



II-132 – AVALIAÇÃO DA FILTRAÇÃO EM MEIO GRANULAR COMO ETAPA DE CONDICIONAMENTO DE SISTEMA DE ULTRAFILTRAÇÃO PARA REUSO DE ÁGUA

Flávia Tatiana Fortunato Ferreira⁽¹⁾

Engenheira de Produção ênfase Química (UERJ), M. Sc. Enga Sanitária e Ambiental (UERJ).

Gandhi Giordano

Engenheiro Químico (UERJ), D.Sc. Enga Metalúrgica e de Materiais (PUC-Rio). Diretor Técnico da Tecma - Tecnologia em Meio Ambiente Ltda e Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da FEN/UERJ.

Olavo Barbosa Filho

Engenheiro Químico (FAAP), PhD. Imperial College, University of London. Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da FEN/UERJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier, 524 – 5º andar- Sala 5002 Bloco A – CEP 20.550-013 – Rio de Janeiro – RJ. flaviatatiana@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação da aplicação de filtração em areia e de sua performance, na remoção de sólidos suspensos, na etapa de tratamento terciário de efluentes de processos biológicos aeróbios. A filtração em areia avaliada, conforme a metodologia experimental deste trabalho, aplicada após o tratamento biológico pelo processo de lodos ativados, visa proteger o sistema de filtração em membrana através de remoção preliminar de parte dos sólidos suspensos. A estação de tratamento de efluentes na qual está instalada a filtração em areia avaliada foi projetada e implantada no zoológico da cidade do Rio de Janeiro para produzir água para reúso na própria instituição, para dessedentação de animais, lavagem de jaulas e pisos, bem como na irrigação de áreas verdes.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água; Tratamento de efluentes; Ultrafiltração; Filtração

INTRODUÇÃO

A Terra vem sendo transformada desde que os antepassados mais distantes do homem surgiram. A partir do momento que o homem fixou moradia, iniciando a prática da agricultura e da pecuária, o desenvolvimento das cidades e das indústrias o impacto sobre os recursos naturais aumentou significativamente. Neste contexto a preservação da água é de extrema importância uma vez que esta é a mais básica necessidade da espécie humana.

De acordo com HESPANHOL (2000) a questão é complicada, pois a água que temos hoje é a mesma que circula no Planeta há 500 milhões de anos. Ou seja, o ciclo hidrológico se repete com a evaporação das águas superficiais, a condensação das nuvens, e seu retorno sob forma de chuva. Mas a disponibilidade per capita está cada vez menor, porque a população não pára de crescer e o processo de urbanização não teve contrapartida em infra-estrutura de saneamento, o que degradou grande parte dos mananciais.

Durante o processo de utilização, a água sofre várias transformações, em função do tipo de uso, que alteram sua qualidade, resultando na água residuária, todos os efluentes gerados acabam sendo encaminhados a um corpo de água. De acordo com IMHOFF (1985), em consequência desses lançamentos aparece a possibilidade de serem gerados certos inconvenientes, como por exemplo, o desprendimento de maus odores, o sabor estranho na água potável, mortandade de peixes e outros. A saúde pública pode ser ameaçada pela contaminação das águas de abastecimento, dos balneários e dos gêneros alimentícios.

Um dos grandes problemas encontrados nas regiões de alta densidade demográfica é o comprometimento da qualidade das águas, geralmente devido à inadequação dos serviços de saneamento, que lançam os esgotos sanitários nas águas superficiais sem tratamento prévio. A deterioração da qualidade da água interfere no reúso indireto para abastecimento público e atividades recreativas.



Os esgotos sanitários também constituem um importante veículo de transmissão de doenças, principalmente aquelas do aparelho intestinal, além da esquistossomose, uma das doenças transmissíveis que se propagam pela penetração de parasitas na pele e mucosas. No país, calcula-se que cerca de 10.000.000 de indivíduos são portadores de esquistossomose mansônica, doença adquirida por meio de banhos de rios, lagos e águas contaminadas pelo *Shistosoma mansoni*. Trata-se de uma doença insidiosa, que leva a graves lesões do organismo, diminui a resistência do indivíduo e reduz sua capacidade de trabalho (OPAS - 2000).

