

# CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTROS DE ETA, COM O USO DE POLÍMEROS SINTÉTICOS E AMIDO DE BATATA

Thiago Molina (UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná) E-mail: [molina\\_tm@yahoo.com.br](mailto:molina_tm@yahoo.com.br)

**Orientador:** Hélio Rodrigues dos Santos (Doutor pela EESC-USP; Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte) E-mail: [helio.r.s@ibest.com.br](mailto:helio.r.s@ibest.com.br)

**Resumo:** Estações de tratamento de água (ETA), pode-se gerar resíduos potencialmente tóxicos ao meio ambiente e a saúde humana. A disposição final ou a liberação de tais resíduos em corpos d'água torna-se passiva, à empresa geradora do efluente, penalidades civis, administrativas e criminais. Neste sentido, este trabalho apresenta os resultados obtidos na caracterização da água de lavagem de filtros, da ETA do município de Rebouças/PR, que utiliza o sulfato de alumínio como coagulante. Após a caracterização do efluente, testes de tratabilidade foram realizados com três tipos de auxiliares de floculação, dois polímeros aniônicos e o amido de batata, este, um polímero natural. Com os sobrenadantes obtidos para cada polímero, a caracterização foi realizada novamente, a fim de avaliar a eficácia da utilização dos auxiliares de floculação. Conclui-se que a água de lavagem de filtro da ETA Rebouças/PR, possui características que impedem seu lançamento em corpos d'água, e o tratamento, com o uso de polímeros, torna possível a recirculação destas águas para o processo da ETA. Entre os auxiliares de floculação utilizados, o amido de batata obteve maior destaque, devido aos satisfatórios resultados de tratabilidade, e ainda, por ser um polímero natural de baixo custo e fácil aquisição.

**Palavras-chave:** Polímero, Amido de Batata, Água de Lavagem de Filtros, Recirculação.

## CHARACTERIZATION AND TREATMENT OF WATER USED TO WASH FILTERS OF WTP WITH THE USE OF SYNTHETIC POLYMERS AND POTATO STARCH

**Abstract:** Water treatment plants (WTP), can generate potentially toxic wastes to the environment and human health. The final disposal or release of such waste in rivers becomes passive, the water company, the civil penalty, administrative and criminal. In this sense, this paper presents the results obtained in the characterization of wash water filter quick ETA in the city of Rebouças/PR, which uses the aluminum sulfate as coagulant. After characterization in the wash water filter, treatability tests were performed using three types of flocculant aids, two anionic polymers and a natural polymer, the potato starch. With the supernatants obtained for each polymer, the characterization was performed again in order to evaluate the effectiveness of using auxiliary of flocculation. It is concluded that the washing water filter WTP Rebouças/PR, has features that preclude its release into water bodies, and treatment with the use of polymers make possible the recycling of these waters to the process of WTP. Potato starch stood out among the flocculant aids used by the satisfactory results of tractability, and also for being a natural polymer, low cost and easy acquisition.

**Keywords:** Polymer, Potato Starch, Water Used to Wash Filters, Recirculation.

### 1. INTRODUÇÃO

Estações de Tratamento de Água (ETAs) geram quantidades expressivas de resíduos, sendo as maiores fontes as águas de descarga dos decantadores (ADD) e águas de lavagem de filtros (ALF). Segundo Olinger et al. (2001) a grande maioria as ETAs brasileiras descarta os resíduos provenientes da lavagem dos filtros e descarga dos decantadores em cursos de água,

sem qualquer tratamento Apesar das leis ambientais irem contra esta prática, ela ainda persiste, por se configurar como a solução mais econômica e agravada também devido à falta de fiscalização pelos órgãos de controle ambientais.

De acordo com a ABNT (2004), os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, são classificados como resíduos sólidos. Portanto, devem ser tratados e descartados de maneira correta, sem gerar prejuízo ao meio ambiente. A Lei Federal N° 9605/1998 (Brasil, 1998), conhecida como Lei de Crimes Ambientais, descreve que o lançamento desses resíduos de forma indiscriminada, sem a devida outorga, prevista pela Lei Federal N° 9433/1997 (Política Nacional dos Recursos Hídricos - Brasil, 1997), e desobediência à Resolução CONAMA N° 357/2005, sujeita a empresa geradora do efluente a penalidade civil, administrativa e criminal.

Di Bernardo e Dantas (2005) citam vários impactos ao corpo receptor e sua biota, ocasionados pelo lançamento de resíduos de uma ETA, como o aumento na concentração de metais tóxicos, a alta concentração de sólidos suspensos, prejuízos no ciclo de nutrientes, principalmente o fósforo, além da possibilidade de desenvolver condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta. Nos locais de descarga, o curso d'água receptor pode ainda apresentar aspecto visual desagradável.

Além dos prejuízos ao corpo de água, os despejos de uma ETA podem ocasionar danos à saúde humana, devido à ocorrência de agentes patogênicos (SCALIZE, 1997) e metais pesados (BARROSO; CORDEIRO, 2001).

Segundo IBGE (2000), 75% das ETAs brasileiras são do tipo Convencional, ou seja, apresentam unidades de coagulação, floculação, sedimentação e filtração para a clarificação da água, seguidas de correção de pH, desinfecção e, em alguns casos, de fluoretação.

Em sistemas de tratamento em ciclo completo, a fonte de resíduos, em termos volumétricos, são as águas de lavagem de filtros, já em termos mássicos a maior produção provém dos descartes de lodo dos decantadores (DI BERNARDO e DANTAS, 2005). Os teores de sólidos totais contido na ADD variam entre 0,1 a 4 % e entre 0,004 a 0,1% para ALF (RICHTER, 2001), com concentrações menores de sólidos, a concepção de um tratamento diferenciado para ALF se justifica, viabilizando a recirculação da mesma.

Na Estação de Tratamento de Água da cidade de Rebouças/PR, que possui um sistema do tipo "SANEPAR – CEPIS", a relação comum entre os sólidos totais de ADD e ALF, se confirma. As perdas com as lavagens de filtros e descargas de decantadores alcançam, em média, 7% do volume aduzido, sendo 4% na ALF e 3% na ADD. Embora não sejam realizadas análises frequentes, a maior quantidade de sólidos é nitidamente visualizada nas descargas de lodo dos decantadores.

