

II-395 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COM FILTRAÇÃO DIRETA

Isabella Leandro Soares Pereira ⁽¹⁾

Química (UFRN) e Especialista em Gestão Ambiental (IFRN). Química da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

André Luís Calado Araújo

Engenheiro Civil (UFPA), Mestre em Engenharia Sanitária (UFPB) e Doutor em Engenharia Sanitária pela University of Leeds (UK). Professor da Diretoria de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - PPgES/UFRN.

Marco Antônio Calazans Duarte

Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Sanitária (UFRN), Mestre em Engenharia Sanitária (UFPB) e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (USP). Engenheiro da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN. Professor da Diretoria de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN.

Débora Pereira Félix

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Brigadeiro Gomes Ribeiro, 1463 - Nova Descoberta - Natal - RN - CEP: 59056-520 - Brasil - Tel: (84) 9958-3811 - e-mail: isabella.leandro@hotmail.com

RESUMO

Muitas das estações de tratamento de água não descartam corretamente os efluentes oriundos das descargas de decantadores e lavagens de filtros. Ainda é comum o lançamento destes efluentes em corpos hídricos, a jusante do ponto de captação, sem tratamento prévio. Com as leis de preservação do meio ambiente e intensificação de atividades de fiscalização, as empresas de saneamento precisam buscar técnicas para aperfeiçoar os processos e reduzir os impactos ambientais decorrentes do lançamento de resíduos gerados em ETA. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a eficiência da lavagem de filtros e a carga de sólidos que retorna para o manancial, bem como propor alternativas para o tratamento deste efluente visando à redução de gastos energéticos e a otimização do processo bem como a proteção de recursos hídricos. A ETA avaliada está localizada na região metropolitana de Natal-RN sendo do tipo filtração direta. Durante as lavagens dos filtros foram realizados ensaios, com amostras simples coletadas em intervalos de 1 minuto, para determinação da quantidade de sólidos sedimentáveis gerada nas lavagens. O estudo permitiu concluir que o efluente da lavagem dos filtros não atende aos padrões de lançamento exigidos em lei e que alternativas de tratamento deste efluente devem ser elaboradas para evitar este impacto ambiental e preservar o manancial.

PALAVRAS-CHAVE: Filtração direta, lavagem de filtro, resíduos do tratamento de água, sólidos sedimentáveis.

INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população aliado ao desenvolvimento industrial e tecnológico, que veem ocorrendo mundialmente nas últimas décadas, têm levado a uma demanda de água cada vez maior, razão porque grande parte das fontes de água doce hoje disponíveis, estão comprometidas ou vulneráveis à poluição. Esses fatores têm aumentado a disputa pela água, dado que é um recurso natural com disponibilidade limitada, principalmente pelo comprometimento de sua qualidade (MENEZES *et al.*, 2005).

Para reduzir fontes de contaminação e desperdícios de água, segundo Oliveira, Barcelo e Colares (2012) faz-se necessário o emprego de técnicas de otimização e reutilização, quando possível da água utilizada em estações de tratamento de água (ETA). Para que estas técnicas sejam empregadas, torna-se imprescindível caracterizar os efluentes provenientes dos processos de tratamento, tais como as águas de lavagem de filtros e de descargas de decantadores.

No Brasil, segundo Parsekian (2000 *apud* FONTANA, 2004) existiam cerca de 7500 unidades de tratamento de água, sendo, em sua maioria de ciclo completo ou convencional. De maneira geral, os resíduos gerados nestas ETA são descartados diretamente nos leitos dos próprios mananciais, sem o devido tratamento. Neste contexto, os resíduos de uma ETA, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo, representam sérios problemas para as instituições que gerenciam os sistemas de abastecimento de água, na procura de disposição adequada, visando atender à legislação vigente (ANGELIM; SCALIZE 2011).