Os esgotos se caracterizam pela utilização a que a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos variam com o clima, situação social e econômica, e hábitos da população. O objetivo do tratamento de águas residuárias é dispor o efluente tratado sem causar grandes impactos no ecossistema do corpo hídrico receptor. Por essa razão, o tratamento de esgoto sempre inclui a redução da concentração de ao menos um desses quatro constituintes mais importantes do esgoto: sólidos suspensos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo) e organismos patogênicos (KUAI, 1999).

Como a demanda pela água continua a aumentar, o retorno das águas servidas e o seu reúso vem se tornando um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, tanto em regiões áridas, como regiões úmidas. A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável, como na agricultura, representa um potencial a ser explorado em substituição à utilização de água tratada e potável. Por meio do planejamento integrado dos recursos águas naturais e águas servidas, a reutilização pode propiciar suficiente flexibilidade para o atendimento das demandas de curto prazo, assim como, assegurar o aumento da garantia no suprimento de longo prazo (BEEKMAN apud BERNARDI, 2003).

Nessas condições o conceito de substituição de fontes apresenta-se como a alternativa mais plausível para satisfazer demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico. As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente o de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos (BRAGA, 2002).

A qualidade requerida para água residuária recuperada varia com a aplicação de reúso. A maioria das tecnologias de reúso são basicamente as mesmas usadas no tratamento de águas e águas residuárias. Entretanto, em alguns casos, processos adicionais de tratamento podem ser necessários para remoção de determinados contaminantes físicos e químicos e para inativação e remoção de microrganismos patogênicos. Na avaliação das tecnologias de reúso as considerações dominantes são a confiabilidade operacional de cada processo unitário e, especialmente a performance do sistema de tratamento em fornecer água recuperada que atenda aos padrões estabelecidos para água de reúso.

Deste modo, a parte prática do presente trabalho constitui-se de um estudo de remoção de sólidos suspensos totais ao longo da etapa terciária de tratamento de efluentes do zoológico da cidade do Rio de Janeiro. O tratamento de efluentes naquele local é constituído por processo de lodo ativado cujo efluente é decantado, filtrado em areia, em seguida filtrado em membrana de ultrafiltração, e, finalmente, clorado para reúso na própria instituição. A etapa de filtração em areia é considerada fundamental, no caso em estudo, para o tratamento avançado e, em especial, por ser empregada como etapa preliminar à filtração em membranas, visto a sua aplicabilidade em clarificação de líquidos com reconhecida e comprovada eficiência na remoção de sólidos suspensos.

O presente estudo foi realizado através do Sistema de Reúso de Água do Zoológico da cidade do Rio de Janeiro, executado conforme contrato firmado entre a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) e a empresa TECMA – Tecnologia em Meio Ambiente Ltda., que se encontra operando em escala normal tratando 100 m³/d de efluente, desde setembro de 2005.

O sistema foi projetado para tratar 600m³/dia de efluente do Zoológico tendo como objetivo a produção de 400m³ de água própria para reúso diariamente. Em uma das fases iniciais do projeto, o processo foi testado em escala piloto. Na Figura 1 encontra-se o fluxograma do projeto da estação de tratamentos de efluentes conforme projetado e implantado.