Considerando que a ETA de Rebouças/PR trata aproximadamente 20 L/s, atendendo cerca de 2.600 ligações, entre residências, comércio, utilidade pública e indústria, a água perdida somente na limpeza dos filtros é de aproximadamente 1500 m<sup>3</sup>/mês, o que equivale a cerca de 20 horas de produção.

Em vista do grande volume perdido, da baixa concentração de sólidos e do potencial de reaproveitamento das ALF, além dos prejuízos ambientais, legais e econômicos do descarte

inadequado das mesmas, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de reaproveitamento das ALF da ETA de Rebouças/PR, por meio de sedimentação simples e com o uso de auxiliares de floculação.

## 2. METODOLOGIA

A ETA – Rebouças é abastecida por duas captações, situadas nos Rios Potinga (88% da vazão) e Barreiro (12% da vazão) e utiliza como coagulante o sulfato de alumínio.

O sistema é constituído de dois módulos, cada um com um floculador central, na forma de pirâmide invertida, semienterrado, ladeado por quatro decantadores de placas planas paralelas, estes abastecem quatro filtros rápidos descendentes, colocados nos cantos de cada módulo de tratamento, perfazendo oito filtros no total na ETA, o funcionamento destes é por taxa constante e nível variável.

O total de água gasta na limpeza de cada filtro é de 5 m<sup>3</sup> (valor referente a 10 minutos da lavagem) mais o volume de água acumulado no filtro acima do leito filtrante, sendo que este valor varia com a altura da lâmina d'água no momento da descarga.

Para iniciar o estudo sobre o aproveitamento da ALF da ETA de Rebouças, foi feita primeiramente a caracterização da mesma. Estudar as características das águas a serem reutilizadas é de suma importância para determinar a sua melhor forma de tratamento. Para isso, foi planejada uma campanha de coleta de amostras da ALF de um dos filtros, em 15 intervalos de tempo, durante uma operação de descarga. Esta caracterização foi necessária também para verificar se o tempo atual de lavagem dos filtros estaria sendo efetivos para sua limpeza.

Com a mistura de frações proporcionais das seis primeiras amostras, foi confeccionada a amostra composta nº 1 (C<sub>1</sub>), representativa da água de lavagem do primeiro minuto de descarga, e com a mistura proporcional de C<sub>1</sub> com as demais nove amostras foi formada a amostra composta nº 2 (C<sub>2</sub>), representativa da água de lavagem em todo período de descarga.

**Tabela 1 – Tempo de descarga e volumes coletados para caracterização.**

NUMERO DA AMOSTRA	TEMPO DE DESCARGA (seg)	VOLUME (mL)
01	05	1500
02	15	1500
03	25	1500
04	35	1500
05	45	1500
06	55	1500
07	90	1500
08	150	1500
09	210	1500
10	270	1500

11	330	1500
12	390	1500
13	450	1500
14	510	1500
15	570	1500
C <sub>1</sub>	--	500
C <sub>2</sub>	--	4000

A caracterização das amostras coletadas foi feita conforme apresentado na Tabela 2:

**Tabela 2 – Parâmetros para caracterização da água de lavagem dos filtros.**

PARÂMETROS	AMOSTRAS
Turbidez (uT)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Cor verdadeira (uC)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos totais (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos totais voláteis (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos totais fixos (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos suspensos totais (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos suspensos voláteis (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos suspensos fixos (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos dissolvidos voláteis (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Sólidos dissolvidos fixos (mg/L)	1 a 15 e C <sub>2</sub>
Coliformes totais (Log <sub>10</sub> UFC/100 mL)	C <sub>1</sub> , 07 a 15 e C <sub>2</sub>
<i>Escherichia coli</i> (Log <sub>10</sub> UFC/100 mL)	C <sub>1</sub> , 07 a 15 e C <sub>2</sub>
pH	C <sub>2</sub>
DQO (mg/L)	C <sub>2</sub>

---

<b>DBO (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Fósforo (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Nitrito (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Nitrato (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Alumínio (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Cobre (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Ferro (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Manganês (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>
<b>Zinco (mg/L)</b>	C <sub>2</sub>

---

O tratamento da ALF proposto é um tanque de sedimentação para promover a clarificação do efluente, viabilizando uma recirculação que não comprometa o sistema de tratamento de água de Reboças/PR.

A recirculação seria uma solução para diminuir as perdas nos processos de tratamento da água, visando uma melhor eficiência em termos de volume produzido, além de diminuir o passivo ambiental ocasionado pelo descarte da ALF em corpos d'água.

Os ensaios de sedimentação são usuais para verificar a velocidade na qual as partículas decantam, esta velocidade é determinante no dimensionamento da unidade de tratamento de água de lavagem de filtro.

Como ocorre lavagem nos filtros em intervalos de no máximo 24 horas, a aceleração do processo de sedimentação é indispensável, portanto foram estudados diferentes tipos de polímeros, estes auxiliam a floculação, proporcionando a decantação com maiores velocidades.

Os ensaios de sedimentação foram realizados com a ALF, sem qualquer produto químico, e com o uso de três tipos de auxiliares de floculação: dois polímeros sintéticos, um aniônico médio (P<sub>1</sub>) e outro levemente aniônico (P<sub>2</sub>); e um polímero natural: o amido de batata (P<sub>3</sub>). A solução de dosagem dos polímeros sintéticos foi preparada na concentração de 0,2 g/L, a partir do polímero seco e a de amido de batata na concentração de 1 g/L.

Para determinar as melhores dosagens dos auxiliares de floculação, foram realizadas coletas de porções da ALF, em intervalos de tempo de um minuto na lavagem de um filtro, formando uma amostra composta representativa de toda a água de lavagem.

Os ensaios foram realizados em equipamento de Jar-Test, modelo JT 101, com jarros do tipo béquer de 1 litro cada e misturadores individuais. Nos ensaios a ALF bruta era adicionada aos

jarros e, após a adição dos auxiliares de floculação, deixada sob agitação por 5 min., sob a rotação de 120 rpm. As dosagens dos polímeros empregadas são apresentadas na Tabela 3. No ensaio sem uso de polímero, as mesmas condições de agitação e tempos de sedimentação foram adotadas.