Entende-se que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições padrões e exigências dispostos na Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011). De acordo com Di Bernardo, Dantas e Voltan (2012) o lançamento indiscriminado de efluentes nos corpos de água causa aumento da concentração de metais tóxicos no sedimento, os quais sempre estão presentes em alguns trechos do corpo receptor, prejudicando comunidades localizadas a jusante.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar as águas de lavagens dos filtros da ETA Jiqui, localizada na região metropolitana de Natal-RN, com relação aos sólidos em suspensão, para avaliar a eficiência da lavagem, a carga de sólidos que retornam para o manancial de captação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Água do Jiqui (ETA Jiqui), localizada no município de Parnamirim-RN, responsável pela captação, tratamento e distribuição de água proveniente da Lagoa do Jiqui, a qual está localizada a 13 Km de Natal-RN. A lagoa recebe as águas do Rio Pitimbu, que atravessa zonas urbanas e industriais, drenando uma bacia com cerca de 98 Km² e, é também alimentada pela água proveniente do lençol subterrâneo (DUARTE, 2009).

Desde o ano de 1960, a Lagoa do Jiqui vem sendo utilizada como manancial para abastecimento público (SENA, 2008). Atualmente, a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) explora água desse manancial com uma vazão média de 500 L/s visando atender a demanda das Zonas Sul, Leste e Oeste do município de Natal. A ETA Jiqui é caracterizada como uma ETA de filtração direta em linha, contendo as etapas de coagulação, filtração e desinfecção. Em determinadas épocas do ano, quando a água bruta apresenta turbidez e cor elevada, é também realizada a etapa de pré-oxidação. A Figura 1 apresenta o fluxograma que ilustra as etapas do tratamento da água desde a captação de água bruta, adição de produtos químicos na mistura rápida, filtração com a lavagem dos filtros e descarte do efluente, desinfecção e por último a distribuição.