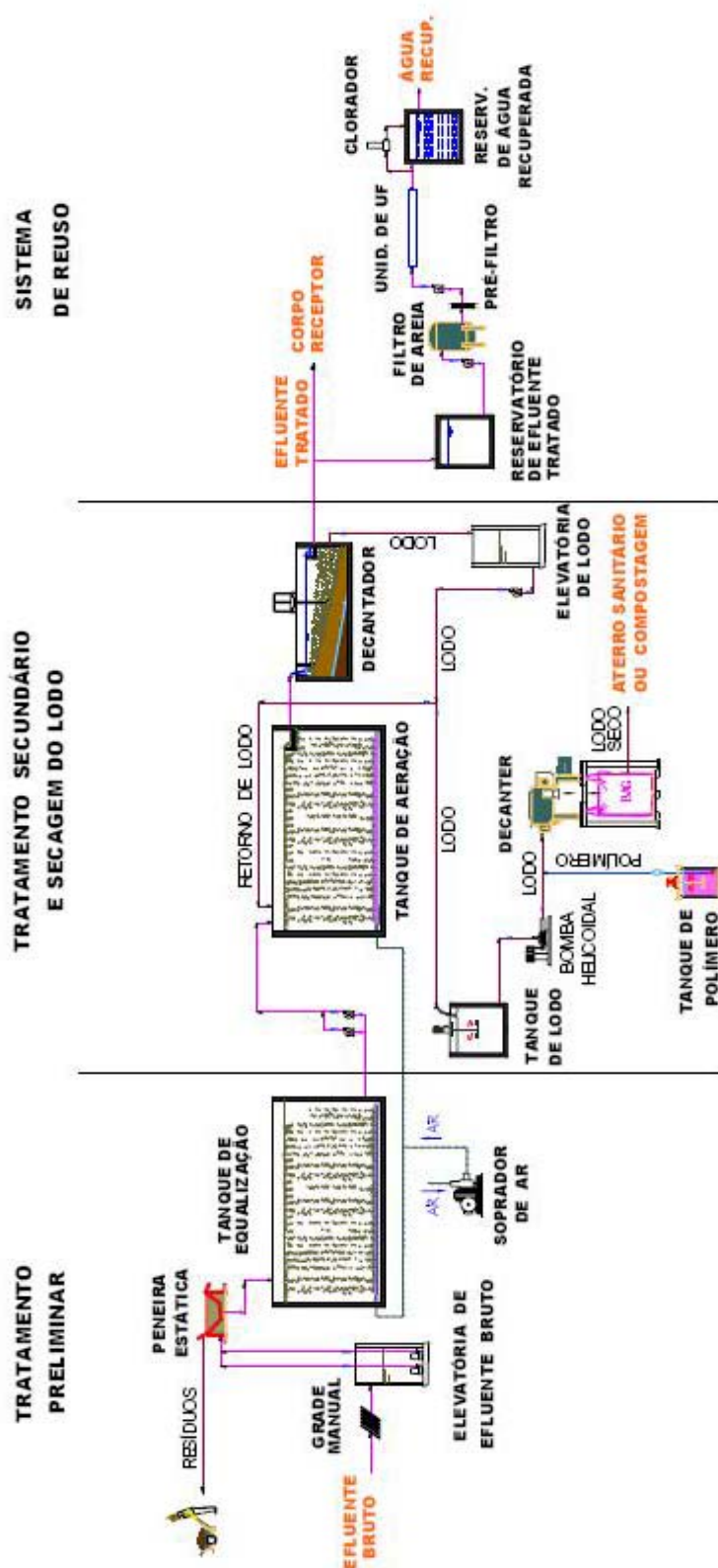


Figura 1: Fluxograma da estação de tratamento do Zoológico (Fonte: GIORDANO, 2005).



MATERIAIS E MÉTODOS

O desempenho do processo ou operação de filtração em tratamentos avançados são altamente influenciados pela concentração e pela distribuição de partículas no efluente decantado do tratamento biológico. Um dos parâmetros usados tradicionalmente para caracterizar os componentes particulados são os sólidos suspensos totais (SST). Porém, este parâmetro apesar de ser útil para a determinação geral das partículas não fornece informações sobre o tamanho das mesmas. Este aspecto é fundamental porque a distribuição do tamanho das partículas influencia na operação de filtração em leito profundo e conseqüentemente na etapa posterior de filtração em membrana, considerando o processo de tratamento de efluentes em questão.