**Tabela 3 – Dosagem aplicada de cada polímero.**

ENSAIO	JARRO					
	1	2	3	4	5	6
	<b>DOSAGEM DE AUXILIAR DE FLULAÇÃO (mg/L)</b>					
<b>Polímero aniônico médio (P<sub>1</sub>)</b>	0,1	0,3	1,0	2,0	3,0	5,0
<b>Polímero levemente aniônico (P<sub>2</sub>)</b>	0,1	0,3	1,0	2,0	3,0	5,0
<b>Amido de batata - (P<sub>3</sub>)</b>	5,0	7,5	10	12,5	15	17,5

Com as melhores dosagens, resultantes dos ensaios iniciais, foram então determinados os melhores tempos de agitação e rotação dos agitadores, para aprimorar as condições de mistura, ajudando na formação de flocos mais consistentes que decantam com velocidade maior contribuindo para uma unidade de tratamento de ALF menor.

Foram realizados quatro testes, com as seguintes características:

- Ensaio 1,  $T_A = 3$  min. e  $R_A = 120$  rpm;
- Ensaio 2,  $T_A = 7$  min. e  $R_A = 120$  rpm;
- Ensaio 3,  $T_A = 15$  min. e  $R_A = 120$  rpm;
- Ensaio 4,  $T_A = 5$  min. e  $R_A = 120$  rpm, seguido de  $T_A = 10$  min. e  $R_A = 60$  rpm.

Em todos os ensaios foram verificadas diferentes velocidades de sedimentação ( $V_S$ ). A água clarificada era coletada 5 cm abaixo do nível d'água nos jarros do Jar-Test, em diferentes tempos, correspondentes a diferentes velocidades de sedimentação, conforme descrito na Tabela 4.

**Tabela 4 – Tempos de sedimentação e velocidades de sedimentação.**

AMOSTRAS	$T_{S1}$	$T_{S2}$	$T_{S3}$	$T_{S4}$	$T_{S5}$	$T_{S6}$	$T_{S7}$	$T_{S8}$	$T_{S9}$
$T_S$ (min.)	0,5	1	5	10	20	30	40	50	60

---

$V_s$ (cm/min)	10	5	1	0,5	0,25	0,16	0,12	0,10	0,08
----------------	----	---	---	-----	------	------	------	------	------

---

Os sobrenadantes resultantes das melhores dosagens e com  $V_s = 1$  cm/min, foram caracterizados com a finalidade de verificar a eficiência do tratamento de ALF por auxiliares de floculação. Os parâmetros analisados foram: Turbidez, Cor Verdadeira, Sólidos Totais (Fixos e Voláteis), Sólidos Suspensos Totais (Fixos e Voláteis), Sólidos Dissolvidos Totais (Fixos e Voláteis), Coliformes Totais, *Escherichia coli*, Alumínio, Ferro e Manganês.

Com as características da ALF tratada, por polímeros, foi proposto o local, no processo de tratamento da ETA de Rebouças/PR, da injeção do sobrenadante a ser recirculado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 2,3 e 4 estão apresentados os resultados obtidos para turbidez, sólidos e análise bacteriológica da ALF ao longo do processo de limpeza do leito filtrante:

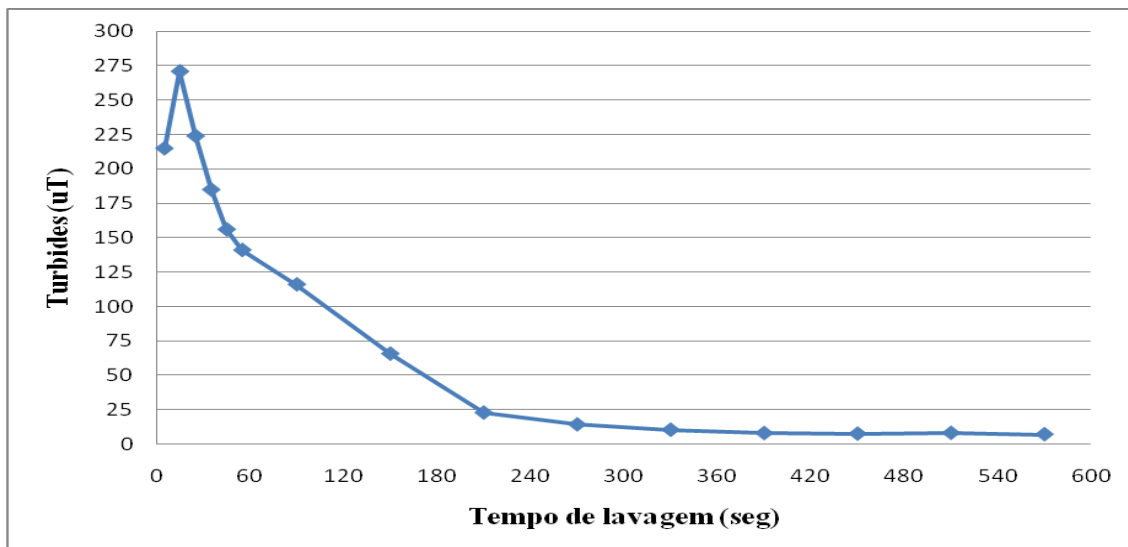


Figura 1 – Valores de Turbidez, durante a lavagem do filtro.

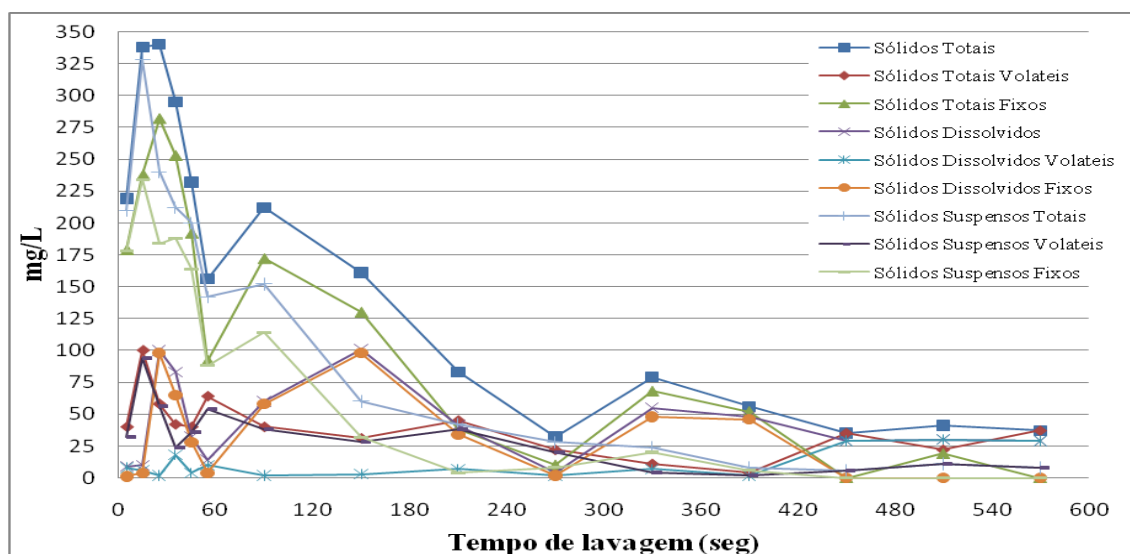


Figura 2 – Valores de Sólidos, durante a lavagem do filtro.

