

**CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA E AVALIAÇÃO DA
POSSIBILIDADE DE REUSO DA ÁGUA DE LAVAGEM DOS
FILTROS DA ETA SÃO SEBASTIÃO, CUIABÁ – MT.**

Silva, G.C.O.¹; Silva, M.A.S²; Neves, I.F³; Silveira, A³ & Shiraiwa, S³

Resumo – Estações de Tratamento de Água (ETAs) são unidades fundamentais para garantir que a qualidade da água seja compatível com seus usos. Durante o tratamento ocorre a formação de resíduos, provenientes principalmente da lavagem dos filtros e descargas dos decantadores. O destino destes tem sido um curso d'água nas proximidades da estação. E por razões técnicas, ambientais e legais, devem ser adequadamente tratados e dispostos. Esse estudo buscou realizar uma caracterização quali-quantitativa das águas provenientes da lavagem de filtros – ALAF – analisando características de qualidade (cor, turbidez, pH, série de sólidos, coliformes, entre outras) com coletas entre set-nov/2007; e quantidade de água necessária à operação entre nov/2006-out/2007. Após caracterização realizaram-se ensaios de *Jar Test*, com intuito de simular duas alternativas para o reuso através da mistura da água bruta e ALAF: 1ª. simples retorno de ALAF ao início do tratamento (durante coagulação); 2ª. recirculação de ALAF porém precedida de decantação. Foi fixada a proporção de ALAF a ser recirculada (fundamentada em literaturas). Com base nos resultados obtidos, considera-se a possibilidade de reuso de efluente sem que o sistema de tratamento seja afetado negativamente.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso/Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos/ Rua 82, quadra 106, nº37 CPA IV – 3ª Etapa, Cuiabá – MT. 65 – 9208-2846. gabyzyna_20@yahoo.com.br.

² Universidade Federal de Mato Grosso/Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos/ Rua Colônia União, nº 550, Cristo Rei, Várzea Grande-MT. 65 – 8127-5250. mar_salles@yahoo.com.br.

³ Universidade Federal de Mato Grosso/professores orientadores.

Abstract – Water treatment plants are basic units to guarantee that the quality of the water be compatible with its uses. During the treatment it mainly occurs to the formation of residues, proceeding from the washing filters and discharges of decanters. The destination of these residues is a course of water in the neighborhoods' station. For technical, environmental and legal reasons it must be treated adequately before disposed. This study investigated the quali-quantitative characterization of waters proceeding from the washing filters - WWAF - analyzing characteristics of quality (color, turbidity, pH, solid series, coliforms, and others) through collects between sep-nov/2007; and characteristics of quantity of water necessary to the operation among nov/2006-oct/2007. After the characterization, it was realized Jar Tests, with intention to simulate two reuse alternatives through the mixture of raw water and WWAF: 1ª. simple return of WWAF to the beginning of the treatment (during coagulation); 2ª. WWAF recirculation however proceeded of decantation. The ratio of WWAF was fixed to be recirculated (based on literatures). Results obtained indicated that it is considered the possibility of reuses of effluent without negative affects on system treatment of water.

Palavras-chave: ETAs, reuso de água, lavagem de filtro.

INTRODUÇÃO

Os sistemas públicos de abastecimento no Brasil fazem uso, em sua maioria, de estações para tratamento de águas superficiais, onde em função da qualidade da água nos mananciais de captação, a tecnologia mais utilizada é a combinação dos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, sendo este sistema chamado de ciclo convencional ou ciclo completo.

O processo utilizado nessas estações pode ser analisado como um processo industrial comum, onde a água bruta que é captada (matéria-prima) vai receber produtos químicos (sais de ferro ou alumínio, cal, polímeros, cloro, etc) gerando o produto final, no caso a água potável. Como em todo processo industrial há a formação dos resíduos, neste caso, esses resíduos são provenientes, principalmente da lavagem dos filtros e descargas dos decantadores, floculadores e tanques de preparo de soluções e suspensões de produtos químicos que produzem resíduos quando da ocasião de lavagem dos mesmos – porém em volumes não significativos, quando comparados aos anteriores.

Já há muito tempo, o destino desses resíduos têm sido um curso d'água nas proximidades da estação, algumas vezes sendo este destino a própria fonte de captação da estação, contrariando assim a legislação vigente, uma vez que este material – por razões técnicas, ambientais e legais – devem ser adequadamente tratados para que o mesmo possa ser disposto de maneira mais correta em seu destino final, sendo necessário o conhecimento de sua composição, dos processos ou operações para redução de volume e das alternativas de disposição final do lodo. (DI BERNARDO, 2002).

Através do ciclo hidrológico a água se constitui em um recurso renovável. A mesma quando reciclada através dos sistemas naturais, se constitui em um recurso limpo e seguro, que é, através de atividades antrópicas, deteriorada em níveis diferentes de poluição. Entretanto uma vez poluída, através do uso de tecnologias, a água pode ser recuperada e reusada pra diversos fins.

Devido à escassez crescente de mananciais em condições adequadas para serem utilizados como mananciais de captação, há um interesse na clarificação da água de lavagem dos filtros para um futuro reaproveitamento do sobrenadante e a disposição correta do sedimento; sendo para tanto necessária à realização de estudos onde se proponham soluções racionais que tenham o intuito de minimizar os impactos ambientais provocados pela operação e má disposição dos resíduos gerados durante o processo de filtração.

