendo como consequência estabelecer mecanismos de caráter técnico, social e político com reflexos na saúde e no bem-estar da população.

Com sua sede nacional localizada no Rio de Janeiro, a ABES possui um quadro social com cerca de 12.000 associados vinculados às suas representações em todas as regiões do país e é justamente através das Seções Estaduais, que a entidade desenvolve um amplo trabalho de valorização do setor, por meio de programas de divulgação técnica e científica, destacando-se os congressos brasileiros de engenharia sanitária e ambiental, realizados a cada dois anos.

Os já tradicionais congressos brasileiros, tiveram início, na cidade do Rio de Janeiro, em 1961, e, em sua 21ª edição, está sendo realizado no Estado da Paraíba, na cidade de João Pessoa. Resutados invariavelmente a cada dois anos, constituem verdadeiros marcos do saneamento ambiental, propiciando à ABES reunir grande parte do seu quadro social, numa conjugação de esforços para reunir em seu arquivo de atividades, aquilo que há de melhor em nível de intercâmbio técnico e científico e de debates sobre a institucionalização de políticas para o setor. Além dos debates políticos, os Congressos facilitam o acesso aos projetos, propostas e programas desenvolvidos, ou em fase de desenvolvimento, em todas as regiões e segmentos afins.

Neste CD ROM, que constitui a memória do 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, encontram-se armazenados a íntegra dos 436 trabalhos técnicos orais brasileiros e estrangeiros, bem como dos 157 trabalhos técnicos apresentados sob a forma de posters, classificados segundo os temas estabelecidos e de acordo com os números e códigos recebidos mediante o processo seletivo.

ABES



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
Capítulo Nacional da AIDIS



Direção Nacional
Av. Belra Mar, 216 - 13º andar
CEP 20021-060 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (021) 2210-3221 - Fax: (021) 2262-6838
email: eventos@abes-dn.org.br

Seção Estadual da Paraíba
Av. N.S. de Fátima, 1347 - S. 302 - Torre
Cep: 58.040-380 - João Pessoa - PB
Tel/Fax: (83) 221-9959
e-mail: abes-pb@uol.com.br

www.abes-dn.org.br

**II- 048- EMPREGO DA FILTRAÇÃO ASCENDENTE EM PEDREGULHO PARA PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE REATOR ANAERÓBIO DE LEITO EXPANDIDO TRATANDO ESGOTOS SANITÁRIOS**

F491e

Guilherme Antonio Finazzi

Químico, Mestre em Hidráulica e Saneamento e Estudante de Doutorado na Universidade Federal de São Carlos

Luiz Di Bernardo²

Professor Titular do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo

FOTO

NÃO

DISPONÍVEL

Endereço²: Av. Trabalhador São-Carlense, n. 400, São Carlos – SP CEP : 13566-590 - Tel: (016) 273 9528 - e-mail: bernardo@sc.usp.br**RESUMO**

No presente trabalho foi estudado o uso de filtros de pedregulho com escoamento ascendente - FA para o pós-tratamento do efluente de um Reator de Leito Expandido-RLE, utilizando-se uma instalação piloto contendo três filtros de pedregulho com as seguintes granulometrias: FA1 (primeira subcamada : 15,9 a 25,4 mm; segunda subcamada : 9,6 a 15,9 mm; terceira subcamada : 6,4 a 9,6 mm); FA2 (primeira subcamada : 15,9 a 25,4 mm; segunda subcamada : 9,6 a 15,9 mm; terceira subcamada : 3,2 a 6,4 mm); FA3 (primeira subcamada : 9,6 a 19,0 mm; segunda subcamada : 6,4 a 9,6 mm; terceira subcamada : 2,4 a 4,8 mm). Foram estudadas taxas de aplicação de 72, 120 e 170 m³/m²d, e as carreiras de filtração realizadas com e sem a execução de descargas de fundo intermediárias. Concluiu-se, principalmente, que: a) em geral, observou-se eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis superior a 70%; b) a eficiência de remoção de DQO observada aumentou devido à ação biológica e à ação de filtração, indicando que os filtros comportam cargas orgânicas volumétricas da ordem de 1,0 kg DQO/m³d; c) parte da remoção de DQO total pelos filtros foi devida à remoção de sólidos; d) o comportamento dos filtros foi semelhante em termos de tratamento, porém o FA3 apresentou maiores eficiências de remoção de sólidos, fósforo total e DQO total; e) dentre os três filtros, o FA1 apresentou efluente com qualidade mais estável, pois foi menos perturbado devido a realização de descargas de fundo; f) a eficiência do pós-tratamento realizado pelos filtros diminuiu nos primeiros minutos após a efetuação de uma descarga de fundo.

