

I-048 - OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁGUA EM ETA PELA ADEQUAÇÃO DA CARREIRA DE FILTRAÇÃO

Man Cheng NG⁽¹⁾

Técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN). Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN). Mestrando em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Técnico em Engenharia Controle Ambiental na Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

Marco Antonio Calazans Duarte

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor e Pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN).

André Luis Calado Araújo

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia Civil pela University of Leeds. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Senador Salgado Filho, 1555 - Tirol - Natal - RN - CEP: 59015-000 - Brasil - Tel.: (84) 3232-4353 - e-mail: man@caern.com.br

RESUMO

Estações de Tratamento de Água são concebidas em função da qualidade da água do manancial, o que determina diretamente a tecnologia de tratamento a ser utilizada e conseqüentemente influi nos custos de operação e manutenção. A adequação dos processos dentro das ETA é fundamental para diminuição dos custos e melhoria na qualidade da água tratada. O processo de filtração é considerado pela literatura como etapa de polimento, responsável pela remoção de partículas em suspensão, e remoção de cistos e oocistos de protozoários. A retrolavagem dos filtros pode consumir entre 3% a 10% do volume produzido nas ETA, ou seja, é relevante no resultado final de produção de água. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar as modificações na produção de água na ETA em escala real através da alteração nas carreiras de filtração. Foram realizadas caracterização física e química da água de lavagem dos filtros, da água bruta, da água tratada e da água de recirculação, além do monitoramento do nível da água dos filtros em carreiras de filtração diferentes. Os resultados demonstraram que com o aumento da carreira de filtração aumentou a quantidade de sólidos na ALF; o crescimento do nível da água se comporta como função de primeiro grau; pode-se alterar a carreira de filtração de 24 horas para 40 horas em condições normais na ETA Extremoz.

PALAVRAS-CHAVE: ETA, Nível da água, Adequação.

INTRODUÇÃO

Estações de Tratamento de Águas (ETA) são concebidas primordialmente em função da qualidade física, química e microbiológica da água do manancial de abastecimento, bem como pelas premissas de custos de implantação, manutenção e operação; flexibilidade operacional; manuseio e confiabilidade dos equipamentos e características socioeconômicas da população atendida (DI BERNARDO & PAZ, 2008; LIBÂNIO, 2010).

Os principais resíduos gerados em ETA são oriundos da lavagem dos filtros e descarga de decantadores, unidades nas quais podem ficar retidas grande parte dos poluentes presentes na água bruta, além de compostos orgânicos e inorgânicos oriundos dos processos de tratamento de água. A maior parte da composição dos resíduos gerados é água, com percentual de sólidos entre 0,01 e 0,1%, com potencial de poluição dos corpos hídricos quando não tratados corretamente (SCALIZE & DI BERNARDO, 1999).

Devido à crescente demanda e custo da água (tem aumentado o interesse) do reaproveitamento das águas residuárias de ETA, principalmente pela recirculação da água de lavagem dos filtros e dos efluentes clarificados das estações de tratamento dos resíduos (DI BERNARDO & PAZ, 2008).

Os filtros são os maiores produtores de resíduos, no que se refere ao volume total gerado nos processos de limpeza. As lavagens dos filtros ocorrem na ETA quando algum dos seguintes critérios são atingidos: a) o nível do filtro atinge a carga hidráulica máxima disponível, em virtude do excesso de perda de carga no meio filtrante; b) ocorrência de traspasse do filtro, caracterizado pelo aumento repentino da turbidez na água filtrada; c) quando a duração da carreira de filtração atingir em torno de 40 horas (DI BERNARDO & PAZ, 2008; EPA, 1995; RICHTER & AZEVEDO NETTO, 1991).

A carreira de 24 horas é usualmente verificada na maioria das estações no Brasil (LIBÂNIO, 2010). Na prática operacional da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN, os períodos de lavagem dos filtros são estabelecidos no tempo habitual de 24 horas de carreira de filtração, independente da perda de carga ou turbidez da água filtrada, o que caracteriza práticas de operação inadequadas.

A duração do tempo de lavagem dos filtros interfere diretamente na qualidade dos resíduos líquidos gerados, tendo em vista que quanto maior a carreira de filtração, maior será a quantidade de sólidos retidos. Altera também a produção diária de água em função da compactação do material filtrante, ou em outros casos, altera a qualidade da água tratada devido ao traspasse de sólidos (EPA, 1995).

Estudos realizados na avaliação de desempenho de duas ETA concluíram que a adequada operação principalmente dos filtros melhora significativamente a qualidade e eleva a produção de água tratada (BASTOS et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006).

O presente estudo foi realizado na ETA Extremoz em Natal/RN, que é responsável pela produção de água de aproximadamente 70% da Zona Norte de Natal, nos últimos anos o manancial superficial que origina seu nome, padece dos efeitos da escassez de chuva, que assolado toda a região Nordeste do Brasil. A ETA Extremoz funciona com filtração de taxa declinante.

Em filtros de taxa declinante, caso a distribuição água seja feita por meio de tubulações ou canal de dimensões suficientemente grande, o nível da água será mantido praticamente o mesmo em todos os filtros da bateria, exceto para o que em algum instante encontrar-se em operação de lavagem (MENDES & GABRIEL, 2000; MACHADO et al., 2002).