A qualidade da água bruta e os objetivos do reuso da água de lavagem dos filtros é que vão estabelecer os níveis de tratamento recomendados, as condições de segurança a serem adotadas, os custos de capital, manutenção e operação associados; não esquecendo das condições técnicas, econômicas e ambientais do local onde se deseja implantar o reuso do efluente.

Tem-se como objetivo por meio deste trabalho realizar avaliação de uma proposta de Reuso das águas através de caracterização quali-quantitativa da água de lavagem dos filtros da ETA, examinar a melhor alternativa ou processo de reuso das águas de lavagens dos filtros, adequando-o às características físicas da Estação de Tratamento de Água São Sebastião (ETA II) em Cuiabá, MT.

ÁREA DE ESTUDO

A Estação de Tratamento de Água escolhida para o estudo localiza-se na Avenida São Sebastião s/nº no bairro Quilombo no município de Cuiabá, MT, conhecida como ETA II, operada pela Companhia de Saneamento da Capital - SANECAP.

A água bruta é captada no rio Cuiabá à montante da foz do córrego do Ribeirão do Lipa, através da captação em tubulões de concreto armado, por tomada direta em três adutoras com diâmetros variáveis de 550 e 600mm, estando a tomada de água distante a 4200 m da estação.

O manancial utilizado é uma zona altamente urbanizada e industrializada pelas cidades de Cuiabá e Várzea Grande, onde ambas as cidades captam água para o abastecimento público a montante das mesmas e despejam a maior parte de seus efluentes sanitários diretamente no rio. Sendo os problemas decorrentes do despejo de esgoto doméstico destas cidades a principal preocupação local, responsável por 80% da carga orgânica presente no rio, e os 20% restantes são oriundos de atividades industriais e agro-industriais.

PROCESSO DE TRATAMENTO REALIZADO NA ETA

O processo de tratamento da água é realizado de maneira convencional, utilizando como coagulante primário o sulfato de alumínio, com as etapas de mistura

rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção; a estação possui 3 sistemas de floculação, 4 decantadores e 8 filtros.

Na chegada da água bruta a estação, esta recebe o coagulante primário (sulfato de alumínio) no ressalto hidráulico formado no vertedor retangular, onde se dá a mistura rápida do coagulante com a água e ocorre a coagulação.

Logo, é conduzida para o sistema de floculação, através de um canal que possui 3 comportas do tipo rosca que tem por função fazer a distribuição da água coagulada nos 3 sistemas mecanizados de floculação; a relação de vazão é de 1/3 da vazão total para cada sistema de floculação.

Em seguida, a água floculada é encaminhada para os tanques de decantação, ao qual estes são divididos em 4 tanques com o método de decantação do tipo alta taxa; a vazão que alimenta o decantador 1 e 2 é de 1/6 para cada um, enquanto que a vazão que alimenta os decantadores 3 e 4 é de 1/3 para cada.

São 8 os filtros existentes na ETA, onde os filtros F1, F2, F3 e F4 possuem área unitária de 42,12 m² e os outros filtros F5, F6, F7 e F8 possuem área unitária de 63,36 m², a água decantada ao entrar no filtro é distribuída através de calha sobre o meio filtrante, passando por camadas de 0,50m de antracito, 0,20m de areia e 0,30m de camada suporte; o fundo dos filtros é composto de blocos cerâmicos tipo Leopold, e o método de operação dos filtros é o de taxa declinante, de modo que quando limpo, este permite a filtração de uma vazão maior, que irá diminuindo com a perda de carga.

METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma coleta dos dados operacionais da ETA para que através destes possa ser feita a quantificação da água utilizada para a lavagem dos filtros.

A limpeza dos filtros se dá pela contralavagem ou retrolavagem, a água entra em sentido ascensional em contraposição a filtração nos fluxos descendentes, num intervalo de 10 minutos. As Figuras 1 e 2 apresentam uma visão geral do início da lavagem de um filtro e o momento final de lavagem, já com a água mais limpa.



Figura 1 – Filtro no início da lavagem



Figura 2 – Filtro no final da lavagem

Foram realizadas coletas de amostras de água bruta e da água de lavagem dos filtros para sua caracterização qualitativa, podendo ser feita uma comparação desta com a qualidade da água bruta da ETA. As coletas de ALAF foram realizadas de maneira composta, com uma alíquota sendo coletada a cada minuto do período de lavagem.

Foram analisados os parâmetros de turbidez, cor, pH, alcalinidade, série de sólidos, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. As análises foram realizadas em laboratórios seguindo as metodologias preconizadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA 1998). As coletas e as análises laboratoriais foram realizadas em duas épocas distintas do ano, durante a época seca, nos meses de setembro e outubro, e durante o início da época chuvosa no mês novembro.

Realização do Jar Test (Teste de Jarros) para verificação da melhor maneira de se realizar o reuso da água: se através de um simples retorno dessa ao início do tratamento (durante a coagulação), ou então com o auxílio de uma sedimentação precedente à esse retorno; da fixação da proporção de água de lavagem a ser adicionada ao início do tratamento, proporção esta definida em uma mistura de 90% da água bruta e 10% da água de lavagem dos filtros – ALAF – valor este adotado com base em revisões bibliográficas onde até uma porcentagem de 15% da ALAF em mistura com a água bruta não representam alterações significativas para o tratamento da água.