PALAVRAS-CHAVE: esgoto sanitário, pós-tratamento, filtro ascendente de pedregulho.**INTRODUÇÃO**

A poluição de águas superficiais com esgotos sanitários, entre outros fatores, prejudica o tratamento de água para abastecimento, indispensável para o uso doméstico e industrial. As águas residuárias possuem grande quantidade de matéria orgânica, que se decompõe na água causando não só a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, impedindo a vida aeróbia na água, como estimula o crescimento de organismos patogênicos e/ou organismos que produzem compostos tóxicos ao homem, tornando mais caro e inseguro o processo de produção de água potável.

O tratamento secundário de esgotos sanitários tem como consequência a produção de biomassa, que eleva o teor de sólidos suspensos, DBO e DQO do despejo. Assim sendo, deve-se prever uma remoção contínua desses sólidos após a etapa da degradação biológica dos compostos carbonáceos. A associação de processos biológicos com processos físico-químicos permite a remoção conjunta da matéria orgânica solúvel e da matéria orgânica particulada, produzindo um efluente de melhor qualidade que uma alternativa isolada. No presente trabalho, foi estudado o uso de filtros de pedregulho com escoamento ascendente para o pós-tratamento do efluente de um Reator de Leito Expandido.

O presente trabalho faz parte do PROSAB2

22 48
1 -SYSNO 1220548
PROD 002962

ACERVO EESC



MATERIAIS E MÉTODOS

As instalações experimentais envolvem um Reator Anaeróbio de Leito Expandido e três filtros de pedregulho. Durante o período experimental, o esgoto sanitário proveniente da rede coletora pública sofria primeiramente um tratamento anaeróbio no reator, e então seguia para uma caixa de armazenamento, de onde era recalcado para uma caixa de distribuição que alimentava os filtros de pedregulho. Nessas unidades, sofria um pós-tratamento, o qual foi estudado neste trabalho. Cada filtro possuía uma válvula para descarga de fundo, a fim de que os sólidos acumulados nas unidades possam ser descartados, evitando o entupimento do meio filtrante. Os efluentes dessas unidades eram descartados de volta para a rede coletora pública de esgoto.

DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Nesta pesquisa foi utilizado o efluente do Reator Anaeróbio de Leito Expandido (RALEx) localizado na área nordeste do *campus* da USP - São Carlos. O esgoto sanitário produzido na bacia do córrego Tijucu Preto da cidade de São Carlos tem derivação até o *campus* da USP. Parte do esgoto era desviada para uma caixa coletora de esgoto bruto e gradeado. Posteriormente, passava por uma caixa de areia e era encaminhado a um poço de sucção, do qual era recalcado para o interior do reator, onde ocorria o tratamento biológico da água residuária.

O Reator Anaeróbio de Leito Expandido (RALEx) foi construído em aço carbono zincado a quente, com 14,9 m de altura total e 1,5 m de diâmetro de base e 32 m³ de volume, e contém no seu interior carvão ativado granular. O reator operou com velocidade ascensional de 10,5 m/h, tempo de detenção hidráulico de 3,2 horas e taxa de recirculação de 0,85 durante a fase experimental do estudo realizado nos filtros de pedregulho.

O efluente do reator era conduzido para o poço de recirculação. Um outro conjunto moto-bomba recirculava parcela do efluente do reator para a tubulação de entrada, enquanto outra parcela era disposta como efluente final. Parte deste efluente descartado seguia por uma canalização até uma caixa de armazenamento de 1000 litros, provida de bóia de latão, com a função de possibilitar o funcionamento contínuo dos filtros de pedregulho.