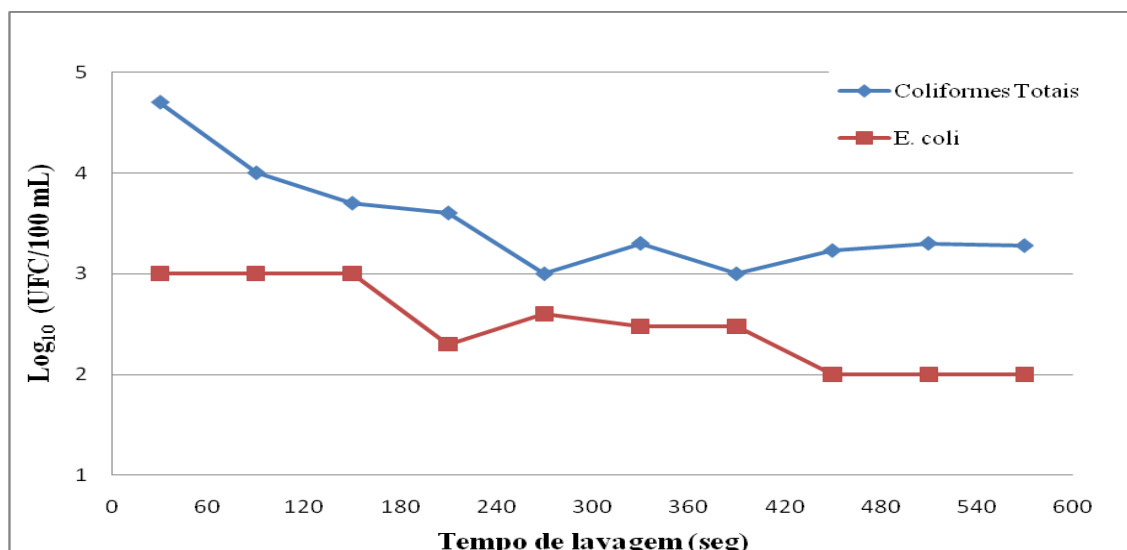


Figura 3 – Valores de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, durante a lavagem do filtro.

Observa-se que nos primeiros segundos da limpeza dos filtros a ALF tem seus valores elevados dos constituintes analisados, diminuindo com o passar do tempo de lavagem. Nota-se que a partir de 7 minutos de descarga (420 seg) os valores chegam a certa estabilidade. Isso demonstra que o tempo de 10 min., adotado na ETA para lavagem dos filtros, é suficiente para sua limpeza.

Os valores observados das análises bacteriológicas apresentaram uma grande variação entre o início e o fim da lavagem do filtro. O pico maior de Coliformes Totais coincide com o pico maior para *Escherichia coli*, com 4,69 Log<sub>10</sub> UFC/100 mL e 3,00 Log<sub>10</sub> UFC/100 mL, respectivamente. Esses valores relativamente elevados se explicam pelo grande acúmulo de microrganismos no leito filtrante durante a operação do filtro. No entanto, o tempo de lavagem de 10 min. também se mostrou satisfatório, pois os resultados de Coliformes Totais e *E. coli* oscilaram em torno de 3,00 Log<sub>10</sub> UFC/100 mL e 2,00 Log<sub>10</sub> UFC/100 mL, a partir de 4 e 7 minutos de lavagem, respectivamente.



As características da amostra composta n° 2 (C<sub>2</sub>), que se caracteriza por ser a amostra representativa do total de ALF, estão dispostas na Tabela 5:

**Tabela 5 – Resultados da Amostra Composta (C<sub>2</sub>).**

PARÂMETROS	RESULTADOS
	C <sub>2</sub>
Turbidez (uT)	45,3
pH	5,88
Cor (uC)	3
Sólidos Totais (mg/L)	143
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	42
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	101
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	48
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	18
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	30
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	95
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	24
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	71
Coliformes Totais (Log <sub>10</sub> UFC/100 mL)	3,60
<i>Escherichia coli</i> (Log <sub>10</sub> UFC/100 mL)	2,30
DQO (mg/L)	< 20
DBO (mg/l)	0,34
Fósforo (mg/l)	< 0,10
Nitrito (mg/l)	< 0,005

---

Nitrato (mg/l)	1,79
Alumínio (mg/l)	0,695
Cobre (mg/l)	< 0,008
Ferro (mg/l)	1,08
Manganês (mg/l)	0,44
Zinco (mg/l)	< 0,01

---

Os valores de Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais, DBO, Fósforo, Nitrito, Nitrato, Cobre e Zinco, se enquadraram no disposto pela Resolução CONAMA 357 (2005), que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Já os valores de pH, Alumínio, Ferro e Manganês apresentaram valores incompatíveis com referida legislação. Assim, enfatiza-se novamente que não é permitido o lançamento das águas de lavagem de filtros em cursos d'água.