Sendo também realizadas análises físico-químicas e microbiológicas da água de mistura (água bruta mais água de lavagem) para determinação da qualidade da mesma, uma vez que é esta água a ser utilizada na ETA caso ocorra o reuso.

Também conferiu a quantidade de água utilizada para a lavagem dos filtros. Esse volume de água foi medido *in loco*, através da velocidade de lavagem, medição esta desenvolvida por FAVA (2005), e posteriormente corroborada por medições instrumentais com equipamentos de pitometria. A velocidade de lavagem encontrada apresentou valores pouco diferenciados entre os filtros, resultando em média entre os filtros velhos e novos de 0,011m/s e de 0,012m/s respectivamente. Sabendo-se a área e a velocidade de cada filtro, determinou-se a vazão de lavagem, onde multiplicada pelo tempo de duração da lavagem encontrou o volume de água utilizado para a lavagem de cada filtro. Através dos dados operacionais obtidos na ETA puderam ser determinados:

1. Cálculo da vazão da água de lavagem dos filtros:

- $Q_L = \text{Velocidade de lavagem} \times \text{Área do filtro}$

2. Cálculo do volume de água utilizado para a lavagem dos filtros:

- $V = \text{Vazão da água de lavagem} \times \text{Tempo de lavagem}$

Para a realização dos cálculos foram utilizadas as velocidades de lavagem de 0,011 m/s e 0,012 m/s para os filtros velhos e novos respectivamente, as áreas dos filtros são de 42,12 m² para cada filtro da bateria de filtros velhos e 63,36 m² para cada filtro da bateria dos filtros novos e a duração da operação de lavagem dos filtros de 10 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados e suas respectivas discussões são apresentados por meio de tabelas e gráficos, e para um melhor entendimento destes: **a)** aspectos qualitativos da água residual da lavagem dos filtros, **b)** aspectos quantitativos da mesma e **c)** a avaliação da possibilidade de reuso desse efluente.

a) Aspectos Qualitativos

Os resultados das análises físico-químicas realizadas com as amostras provenientes da lavagem dos filtros – ALAF – encontram-se apresentados na Tabela 1, onde os parâmetros analisados foram comparados com as características apresentadas pela água bruta afluenta da estação nas mesmas datas de coleta.

Tabela 1 - Características da águas de lavagem dos filtros ETA II - ALAF - em comparação à água bruta - AB - da ETA II

PARÂMETROS	26/set ALAF	26/set AB	10/out ALAF	10/out AB	30/out ALAF	30/out AB	7/nov ALAF	7/nov AB	13/nov ALAF	13/nov AB
pH	6,44	6,49	7,27	7,4	7,14	7,38	6,6	7,12	7,07	7,4
Alcalinidade (mg/L)	6,5	6,5	7	7	12,5	16,5	8,5	13	9,5	13,5
Cor (Uc)	153	67	164	32	464	71	> 500	264	> 500	318
Turbidez (Ut)	42	14,9	40	5	129	71	171	41,6	375	70
DQO (mg/L)	90	13	93	12	96	13	150	12	130	24
Sólidos Sedimentáveis (MI/L)	4		7,5		15		20		20	
S.T. (mg/L)	269	114	238	122	368	98	733	113	650	123
S.T.F. (mg/L)	180	83	180	86	285	78	668	96	570	107
S.T.V. (mg/L)	89	31	58	36	83	20	65	17	80	16
S.S.T. (mg/L)	96	10	135	6	297	20	642	34	544	50
S.S.F. (mg/L)	64	4	108	4	239	15	557	31	440	43
S.S.V. (mg/L)	32	6	27	2	58	5	85	3	104	7
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	2.419,00	6.867	1.918	2.187	4.786	6.015	17.862,00	1.164	6.488	4.569
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	27	31	20	41	37	98	431	119	388	179

As duas primeiras coletas foram realizadas na final da época de estiagem na região, percebe que os valores apresentados para a água bruta denotam na Tabela 1 a mesma com uma boa qualidade e elevação nos valores apresentados pela água da lavagem dos filtros – ALAF, principalmente nos valores de cor, turbidez e na série de sólidos, fato este explicado devido à alta concentração de flocos formados durante o processo de tratamento que chegam aos filtros, pois os mesmo não foram retidos nos decantadores.

A terceira coleta foi realizada no final do mês de outubro, já num período de transição entre a época de estiagem e a época chuvosa, onde as primeiras chuvas já começaram; pode-se notar na Tabela 1 que com a chegada da época chuvosa um ligeiro aumento nos valores apresentados pelos parâmetros analisados da água bruta, e consequentemente esse aumento se repete nos valores apresentados pela ALAF.

As duas últimas coletas foram realizadas em plena época chuvosa, havendo uma elevação acentuada nos valores apresentados pela qualidade da água bruta afluente a ETA, principalmente nos valores de cor e turbidez, e para os valores da ALAF, esse aumento é ainda mais considerável, já que com uma qualidade pior na água bruta, é necessário aumentar-se a dosagem do coagulante na ETA, é aumentada mais ainda a presença de flocos provenientes do processo de tratamento que ficam retidos nos filtros, percebe-se claramente essa elevação ao analisar os valores de cor, turbidez e a série de sólidos analisados.

b) Aspectos Quantitativos

Através de dados dos diários operacionais da ETA durante o período de novembro/2006 até outubro/2007, observa-se que as carreiras de filtração possuem intervalos diferenciados entre os filtros e segundo relatos técnicos da companhia, as carreiras são determinadas pelo controle da turbidez ou então, quando segundo os operadores o filtro “empacha”, em linguagem técnica colmata, isto é, para a operação de filtração, é o final da carreira para o filtro. Por esse motivo percebe-se que não há um controle mais eficaz no tempo das carreiras de filtração, e nem há uma programação na lavagem dos filtros, onde os mesmos passam dias sem lavar e, em outros momentos são lavados duas vezes durante um dia.