O esgoto tratado armazenado era recalcado para uma caixa de distribuição de 20 litros, provida de três saídas com descarga livre, com registros de agulha, cada uma conduzindo o esgoto tratado para um filtro. Esta caixa também era provida de retorno, o que permitia que o esgoto da caixa de armazenamento fosse continuamente agitado durante a operação dos filtros. A altura da caixa de distribuição em relação à saída de esgoto dos filtros resultava em uma carga hidráulica de 55,0 cm.

Os três filtros eram formados por colunas de acrílico de 91,4 mm de diâmetro interno, com fundo cônico de 5 cm de altura. A altura total dos filtros era de 2,19 m (útil de 2,07 m, excluindo o fundo cônico), resultando volume útil de 8,5 litros. A perda de carga no meio filtrante era medida por meio de piezômetros. Na figura 1 é mostrada uma fotografia da instalação.

Os meios granulares dos filtros de pedregulho (FP) eram constituídos de pedregulho com tamanhos variáveis, de acordo com a Tabela 1.



Figura 1: Fotografia Ilustrando a Instalação Piloto de Filtros de Pedregulho

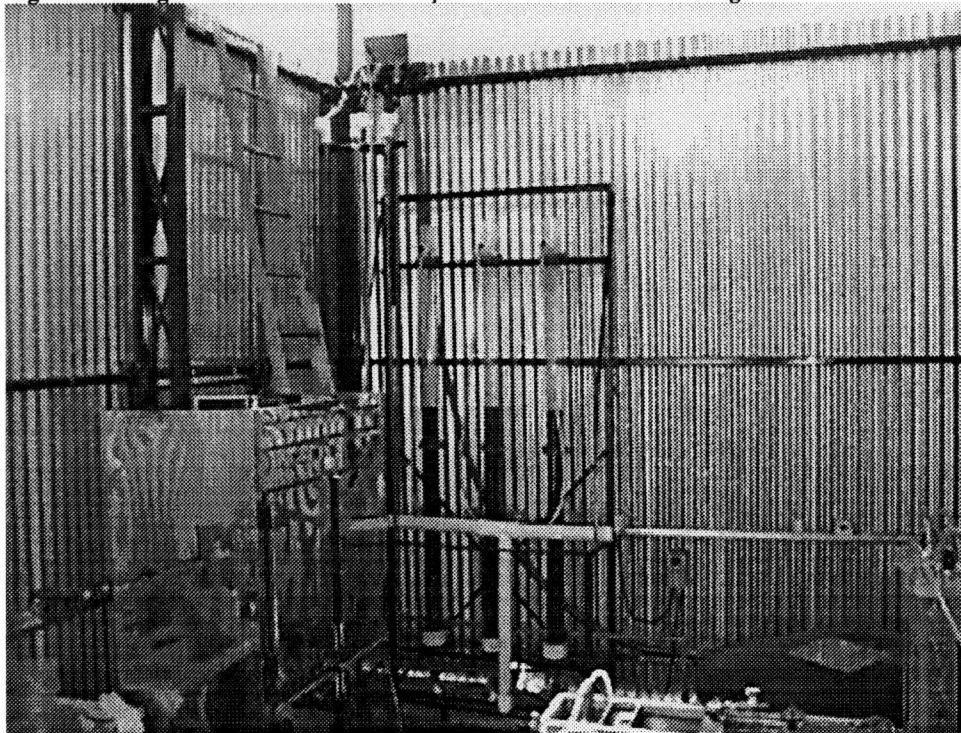


Tabela 1: Características dos Meios Granulares.

UNIDADE FILTRANTE	SUBCAMADA	GRANULOMETRIA (mm)	ESPESSURA (m)
FA1	Inferior	15,9 - 25,4	0,40
	Intermediária	9,6 - 15,9	0,40
	Superior	6,4 - 9,6	0,40
FA2	Inferior	15,9 - 25,4	0,40
	Intermediária	9,6 - 15,9	0,40
	Superior	3,2 - 6,4	0,40
FA3	Inferior	9,6 - 19,0	0,40
	Intermediária	6,4 - 9,6	0,40
	Superior	2,4 - 4,8	0,40

