

## AVALIAÇÃO E VIABILIDADE DE RECIRCULAÇÃO DA ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CICLO COMPLETO

### Isadora Alves Lovo Ismail<sup>(1)</sup>

Engenheira Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Mestre e Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Docente e Pesquisadora dos cursos de Graduação em Engenharia Química e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### Angela Di Bernardo Dantas<sup>(2)</sup>

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP). Mestre, Doutora e Pós-Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP). Diretora da Hidrosan Engenharia.

### Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoalato<sup>(3)</sup>

Engenheira Química pela Universidade de Mogi das Cruzes. Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP). Pós-doutoranda em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP). Docente e Pesquisadora dos cursos de Graduação em Engenharia Química e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### Eduardo Cleto Pires<sup>(4)</sup>

Engenheiro Mecânico pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Costábile Romano, 2201 – Bloco D, Sala 06 – Ribeirânia – Ribeirão Preto – SP – CEP: 14096-900 – Brasil – Tel: +55 (16) 3603-6784 – e-mail: [eng.isadoralovo@gmail.com](mailto:eng.isadoralovo@gmail.com).

## RESUMO

A água, para se tornar potável, deve passar por tratamento adequado de acordo com suas características. As Estações de Tratamento de Água (ETAs) são responsáveis por disponibilizar água própria para consumo humano para toda população. Dentre as tecnologias existentes para tratamento de água, a mais usual é conhecida com ciclo completo (convencional), a qual ocasiona a geração de resíduos em seu processo. Os resíduos gerados pelo tratamento de água em uma estação convencional são provenientes dos decantadores e da lavagem dos filtros. A água de lavagem dos filtros pode representar até 10% de toda a água produzida em uma ETA, sendo gerada em grandes volumes e curtos espaços de tempo. Por ser uma água residuária, composta por microrganismos patogênicos, metais, sólidos, dentre outros, faz-se necessário seu tratamento para posterior lançamento em corpos d'água. Entretanto, devido à elevada quantidade de água de lavagem de filtros gerada nas estações, há o interesse pela sua recirculação, uma vez que minimiza impactos ambientais por não ser lançada *in natura* em corpos d'água e proporciona economia de água para o processo. A partir dessa problemática, o presente trabalho caracterizou e avaliou a qualidade da água de lavagem de filtros de uma estação de tratamento de água de ciclo completo do interior do estado de São Paulo e verificou a possibilidade de sua recirculação ao início da estação. Após as análises realizadas, ficou evidente que não é recomendada a recirculação *in natura* da ALF ao início da ETA. Uma água com as características identificadas na pesquisa prejudicará todo o processo de tratamento de água, uma vez que apresentou valores elevados para turbidez (238,6 uT), cor aparente (1425 uH), sólidos totais (253,0 mg/L), bactérias heterotróficas (550 UFC/mL), coliforme totais (1250 UFC/100mL), *Escherichia coli* (240 UFC/100mL) e ferro total (24,800 mg/L). Ressalta-se que tais valores são maiores do que aqueles apresentados na água bruta que abastece a ETA em questão. Portanto, é necessário o tratamento da ALF, independente se ela irá retornar para o início da ETA ou se será encaminhada para outro destino. As técnicas de tratamento utilizadas variam de acordo com as características da ALF, destacando-se o adensamento por gravidade e o desaguamento por centrifugação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água de Lavagem do Filtro, Recirculação, Viabilidade, Estação de Tratamento, Água.

## INTRODUÇÃO

A água de lavagem de filtros (ALF) é considerada uma água residuária que representa até 10% de toda a água produzida em uma ETA. Ela é gerada devido à limpeza dos filtros (Figura 1) e contém impurezas que não foram removidas nos decantadores (ou flotadores), que são retiradas do meio filtrante durante o processo de lavagem (FREITAS, 2010).



**Figura 1: Água de Lavagem de Filtros.**  
**Fonte: Prefeitura Municipal de Itabira, 2014.**

Existem diferentes métodos de lavagem dos filtros, os quais influenciam na quantidade e na qualidade da água de lavagem dos filtros. A lavagem inadequada dos filtros pode ocasionar aparecimento de bolas de lodo no interior do meio filtrante, menor volume de água produzido por carreira de filtração, água filtrada de pior qualidade no reinício da filtração e aumento da perda de carga do meio filtrante (DI BERNARDO *et al.*, 2017).

Devido ao seu percentual elevado em relação ao volume total da água tratada (grandes volumes de resíduos em curtos espaços de tempo), há o interesse pela sua recirculação, uma vez que minimiza impactos ambientais por não ser lançada *in natura* em corpos d'água e proporciona economia de água (FREITAS *et al.*, 2010; FREITAS, 2017).

