

## I-148 – EFLUENTE GERADO NO DECANTADOR DE ALTA DE ETA PARA FINS DE REUTILIZAÇÃO

### **Wércio de Freitas Dias<sup>(1)</sup>**

Bacharel e Licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia

### **Sueli Moura Bertolino**

Bacharel e licenciada em Química pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto. Doutora em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto. Professora adjunta do curso de Engenharia ambiental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

### **André Luiz de oliveira**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor da Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Engenharia Civil.

### **Jean Maikon Santos Oliveira**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrando da Escola de Engenharia de São Carlos do Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento.

### **Georgina de Almeida Capanema**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Boa Esperança, 290 – Gravatás - Uberlândia - MG – 38.410-554 - Brasil – Tel.: (34) 3237-3423 e-mail: [werciof@yahoo.com.br](mailto:werciof@yahoo.com.br)

## **RESUMO**

No processo de tratamento químico e físico da água bruta, que ocorre nas ETA convencionais, ocorre a geração de resíduos, denominado de lodo de ETA. Atualmente, um dos maiores desafios para as empresas de saneamento é a adoção de alternativas adequadas para sua destinação, sob os aspectos econômico, técnico e ambiental. O lodo de ETA deve ser removido periodicamente dos decantadores e filtros para garantia da eficiência do tratamento, sendo que no Brasil, este resíduo tem sido, ao longo dos anos, descartado indiscriminadamente na natureza, principalmente em cursos d'água. Este lodo apresenta características de material não biodegradável, constituído de matéria orgânica e inorgânica, acrescidos dos produtos resultantes dos reagentes químicos aplicados nas fases iniciais do processo de tratamento, sendo classificado como resíduo classe II A, ou seja, não inerte, segundo a ABNT NBR 10004. Algumas estações de tratamento de água aproveitam as águas de lavagem dos filtros por meio da recirculação do efluente para o início do tratamento da ETA. Entretanto, não há registros da reutilização do efluente gerado em decantadores para fins semelhantes. Assim, sob a ótica da minimização de impactos ambientais e da economia de água, o trabalho avalia a possibilidade de reutilização do efluente de um decantador de alta taxa através do procedimento de recirculação, considerando que o lodo do decantador de alta taxa, pode vir a ter características semelhantes à do resíduo gerado no processo de limpeza dos filtros. Como nestas unidades de tratamento, a remoção do lodo ocorre por carga hidráulica, é possível determinar qual o melhor momento para se promover esta limpeza, de acordo com a quantidade de material sedimentado. Definido o tempo de descarga do decantador, foi realizado a caracterização do efluente juntamente com a água bruta da ETA. A caracterização ocorreu, simulando uma taxa de recirculação de 2 % do efluente bruto, em relação ao volume de água *in natura* do manancial. Realizou-se todos os parâmetros descritos na Resolução do CONAMA 357/2005 para águas de classe 2. Com um tempo de operação de 06 horas, o efluente gerado no decantador de alta taxa apresentou características semelhantes, em termos de sólidos em suspensão, às do resíduo gerado no processo de limpeza dos filtros. Diante dos problemas recentes e mundiais relacionados à escassez hídrica, este procedimento poderá contribuir para a redução do volume de água bruta captada, visando um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, além de promover a destinação ambientalmente adequada para os resíduos, conforme determina as legislações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Decantador de Alta Taxa, Lodo de ETA, Recirculação.

## OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo para que seja avaliado a possibilidade de implementação operacional da técnica de recirculação do efluente gerado em um decantador de alta taxa, para o sistema inicial de tratamento da ETA Renato de Freitas, do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia-MG, bem como analisar e avaliar as condições de preservação do manancial de abastecimento público, no ponto de captação da ETA.

## INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, sobretudo dos grandes centros urbanos, demanda um crescente planejamento e investimento em mecanismos eficientes de tratamento de água, para que um número cada vez maior de pessoas tenha acesso à água tratada. No âmbito do saneamento, um alvo importante deste planejamento são as Estações de Tratamento de Água (ETA), que devem assegurar à população água em quantidade e qualidade estabelecidas por lei. No entanto, o processo de tratamento químico e físico da água bruta, que ocorre nas ETA convencionais faz com que se tenha a geração de resíduos, denominado de lodo de ETA.

No Brasil, os lodos de ETA têm sido, ao longo dos anos, descartados indiscriminadamente na natureza, principalmente em cursos d'água. Este resíduo apresenta características de material não biodegradável, constituído de matéria orgânica e inorgânica, acrescidos dos produtos resultantes dos reagentes químicos aplicados nas fases iniciais do processo de tratamento, sobretudo nas etapas de coagulação e floculação. Do ponto de vista ambiental, o lodo de ETA é classificado como sendo resíduo classe II A, ou seja, não inerte, segundo a ABNT NBR 10004. Neste sentido, se torna importante legislações mais rigorosas, como a Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para que se possa dar uma destinação ambientalmente adequada para este material.

O lodo do decantador de alta taxa pode vir a ter características semelhantes à do resíduo gerado no processo de limpeza dos filtros de ETA (RICHTER, 2009). Devido ao fato, que nestes sistemas, a remoção do lodo ocorre por carga hidráulica, torna-se possível determinar qual o melhor momento para se promover esta limpeza, de acordo com a quantidade de material sedimentado. Esta característica permitiu equacionar o seu tempo de operação, de forma que seja possível remover o lodo sem haver comprometimento das demais etapas do processo de tratamento da água, havendo a possibilidade de que o efluente gerado no decantador tenha características semelhantes àquelas do efluente de gerado na limpeza dos filtros.

Algumas estações de tratamento de água reaproveitam as águas de lavagem dos filtros por meio da recirculação do efluente para o início do tratamento da ETA (DI BERNARDO, 2005). Entretanto, não há registros da reutilização de água do efluente gerado em decantadores para fins semelhantes. Assim, sob a ótica da minimização de impactos ambientais e da economia de água, o trabalho avalia a possibilidade de reutilização do efluente de um decantador de alta taxa, para fins de recirculação. Procedimento este que requer menores custos de investimentos operacionais quando comparado a outras técnicas.

O reaproveitamento do efluente de descarga do decantador pode gerar economia nos custos de operação da ETA, ocorrendo também, contribuição ambiental, tendo em vista que alguns sistemas tradicionais de tratamentos de lodo de ETA podem variar de 30 a 40% do custo total do sistema de tratamento da ETA (ROTH, 2008). Vale ressaltar que a grande maioria das unidades responsáveis pelo sistema de abastecimento público no Brasil é de responsabilidade dos municípios e estes convivem constantemente com problemas de receitas orçamentárias.

## METODOLOGIA

A ETA Renato de Freitas tem capacidade média de tratamento de  $1.050 \text{ L.s}^{-1}$ , possui dois decantadores de alta taxa, subdividido em seis módulos independentes de sedimentação. O arranjo hidráulico é de três canais sobrepostos (RICHTER, 2009). Neste sistema, tem-se uma maior eficiência na retenção de flocos sedimentados, quando comparado com os decantadores de fluxo horizontal, e também não há necessidade de esvaziamento do tanque para remoção do lodo, procedimento que era adotado na ETA Renato de Freitas antes

da implementação do sistema de alta taxa. Nesta situação há predominância de um resíduo mais concentrado que implica em técnicas mais complexas de tratamento e disposição final.

Por outro lado, no decantador de alta taxa, devido ao seu arranjo hidráulico, é possível promover a retirada do lodo decantado de uma forma mais gradativa, de acordo com a necessidade operacional da ETA. Este procedimento é denominado de descarga do decantador. Assim, no efluente do decantador de alta taxa é possível obter concentrações de sólidos de diferentes valores.