Os principais níveis de água na operação dos filtros de taxa declinante podem ser Nível N0 que é o nível da lamina líquida acima dos vertedouros; Nível N1 se refere ao nível de água no canal comum de alimentação após o filtro recém-lavado entrar em operação no qual as somas das vazões afluentes e efluentes são iguais, ou seja, nível mínimo; Nível N2 se refere ao nível de água no canal comum de alimentação no momento que o filtro mais sujo da bateria é retirado de operação para ser lavado; Nível N3 se refere ao nível de água no canal comum de alimentação no final da lavagem de um filtro da bateria, conforme indicado na figura 1 (MACHADO et al., 2002).

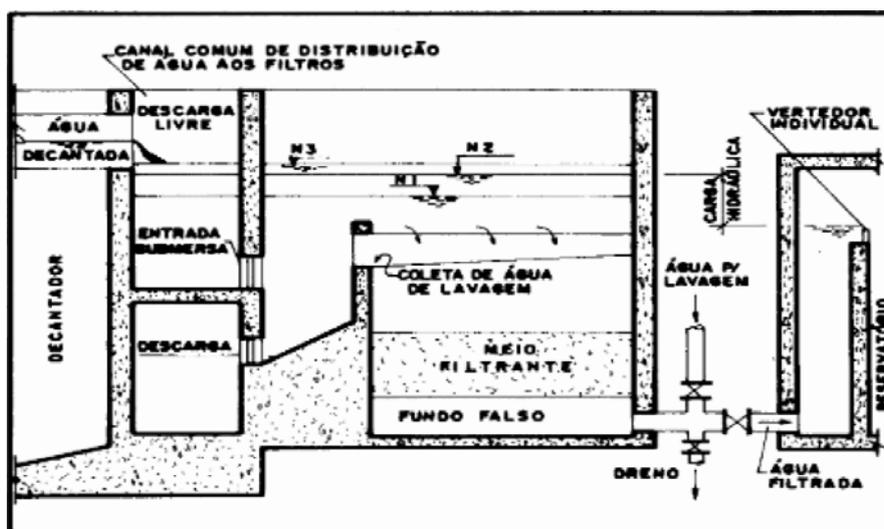


Figura 1: Arranjo típico de entrada e saída de um filtro operando com taxa declinante
Fonte: MACHADO et al. (2002).

Considerando que os filtros de taxa declinante trabalham de forma repetitiva, em vazões em cada filtro, mantendo-se constante no intervalo de lavagens consecutivas e declinando em formas de degraus. Pode-se observar comportamento repetitivo do nível da água, a redução da taxa de filtração com o passar do tempo, e seu aumento após a sua limpeza. O nível N3 conforme figura 2, ilustra sempre o maior nível da água na operação normal.

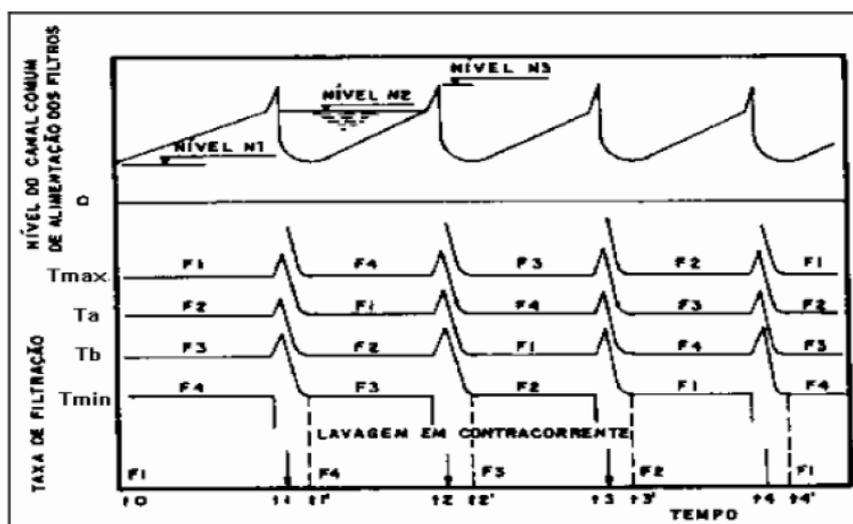


Figura 2: Variações típicas dos níveis de água e taxas de filtração em sistema de filtração declinante.
Fonte: MACHADO et al. (2002).

Nesse contexto, da necessidade de minimizar ocorrências da prática inadequada de operação dos filtros com carreiras de 24 horas na ETA Extremoz, que ocasiona desperdício de água e insumos, a avaliação da carreira de filtração e caracterização dos resíduos gerados são auxílios para o objetivo do trabalho que é a adequação da carreira de filtração em ETA para a sua otimização.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Água Extremoz, que realiza o tratamento de água bruta com turbidez inferior a 5,0 uT e cor aparente inferior a 50,0 uH. A ETA foi concebida para funcionar na tecnologia ciclo completo, contudo devido às alterações no processo e nos produtos químicos funciona como filtração direta. Ela está localizada no município de Natal/RN, na região administrativa Norte, BR 101, S/N, bairro Nossa Senhora da Apresentação.

A ETA Extremoz funciona atualmente com vazão de 2.520 m³/h (700 L/s), abastecendo cerca de 70% da população da zona Norte de Natal/RN, 250.000 habitantes. A ETA capta água na lagoa de Extremoz, sendo composta pelas etapas de pré-oxidação, coagulação, filtração e desinfecção.

A etapa de filtração é composta por quatro filtros rápidos de fluxo descendente que operam com taxa média de 330m³/m².dia, com área de 45,75m² em cada filtro. O leito filtrante é composto por areia quartzosa, à camada suporte por pedregulhos de tamanhos variados e o fundo de bloco cerâmico tipo Leopold (tabela 01).