A prática de recirculação da água de lavagem dos filtros (ALF) e de outros efluentes recuperados no tratamento dos resíduos gerados em ETAs ao início da estação está se tornando cada vez mais frequente e tem como objetivo reduzir as perdas no tratamento e minimizar os impactos que o lançamento indevido em corpos d'água pode ocasionar, tanto ao meio ambiente, como aos animais e à saúde humana (DI BERNARDO *et al.*, 2017).

No entanto, a prática de recirculação da água de lavagem de filtros (ALF) reintroduz no tratamento metais, carbono orgânico total e sólidos totais, além de microrganismos patogênicos como cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* (DI BERNARDO *et al.*, 2017).

Sendo assim, o estudo da água de lavagem de filtros (ALF) se faz extremamente necessário para análise de sua composição, bem como identificação de técnicas para seu tratamento e possibilidade de recirculação ao início da ETA.

## OBJETIVOS

Caracterizar e avaliar a qualidade da água de lavagem de filtros de uma estação de tratamento de água de ciclo completo do interior do estado de São Paulo e verificar a possibilidade de sua recirculação ao início da estação.

## METODOLOGIA

Para realização do presente trabalho, escolheu-se uma Estação de Tratamento de Água (ETA) localizada no interior do estado de São Paulo que opera com a tecnologia de ciclo completo (convencional).

A coleta das amostras de água na ETA foi realizada no mês de março de 2019, no período noturno, horário em que os operadores lavam os filtros (meia-noite), para não prejudicar o abastecimento público de água.

Para limpeza dos filtros, primeiramente, inicia-se a lavagem da câmara 1, com duração de, aproximadamente, cinco minutos e, em seguida, a lavagem da câmara 2, com duração também de, aproximadamente, cinco minutos. O tempo total de lavagem de cada um dos filtros é de, em média, 10 minutos. Os filtros são descendentes, com duas câmaras de filtração.

A coleta da água de lavagem de filtros (ALF) foi realizada nas duas câmaras, a cada 30 segundos, aproximadamente, durante o tempo de lavagem dos filtros. O volume a cada coleta foi de, aproximadamente, 15 litros a cada 30 segundos. Coletou-se água de dois filtros diferentes, denominados Filtro 1 e Filtro 2. Em cada coleta foi feita a leitura de turbidez para posterior elaboração da curva de turbidez da água de lavagem de filtros, em ambos os filtros.

A Figura 2 apresenta a coleta da água de lavagem de filtros na ETA.



**Figura 2: Coleta da água de lavagem de filtros na ETA.**  
Fonte: Autora, 2019.

Para realização da coleta utilizou-se um recipiente (balde) amarrado à uma corda, pois os filtros estão localizados em um nível mais baixo em relação ao restante da ETA. A água de lavagem de filtros (ALF) coletada foi armazenada em dois galões do tipo bombonas, transportada para o laboratório e descarregada em um recipiente maior, de forma que fosse possível a homogeneização do resíduo contido nos dois galões. Em seguida, deu-se início caracterização físico-química e microbiológica.

## RESULTADOS OBTIDOS

A Estação de Tratamento de Água está localizada em um município no interior do estado de São Paulo. Foi construída na década de 1950 e já passou por várias reformas. Utiliza a tecnologia de ciclo completo – coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção – com captação de água do Ribeirão do Feijão e Ribeirão Monjolinho, com uma vazão média de 480 L/s (mínima de 370 L/s e máxima de 550 L/s), sendo em torno de 200 L/s proveniente do primeiro manancial e 280 L/s do segundo.

A ETA utiliza o cloreto férrico como coagulante e os filtros operam com taxa declinante. A lavagem dos filtros ocorre diariamente, de forma ascendente (velocidade ascensional média de 0,72 m/min), somente com água, com uma carreira de filtração de 24 h, uma câmara de cada vez.

A água utilizada para lavagem dos filtros é proveniente do poço de sucção de água tratada, o qual recebe água do reservatório da ETA.

As Figuras 3 e 4 apresentam a variação da turbidez da água de lavagem dos filtros em função do tempo durante a coleta.