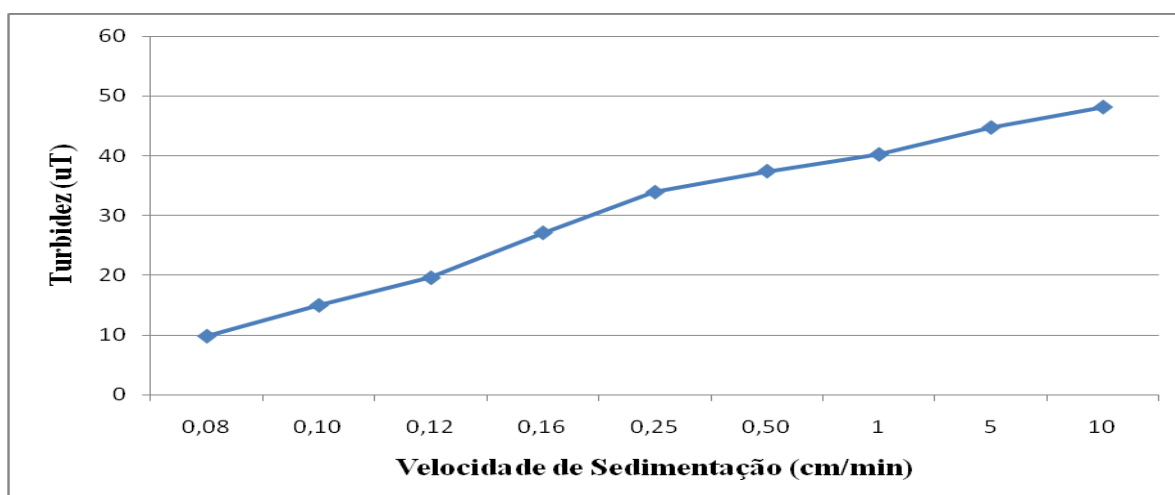
A água bruta no momento da coleta da ALF encontrava se com pH 6,5, houve um decréscimo deste valor, isso se explica devido à adição de sulfato de alumínio como coagulante, pois este possui propriedades ácidas.

A elevada presença de sólidos fixos revela que há pouca matéria orgânica, caracterizando grande presença de sais na ALF. Isso também refletiu no valor baixo para DBO. A análise de DQO não alcançou o limite detectável pelo método empregado (>20 mg/L).

O uso do sulfato de alumínio também é a causa das concentrações elevadas de alumínio na ALF. Além disso, a concentração elevada de Ferro (maior que a de AL) pode se dever em parte a impurezas no sulfato de alumínio comercial usado na ETA, além da eventual ocorrência desse metal na água bruta. A presença de manganês provavelmente se deve à sua ocorrência na água bruta.

A presença de *E. coli* é indicativa de contaminação fecal na ALF e o seu despejo em curso d'água é possíveis percusores de doenças em seres humanos.

Após a caracterização da ALF, foram realizados os ensaios de tratabilidade. Inicialmente, foi avaliada a sedimentação das partículas sem qualquer adição de produtos químicos, para analisar a sedimentabilidade das partículas presentes nas ALF. Os resultados de turbidez obtidos nesse ensaio são apresentados na Figura 4.



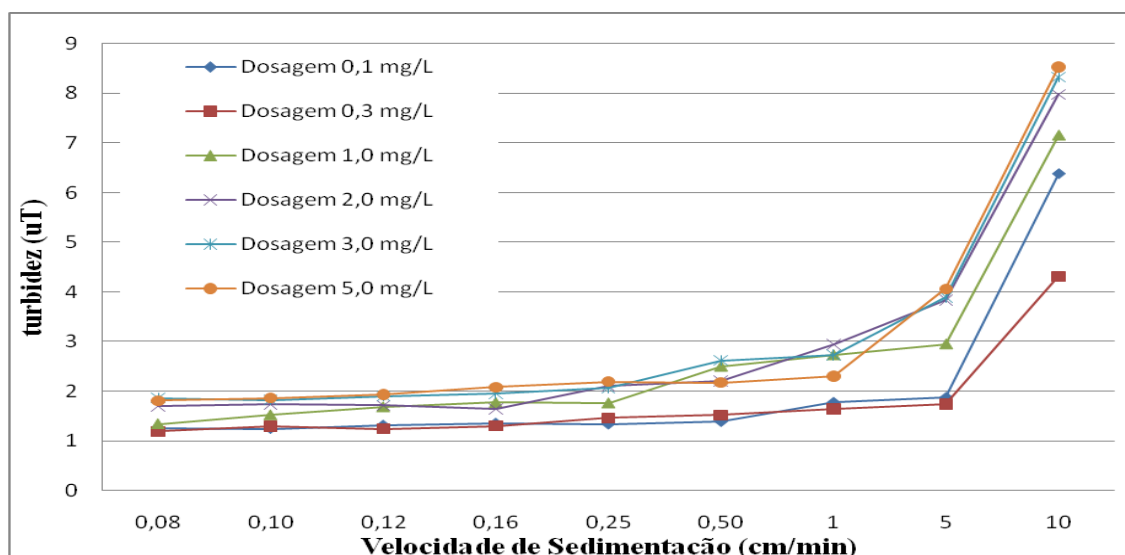
**Figura 4 – Turbidez remanescente no sobrenadante da ALF para diferentes velocidades de sedimentação. (Turbidez inicial: 49, 2 NTU)**

Os resultados do ensaio anterior demonstraram que, para dispor a ALF em um tanque de decantação, sem adição de polímero, as velocidades de sedimentação não seriam satisfatórias, pois, para alcançar os melhores rendimentos o tempo de decantação seria muito elevado.

Em virtude do disposto, foram realizados ensaios com a adição dos polímeros sintéticos e amido de batata, com a finalidade de formar flocos com maiores velocidades de sedimentação, diminuindo assim o tempo necessário de decantação.

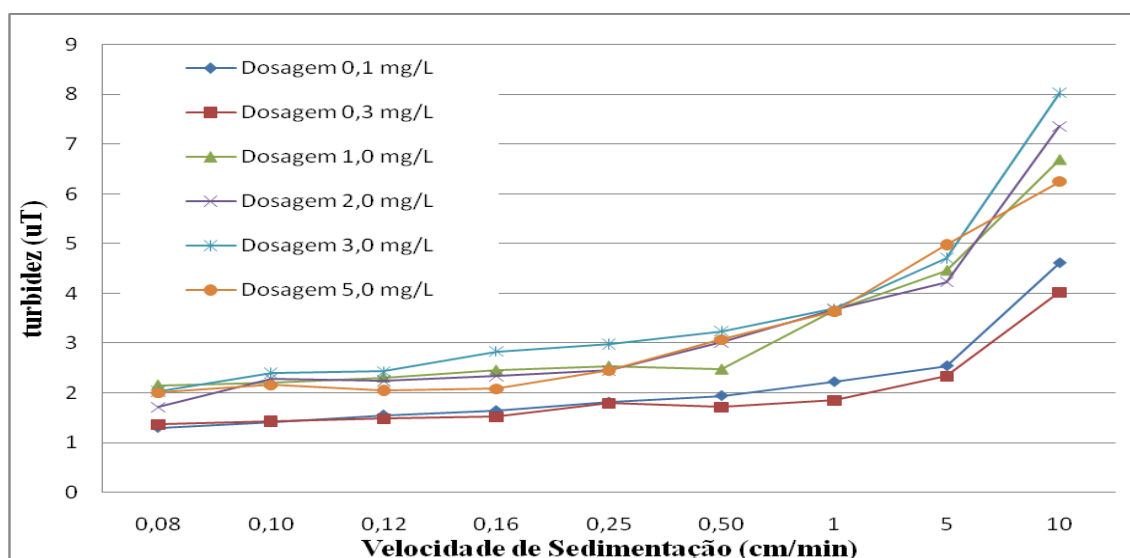
Os ensaios foram realizados com Jar-Test, inicialmente para encontrar as melhores dosagens dos auxiliares de floculação analisados, com tempo de agitação de 5 min. e rotação dos agitadores de 120 rpm.