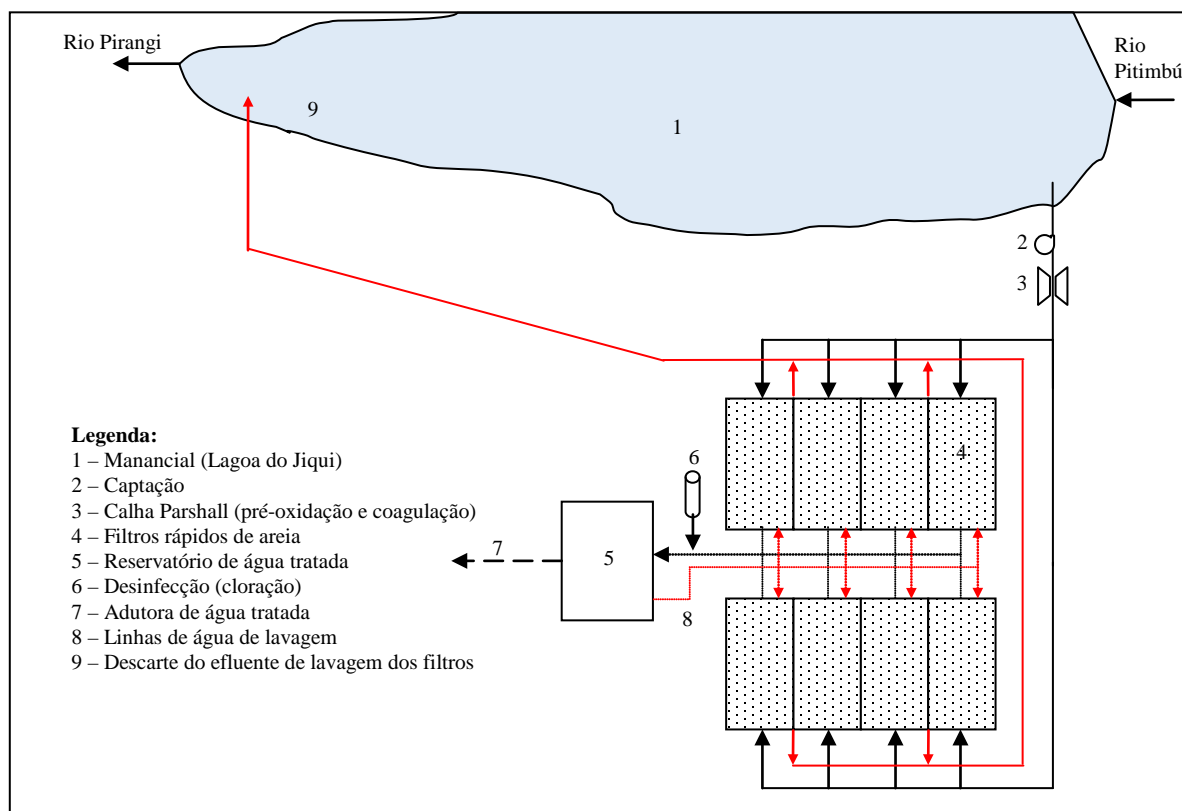


Figura 1: Fluxograma ilustrativo das unidades constituintes da ETA Jiqui.

O sistema de filtração é constituído de oito filtros, os quais são conjugados aos pares, totalizando quatro unidades filtrantes. Cada filtro tem 63 m³, dos quais 21 m³ são preenchidos com areia de granulometria específica. Em termos médios, a carreira de filtração dura 24 horas, sendo cada filtro lavado uma vez por dia. Destaca-se, no entanto, que a carreira de filtração varia de acordo com o período do ano. No inverno, por exemplo, devido ao maior aporte de sólidos para o manancial, carregados pelas chuvas, são verificados valores de turbidez mais elevados, sendo necessário o aumento na dosagem de coagulante. Consequentemente, os filtros colmatam mais rapidamente, necessitando de uma maior frequência de lavagens.

As lavagens dos filtros são realizadas com fluxo ascendente, oposto à filtração, com velocidade que promove a expansão do meio filtrante e assim garantir a desobstrução de toda a camada filtrante. O efluente oriundo da lavagem dos filtros é lançado diretamente na Lagoa do Jiqui, sem tratamento. O volume estimado para lavar cada unidade filtrante chega a 360.000 litros, resultando uma vazão de 667 L/s, considerando um tempo médio de lavagem de 9 minutos. A água tratada utilizada para lavagem dos filtros apresenta uma concentração média de cloro residual livre em torno de 5,00 mg/L.

As coletas para a caracterização dos efluentes das águas de lavagem foram realizadas no período de junho a agosto/2014 nos quatro filtros (F1, F2, F3 e F4), na calha de coleta de água de lavagem, localizada abaixo da passarela central de cada filtro, conforme ilustrado na Figura 2. Para cada filtro foram tomadas amostras de oito lavagens, totalizando 32 lavagens. Durante cada procedimento de lavagem eram tomadas 10 amostras de dois litros, sendo a primeira no início do processo (T = 0) e as demais a cada minuto subsequente até que décima amostra, no final da operação (T = 9 min), fosse coletada.