FUNCIONAMENTO DOS FILTROS

A operação dos filtros foi dividida em três fases, de acordo com as taxas de filtração empregadas, realização de descargas de fundo e número de carreiras de filtração (Fase 1 : taxa de 72 m³/m²d; Fase 2 : taxa de 120 m³/m²d; Fase 3 : taxa de 170 m³/m²d). Foram realizadas três carreiras de filtração em cada fase. A execução de uma descarga de fundo intermediária (DF) era função da perda de carga observada no meio granular dos filtros, medida por meio de piezômetros. Cada descarga de fundo era realizada quando se observavam acréscimos de 10 cm na perda de carga conforme a fase experimental, como ilustrado nas figuras 2 e 3. A limpeza do meio granular, realizada no final de uma carreira de filtração, era efetuada com a unidade filtrante sendo retirada de operação, introduzindo-se água em sua parte superior e efetuando-se descargas de fundo até se verificar que o líquido descarregado estava visualmente clarificado.



Figura 2: Esquema de uma Carreira Completa de Filtração em Função da Perda de Carga no Meio Granular dos Filtros de Pedregulho na Fase 1.

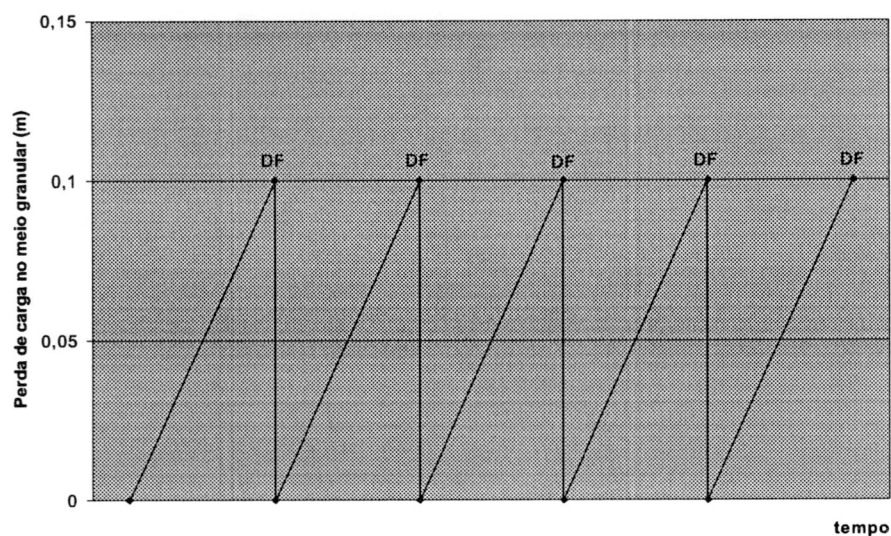
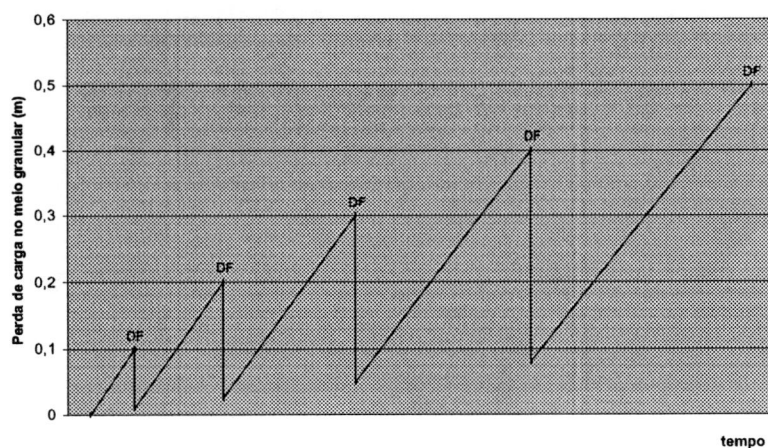


Figura 3 : Esquema de uma Carreira Completa de Filtração em Função da Perda de Carga no Meio Granular dos Filtros de Pedregulho nas Fases 2 e 3.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

SÓLIDOS

O teor de sólidos sedimentáveis – SS no afluente aos filtros variou de 0,1 a 4,0 mL/L na Fase 1, com um pico de 10 mL/L no 33º dia de operação. Em 20% das amostras da Fase 1 e 56% da fase 2, o teor de sólidos sedimentáveis do afluente esteve abaixo de 0,1 mL/L, limite de detecção do método utilizado.