Os resultados obtidos, para o polímero aniônico médio, estão apresentados na Figura 5.



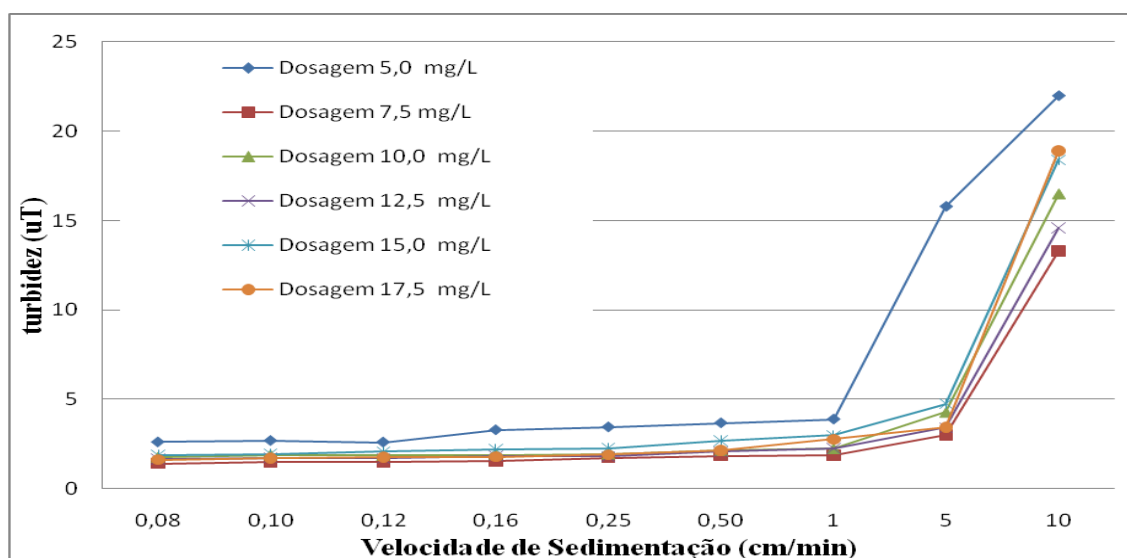
**Figura 5 – Resultado do ensaio de velocidade sedimentação para o polímero aniônico médio.**

Os resultados obtidos para o polímero levemente aniônico estão apresentados na Figura 6.



**Figura 6 – Resultado do ensaio de velocidade sedimentação para o polímero levemente aniônico.**

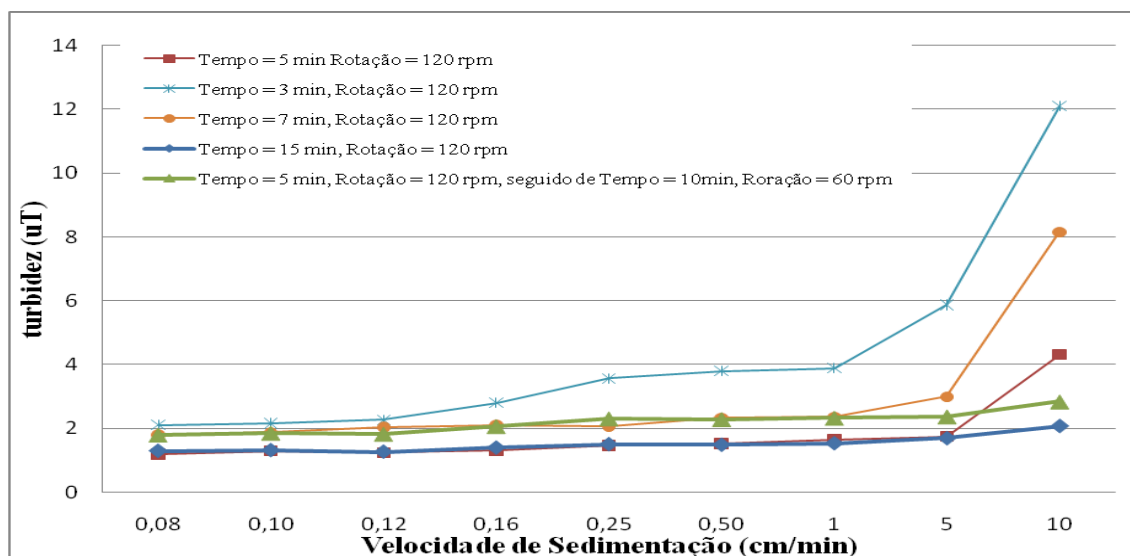
Os ensaios realizados com o uso de polímero aniônico médio ou polímero levemente aniônico se mostraram similares, para ambos o melhor resultado foi obtido na dosagem de 0,3 mg/L, alcançando turbidez remanescente de até 4,02 uT para a velocidade de 10 cm/min., contra turbidez de 48,1 uT para mesma velocidade, mas sem uso de polímeros. As velocidades de sedimentação para os flocos no ensaio com amido de batata, com tempo de agitação de 5 min. e rotação dos agitadores de 120 rpm, são apresentados na Figura 7.