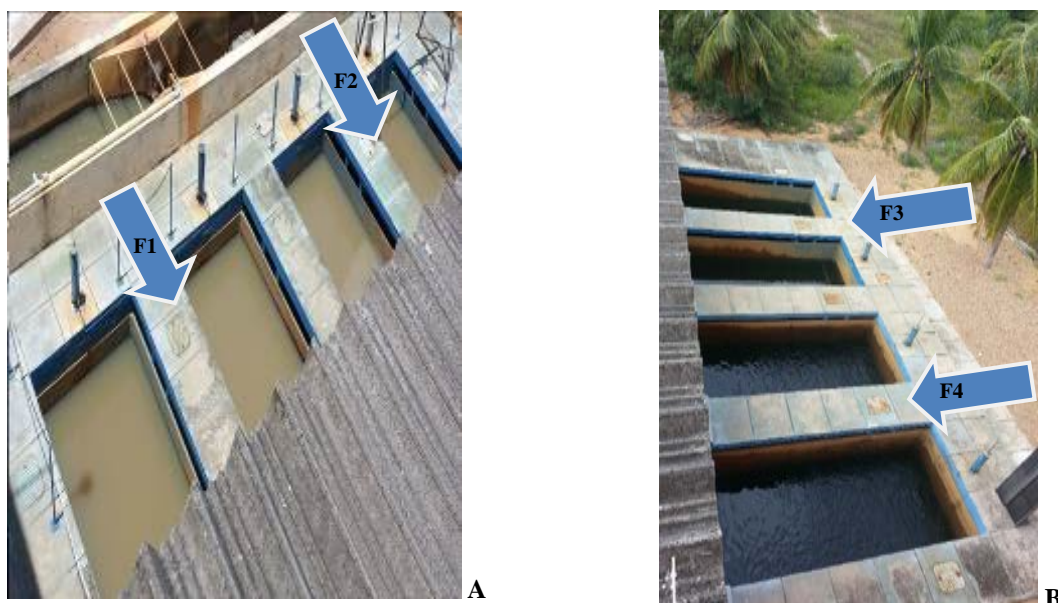


Figura 2: Vista superior dos filtros rápidos identificando os pontos de coleta de amostras (A: Filtros 1 e 2; B: Filtros 3 e 4).

As amostras eram armazenadas em recipientes plásticos e imediatamente encaminhadas para o laboratório da ETA Jiqui para a determinação de sólidos sedimentáveis em cone Imhoff de acordo com a NBR 10561/1988. O pH, a temperatura, o cloro residual livre e a determinação qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*, foram medidos na última amostra coletada durante as lavagens. Para as determinações microbiológicas as amostras foram coletadas em frascos previamente esterilizados. O método adotado para a análise bacteriológica foi o da técnica do substrato definido - sistema enzimático cromogênico - P/A, que possibilita um resultado de presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em um prazo de 24 horas.

Um litro de cada uma das 10 amostras era misturado para obtenção de uma amostra composta (10 litros) de toda a lavagem. Após homogeneização, uma alíquota de um litro era encaminhada para análises de sólidos totais, suspensos e dissolvidos, no Laboratório de Análise de Águas e Efluentes do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). A título de comparação foram realizados dois ensaios, em duplicata para sedimentação de sólidos nas amostras compostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 320 análises para a determinação de sólidos sedimentáveis na água de lavagem dos filtros da ETA Jiqui.

A análise de variância foi aplicada aos resultados obtidos durante o período de lavagem de cada filtro para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as concentrações ao longo do tempo e entre os filtros. Os resultados de sólidos sedimentáveis de oito lavagens em cada filtro demonstraram a ocorrência do mesmo padrão de variação temporal para todos os filtros com diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do processo de lavagem e com escalas semelhantes de concentração entre os filtros levando à suposição de que as médias de sólidos sedimentáveis durante as lavagens não diferem entre os filtros.

Os dados foram agrupados em um banco de dados para a comparação entre as médias obtidas ao longo do período de lavagem. Posteriormente foi aplicado o teste de Tukey, para comparação entre médias. A Figura 3 apresenta os limites de confiança entre as médias de sólidos sedimentáveis obtidas durante cada minuto de lavagem, para todos os filtros. Pode ser observado que as concentrações obtidas entre 1 e 4 minutos de lavagem foram estatisticamente mais elevadas que aquelas obtidas nos demais tempos ($p < 0,05$), indicando que a maior carga de sólidos é liberada na primeira metade do período de lavagem, sendo o primeiro terço o mais concentrado.