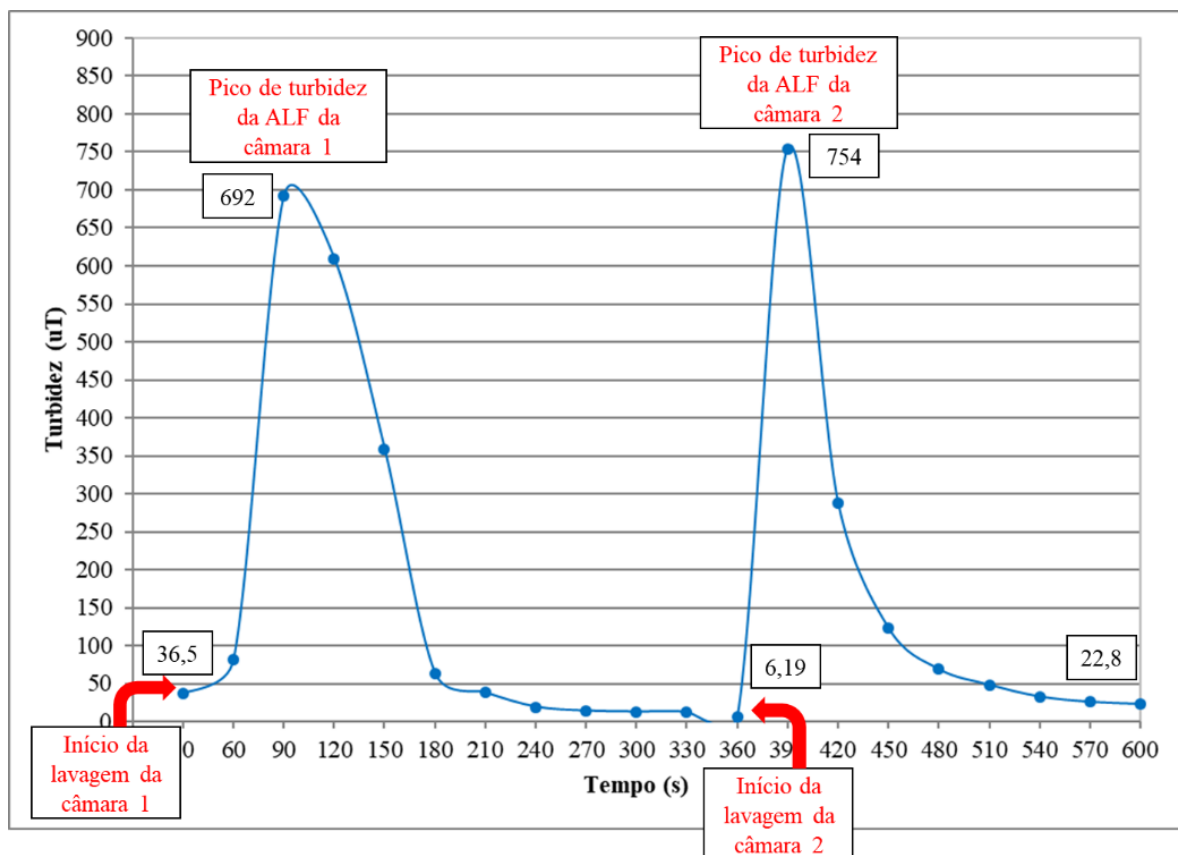
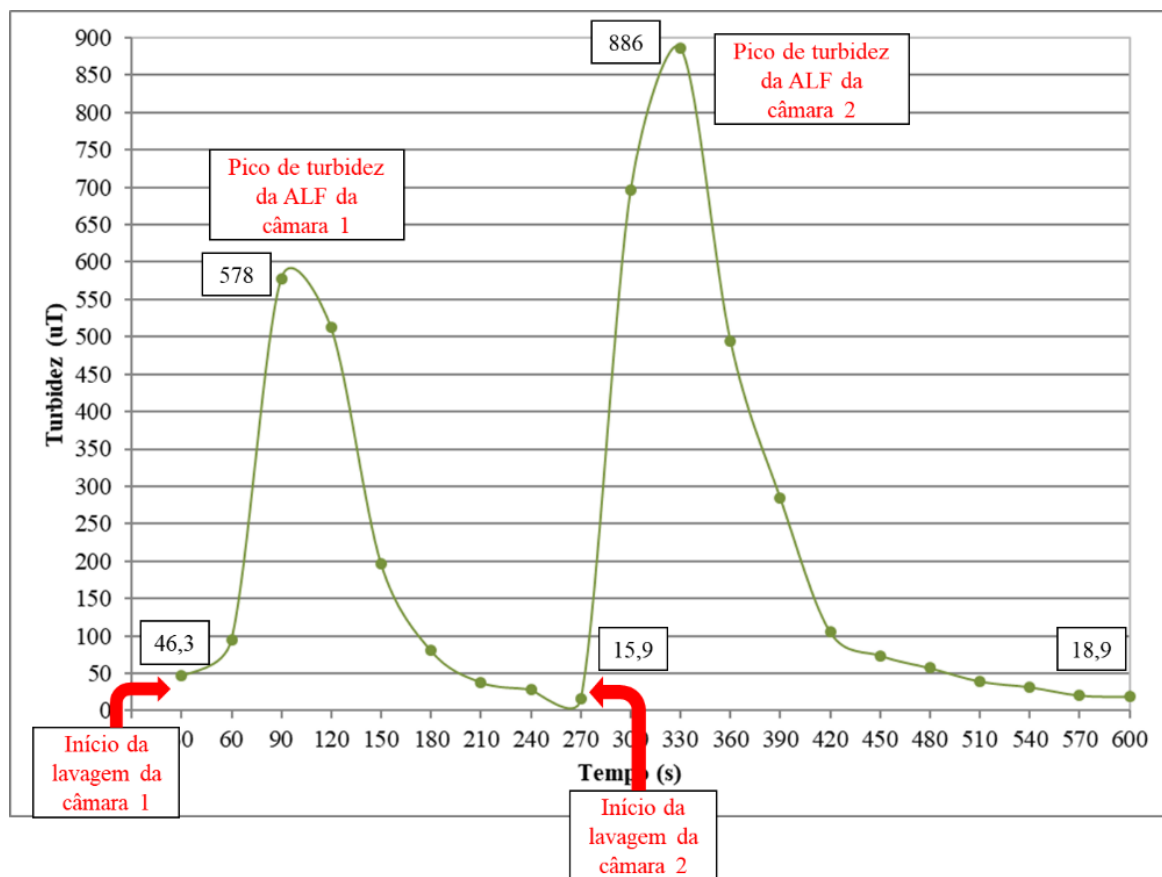