**Figura 7 – Resultado do ensaio de velocidade sedimentação para o amido de batata.**

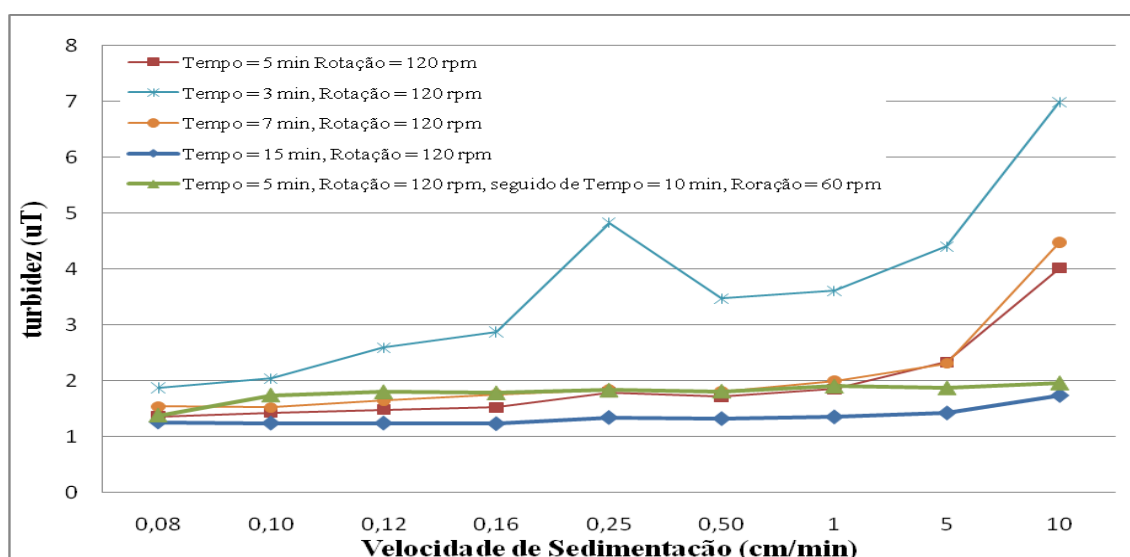
A melhor dosagem no ensaio com amido de batata foi de 7,5 mg/L, resultando em turbidez remanescente de 13,3 uT para a velocidade de 10 cm/min. Com as melhores dosagens, foram realizados os ensaios para se determinar o melhor tempo de agitação e a melhor rotação dos agitadores para cada tipo de polímero.

Com a melhor dosagem para o polímero aniônico médio as velocidades de sedimentação, para as diferentes combinações de tempo de agitação e rotação dos agitadores, estão descritos na Figura 8.



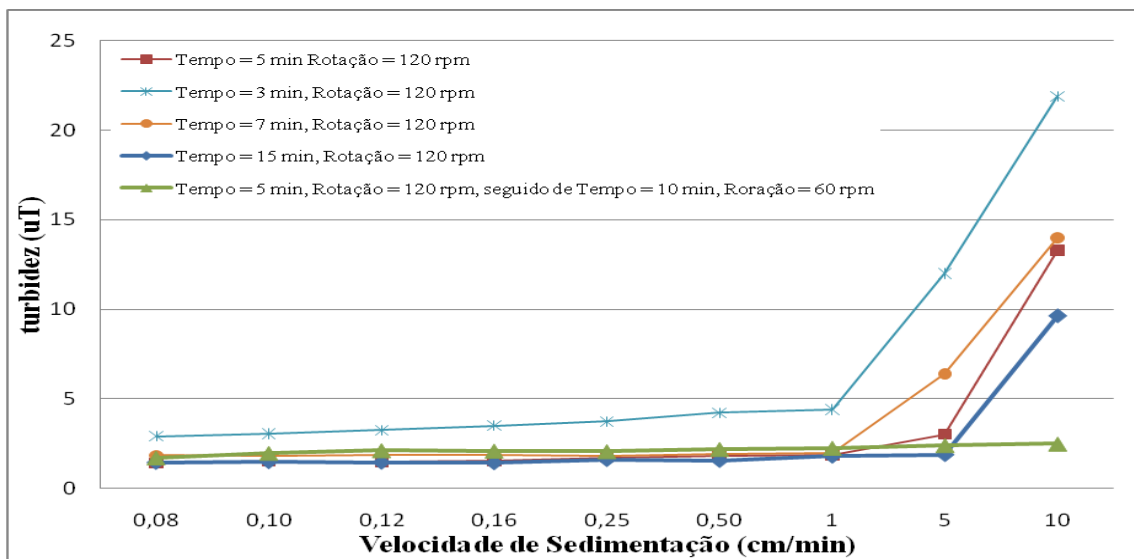
**Figura 8 – Resultados do polímero aniônico médio para diferentes tempos de agitação e diferentes rotações dos agitadores.**

Os valores das velocidades de sedimentação para os novos ensaios com o uso do polímero levemente aniônico estão apresentadas na Figura 9:



**Figura 9 – Resultados do polímero levemente aniônico para diferentes tempos de agitação e diferentes rotações dos agitadores.**

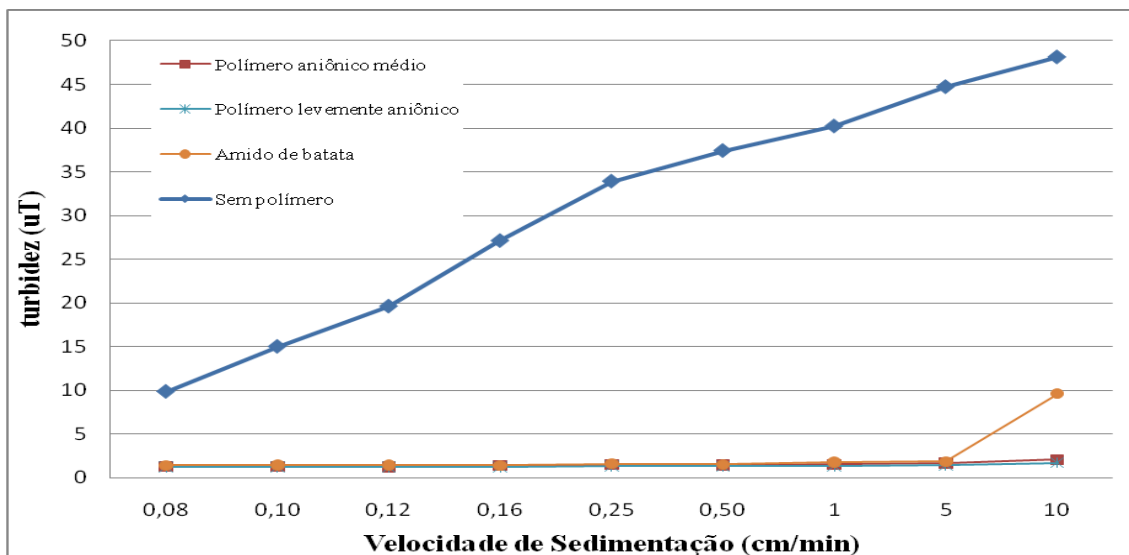
Os diferentes tempos de agitação e as diferentes rotações dos agitadores do Jar-Test apresentaram resultados semelhantes para os dois polímeros sintéticos, para ambos o melhor produto foi alcançado com o tempo de agitação de 15 min. e rotação de 120 rpm. Os resultados para as diferentes combinações de tempo de agitação e rotação dos agitadores, com uso do amido de batata estão expostos na Figura 10:



**Figura 10 – Resultados do polímero amido de batata para diferentes tempos de agitação e diferentes rotações dos agitadores.**

O tempo de agitação de 5 min., rotação dos agitadores de 120 rpm, seguido de mais 10 min. de tempo de agitação e 60 rpm de rotação dos agitadores, apresentou os melhores valores para o amido de batata.

Os melhores resultados de cada polímero, com a combinação adequada de tempo de agitação e rotação dos agitadores e os valores da velocidade de sedimentação sem o uso de polímeros, estão expressos na Figura 11:



**Figura 11 – Melhores resultados para cada polímero.**

Houve aumento expressivo da velocidade de sedimentação das partículas na ALF com a adição de polímeros, tanto sintéticos como do amido de batata, em comparação com os resultados obtidos no ensaio sem qualquer auxiliar de floculação.

Com o sobrenadante dos melhores resultados e velocidade de sedimentação de 1 cm/min., foram feitas análises físicas químicas e bacteriológicas, com o intuito de verificar a eficiência desta forma de tratamento para ALF. Os valores obtidos para cada polímero estão dispostos na Tabela 12.

**Tabela 12 – Análises físicas químicas e bacteriológicas do sobrenadante com velocidade de sedimentação de 1 cm/mim.**

PARÂMETROS	RESULTADOS POR AMOSTRA		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Turbidez (uT)	1,17	0,91	1,66
Cor (uC)	3	3	3
Sólidos Totais (mg/L)	58	49	67
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	39	42	50
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	19	7	17
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	14	15	21
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	14	15	21
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	< 1	< 1	< 1
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	44	34	46
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	25	27	29
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	19	7	17
Coliformes Totais (Log <sub>10</sub> UFC/100 mL)	2,3	2,0	2,3
<i>Escherichia coli</i> (Log <sub>10</sub> UFC /100 mL)	1,7	1,3	2,0
Alumínio (mg/l)	0,08	0,08	0,06
Ferro (mg/l)	0,09	0,02	0,01
Manganês (mg/l)	0,13	0,00	0,03

Para quase todas as características analisadas houve grande redução em comparação com a amostra composta da ALF (C<sub>2</sub>), a qual não sofreu nenhum tratamento.

Di Bernardo (2003) cita como parâmetro de qualidade de água para filtração rápida descendente 3,0 Log<sub>10</sub> UFC/100 mL de Coliformes Totais e 2,7 UFC/100 ml para *Escherichia coli*, valores acima do encontrado pelos ensaios de tratabilidade. Com estas características bacteriológicas e excelente melhora da qualidade físico-química da ALF tratada, essa poderá ser encaminhada diretamente para os filtros da ETA de Rebouças/PR, pois as características encontradas para ALF com o uso de qualquer dos três polímeros não comprometeriam a filtração.

#### 4. CONCLUSÕES

O tempo utilizado na ETA de Rebouças/PR, para a limpeza dos filtros se mostrou suficiente, visto que, no decorrer do procedimento todas as características da ALF tiveram seus valores reduzidos, efetivando a limpeza do leito filtrante.

As águas de lavagem de filtro mostraram grande potencial de causar impactos ambientais significativos ao corpo receptor, e devido à elevada concentração *Escherichia coli*, sua recirculação sem tratamento ocorreria em risco à saúde humana.

Com os ensaios de tratabilidade usando polímeros, a ALF se configurou passível de reaproveitamento, demonstrando que é viável seu tratamento e disposição de forma distinta às usadas para o tratamento de água de descarga dos decantadores (lodo).

Todos os polímeros avaliados apresentaram resultado semelhante, com eficiente remoção de flocos, contribuindo para a melhora das características do sobrenadante da ALF, sem grande distinção entre os mesmos, no entanto o amido de batata se destaca por ser um auxiliar de floculação natural. Com o uso da dosagem de 7,5 mg/L, o gasto mensal, para tratar aproximadamente 1500 m<sup>3</sup> de ALF, seria de cerca de 12 kg do amido, produto barato e de fácil aquisição.

Este trabalho enfatizou somente o tratamento para água de lavagem dos filtros, o lodo proveniente dos decantadores e até mesmo o lodo gerado no tratamento proposto para da ALF, deve ser mais bem estudado e pesquisado uma disposição adequada.

#### REFERÊNCIAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).** NBR 10004 – *Resíduos Sólidos – Classificação*. Maio de 2004.

**BARROSO, M. M.; CORDEIRO, S. J.** *Metais e sólidos: aspectos legais dos resíduos de estações de tratamento de água* – 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 2001. Anais. João Pessoa – PB, 2001.

**BRASIL.** Leis (1997). Lei Nº 9433 de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos*.

**BRASIL.** Leis (1998). Lei Nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998. *Lei dos Crimes Ambientais*.



**BRASIL. Resolução CONAMA 357 de 2005.** *Estabelece a classificação das águas doces, salobras, e salinas do território nacional.*

**DI BERNARDO, L.** *Tratamento de água para abastecimento por filtração direta.* Rio de Janeiro: ABES, RiMA, 2003.498 p.

**DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.** *Métodos e técnicas de tratamento de água.* 2º ed. São Carlos: RiMA, vol. 1 e 2, 2005.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** *Departamento de população e indicadores sociais (2000). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.*

**OLINGER, C.; CARDOSO, M.; LAPOLLI, F. R.** *Caracterização e clarificação da água de lavagem do filtro de uma ETA que utiliza como coagulante o Sulfato de Alumínio – 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 2001.* Anais. João Pessoa – PB, 2001.

**RICHTER, C. A.** *Tratamento de lodos de estação de tratamento de água.* São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 102 p.

**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.* São Carlos. 1997. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1997.