## **ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO – RIO UBERABINHA**

Nesta etapa foram analisadas as informações dos últimos cinco anos, quanto à qualidade do manancial, de acordo com os relatórios gerados na ETA Renato de Freitas referente ao monitoramento de parâmetros da Resolução do CONAMA 357/2005, para água de classe 2. A qualidade do efluente gerado está relacionada com as características no manancial de captação. Assim, foram analisados os resultados dos seguintes parâmetros: cor verdadeira; turbidez; Demanda Bioquímica de Oxigênio de 5 dias a 20°C (DBO<sub>5</sub><sup>20</sup>); oxigênio dissolvido (OD); densidade de cianobactérias; coliformes termotolerantes; arsênio total; cádmio total; chumbo total; cromo total; fósforo total e mercúrio total; atrazina; carbaril; endrin e glifosato. As análises foram realizadas, conforme métodos especificados no Standard método for the examination of water and wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012) através de laboratório acreditado pela ABNT NBR 17025.

## **EQUACIONAMENTO DO DECANTADOR DE ALTA TAXA**

O equacionamento do decantador de alta taxa foi realizado a fim de verificar se seu efluente possui teor de sólidos semelhantes ao do resíduo gerado na limpeza dos filtros da ETA.

O método utilizado foi analisar o projeto hidráulico do decantador, tendo como referência seu manual de operação, sobre o que é determinado em relação ao tempo de descarga de cada módulo, denominaremos de  $T_1$ , e o intervalo entre as descargas de um mesmo módulo  $T_2$ . De acordo com o manual de operações o tempo de abertura, de cada uma das válvulas de descarga de lodos poderá ser ajustado. Em relação ao intervalo de descarga de um mesmo módulo estes podem variar de 6 até 24 horas. Como a ETA possui seis (6) módulos de decantação, estando todos no mesmo nível hidráulico, operam com as mesmas condições. Foi avaliado o intervalo de descarga deste módulo, nos seguintes tempos operacionais: 6; 12 e 24 horas, com um tempo de abertura de válvula em até 3,0 minutos.

Decorridos os tempos  $T_2$ , a válvula de descarga foi aberta, momento em que atingir a situação de abertura máxima, coletou-se seis (6) amostras, de aproximadamente 200 mL, em intervalos de 20 segundos, durante o tempo total de 3,0 minutos. Durante este procedimento as amostras foram acondicionadas em béquer de polipropileno de 500 mL, mantido sob agitação, e posterior leitura de turbidez. Este procedimento foi repetido para os tempos operacionais de 6; 12 e 24 horas de operação. Foi possível plotar um gráfico de turbidez em função do tempo de descarga, para cada situação. Este gráfico será utilizado para comparar com as informações do resíduo da água de lavagem dos filtros.

Para coletar as amostras da água de lavagem de filtros, foi escolhido um filtro da ETA, num total de 12 unidades. Assim, ao iniciar a limpeza do filtro, no momento em que começava a verter o efluente na calha de descarte, iniciou-se as coletas das amostras em um intervalo inicial de 30 segundos, e depois de 60 segundos durante todo o tempo de limpeza dos filtros, que foi de 9 minutos. As coletas foram realizadas com o coletor com braço retrátil de aço inox, acondicionadas em béquer de polipropileno de 500 mL, mantido sob agitação para leitura posterior de turbidez, em seguida, plotou-se o gráfico de turbidez em função o tempo de limpeza do filtro.

Comparando-se os gráficos do sistema de decantação com os da água de limpeza dos filtros foi possível obter o tempo aproximado em que o decantador opera de tal forma que, durante o procedimento de descarga, obtenha-se um efluente com características de sólidos em suspensão semelhantes aos dos processos de limpeza dos filtros.

## CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE APÓS DEFINIÇÃO DO TEMPO IDEAL DE OPERAÇÃO

Definido o tempo de descarga do decantador, foi realizada a caracterização do efluente juntamente com a água bruta da ETA, sendo normatizado características de águas de classe 2, de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005, pois será submetido ao tratamento convencional, para consumo humano.