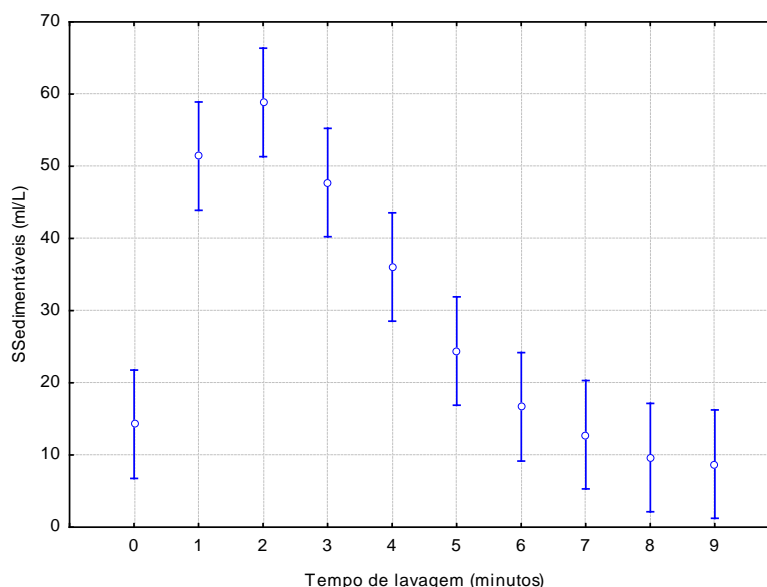


Figura 3: Limites de confiança para a comparação entre as médias de sólidos sedimentáveis durante cada minuto de lavagem para todos os filtros (barras que não fazem interseção entre si denotam médias significativamente diferentes ao nível de 0,05).

A Figura 4 apresenta a variação das concentrações médias de sólidos sedimentáveis em função do tempo de lavagem. É possível observar um comportamento altamente significativo ($r^2 = 0,9956$) definido por uma equação polinomial de ordem 4, com pico de concentração, após dois minutos do início das lavagens, em torno de 60 mL/L, e uma concentração média de 28 mL/L. Destaca-se que nas duas análises realizadas com a amostra composta, a concentração média de sólidos sedimentáveis foi praticamente a mesma. Os resultados indicam que efluente da ETA Jiqui apresenta uma concentração média de sólidos sedimentáveis acima do valor máximo permitido de lançamento de 1 mL/L, conforme a Resolução CONAMA 430/2011.

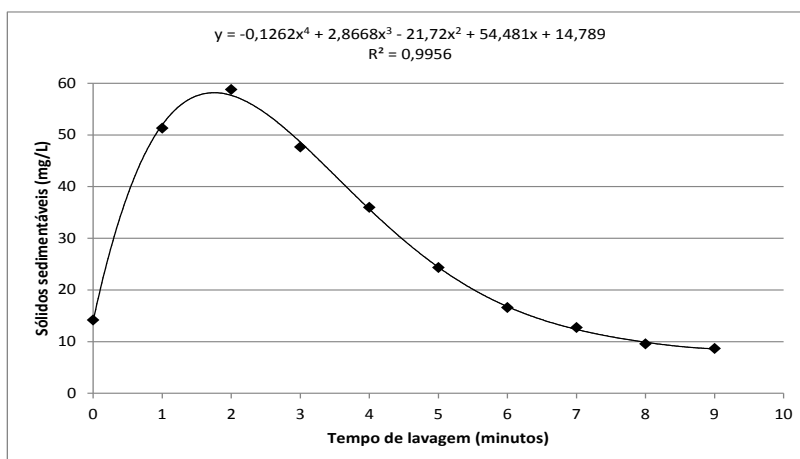


Figura 4: Variação das concentrações médias de sólidos sedimentáveis ao longo do período de lavagem para todos os filtros.

Os resultados obtidos permitiram estimar a carga diária de sólidos gerada na lavagem dos filtros da ETA Jiqui. Considerando que volume médio de água gasto na lavagem de cada filtro é de 360 m³, e que cada filtro é lavado, em média, uma vez por dia, foi obtido um valor de 40 m³/dia de sólidos sedimentáveis (com base na concentração média de sólidos sedimentáveis de 28 mL/L). Como a ETA não possui unidade de tratamento/disposição dos efluentes de lavagem dos filtros, tal volume de sólidos retorna diretamente para o próprio manancial. Com base na vazão de captação (500 L/s) e no volume de água para lavagem dos filtros (1440 m³/dia) foi estimado um consumo de 3,3% da água captada para lavar os filtros. Tal valor encontra-se

dentro da faixa (2 a 5%) citada por Vigneswaran *et al.* (1996) para o consumo de água tratada numa ETA para a lavagem dos filtros. Por outro lado, está bem abaixo dos valores encontrados por Campos (2015) que observou consumos médios entre 6,1% a 9,9% em três estações tipo filtração direta no nordeste do Brasil.