Figura 3: Variação da turbidez da água de lavagem em função do tempo no filtro 1.  
Fonte: Autora, 2020.



**Figura 4: Variação da turbidez da água de lavagem em função do tempo no filtro 2.**

Fonte: Autora, 2020.

A caracterização físico-química e microbiológica das águas bruta, tratada e de lavagem dos filtros da ETA está apresentada a seguir, na Tabela 1.

**Tabela 1: Caracterização físico-química e microbiológica da água de lavagem dos filtros da ETA comparada com a caracterização físico-química e microbiológica das águas bruta e tratada.**

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUA BRUTA	ÁGUA TRATADA	ALF
pH	-	6,28	6,96	6,15
turbidez	uT	35,3	0,9	238,6
cor aparente	uH	381	6	1425
cor verdadeira	uH	162	3	12
alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	11	18	14
condutividade elétrica	µs/cm	20,1	67,8	57,5
Sólidos Totais	mg/L	75,3	41,3	253,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	26,7	0,7	192,5
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	48,6	40,6	60,5
Carbono Orgânico Total	mg/L C	6,68	3,98	8,25
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	220	0	550
Coliformes Totais	UFC/100 mL	950	0	1250
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	140	0	240

Ferro Total	mg/L Fe	5,348	0,071	24,800
Ferro Dissolvido	mg/L Fe	0,348	0,039	1,357
Manganês Total	mg/L Mn	0,01	<0,01	0,12
Alumínio Dissolvido	mg/L Al	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg/L Pb	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco Total	mg/L Zn	0,21	<0,01	0,02
Níquel Total	mg/L Ni	0,05	<0,001	0,036
Cobre Dissolvido	mg/L Cu	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre Total	mg/L Cu	<0,01	<0,01	<0,01
Fósforo Total	mg/L P	0,006	0,001	0,051
Nitrato	mg/L	-	-	0,093
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	-	0,12

Fonte: Autora, 2020.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Comparando-se os gráficos das Figuras 3 e 4, nota-se que o filtro 2 apresenta maiores picos de turbidez da ALF durante a lavagem. Em ambos os filtros, a câmara 2 apresentou turbidez mais elevada.

A diferença entre os picos de turbidez observados em cada um dos filtros para as câmaras 1 e 2 pode ter ocorrido devido à:

- maior taxa de filtração na câmara com maior pico de turbidez, que resultou maior acúmulo de partículas no meio filtrante; ou
- diferenças na vazão de água para lavagem, que pode ocorrer em função de válvulas não totalmente abertas, por exemplo; ou
- má distribuição da água para lavagem ao longo da câmara de filtração; ou
- vazão insuficiente de água para lavagem; ou
- lavagens mal sucedidas; ou
- diferença dos meios filtrantes entre as câmaras 1 e 2.

Segundo Di Bernardo *et al.* (2017), é recomendado que a lavagem dos filtros seja interrompida quando a água de lavagem apresentar turbidez menor ou igual a 5,0 uT. No entanto, em nenhuma das lavagens a turbidez resultou em valor igual ou inferior ao recomendado.