Foram coletadas seis (6) amostras no intervalo de 20 segundos, durante o tempo de duração da descarga do decantador, que foi de 120 segundos. Esta amostra representará o efluente gerado durante o tempo de descarga. A proporção de recirculação definida neste projeto foi de 2%. Na literatura, já tivemos estudos com taxas de recirculação de 5; 10; 15 e 20%, porém para recirculação de água de lavagem de filtros.

Como ainda não existe uma referência, para efluente de decantador, definiu-se 2 % para início do trabalho, valor que poderá ser alterado conforme resultados posteriores. Assim, adicionou se um recipiente plástico de 0,20 L do efluente bruto, após a descarga, completando o volume para 10 L com água bruta da ETA. Realizou-se todos os parâmetros descritos na Resolução do CONAMA 357/2005 para águas de classe 2. As análises foram realizadas, conforme métodos especificados no Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012) através de laboratório acreditado pela ABNT NBR 17025.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO – RIO UBERABINHA

Em relação à análise das características do manancial de captação, Rio Uberabinha, quanto aos parâmetros de turbidez e cor verdadeira, os resultados são apresentados nas Figuras 01 e 02, respectivamente.

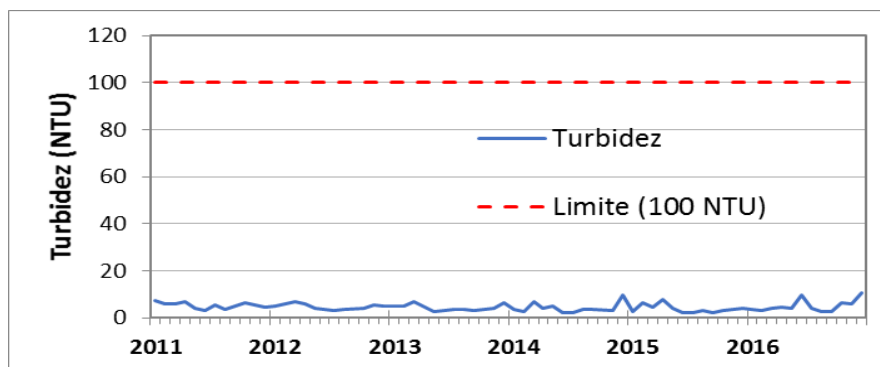


Figura 1: Turbidez – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

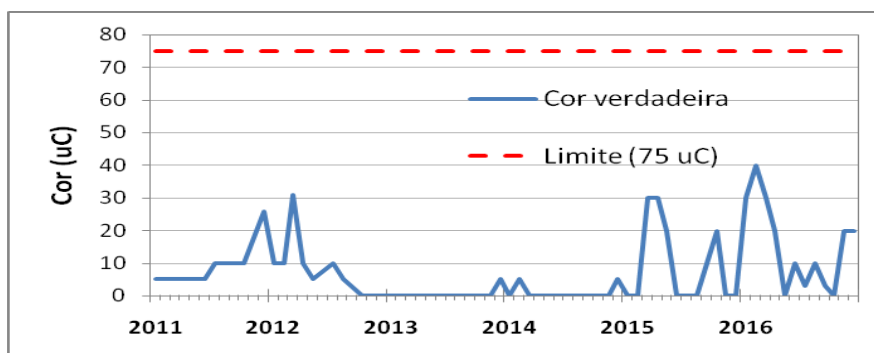


Figura 2: Cor Verdadeira – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

Analisando, os dados dos últimos cinco anos, os valores de turbidez e cor verdadeira apresentaram bem abaixo dos limites máximos estabelecidos pela legislação do CONAMA 357/2005, para água de classe 2. Como são parâmetros que estão associados com o teor de sólidos dissolvidos (cor verdadeira) e em suspensão (turbidez)

na água bruta, nota-se que a taxa de geração de lodos será menor quando comparado a outros sistemas onde se têm estes índices mais elevados. Sendo indicadores do grau de preservação da bacia hidrográfica estes resultados apontam para baixa existência de processos erosivos e de assoreamento do manancial.