Desta forma, a parte prática do nosso trabalho foi orientada para avaliação do processo de tratamento de efluentes do zoológico através de análises de SST cujas amostras foram coletadas nos seguintes pontos: efluente do decantador; efluente do filtro de areia; efluente do pré-filtro do sistema de membranas e efluente do sistema de ultrafiltração.

Em paralelo com as análises de SST dos pontos referidos, foram conduzidas análises de distribuição de tamanho de partículas em amostras retiradas do efluente do decantador. O objetivo destas análises de distribuição foi obter informações acerca da composição do efluente do decantador em termos de tamanho de partículas, a fim de possibilitar o levantamento do perfil do processo, associado com as informações de SST.

Foram realizadas análises de SST (Sólidos Suspensos Totais) e de Distribuição de Partículas, através da empresa TECMA – Tecnologia em Meio Ambiente Ltda. As análises de sólidos suspensos totais (SST) foram realizadas no próprio laboratório da Tecma e as análises de distribuição das partículas foram realizadas no laboratório de sistemas particulados do programa de engenharia química da COPPE - Fundação COPETEC.

As coletas de amostras e os ensaios analíticos foram realizados conforme os procedimentos estabelecidos pelo Standard Methods for Water and Wastewater 20a edição (APHA, 1998).

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos na análise de distribuição do tamanho de partículas em % volume do efluente do decantador estão representados nas Figuras 2 e 3. As análises em questão foram realizadas nos dias 26/01/06 e 02/02/06 no laboratório de sistemas particulados do programa de engenharia química da COPPE – Fundação COPETEC.

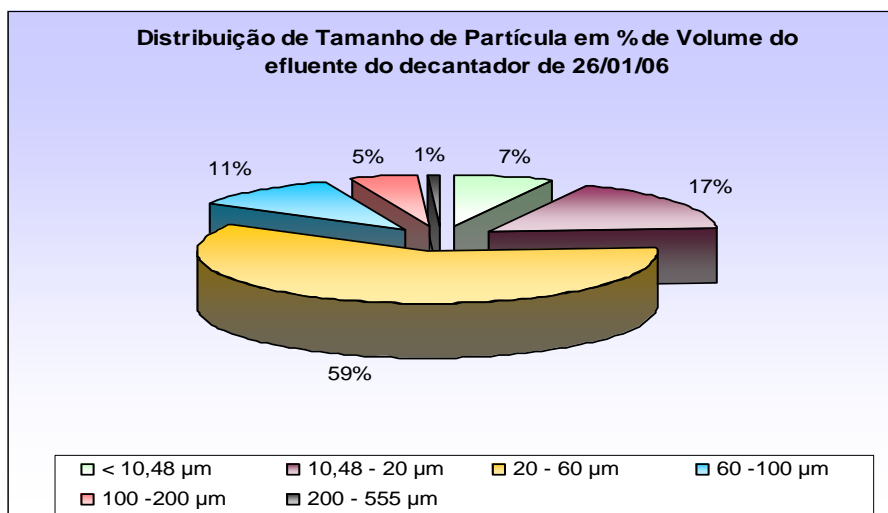


Figura 2: Distribuição de tamanho de partícula em % de volume do efluente do decantador de 26/01/2006