Tabela 1: Característica do leito filtrante e camada suporte da ETA

Material filtrante - areia quartzosa						
Camada	Lf (cm)	Tef/D10 (mm)	Cd	D60 (mm)	Dmáx (mm)	Dmín (mm)
01 (topo)	30	0,7	< 1,4	1,00	1,42	0,5
2	15	1	< 1,4	1,50	1,5	0,84
03 (interface)	15	1,7	< 1,4	2,40	3,2	1,5
L total (cm)	60	-	-	-	-	-
LEGENDA: Lf = espessura da camada filtrante; Tef/D10 = tamanho efetivo; Cd = coeficiente de desuniformidade; D60 = tamanho que passa 60% em massa; Dmáx = tamanho máximo; Dmín = tamanho mínimo.						
Camada suporte						
Camada	Granulometria (mm)		Espessura (cm)			
1 (topo)	19,0-12,7		5			
2	12,7-6,4		5			
3	6,4-3,2		5			
4	3,2-2,0		5			
5	6,4-3,2		5			
6	12,7-6,4		10			
7 (fundo)	19,0-12,7		10			
Total			45			

Fonte: DUARTE (2012).

Os filtros são de taxa declinante, a distribuição de água é feita por meio de canal de grandes dimensões, a entrada de água é abaixo do nível da calha central, não há dispositivo de controle de vazão na entrada dos filtros.

Na lavagem de cada filtro são gastos cerca de 200m³ durante o período de 5 minutos, conforme medição da CAERN, e carreira de filtração fixa de 24 horas. Na teoria, conforme NBR 12216/92, o volume de água na lavagem deveria ser de 178,43m³, para os 5 minutos com expansão de 20% do material filtrante

As ALF geradas no processo de limpeza dos filtros são armazenadas temporariamente nos tanques de descarte, situados próximos dos decantadores e floculadores da ETA.

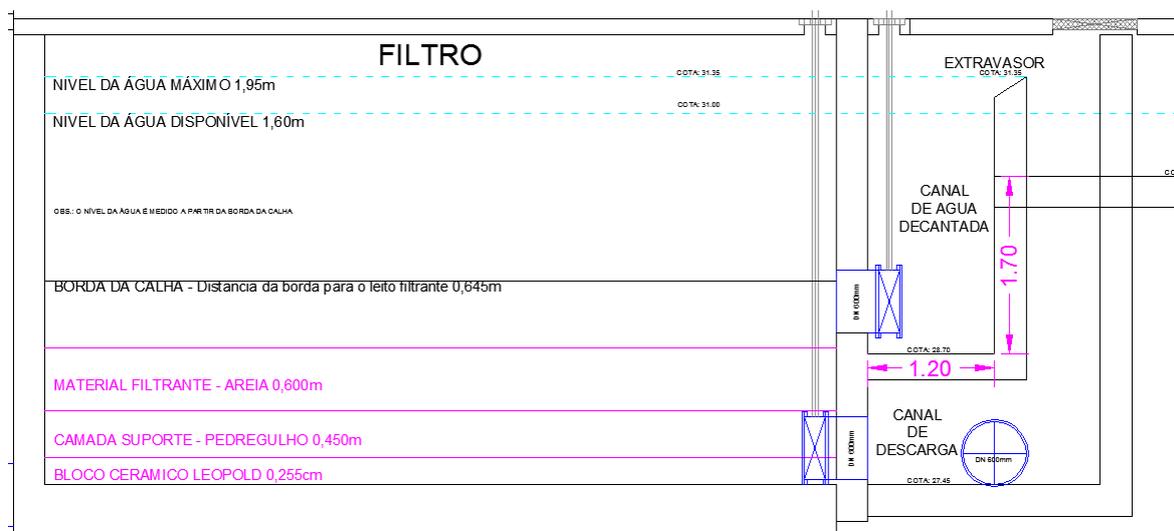


Figura 4: Vista lateral do filtro com indicação dos níveis de água, borda da calha e material filtrante.

As medições de níveis foram realizadas nos meses de abril/2016 a maio/2016. Em todos os monitoramentos foram realizados 4 ciclos completos da carreira de filtração a ser estudada, na carreira de 24 horas foram realizados o monitoramento de 96 horas seguidas, na carreira de 32 horas foram realizados o monitoramento de 128 horas e para a carreira de 40 horas foram realizados o monitoramento de 160 horas.

O comportamento do nível da água nos filtros deverá apresentar comportamento semelhante ao longo da carreira de filtração, em virtude que a bateria de filtros trabalha de forma repetitiva (DI BERNADO, 1986; MACHADO et al., 2002). A taxa de filtração máxima a ser adotada é de 1,3 a 1,5 vezes a taxa média que é o valor que é adotado para carreiras de filtração de maior duração (DI BERDADO, 1986). O período de maior vazão ocorrerá após a sua lavagem, e também quando ocorrer à lavagem do primeiro filtro posterior a esse, quem a vazão é aumentada em 33%, no caso da ETA Extremoz.

O Nível 3 da água no filtro – N3F, que se refere ao nível no final da lavagem, não poderá ser maior que a carga hidráulica disponível. Nesse estudo, em que a medição do nível será realizada no filtro e não no canal comum, deverá ser somado à medição de nível a perda de carga do canal de água decantada para o filtro que é de 0,073m, quando a taxa de filtração for de 1,5 vezes a máxima, para se conhecer o nível N3 no canal comum, que não poderá ser superior à carga hidráulica disponível de 1,60m.