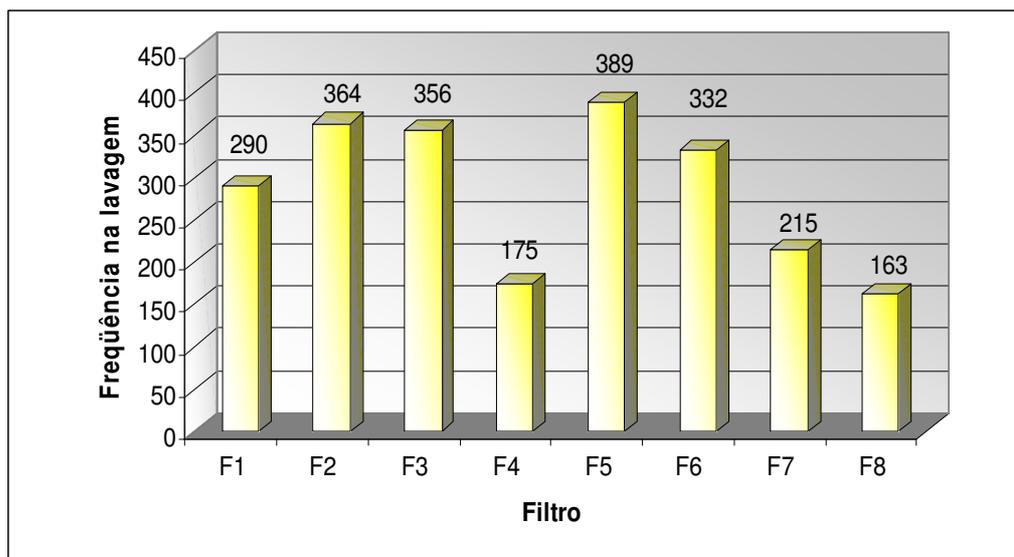


Figura 3 - Frequência na lavagem dos filtros no período de Novembro de 2006 à Outubro de 2007.

Observa-se que na Figura 3, a bateria dos filtros novos (F5, F6, F7 e F8), o filtro 5 foi o mais lavado durante o período de estudo, com mais que o dobro de lavagem do F8 por exemplo. Segundo relato dos operadores, este filtro 5 recebe a passagem de água dos filtros 6 e 7 através do fundo falso (bloco Leopold), alega-se que quando é fechada a comporta de entrada de água decantada do filtro, o mesmo continua a receber uma pequena parcela de água, acarretando assim em um maior número de lavagens, notando-se também que devido sua localização e a facilidade na operação de limpeza (fato este que se mostrou relevante na operação de limpeza dos filtros) auxiliam para que o mesmo seja lavado com mais frequência. Já o filtro 8 foi o menos lavado no período, devido a dois fatores: o primeiro é que este recebe uma menor vazão afluyente em relação a sua área, permitindo assim uma boa filtração, acarretando uma carreira mais longa, o outro motivo é a existência de um problema na talha do filtro, esta que é um equipamento em forma de correntes que controla a abertura da comporta de saída, o que torna a operação de lavagem um pouco mais complicada; uma outra possibilidade a ser levantada é devido a sua localização um pouco “despercebida” na estação.

Com relação aos filtros velhos (F1, F2, F3 e F4), nota-se que o filtro 4 apresentou a menor quantidade de lavagens, pois durante determinados períodos de tempo, o mesmo apresentou problemas mecânicos na sua comporta de fundo, e devido a esse problema recebe uma quantidade de água menor que os outros filtros da bateria. Sua vazão afluyente é regulada para se diminuir a periodicidade de lavagens. Já os outros filtros foram mais lavados devido a sua facilidade de operação, também devido a

compensação do filtro 4 que trabalha com uma vazão menor, ou até mesmo devido a existência de canais preferenciais.

Outro fator interveniente na frequência de lavagens dos filtros é a chamada regulagem que em alguns momentos é realizada. Após a lavagem do filtro, quando a água bruta se apresenta em condições de boa qualidade (baixas cor e turbidez, chamada pelos operadores de água limpa), o filtro é regulado para receber uma vazão afluyente um pouco menor, para que a operação de filtração possa ser melhor aproveitada em função da boa qualidade da água; assim a carreira de filtração é prolongada e conseqüentemente diminuíse a frequência de lavagens no filtro.

Um outro fator a ser considerado em relação aos valores encontrados na frequência das lavagens dos filtros, é que durante o período de estudo, ocorreram reformas em todos os filtros da estação, onde foram trocados os leitos filtrantes de todos os filtros, por esse motivo pode-se perceber que durante certos períodos de 5 a 10 dias, cada filtro foi parado separadamente para ser reformado.