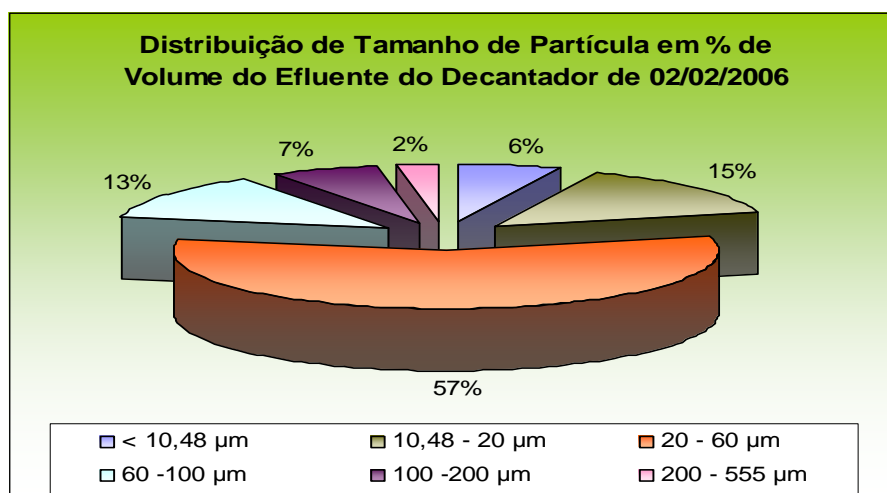


Figura 3: Distribuição de tamanho de partícula em % de volume do efluente do decantador de 26/01/2006

Podemos perceber que no tamanho de partícula de 10,48 µm, a análise realizada em 26/01/2006 forneceu um percentual em volume de 8,78% e a análise realizada em 02/02/2006 apresenta um percentual em volume de 7,67%. Já no tamanho de partícula de 103,58 µm, a análise realizada em 26/01/06 forneceu um percentual em volume de 96,79%, e a análise realizada em 02/02/06 um percentual em volume de 92,92%.

Na **Figura 4** podemos verificar a evolução da remoção dos sólidos suspensos totais ao longo da etapa terciária de tratamento. Os dados utilizados na figura foram obtidos através das análises de SST/RNFT realizada nos dias 04/01/06, 17/01/06, 26/01/06, 02/02/06, 09/02/06, 13/02/06 e 23/02/06.

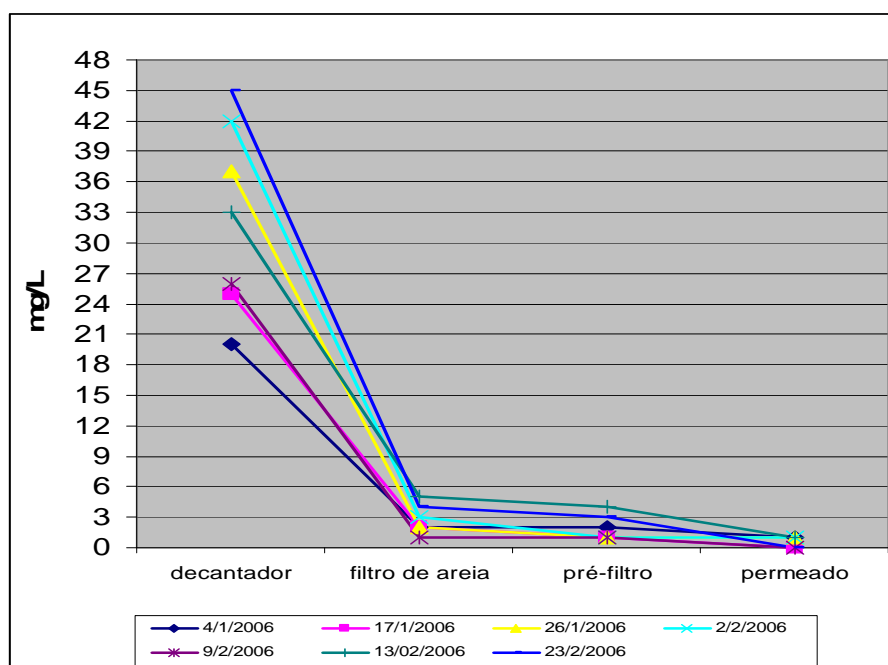


Figura 4: Resultados de RNFT ao longo da etapa de tratamento terciário.