Os parâmetros coliformes termotolerantes e densidade de cianobactérias foram avaliados no sentido de se ter uma referência sobre os aspectos microbiológicos, associados ao grau de contaminação do manancial. Os resultados se encontram nas Figuras 03 e 04.

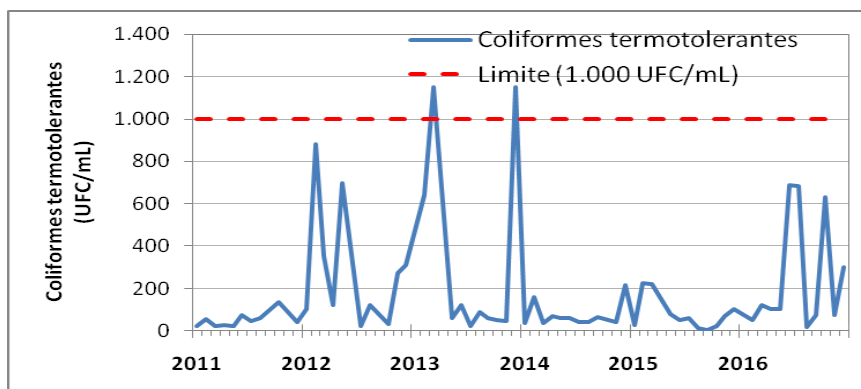


Figura 3: Coliformes Termotolerantes – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

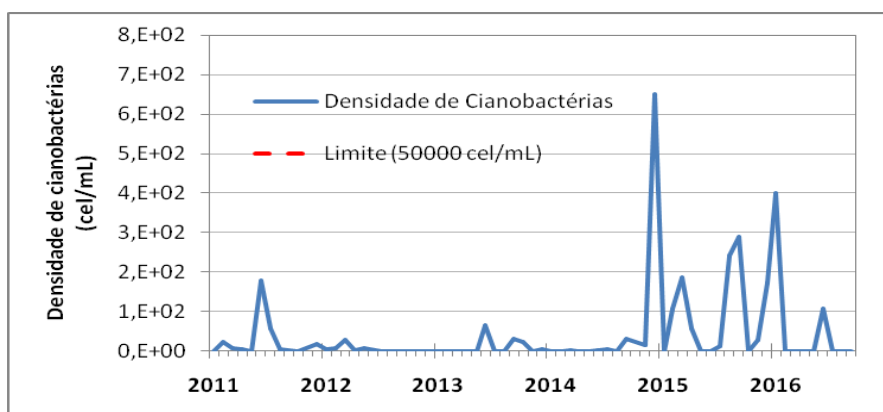


Figura 4: Densidade de Cianobactérias – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

No intervalo de estudo, nota-se que o parâmetro coliforme termotolerantes esteve abaixo do limite máximo permitido pela legislação do CONAMA 357/2005, para água de classe 2 em praticamente todo o período de 2011 a 2016, com exceção de alguns ensaios nos anos de 2013 e 2014, onde se encontrou resultados acima do permitido. Nestes dois anos, o manancial Rio Uberabinha esteve com vazões bem reduzidas em virtude do período de estiagem prolongada, que se estendeu em algumas regiões do país, o que poderia ter contribuído para redução da taxa de autodepuração do corpo d'água ocasionando valores mais elevados deste indicador.