São realizadas análises de média, desvio padrão, regressão linear e análise de variância (ANOVA), com objetivo de avaliar a ocorrência de diferenças significativas entre os períodos dos quatros filtros e entre as três carreiras de filtração (24h, 32h e 40h).

Para a aferição do volume de água consumido durante a lavagem dos filtros foi realizada a medição de vazão com medidor ultrassônico portátil do fabricante SiteLab, modelo SL1168P, com precisão de leitura em $\pm 1\%$, repetibilidade 0,3%, para diâmetros de 25-1200mm.

Todas as análises físicas e químicas são realizadas seguindo os procedimentos padrões descritos em APHA et al. (2012). As coletas das amostras mensais de água bruta, recirculação e tratada foram realizadas durante 12 meses de maio/2015 a abril/2016, com uso de garrafas de plástico de 2 litros.

O tempo de lavagem dos filtros foi de 5 minutos, foram realizadas coletas de amostras a cada 1 minuto a partir do tempo inicial até o final da lavagem. Após homogeneização foi retirada a alíquota de 2 litros de cada balde para nova homogeneização e montagem da amostra composta relativa a cada filtro da ETA. Nas amostras compostas da ALF as variáveis que foram monitoradas são cor aparente, sólidos em suspensão, sólidos totais e turbidez.

Somente nas amostras de ALF foram realizadas análise de sólidos sedimentáveis das amostras em cada minuto coletada separadamente, com objetivo de analisar e comparar o volume de sólidos gerados em cada tempo do processo de lavagem e sua possível alteração em decorrência da alteração do aumento da carreira de filtração.

Os parâmetros de monitoramento foram nível da água, sólidos sedimentáveis a cada minuto da ALF e análises físicas e químicas da ALF composta de cada filtro, da água bruta, da água de recirculação e da água tratada da ETA Extremoz, conforme resumo na tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos procedimentos experimentais realizados.

Carreira de filtração (h)	Análises	Frequência	Período de monitoramento
24	Nível da água	A cada 10 segundos	96 horas
	ALF - sólidos sedimentáveis	1 amostra para cada minuto da lavagem	6 meses
	ALF – composta de cada filtro	1 amostra mensal	6 meses
32	Nível da água	A cada 10 segundos	128 horas
	ALF - sólidos sedimentáveis	1 amostra para cada minuto da lavagem	1 mês
	ALF – composta de cada filtro	1 amostra mensal	1 mês
40	Nível da água	A cada 10 segundos	160 horas
	ALF - sólidos sedimentáveis	1 amostra para cada minuto da lavagem	1 mês
	ALF – composta de cada filtro	1 amostra mensal	1 mês

RESULTADOS

Os resultados das análises da água bruta durante o período de monitoramento em todos os parâmetros, indicam que não ocorreram alterações significativas em relação à média do período para os parâmetros. A água bruta apresenta características semelhantes em todos os meses de monitoramento com cor aparente inferior a 50,0 uH e turbidez inferior a 5,0 uT. A ALF recirculada após lagoa de decantação, têm características semelhantes à água bruta da lagoa de Extremoz, conforme tabela 3.

Tabela 3: Características físicas e químicas média da água bruta da lagoa de Extremoz, recirculada e tratada na ETA Extremoz, de maio/2015 a abril/2016.

AMOSTRA	ALCALINIDADE TOTAL (mg/L CaCO ₃)	COR APARENTE (uH)	DUREZA TOTAL (mg/L CaCO ₃)	FERRO TOTAL (mg/L Fe ⁺⁺⁺)	NITRATO (mg/L N)	SÓLIDOS DISSOLVIDOS (mg/L S)	pH	TURBIDEZ (uT)
Bruta	51,1	29,2	55,8	0,16	0,55	120,4	7,76	1,62
Recirculada	41,2	48,7	48,8	0,38	0,75	119,4	7,48	10,2
Tratada	45,6	18,2	54,8	0,19	0,72	122,1	7,35	1,67

Em relação aos resultados da água tratada, observa-se que mesmo com a alteração da carreira de filtração em alguns meses não houve deterioração da qualidade da água.

A amostragem para caracterização da ALF foi realizada em período menor devido à indisponibilidade de laboratório para realização de todas as análises nos meses subsequentes e ocorrência de semelhança dos resultados nos seis (6) primeiros meses de monitoramento. Os resultados médios são observados por carreiras de filtração na tabela 4.

Tabela 4: Características físicas e químicas média da ALF em carreiras de filtração diferentes.

CARREIRA DE FILTRAÇÃO (h)	COR APARENTE (uH)	SÓL. EM SUSPENSÃO (mg/L)	SÓL. TOTAIS (mg/L)	TURBIDEZ (uT)
24	124,2	40,8	231,1	27,3
32	79,8	51,0	291,3	16,2
40	145,8	113,4	405,8	35,5

Os resultados indicam que as concentrações de todos os parâmetros aumentaram em função do aumento da carreira de filtração de 24 horas para 40 horas. Confirmando dados da literatura. Em análise por filtros separados observa-se na figura 5, que o maior aumento de sólidos em suspensão ocorreu no filtro 2.