Os resultados das análises de sólidos em suspensão totais do efluente do decantador apresentaram-se dentro de uma faixa típica variando entre 20 mg/L e 48 mg/L. A concentração típica de SST em efluente de plantas que usam o processo de lodo ativado, varia entre 6 e 30 mg/L (METCALF & EDDY, 2003).



No filtro de areia avaliado o efluente filtrado apresenta concentrações de sólidos em suspensão entre 1 mg/L e 5 mg/L. O processo de filtração em leito profundo é conhecido como um processo de clarificação usando leito granular, usualmente areia. Sendo um processo de tratamento terciário ele frequentemente produz um filtrado contendo somente 5 mg/L ou menos de material suspenso (IVES, 1981).

Os resultados das análises de SST do pré-filtro foram os que apresentaram maiores variações entre as diferentes amostras, variando entre 1 mg/L e 8 mg/L revelando um interessante perfil. Entre os doze resultados obtidos, oito apresentaram-se abaixo do limite geral de controle de processo de 5 mg/L, dois resultados foram iguais ao limite, e, apenas dois foram superiores, chegando a 7 mg/L e 8 mg/L.

Todos os resultados das onze análises de SST do permeado da unidade de ultrafiltração apresentaram-se abaixo de 5 mg/L, limite do controle de processo. Do total de resultados obtidos, dois foram menores que 1 mg/L, seis foram iguais a 1 mg/L. Entre os outros três resultados o pico foi de 3 mg/L.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A filtração em profundidade é uma das principais operações unitárias utilizadas no tratamento de água potável, também pode ser empregada para a remoção de sólidos suspensos como um pré-tratamento para efluentes com poucos sólidos em suspensão, após o tratamento físico-químico de coagulação ou como um tratamento terciário depois do processo biológico de tratamento.

Através do estudo realizado verificamos que o processo em questão é eficiente se utilizada como etapa de condicionamento dos efluentes para filtração em membranas. A filtração em profundidade pode ser utilizada para alcançar remoções suplementares de sólidos suspensos de efluentes de águas residuárias oriundas de processos de tratamento biológicos e químicos, visando à redução e talvez de maneira mais importante ainda, como etapa condicionante que irá permitir uma desinfecção efetiva do efluente.

Após a realização das análises, o sistema de pré-filtro foi ajustado, para que o permeado produzido obtivesse resultados de SST sempre inferiores ao filtro de areia, visando o aumento da vida útil das membranas do sistema de ultrafiltração e conseqüentemente reduzir o custo da água tratada produzida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington, D.C.: APHA, AWWA, WEF, 1998. 1157 p.
2. BERNARDI, C.C. Reúso de água para irrigação. Tese de Especialização. ISEA/FGV – ECOBUSINESS SCHOOL. 2003.
3. BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo. Prentice Hall, 2002.
4. GIORDANO, G.; Lucariny, C.D.G.; MOREIRA, F.A. Reúso de água no zoológico da cidade do Rio de Janeiro. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, Campo Grande - MS, ABES, 2005.
5. HESPANHOL, I. A urgência do reúso da água. Saneamento Ambiental, 71, 18-21, 2000.
6. IMHOFF, K. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. 26ª edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 1985.
7. IVES, K.J. Deep Bed Filtration. In: SVAROVSKY, L. Solid-liquid separation. 2ª edição. Butterworth & Company, London. 1981.
8. KUAI, L.; KERSTENS, W.; CUONG N. P.; VERSTRAETE, W.: Treatment of Domestic Wastewater by Enhanced Primary Decantation and Subsequent Naturally Ventilated Trickling Filtration. Water, Air, and Soil Pollution, 113, 1999, pp. 43-62.
9. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4 ed./ Revisada. New York (NY):McGraw-Hill, 2003.
10. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. Avaliação dos Serviços de Água Potável e Saneamento 2000 nas Américas. Brasil. 2000.