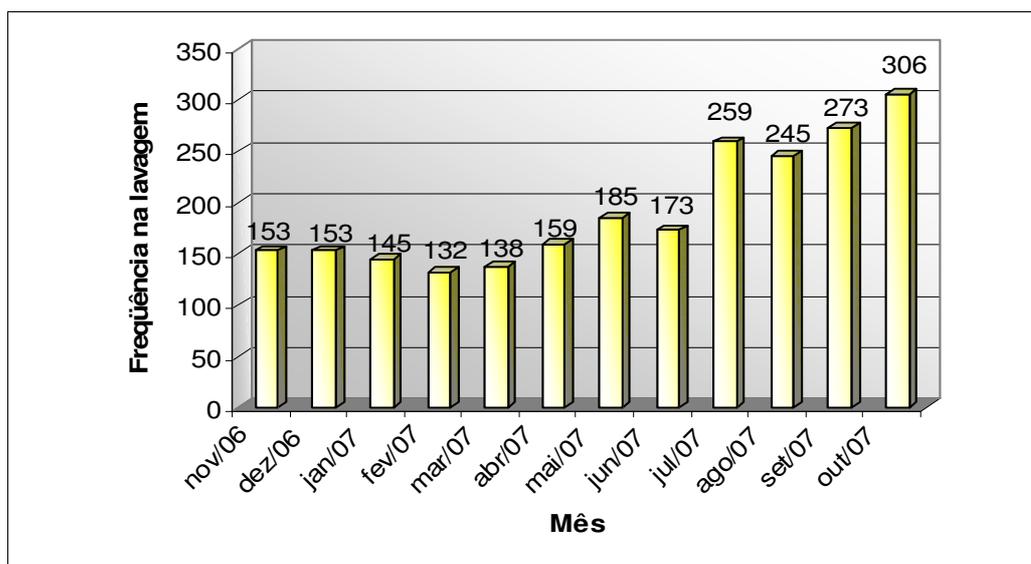


Figura 4 - Frequência total mensal das lavagens dos filtros no período de Novembro de 2006 à Outubro de 2007.

Na figura 4 pode-se perceber a influência da sazonalidade na frequência nas lavagens realizadas nos filtros. No período seco devido a uma menor concentração de sólidos termotolerantes e turbidez qualidade da água bruta a dosagem de coagulante é menor e os flocos formados são mais leves, dificultando assim sua sedimentação nos decantadores (devido a problemas de falta de alguns módulos e placas nestes) sendo os mesmos carregados para os filtros, exigindo assim uma limpeza maior dos filtros; já no

período chuvoso devido o aumento da concentração de sólidos e turbidez da água bruta, é aumentada a dosagem do coagulante o que torna os flocos mais pesados sendo mais facilmente retidos no decantador, o que inversamente a situação anterior reduz a frequência na operação de limpeza dos filtros.

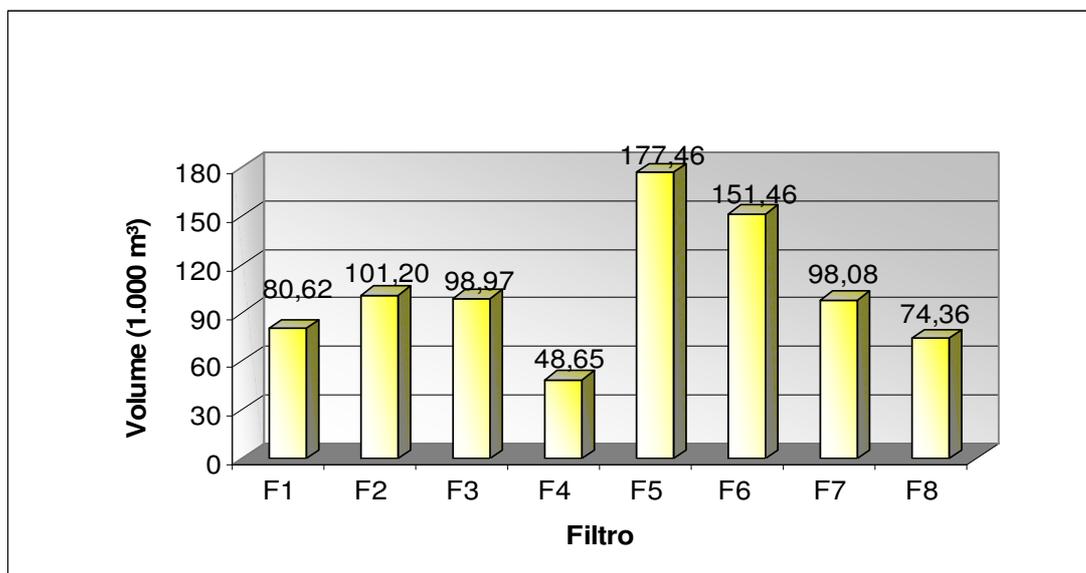


Figura 5 - Volume total de água descartada durante a lavagem dos filtros no período de Novembro de 2006 à Outubro de 2007.

O volume de água que é descartado durante a operação de lavagem dos filtros da ETA foi calculado com base na metodologia desenvolvida por FAVA (2005), onde primeiro determinou-se a vazão necessária para realização da limpeza dos dois tipos de filtros existentes no local, vazões estas de 0,46332 m³/s para os filtros F1, F2, F3 e F4 e 0,76032 m³/s para os filtros F5, F6, F7 e F8, depois com esses valores de vazões gastas foi calculado o volume que é gasto com a operação de limpeza de cada filtro, sendo que esse volume está intrinsecamente ligado à frequência na lavagem dos filtros e na duração da mesma. Assim percebe-se através da análise da figura 5 a variabilidade nos volumes gerados pelas 8 unidades filtrantes da ETA e também o volume geral produzido, que possui por valor **830.775,528 m³** no período de novembro/2006 até outubro/2007.