Com os dados agregados por filtro, independentemente do tempo de lavagem em que foram medidos, as concentrações médias de sólidos sedimentáveis variaram entre 24,0 mL/L (F1) a 30,5 mL/L (F4). A análise de variância foi aplicada para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as médias de sólidos sedimentáveis de cada filtro e demonstrou que não há diferenças significativas ($p = 0,24868$; $p > 0,05$), conforme demonstrado graficamente pelo Teste de Tukey (Figura 5). As concentrações médias de sólidos sedimentáveis obtidas foram semelhantes às observadas por Campos (2015), que caracterizou os efluentes de lavagens de filtros em três ETA tipo filtração direta, no estado do Ceará, obtendo concentrações em duas delas de 22 e 34 mL/L

A Figura 6 apresenta as médias de sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos totais (ST) verificadas em cada filtro resultantes de 28 análises realizadas nas amostras compostas. Considerando os dados agrupados para todos os filtros foram constatadas médias de 135 mg/L, 157 mg/L e 292 mg/L respectivamente para SDT, SST e ST. Utilizando-se a média de sólidos suspensos totais pode-se concluir que a massa de sólidos gerada na lavagem de filtros da ETA Jiqui é equivalente a 226,2 kg/dia.

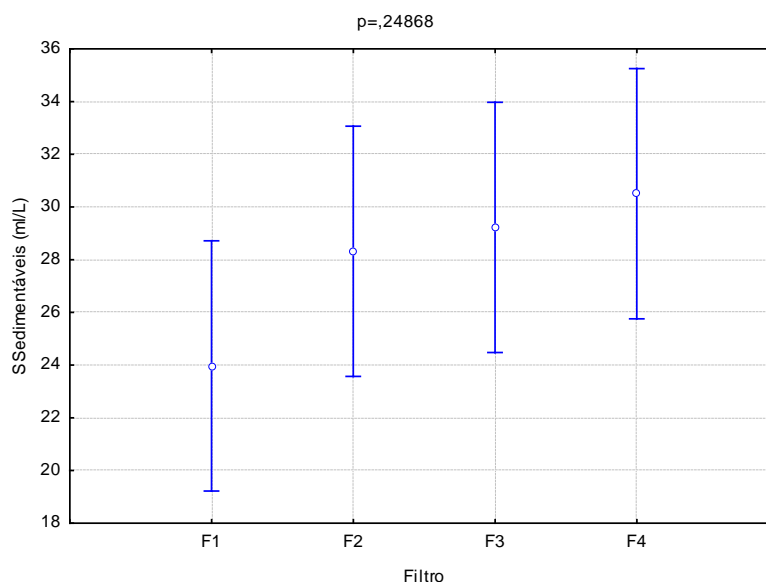


Figura 5: Limites de confiança para a comparação entre as médias de sólidos sedimentáveis de cada filtro para todo o período de lavagem (barras que fazem interseção entre si denotam médias não significativamente diferentes ao nível de 0,05).