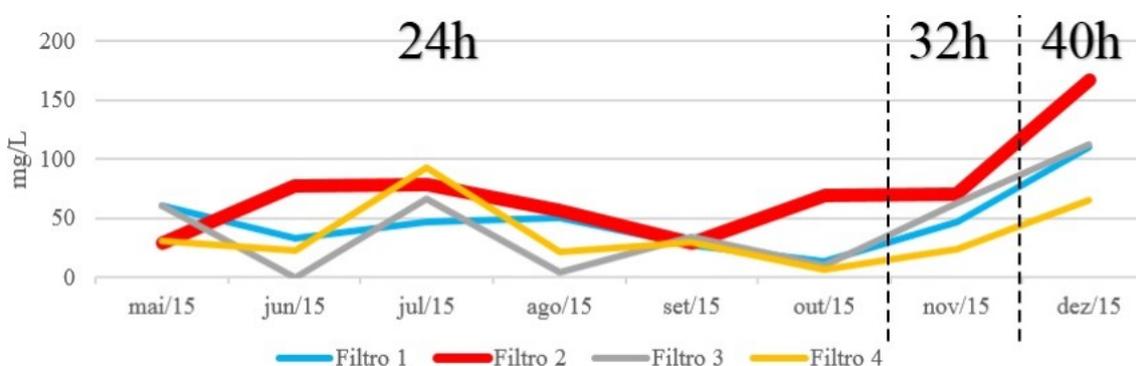


Figura 5: Concentração de sólidos em suspensão, em função da carreira de filtração.

Os resultados das análises de sólidos sedimentáveis médio da ALF de cada minuto de lavagem são apresentados na figura 6, com a média dos resultados de cada minuto analisado dos 4 filtros, para a carreira de filtração de 24 horas, 32 horas, e 40 horas.

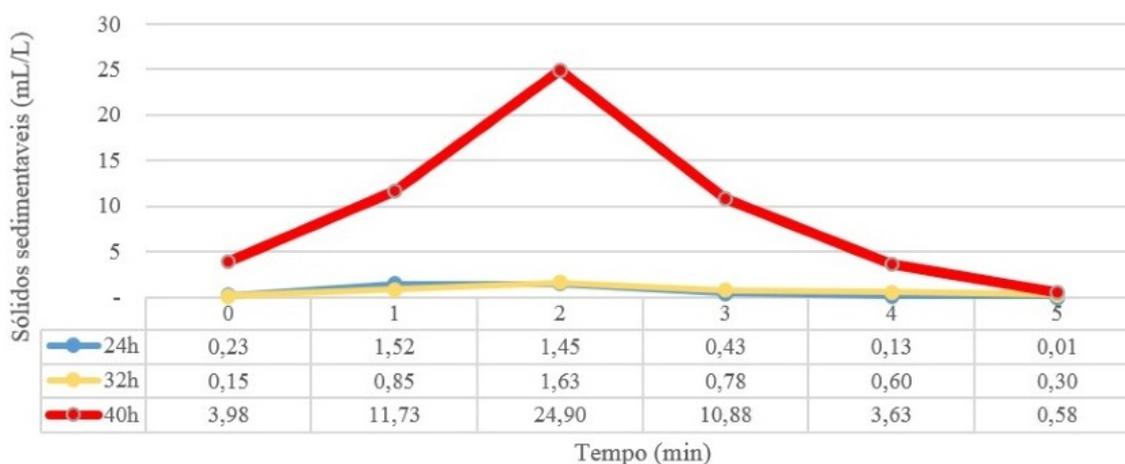


Figura 6: Variação temporal dos sólidos sedimentáveis na lavagem para carreiras de 24h, 32h e 40h.

Percebe-se que a média dos sólidos sedimentáveis na carreira de 40 horas é maior do que a de 24 horas e do que a de 32 horas. Mesmo com o aumento da carreira de filtração para 40 horas, o resultado médio do último minuto de lavagem foi de 0,58 mL/L de sólidos sedimentáveis que pode ser considerado razoável para lavagem de filtros, no qual é esperado resultados inferiores a 1,00 mL/L para o último minuto, conforme a EPA (1995).

Os resultados das análises do monitoramento do nível da água no F2 são apresentados conforme alteração da carreira de filtração de 24 horas, 32 horas e 40 horas. Durante o período de monitoramento a dosagem do

coagulante foi constante de 1,00mg/L. Os monitoramentos foram realizados durante 4 carreiras de filtração seguidas para cada variação de carreiras a ser estudada, para análise e estudo de comportamento do aumento do nível da água no filtro e aumento da carreira de filtração.

Todos as figuras apresentam 4 períodos de monitoramento dentro de 1 carreira (indicados pelos picos nas figuras), cada período representa a perda de carga entre a lavagem dos 4 filtros da ETA Extremoz P1 corresponde ao período de lavagem entre o filtro nº 4 – F4 ao filtro nº 1– F1; P2 corresponde ao período de lavagem entre o filtro nº 1 – F1 ao filtro nº 2 – F2; P3 corresponde ao período de lavagem entre o filtro nº 2 – F2 ao filtro nº 3 – F3; P4 corresponde ao período de lavagem entre o filtro nº 3 – F3 ao filtro nº 4 – F4.

Dentro de cada período temos marcadores de níveis N1F corresponde ao nível da água no filtro após a lavagem de um filtro; N2F corresponde ao nível da água no filtro antes da retirada de um filtro para lavagem; N3F corresponde ao nível da água no instante final da lavagem de um filtro.

Os resultados dos monitoramentos do nível da água nas diferentes carreiras de filtração podem ser observados nas figuras 7, 8 e 9, para comparativo do nível máximo N3F, que se refere ao nível máximo quando um filtro sai de operação para lavagem e sobrecarrega os outros filtros.