Esse volume de água descartado é lançado no córrego mãe Bonifácia que irá chegar ao rio Cuiabá sem nenhum tipo de tratamento, trazendo prejuízos, pois essa água sofre o mesmo tratamento daquela distribuída à população, causando perdas não só para a Companhia como também para a própria população.

c) Avaliação da possibilidade de reuso da água de lavagem dos filtros – ALAF

A água proveniente da lavagem dos filtros pode ser recirculada a montante do ponto de aplicação do sulfato de alumínio na estação, como já acontece em ETAs como Guaraú e Alto da Boa Vista conforme DI BERNARDO (2002), lembrando ainda que para ETAs de ciclo completo esse reaproveitamento da água lavagem reduz além das perdas, a dosagem do coagulante.

Com esse intuito realizaram-se Testes de Jarros ou “Jar-Test” simulando a mistura da água de lavagem dos filtros com a água bruta que chega a estação, mistura essa realizada na proporção de 90% de água bruta para 10% de ALAF. Foi utilizada a metodologia proposta pelo sistema do aparelho de Jar Test, onde para a floculação foram adotadas: 1 minuto a 170 rpm e 15 minutos a 40rpm, e para a decantação foi adotado um tempo de 20 minutos. Os testes foram realizados para que se pudesse determinar uma boa dosagem de coagulante (no caso foi usado o sulfato de alumínio), que não comprometa a qualidade final da água tratada, caso ocorra à recirculação do efluente.

Esses resultados estão apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 2 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 26/09/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 14,9, cor: 67 e pH: 6,49; e a Água de Lavagem dos Filtros – ALAF – com turbidez: 42, cor: 153 e pH: 6,44.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	8	10	12	14	16
Turbidez final água de mistura (UT)	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4
Cor final água de mistura (UC)	1	4	1	4	2
pH final água de mistura	6,78	6,8	6,41	7,01	6,98

Tabela 3 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 10/10/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 5, cor: 32 e pH: 7,40; e a ALAF com turbidez: 40, cor: 164 e pH: 7,27.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	8	10	12	14	16
Turbidez final água de mistura (UT)	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
Cor final água de mistura (UC)	1	1	1	1	1
pH final água de mistura	7,2	6,9	7,12	7,15	7,14

Tabela 4 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 26/09/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 14,9, cor: 67 e pH: 6,49; e a ALAF com turbidez: 42, cor: 153 e pH: 6,44.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	8	10	12	14	16
Turbidez final água de mistura (UT)	0,77	0,94	0,84	0,87	0,87
Cor final água de mistura (UC)	5	1	1	2	1
pH final água de mistura	6,65	6,75	6,88	6,52	6,6

Os resultados obtidos durante os ensaios e expostos nas tabelas 2, 3 e 4, retratam as coletas realizadas durante o período de estiagem, e como durante esse período o rio Cuiabá possui uma boa qualidade da água, pode-se testar duas opções para a realização dos testes de jarros.

Nas tabelas 2 e 3 são mostrados os resultados obtidos com a primeira opção, que é a simulação de um tanque sedimentador para provocar a sedimentação da maior parte dos flocos presentes na água de lavagem dos filtros, onde durante os ensaios foi utilizado um dos jarros do equipamento e o efluente ficou em repouso por um período de 30 minutos e foi utilizado o sobrenadante do mesmo (na proporção anteriormente descrita). Os resultados encontrados para os parâmetros analisados foram muito satisfatórios, já que os valores de cor e turbidez principalmente encontram-se dentro das exigências da portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Já na tabela 4 a outra possibilidade analisada foi a de realizar a recirculação direta do efluente para o início do tratamento, sem nenhuma sedimentação precedente, onde devido à boa qualidade da água bruta, os resultados encontrados para os parâmetros medidos também foram satisfatórios, pois os mesmos encontraram-se dentro dos padrões exigidos pela portaria.

Com relação à dosagem de coagulante utilizado – no caso destes ensaios o sulfato de alumínio – esta é inferior a dosagem utilizada na ETA, sendo este valor inferior devido a presença de resíduos do coagulante nos flocos presentes na ALAF que foi reutilizada, flocos estes que funcionam como núcleos facilitadores na formação de outros flocos maiores e mais densos, exigindo assim uma menor quantidade do coagulante e facilitando o processo de floculação.

Tabela 5 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 07/11/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 41,6, cor: 264 e pH: 7,12; e a ALAF com turbidez: 171, cor: > 500 e pH: 6,50.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	17	19	21	23	25
Turbidez final água de mistura (UT)	2,3	1,7	1,2	0,7	0,6
Cor final água de mistura (UC)	12	12	5	5	8
pH final água de mistura	6,81	6,84	6,72	6,7	6,66

Tabela 6 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 07/11/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 41,6, cor: 264 e pH: 7,12; e a ALAF com turbidez: 171, cor: > 500 e pH: 6,50.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	17	19	21	23	25
Turbidez final água de mistura (UT)	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5
Cor final água de mistura (UC)	12	11	7	5	5
pH final água de mistura	6,89	6,71	6,74	6,73	6,67

Tabela 7 - Resultados obtidos pelo ensaio de Jar Test em 13/11/07 em comparação com os resultados da Água Bruta com turbidez: 70, cor: 318 e pH: 7,40; e a ALAF com turbidez: 375, cor: > 500 e pH: 7,07.