A concentração de cianobactérias apresentou valores mais baixos no período de 2011 até 2014 e uma tendência de elevação nos anos de 2015 e 2016. Porém, estando abaixo do limite máximo estabelecido de 50.000 cel.mL<sup>-1</sup> de acordo com o CONAMA 357/2005, para água de classe 2. Pode-se associar esta qualidade a baixas concentrações de nutrientes dissolvidos e, portanto, na ausência de um processo de eutrofização das águas. Este nível de qualidade do manancial, também é percebido pelos índices satisfatórios de oxigênio dissolvido (OD) (Figura-5), no intervalo de 2011 a 2016. Associado, também, aos resultados da DBO (Figura 6), estando estes abaixo dos limites de referências, relacionando assim, com a baixa concentração de matéria orgânica no manancial.

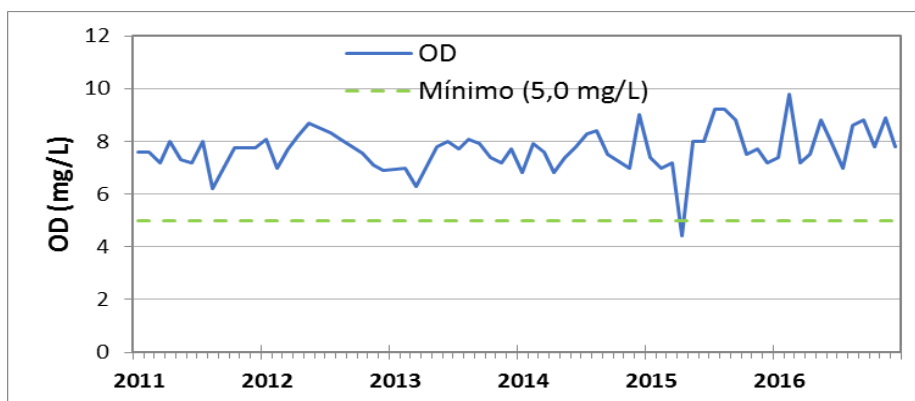


Figura 5: Oxigênio Dissolvido – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

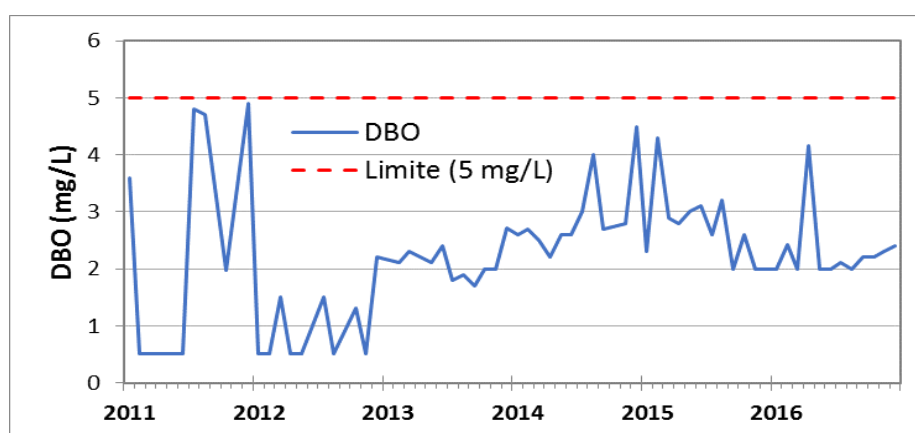


Figura 6: Demanda Bioquímica de Oxigênio – Manancial Rio Uberabinha, ponto de captação da ETA Renato de Freitas.

Em relação aos parâmetros arsênio total; cádmio total; chumbo total; cromo total; fósforo total; mercúrio total; atrazina; carbaril; endrin e glifosato, todos os resultados encontrados, no intervalo de 2011 a 2016, estiveram abaixo do limite de Quantificação (LQ) dos métodos e também abaixo dos limites máximos (Tabela 1) permitido pela legislação do CONAMA 357/2005, para água de classe 2.