Os filtros demonstraram capacidade de reduzir o teor de SS de 11,0 mL/L, pico observado no afluente do 84º dia de operação, para valores menores que 0,1 mL/L. Isso indica que na fase 2 provavelmente encontram-se as melhores condições para a remoção de sólidos sedimentáveis. Em 64% das amostras do efluente do FA1, 56% do FA2 e 62% do FA3 observou-se uma eficiência de remoção de SS superior a 70%. Com exceção de



uma amostra, observou-se em todo trabalho experimental que o teor de sólidos sedimentáveis não ultrapassou 1 mL/L, em conformidade com os padrões de emissão em corpos d'água contidos na Resolução CONAMA nº 20 e Decreto nº 8468.

Na tabela 2 são apresentados valores das eficiências de remoção máxima, média e mínima de Sólidos Suspensos Totais - SST, Sólidos Suspensos Fixos - SSF e Sólidos Suspensos Voláteis - SSV observadas nos três filtros, correspondentes a cada uma das três fases experimentais. Observa-se nesta tabela que o FA3 apresentou eficiências médias maiores de remoção de SST, SSF e SSV. Como as partículas retidas nos vazios intergranulares causavam a diminuição destes, pode-se atribuir essa melhor eficiência à sua granulometria, a menor dentre as três estudadas.

Na fase 3, observou-se que, no final das carreiras de filtração do FA3 e no final da segunda carreira do FA1, com perda de carga próxima a 50 cm, os filtros começam a diminuir a eficiência de remoção de SST, SSF e SSV, caracterizado um possível transpasse de sólidos.

Tabela 3: Eficiências de Remoção de SST, SSF e SSV.

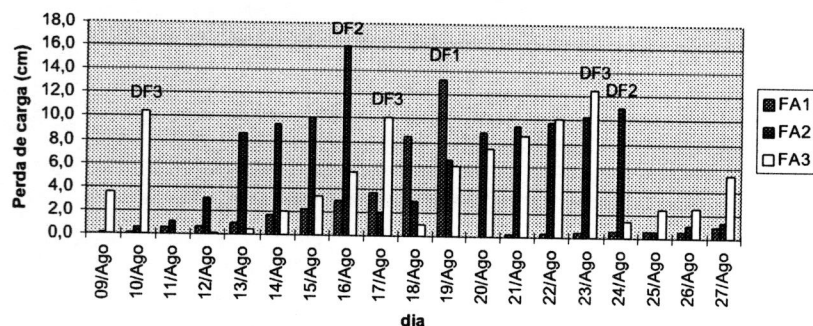
FILTRO	SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (%)	SÓLIDOS SUSPENSOS FIXOS (%)	SÓLIDOS SUSPENSOS VOLÁTEIS (%)
FA1			
Max	70,6	94,1	69,1
Med	32,8	37,7	31,4
Min	6,2	0,8	2,8
FA2			
Max	69,7	94,3	70,6
Med	35,5	41,1	34,1
Min	6,0	0	2,4
FA3			
Max	73,0	99,6	71,1
Med	41,9	47,2	40,8
Min	10,5	10,3	10,0

PERDA DE CARGA NOS MEIOS GRANULARES

As perdas de carga observadas durante a primeira fase experimental são apresentadas na figura 4. Nota-se que as carreiras do FA1 são mais longas, enquanto as do FA3 são mais curtas, o que pode ser atribuído à resistência ao escoamento nos meios granulares. Como o FA1 possuía pedregulhos de maior tamanho e o FA3 de menor tamanho, a resistência à filtração era menor no FA1, enquanto era maior no FA3. Assim, as carreiras de filtração do FA1 foram mais longas que as carreiras do FA2, e estas, mais longas que as do FA3. Comportamento semelhante foi observado nos três filtros durante as fases experimentais 2 e 3.