<i>Ensaio</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>
Dosagem Sulfato de alumínio (mg/L)	19	21	23	25	27
Turbidez final água de mistura (UT)	1,3	1	0,9	0,8	0,7
Cor final água de mistura (UC)	10	10	8	7	5
pH final água de mistura	6,7	6,62	6,57	6,57	6,6

Já os resultados obtidos durante os ensaios e expostos nas tabelas 5, 6 e 7 retratam as coletas feitas na época chuvosa, e como durante esse período a qualidade da água do rio Cuiabá diminui a alternativa de realização do reuso direto foi descartada, sendo que os ensaios foram realizados através da sedimentação precedente.

Nas tabelas 5, 6 e 7 são mostrados os resultados obtidos durante os ensaios, onde para os parâmetros analisados principalmente a turbidez e a cor encontram-se na maioria das situações atendendo a legislação vigente.

Com relação à dosagem de coagulante utilizado – no caso destes ensaios o sulfato de alumínio – neste caso, mesmo com a necessidade da elevação da dosagem,

esta é inferior a utilizada na ETA, sendo este valor inferior devido a presença de resíduos do coagulante nos flocos presentes na ALAF que foi reutilizada, flocos estes que funcionam como núcleos facilitadores na formação de outros flocos maiores e mais densos, exigindo assim uma menor quantidade do coagulante, facilitando o processo de floculação e provocando além da recirculação de uma parcela da água que foi tratada pela ETA e seria descartada, uma economia na quantidade de coagulante utilizado.

Com relação aos exames microbiológicos foram comparados os valores encontrados para a água bruta do rio Cuiabá, a água de lavagem dos filtros ALAF, a água de mistura (90% água bruta + 10% ALAF) que é a água que será tratada na ETA caso ocorra o reuso e o sobrenadante do Jar Test.

Tabela 8- Resultado microbiológico dos exames da Água Bruta, Água de Lavagem dos Filtros – ALAF – e Sobrenadante do Jar Test em 26/09/07.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (NMP/100ML)			
	Água bruta	ALAF	Sobrenadante Jar Test
Coliformes	6.867	2.419	58
Termotolerantes			
<i>Escherichia coli</i>	31	27	< 1

Tabela 9 - Resultado microbiológico dos exames da Água Bruta, ALAF e Sobrenadante do Jar Test em 10/10/07.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (NMP/100ML)			
	Água bruta	ALAF	Sobrenadante Jar Test
Coliformes	2.187	1.918	35
termotolerantes			
<i>Escherichia coli</i>	41	20	< 1

As tabelas 8 e 9 demonstram os resultados dos exames microbiológicos realizados na época de estiagem. Percebe-se que o valor de coliformes é mais elevado na água bruta que na água de lavagem dos filtros, e quando foi realizada a análise com o sobrenadante do Jar Test, os valores tiveram uma sensível redução para Coliformes termotolerantes e praticamente ausência de *Escherichia coli*, fato este que pode ser explicado devido à retenção dos coliformes juntamente aos flocos formados durante o processo de tratamento e que são sedimentados. Lembrando que o no ensaio realizado em laboratório, o sobrenadante do Jar Test não passou pela etapa de filtração que

acontece na ETA, por isso os valores encontrados na análise de Coliformes termotolerantes.

Tabela 10 - Resultado microbiológico dos exames da Água Bruta, ALAF, Água de Mistura e Sobrenadante do Jar Test em 07/11/07.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (NMP/100ML)				
	Água bruta	ALAF	Água mistura	Sobrenadante Jar Test
Coliformes termotolerantes	1.164	17.862	236	< 1
<i>Escherichia coli</i>	119	431	41	< 1

Tabela 11 - Resultado microbiológico dos exames da Água Bruta, ALAF, Água de Mistura e Sobrenadante do Jar Test em 13/11/07.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS (NMP/100ML)				
	Água bruta	ALAF	Água mistura	Sobrenadante Jar Test
Coliformes termotolerantes	4.569	6.488	348	< 1
<i>Escherichia coli</i>	179	388	52	< 1

Já nas tabelas 10 e 11 são demonstrados os resultados do exame microbiológico realizados na época chuvosa. Percebe-se que já corre uma inversão nos valores encontrados, onde tanto os Coliformes termotolerantes quanto as *Escherichia coli*, encontram-se com valores superiores na água de lavagem dos filtros quando em comparação com a água bruta. Porém quando foi analisada a água da mistura que será a água que ira passar pelo tratamento nas instalações da ETA caso ocorra o reuso, já foi encontrada uma sensível redução nos teores de contaminação microbiológica, e quando foi analisado o sobrenadante proveniente do Jar Test os valores encontrados mostraram praticamente a ausência de contaminação por coliformes, fato este novamente que pode ser explicado devido a retenção dos coliformes nos flocos formados durante o tratamento, e para época chuvosa tal fator é mais relevante ainda, já que é aumentada a dosagem do coagulante, tornando os flocos maiores e mais densos, o que facilitaria a operação de retenção dos coliformes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de produto químico está diretamente relacionado à qualidade do manancial; à medida que a qualidade da água bruta decresce, utiliza-se maior quantidade de produtos para realizar o tratamento da mesma, influenciando assim na frequência nas lavagens das unidades filtrantes.