**Tabela-1: Ponto de captação da Água Bruta - ETA Renato de Freitas – Rio Uberabinha**

Parâmetro	Resultados	LMP <sup>1</sup> – Resolução CONAMA – 357 Águas de Classe 2	Limite de Quantificação (LQ)
Arsênio total	< LQ	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	0,005 mg.L <sup>-1</sup>
Cádmio total	< LQ	0,001 mg.L <sup>-1</sup>	0,001 mg.L <sup>-1</sup>
Chumbo total	< LQ	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	0,006 mg.L <sup>-1</sup>
Cromo total	< LQ	0,05 mg.L <sup>-1</sup>	0,01 mg.L <sup>-1</sup>
Fósforo total	< LQ	0,1 mg.L <sup>-1</sup>	0,05 mg.L <sup>-1</sup>
Mercúrio total	< LQ	0,0002 mg.L <sup>-1</sup>	0,0002 mg.L <sup>-1</sup>
Atrazina	< LQ	2,0 µg.L <sup>-1</sup>	2,0 µg.L <sup>-1</sup>
Carbaril	< LQ	0,02 µg.L <sup>-1</sup>	0,01 µg.L <sup>-1</sup>
Endrin	< LQ	0,004 µg.L <sup>-1</sup>	0,004 µg.L <sup>-1</sup>
Glifosato	< LQ	65 µg.L <sup>-1</sup>	0,10 µg.L <sup>-1</sup>

Nota – 1: Limite Máximo Permitido

Estes parâmetros foram definidos, em virtude de serem indicadores de atividades antropogênicas que podem estar comprometendo a qualidade do manancial, como o lançamento de esgoto sanitário sem o devido tratamento, atividades agrícolas na bacia hidrográfica e possíveis lançamentos de efluentes industriais.



Mensalmente é realizado todos os parâmetros do CONAMA 357/2005, para águas de classe 2, dentro de um programa de monitoramento da qualidade do manancial.

Diante da boa qualidade da água do manancial em estudo, pode-se prever que a qualidade do efluente gerado, no decantador de alta taxa, tenderá a ter características que permitirá estudos mais apurados quanto à viabilidade de aproveitamento na recirculação para o início do tratamento da ETA. Assim, nas etapas seguintes, foram realizados estudos quanto a dinâmica de funcionamento dos decantadores da ETA.

## EQUACIONAMENTO DO DECANTADOR DE ALTA TAXA

As condições referenciais de funcionamento do decantador de alta taxa da ETA são fornecidas pelo manual de operações do mesmo. Para o tempo de abertura de cada válvula de descarga do lodo, o mesmo recomenda que não deve ultrapassar 2,5 minutos. Enquanto, o tempo de intervalo entre uma descarga e outra, de um mesmo módulo, pode variar de 6 a 24 horas. Neste estudo, na fase de otimização, foi avaliado o intervalo de descarga nos tempos: 6; 12 e 24 horas, com um tempo de abertura da válvula entre 2,0 a 3,0 minutos. Estes ensaios foram realizados com a ETA em condições máximas de produção de lodo, no mês de dezembro de 2016, com valores médios de turbidez da água bruta de 7,85 NTU. Os resultados destes ensaios são apresentados na Figura 7.