Observa-se que existem vários picos do nível da água. Esses picos se referem ao momento de lavagem de algum filtro, os mais altos se referem ao momento de lavagem do filtro 2, que representa os ciclos completos. Os espaçamentos entre os picos indicam período de aproximadamente de 6 horas para carreira de 24 horas, 8 horas para a carreira de 32 horas e 10 horas para a carreira de 40 horas.

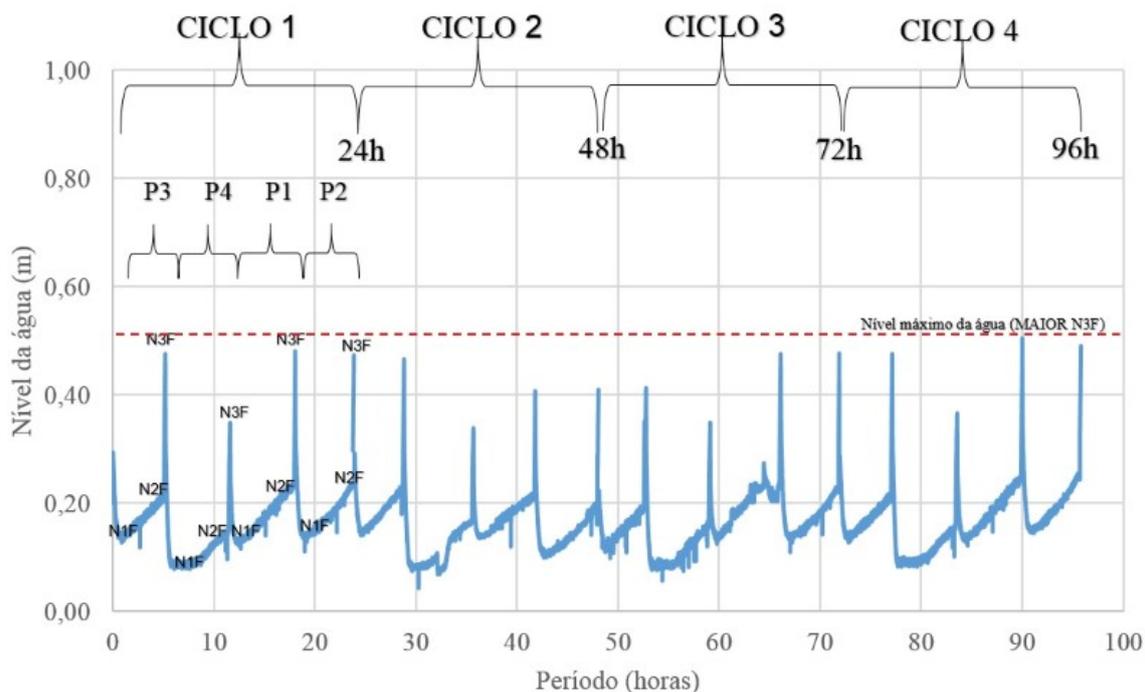


Figura 7: Variação temporal do nível da água no filtro em carreiras de 24 horas na ETA Extremoz.

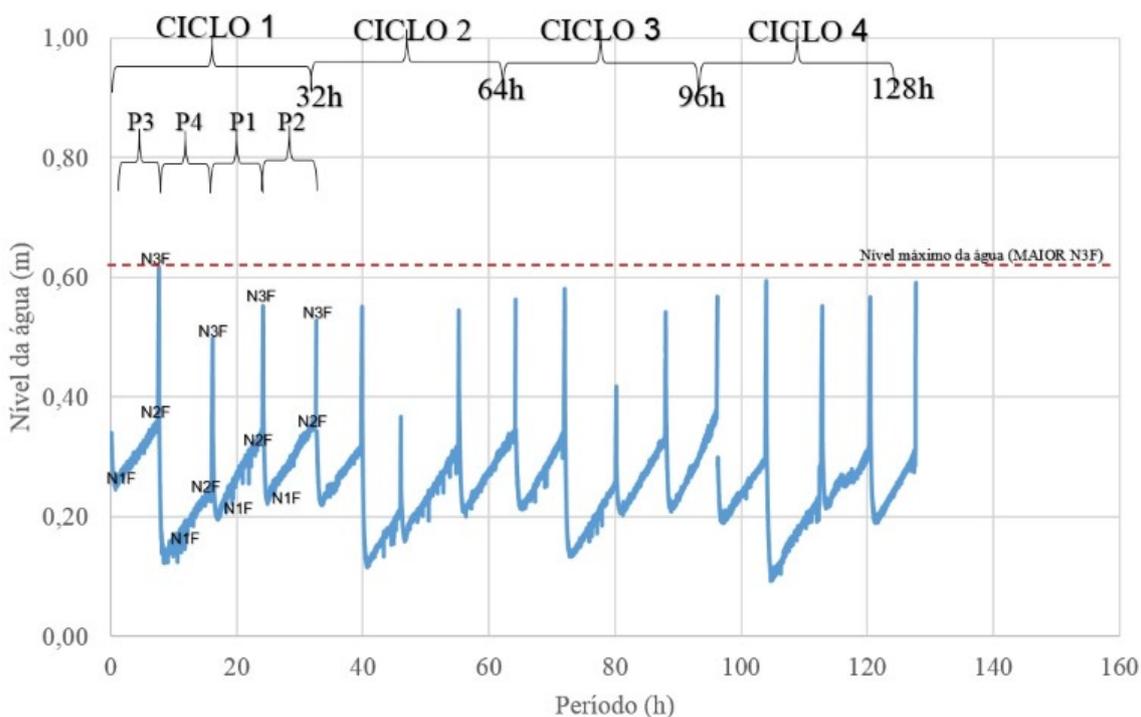


Figura 8: Variação temporal do nível da água no filtro em carreiras de 32 horas na ETA Extremoz.