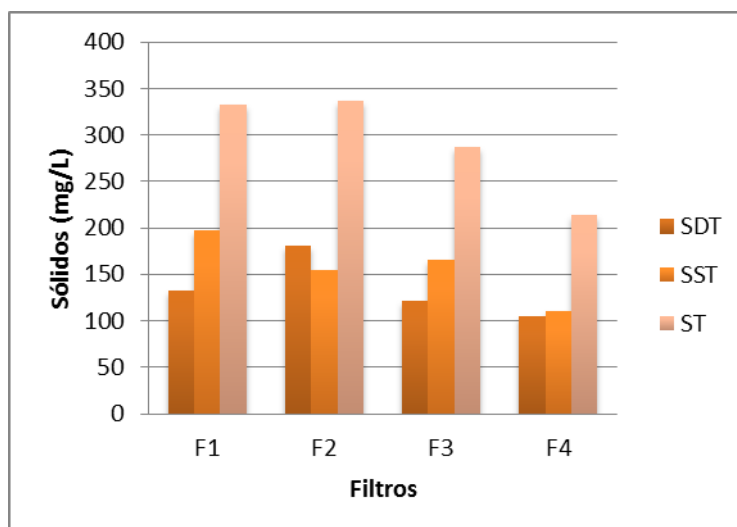


Figura 6: Concentrações médias de sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais e sólidos totais nas amostras compostas de cada filtro.

Dos 32 ensaios realizados para determinação qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli* foram contabilizados presença de ambas em 22% das amostras sendo que estas exibiram teor de cloro residual livre inferiores a 1 mgCl₂/L. Em todas as amostras com teores de cloro residual livre acima de 1 mg/L, coliformes totais e *Escherichia coli* não foram detectados.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que a concentração de sólidos sedimentáveis do efluente de lavagem dos filtros da ETA Jiqui ultrapassa o valor permitido em legislação para serem descartados diretamente no manancial.

As concentrações médias de sólidos sedimentáveis eliminados durante o período de lavagem não apresentam diferenças significativas entre os filtros. A maior carga de sólidos é liberada nos primeiros 4 minutos de lavagem.

Os resultados estatísticos indicam que é possível utilizar um menor tempo para a lavagem dos filtros (6-8 minutos) reduzindo, desta forma, o consumo de água tratada. Por outro lado é necessário se faz necessário avaliar o impacto que tal redução poderia ocasionar no tempo das carreiras de filtração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGELIM, Susane Campos Mota; SCALIZE, Paulo Sérgio. Disposição de resíduos de estação de tratamento de água em lagoa facultativa de esgoto: Caracterização da ETA. In: VIII SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFG, Goiás: SBPC, 2011. v. 63, p. 1 - 6.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10561: Águas - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff. Rio de Janeiro: ABNT, 1988. 2 p.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, n. 92, p. 89, 16 maio 2011.
4. CAMPOS, Hildérica Lima. Caracterização das águas de lavagem de filtros em estações de tratamento de água de filtração direta. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.
5. DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela di Bernardo; VOLTAN, Paulo Eduardo Nogueira. A problemática dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. In: _____. Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: Ldibe, 2012.

6. DUARTE, Marco Antonio Calazans. Caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui através dos índices do Estado Trófico (IET) e de Qualidade da Água (IQA). Dissertação de mestrado [Programa de Pós-graduação em engenharia sanitária e ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-PB]. 2009
7. FONTANA, Antonio Osmar. Sistema de leito de drenagem e sedimentados com solução para redução de volume de lodo de decantadores e reúso de água de lavagem de filtros - estudo de caso - ETA Cardoso. 2004. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/11/TDE-2005-03-11T14:44:23Z-541/Publico/DissAOF.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2014.
8. MENEZES, Ana C. L. S. M. de et al. (Org.). Caracterização da água de lavagem de uma estação de tratamento de água, com vistas ao reúso. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, p.191-196, 2005. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/suplemento/index_arquivos/PDF/191.pdf?..>. Acesso em: 03 set. 2014.
9. OLIVEIRA, Cristiane Aparecida de; BARCELO, Wellington França; COLARES, Carla Jovania Gomes. Estudo do reaproveitamento da água de lavagem de filtro na ETA- Anápolis/GO. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. Anais... . Goiânia: Ibeas, 2012. v. 3, p. 1 - 15. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-012.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2014.
10. SENA, Diógenes Santos de. Avaliação da qualidade da água do rio Pitimbu. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
11. VIGNESWARAN, S., BOONTHANONB, S., PRASANTHIA, H. Filter backwash water recycling using crossflow microfiltration. *Desalination*, 106 (1996), 31-38.