De acordo com o que foi apresentado na Tabela 1, os valores de turbidez são muito altos quando comparados com os da água bruta. A água bruta apresentou um valor de turbidez de 35,3 uT e a ALF 238,6 uT, quase sete vezes maior.

Os valores obtidos para cor aparente acompanharam os valores de turbidez, indicando a presença de matéria orgânica.

O elevado teor de carbono orgânico total na água indica a presença de moléculas orgânicas, incluindo matéria orgânica natural, possíveis microcontaminantes e subprodutos organoclorados. Pode-se justificar tal valor devido ao ambiente propício para proliferação de matéria orgânica, sendo proveniente da água bruta, conforme apresentado na Tabela 1.

As bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* apresentaram-se em maior quantidade na ALF quando comparados com a água bruta.

Os metais que não são aderidos aos flocos para se sedimentarem nos decantadores são encaminhados para os filtros e resultaram valores muito elevados, com destaque para ferro total.

Foram observados indícios de nitrato na ALF, que pode ser proveniente da água bruta, podendo ser de origem natural ou devido a contaminação por esgoto sanitário ou despejos industriais (tratados ou não). A presença de nitrato favorece o desenvolvimento de organismos fotossintéticos autotróficos.

Observou-se, também, a presença de amônia. A existência de compostos amoniacais de origem orgânica pode dar origem à formação de cloraminas se entrarem em contato com o cloro que é usado como desinfetante.

## CONCLUSÕES

Após análise de toda a caracterização físico-química e microbiológica da ALF, é evidente que não é recomendada sua recirculação *in natura* ao início da ETA. Uma água com essas características prejudicará todo o processo de tratamento de água.

A ETA é projetada para operar sob determinadas condições, recebendo uma água bruta proveniente de rios classe 2, e a ALF é uma água totalmente contaminada, com elevado teor de sólidos e metais tóxicos, ultrapassando limites do CONAMA nº 357 para rios classe 2, o que poderia prejudicar a eficiência do tratamento da água, uma vez que a ETA receberia uma água com uma qualidade muito inferior.

É necessário tratamento da ALF, independente se ela irá retornar para o início da ETA ou se será encaminhada para outro destino. No entanto, mesmo tratada, deverá ser analisada para verificar sua influência na qualidade da água bruta e da água tratada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em Jul, 2019.
2. DI BERNARDO, L., DANTAS, A. D. B., VOLTAN, P. E. N. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 3ª Edição. São Carlos: Editora LDiBe, 1246 páginas, 2017.
3. FREITAS, A. G., BASTOS, R. K. X., BEVILACQUA, P. D., PÁDUA, V. L., PIMENTA, J. F., ANDRADE, R. C. Recirculação de água de lavagem de filtros e perigos associados a protozoários. Engenharia Sanitária Ambiental. Vol. 15 n. 1. Jan/mar de 2010. p. 37 – 46.
4. FREITAS, D. G. Efeitos da recirculação de água de lavagem de filtros em um sistema de filtração direta em escala de bancada. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017. p. 58.
5. ISMAIL, I. A. L. Plano de Segurança da Água de Lavagem de Filtros de Estações de Tratamento de Água de Ciclo Completo. Tese de Doutorado – Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2020. p. 138.
6. LOVO, I. A. avaliação do adensamento por gravidade e do desaguamento por centrifugação do lodo gerado pelo tratamento de água. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2016.
7. LUSTOSA, J. B., BRACARENSE, D. C., DE CASTRO, F. M. S., QUEIROZ, S. C. B., SILVA, G. G. Tratamento e aproveitamento de água de lavagem de filtro em estação de tratamento de água. Revista DAE. Maio de 2017. p. 44 – 61.
8. MCGUIRE, M. J. *Issue paper on waste stream recycle and filter-to-waste in water treatment. Prepared for an American Water Works Association (AWWA). Technical Work Group.* 1997.
9. PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. Retirada de resíduos. 2014. Disponível em: <[http://www.itabira.mg.gov.br/portal/?attachment\\_id=6123](http://www.itabira.mg.gov.br/portal/?attachment_id=6123)>. Acesso em Jun 2019.
10. SCALIZE, P. S. Caracterização e clarificação por sedimentação da água de lavagem de filtros rápidos de estações de tratamento de água que utilizam sulfato de alumínio como coagulante primário. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1997.



11. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). *Filter backwash recycling rule. Technical guidance manual. Washington, DC: USEPA, Office of Ground Water and Drinking Water. 2002. p.166*