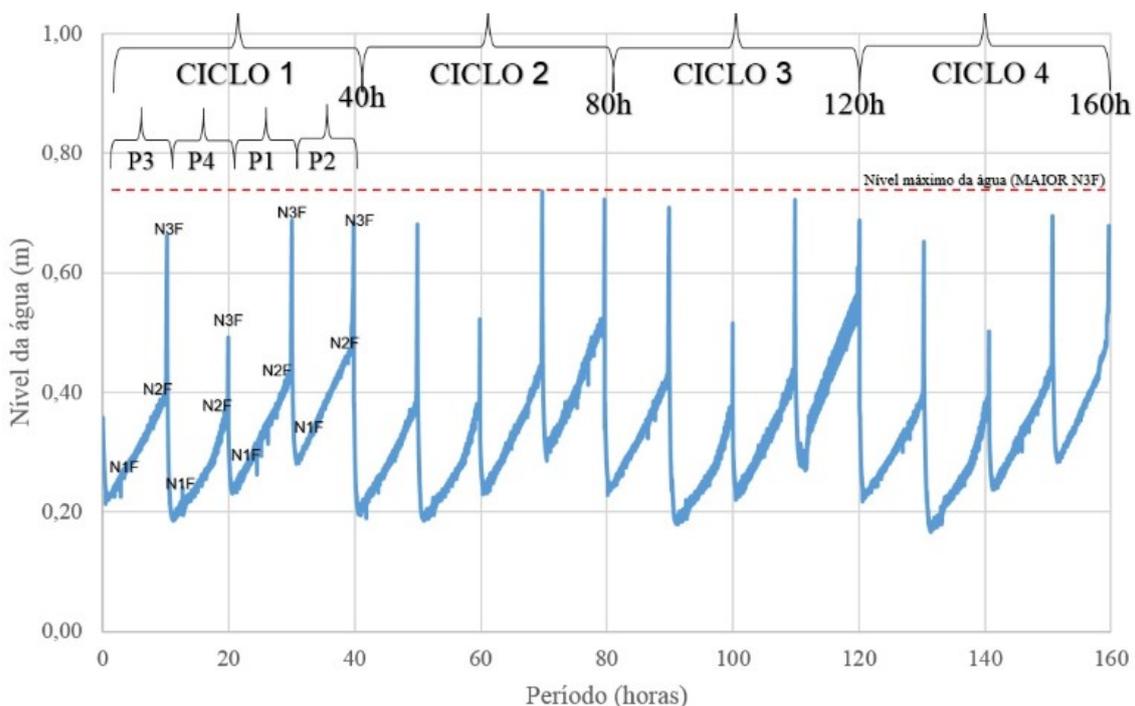


Figura 9: Variação temporal do nível da água no filtro em carreiras de 40 horas na ETA Extremoz.

Ao realizar análise estatística todos os crescimentos de N1F a N2F apresentam forte correlação entre os dados, e o R^2 próximo a 1,00. Todos os podem ser representados por equações de primeiro grau, ou seja, podem ser representados por retas.

Ao analisar os N3F que são os maiores níveis de água dentro do filtro o maior valor é 0,505m para a carreira de 24 horas, 0,617m para carreira de 32 horas, 0,735m para a carreira de 40 horas, nos piores cenários. Ao somar a perda de carga de 0,073m no pior cenário no qual a taxa de filtração sobe para 495m³/m².dia, a carga

hidráulica no canal de água decantada necessária será de 0,808m para pior situação que é a carreira de 40 horas, o qual é atendida pelo nível da água existente de 1,60m.

Com objetivo de comparar os mesmos períodos de filtração entre as diferentes carreiras são realizados ANOVA e teste Tukey, para verificar quais períodos são diferentes entre si.

Os resultados em todas ANOVA apresentam que $F > F$ crítico, ou seja, há correlação linear significativa entre as variáveis e recusa da hipótese nula. O resultado valor-P tendendo a zero, indica que há variância entre os grupos.

Em todos os testes Tukey, tabela 5, indicam que os conjuntos de períodos diferem entre si, ou seja, há diferença estatística entre as perdas de carga em decorrência do aumento da carreira de filtração que consequentemente há aumento da perda de carga em todos os períodos.

Tabela 5: Resultados dos testes Tukey por período em carreiras diferentes.

Teste Tukey F1			
	24h	32h	40h
24h	-	0,00002	0,00002
32h	-	-	0,00002
40h	-	-	-
Teste Tukey F2			
	24h	32h	40h
24h	-	0,00002	0,00002
32h	-	-	0,00002
40h	-	-	-
Teste Tukey F3			
	24h	32h	40h
24h	-	0,00002	0,00002
32h	-	-	0,00002
40h	-	-	-
Teste Tukey F4			
	24h	32h	40h
24h	-	0,00002	0,00002
32h	-	-	0,00002
40h	-	-	-

Na lavagem dos filtros da ETA o consumo médio informado pela CAERN é de 200m³ (200.000L) por lavagem, independente da carreira de filtração, em vistas que não há alterações do tempo e vazão da lavagem dos filtros durante o monitoramento.