O controle realizado por parte da SANECAP no que diz respeito às carreiras de filtração não vem sendo realizado de maneira adequada como pode ser comprovado na frequência das lavagens dos filtros. O volume gasto para lavar os filtros no período de novembro de 2006 a outubro de 2007 foi de 830.775,528m³, o correspondente a uma perda de 2,14% de água aduzida para essa estação, na qual daria para abastecer uma cidade de 15.000 habitantes, com um per capita de 150l/hab/dia (lembrando que durante o período analisado as unidades filtrantes encontraram-se em reforma, o que pode tornar esse volume de água um pouco maior).

Com relação às características de qualidade da água de lavagem dos filtros percebe-se a elevação dos parâmetros analisados quando em comparação com a água bruta, fato este encontrado, devido às unidades filtrantes representarem a última barreira física no processo de tratamento, assim a quantidade de flocos retidos nos filtros é muito grande, por isso verifica-se um aumento nos parâmetros de cor, turbidez, DQO e principalmente na série de sólidos analisada.

Foram testadas 2 realidades de recirculação, para a concepção de um sistema de reuso das águas de lavagem dos filtros – ALAF no início do tratamento, na de adição do coagulante. O “reuso direto” (sem sedimentação precedente) só apresenta eficácia quando a qualidade da água bruta é boa (baixa turbidez e sólidos), que inviabiliza o mesmo na época chuvosa na nossa região. Assim pode ser escolhida como opção para o reuso, apenas a recirculação do sobrenadante do efluente após o mesmo ter sofrido uma sedimentação precedente, onde as análises laboratoriais realizadas mostraram resultados satisfatórios, indicando além da redução esperada durante o tratamento da água dos parâmetros analisados (cor e turbidez), uma redução na dosagem do coagulante utilizado (sulfato de alumínio).

As variáveis microbiológicas também foram examinadas do ponto de vista da presença de Coliformes termotolerantes e de *Escherichia coli*, pois estes podem apresentar um impedimento à recirculação da ALAF. Assim foram analisadas a água bruta afluente a ETA, a ALAF e a chamada água de mistura (composta por 90% de água bruta e 10% de ALAF), também foi analisado o sobrenadante proveniente do Jar Test

após o período de sedimentação. Onde segundo os resultados obtidos, mostraram-se satisfatórios do ponto de vista microbiológico, indicando que provavelmente a contaminação microbiológica da água ficará retida nos flocos que serão sedimentados durante o tratamento.

RECOMENDAÇÕES

- Programar a lavagem dos filtros, procurando obedecer de maneira mais eficaz a carreira de filtração, recomenda-se então a lavagem de 3 em 3 horas;
- Ajustar os problemas mecânicos e/ou outros problemas que existem nas unidades filtrantes, de modo que todas trabalhem da maneira adequada as quais foram projetadas, fato este que também possui interferência na lavagem dos filtros.
- Realizar estudos mais detalhados da água de lavagem dos filtros com fins de sua reutilização na ETA nos aspectos microbiológicos, analisando a presença de outros organismos que podem encontra-se presentes na água e que podem representar riscos a saúde humana como por exemplo cistos de *Giardia e Cryptosporidium*. Já que do ponto de vista de remoção de Coliformes essa se mostrou eficiente.
- Construir um sistema piloto para o tratamento dos resíduos gerados na ETA, com a utilização de um tanque sedimentador para as águas de lavagem, dos filtros e centrífuga para o tratamento dos lodos gerados nos decantadores e no sedimentador para as águas de lavagem dos filtros. Por meio dos dados obtidos durante a operação da escala piloto, obter respostas adequadas do comportamento da ETA ao tratamento selecionado, e fazer a composição de custos para a aquisição de equipamentos necessários ao sistema de reaproveitamento, coleta e tratamento de resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA & WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1998.

DI BERNARDO, L. DI BERNARDO, A. CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos/SP, RIMA, 2002.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, Â. Di Bernardo. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** 2ª Edição. RIMA. São Carlos. 2005.

FAVA, D. F. **Quantificação do Lodo e da Água de Lavagem dos filtros, da ETA II do município de Cuiabá.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Mato Grosso. 2005.

FONTANA, A. O. **Sistema de Leito de Drenagem e Sedimentador como solução para redução do volume de lodo de decantadores e Reuso da Água de Lavagem de Filtros – Estudo de caso ETA Cardoso.** Dissertação (Mestrado) em Engenharia Urbana. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2004.

MALTA, A. C. **Aproveitamento da Água utilizada na lavagem dos filtros em Estação de Tratamento de Água.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Mato Grosso. 1996.

MANCUSO, P.C.S.et al. **Reuso de Água.** Ed. Manole Ltda. São Paulo. 2003..

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA n° 518 de 25/03/2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA n° 357 de 17/03/2005.

PARSEKIAN, M. P. S. **Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médios do estado de São Paulo,** São Carlos/SP. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, 1998.

RIBEIRO, F. L. de M. **Estudo das Águas Residuárias da ETA DE Itabirito – MG: Caracterização e Alternativas de Tratamento e Reutilização.** Bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestrando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Ouro Preto.

SCALIZE, P. S. **Caracterização e clarificação por sedimentação da água de lavagem dos filtros rápidos de estações de tratamento de água que utilizam sulfato de alumínio como coagulante de primário.** Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, 1997.