Figura 4: Perda de Carga (cm) no Meio Granular dos Filtros - Taxa de Filtração de $72 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ - Período de 09/08/1999 a 27/08/1999 (1a. Fase de Operação)



TAXA DE FILTRAÇÃO E EFEITO DE DESCARGAS DE FUNDO INTERMEDIÁRIAS

O pós-tratamento realizado nos filtros foi mais eficiente na fase 3 que nas fases 1 e 2, mesmo quando o afluente apresentava alto teor de sólidos suspensos, tendo resultado carreiras de filtração mais curtas, pois a taxa de filtração era mais elevada. O FA3 apresentou as maiores eficiências de remoção de sólidos, DQO e fósforo total, devido, provavelmente, ao fato do uso de menor granulometria nesta unidade de filtração favorecer a ocorrência de maior aderência entre as partículas suspensas e os pedregulhos.

Por outro lado, o emprego da maior granulometria propiciou intervalos de tempo mais longos entre duas descargas de fundo intermediárias consecutivas. Ademais, a eficiência do pós-tratamento realizado piorava nos primeiros minutos após a realização de uma descarga de fundo, de forma que, quanto mais longo foi o tempo compreendido entre duas descargas de fundo consecutivas, menos perturbada era a unidade de filtração. Assim, o pós-tratamento realizado no FA1 foi o mais estável, enquanto o tratamento do FA3, o menos estável.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado concluiu-se que:

- em geral, observou-se eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis superior a 70%, evidenciando a grande capacidade que as unidades filtrantes têm de reter sólidos sedimentáveis;
- a eficiência de remoção de DQO observada aumentou devido à ação biológica e à ação de filtração, indicando que os filtros comportam cargas orgânicas volumétricas da ordem de $1,0 \text{ kg DQO}/\text{m}^3\text{d}$, tendo como resultados:
 - i) fase 1: eficiências de 48,7%, 48,8% e 48,9%, respectivamente, nas unidades FA1, FA2 e FA3;
 - ii) fase 2: eficiências de 35% no FA1 e no FA2, e de 37% no FA3;
 - iii) fase 3: eficiências de 37% no FA1, 50% no FA2 e o FA3.
- parte da remoção de DQO total observada nos filtros foi devida à remoção de sólidos;
- os filtros foram mais eficientes na fase 3 que nas fases 1 e 2, mesmo quando o esgoto apresentava alto teor de sólidos suspensos;
- os filtros apresentaram comportamentos semelhantes em termos de eficiência de tratamento (com base nos parâmetros avaliados), porém o FA3 apresentou as maiores eficiências de remoção em termos de sólidos, fósforo total e DQO total;



- no FAI a qualidade do efluente foi estável, pois a resistência durante a filtração era menor (sua granulometria era maior), concorrendo para que fosse menos perturbado pela realização de descargas de fundo intermediárias;
- o pós-tratamento realizado pelos filtros era prejudicado nos primeiros minutos após a execução de uma descarga de fundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BRASIL, Leis, etc. (1986) Decreto n. 8468 de 8 de setembro de 1976. In: Legislação, controle de poluição ambiental, Estado de São Paulo. São Paulo, CETESB, jun. 1986, 138p.
- 2 BRASIL, Leis, etc. (1986) Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986: Resolve estabelecer a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jul. p. 11356.
- 3 CAMPOS, J.R. (1994) Alternativas para tratamento de esgotos. Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Americana, SP.
- 4 DI BERNARDO, L. (1993) Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Vols. 1 e 2. Rio de Janeiro, ABES.
- 5 GALVIS, G. et al. (1993) Pre-treatment alternatives for drinking water supply systems: selection, design, operation and maintenance. Cali, Colômbia. CINARA.
- 6 MENDONÇA, N. M. (1999) Caracterização do material suporte e estudo da partida de um reator anaeróbio de leito expandido utilizado no tratamento de esgoto sanitário. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 191p.
- 7 METCALF & EDDY, INC. (1991) Wastewater Engineering - Treatment, Disposal and Reuse. 3. ed. New York, McGraw-Hill Inc., 1334p.
- 8 WEGELIN, M. (1996) Surface water treatment by roughing filters: a design, construction and operation manual. Duebendorf, Switzerland.