Em vistas a verificar o volume real consumido nas lavagens dos filtros da ETA com o volume informado (200m³) e o teórico (178,43m³) foi realizado a medição com uso de medidor ultrassônico de vazão. Os resultados podem ser observados na tabela 6.

Tabela 6: Resultados da medição de consumo de água na lavagem dos filtros.

DATA	HORA	CONSUMO (L)	DATA	HORA	CONSUMO (L)
22/10/2016	12:00	203.307	23/10/2016	00:00	199.581
22/10/2016	18:00	201.587	23/10/2016	06:00	204.330
MÉDIA GERAL		202.201	DESVIO PADRÃO		2.081

Os resultados da medição de consumo de água nos filtros apresentam consumo médio de 202.201 litros por lavagem, ou seja, 2.201 litros a mais na média de lavagem por filtro.

Contudo se analisar que a metodologia que a CAERN utilizou para realizar a medição é diferente da utilizada e que o medidor ultrassônico possui margem de erro de $\pm 1\%$, considera-se que a média de consumo de água na lavagem dos filtros de 200.000 litros é aceitável.

A água utilizada na lavagem dos filtros é água tratada que é distribuída para a população. Com a alteração da carreira de filtração ocorreu diminuição do consumo de água de lavagem de filtros, conforme tabela 7.

Tabela 7: Análise volumétrica decorrente da alteração da carreira de filtração

CARREIRA DE FILTRAÇÃO (h)	24	32	40
CONSUMO DE ÁGUA PARA LAVAGEM DOS FILTROS (m ³ /mês)	24.000	18.000	14.400
REDUÇÃO (%) EM RELAÇÃO À 24H	-	25%	40%
REDUÇÃO (m ³ /mês) EM RELAÇÃO À 24H	-	6.000	9.600

A redução de consumo de água na lavagem dos filtros proporcionou o aumento da produção de água, em vistas que a água tratada utilizada para lavagem dos filtros foi reduzida; a economia direta de energia, produtos químicos e mão de obra, necessários para o tratamento da ALF; melhoria no desempenho da ETA que reduz parte do seu percentual de perdas no sistema de tratamento.

CONCLUSÕES

Após as análises físicas e químicas da água bruta, da água de recirculação, da água tratada, da água de lavagem dos filtros, conclui-se que:

A qualidade da água bruta, da água de recirculação e da água tratada não tiveram alteração significativa em relação à média durante o período de monitoramento de 12 meses consecutivos;

A concentração de sólidos em suspensão e sólidos totais aumentou na ALF em decorrência do aumento da carreira de filtração;

A média de sólidos sedimentáveis de cada minuto de lavagem dos filtros, indicam que a lavagem de 5 minutos é satisfatória, mesmo para carreira de 40 horas, em decorrência da baixa quantidade média de sólidos sedimentáveis, menor que 1 mL/L, nos últimos minutos de lavagem.

Em relação às análises do monitoramento do nível da água nos filtros em diferentes carreiras de filtração conclui-se que:

O aumento da carreira de filtração contribuí diretamente para o aumento da do nível da água e o comportamento gráfico das perdas de carga se comportam como função de 1º grau, ou seja, uma reta.

Na carreira de 40 horas o nível máximo da água foi de 0,808m o que é possível de ser atendido pela carga existente de 1,60m. Portanto, pode-se adotar o nível de água de 1,00m nos filtros que corresponde aproximadamente de 2/3 da carga disponível, para que haja carga hidráulica disponível, em caso de ocorrência de alguma eventualidade operacional.

Portanto o critério para o encerramento da carreira de filtração deverá ser alterado, para quando alcançar o nível de água máximo adotado de 1,00m acima da calha, ou quando a carreira atingir 40 horas, o que ocorrer primeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro/RJ, 1992.
2. APHA et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, and L.S. Clesceri. New York: American Public Health Association. 2012.
3. BASTOS, R.K.X.; VARGAS, L. C.; MOISÉS, S. S.; SILVA, H. C.A. Avaliação de desempenho de estações de tratamento de água. Desvendando o real. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII. Porto Alegre-RS, 2000.
4. DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água. São Carlos: Ed. LDIBE LTDA, 2008.
5. DUARTE, M. A. C. Adequação do sistema de filtração e drenagem da ETA Extremoz. Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte. Natal, 2012.
6. EPA - Environmental Protection Agency. WATER TREATMENT MANUALS FILTRATION. Irlanda, 1995.
7. LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Ed. Átomo, 2010.
8. MACHADO, R; DI BERNARDO, L.; TANGERINO, E; Critérios de dimensionamento de filtros rápidos por gravidade com taxa declinante variável. In.: XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Cancún, México: 2002.
9. MENDES, C. G. N; GABRIEL, J. C.; Hidráulica da filtração com taxa declinante: nova solução gráfica iterativa para determinação de níveis e taxa de filtração operacionais. In.: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Porto Alegre - RS: 2000.
10. RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. DE. Tratamento de Água – Tecnologia Atualizada. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1991.
11. SCALIZE, P. S.; DI BERNARDO, L. Caracterização da água de lavagem dos filtros rápidos de estações de tratamento, de água e dos sobrenadantes e sedimentos obtidos após ensaios de clarificação utilizando polímero aniônico. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais Eletrônicos II-023. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
12. OLIVEIRA, D. C.; BASTOS, R. K. X.; BORGES, N. B.; PIMENTA, J. F. P.; NASCIMENTO, L. E. Avaliação de desempenho de filtros rápidos de fluxo descendente: a importância da adequada operação. Montevideo, AIDIS, 2006.