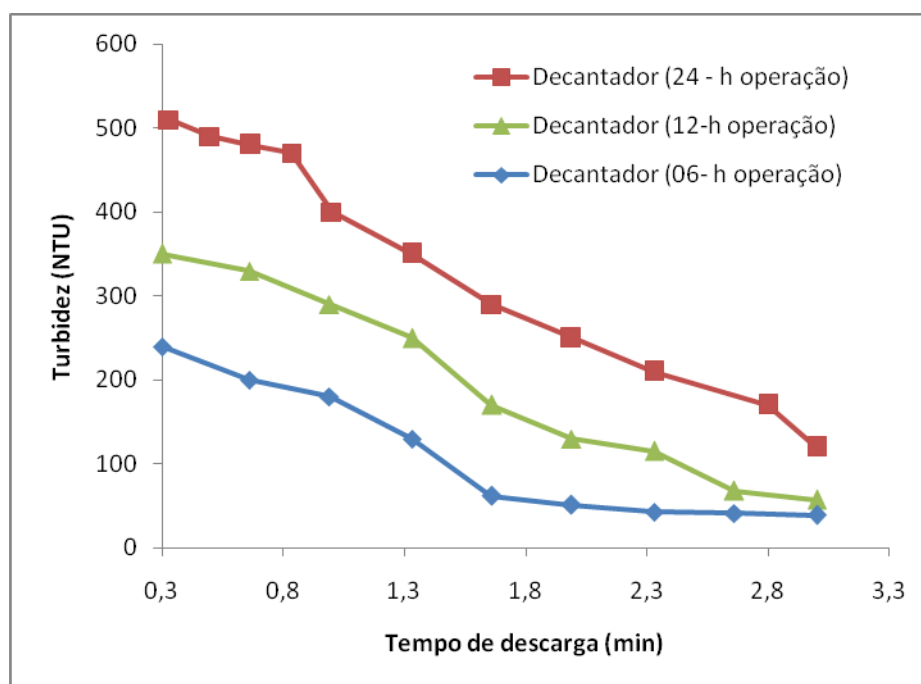


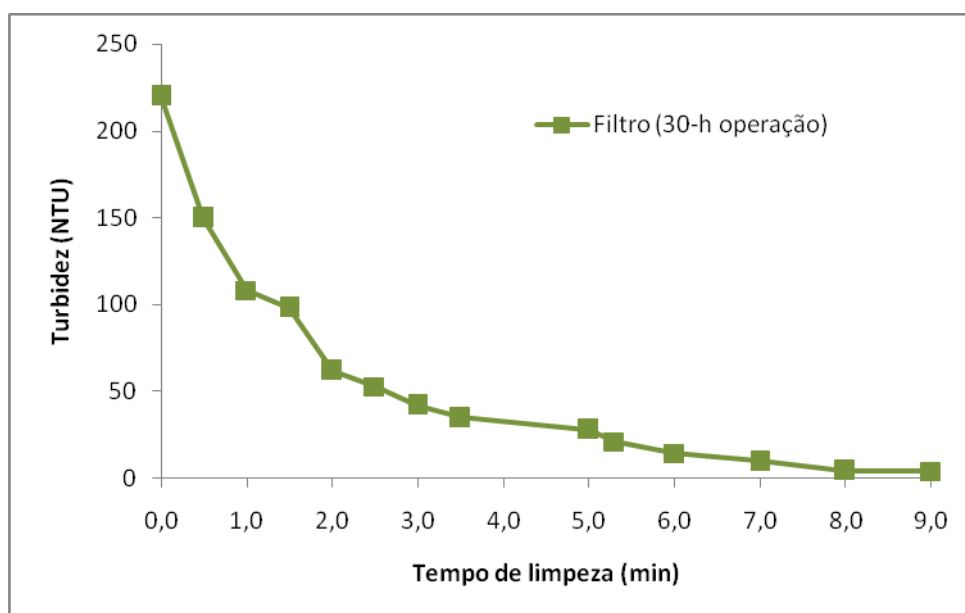
Figura 7: Turbidez do efluente do decantador em função do tempo

De acordo com a Figura 7, para as condições de produção mais elevada de lodo nos módulos de decantação, o que corresponde ao período de chuvas, temos que a situação mais eficiente em termo de remoção de lodo, seria o decantador operando com 06 horas, com valor final de turbidez de 62 NTU. Nos tempos, de operação de 12 e 24 horas, o acumulo de lodo nos canais de sedimentação são maiores, necessitando de tempos de descargas mais elevados. O manual técnico operacional do decantador, recomenda que para turbidez de água bruta superior a 5 NTU, seria necessário reduzir os intervalos de descarga, que poderia ser de até de 6 horas em função da intensidade da taxa de produção lodos, pois poderia causar obstrução dos canais internos dos dutos de descarga, o que comprometeria as etapas seguintes do sistema de tratamento da ETA.

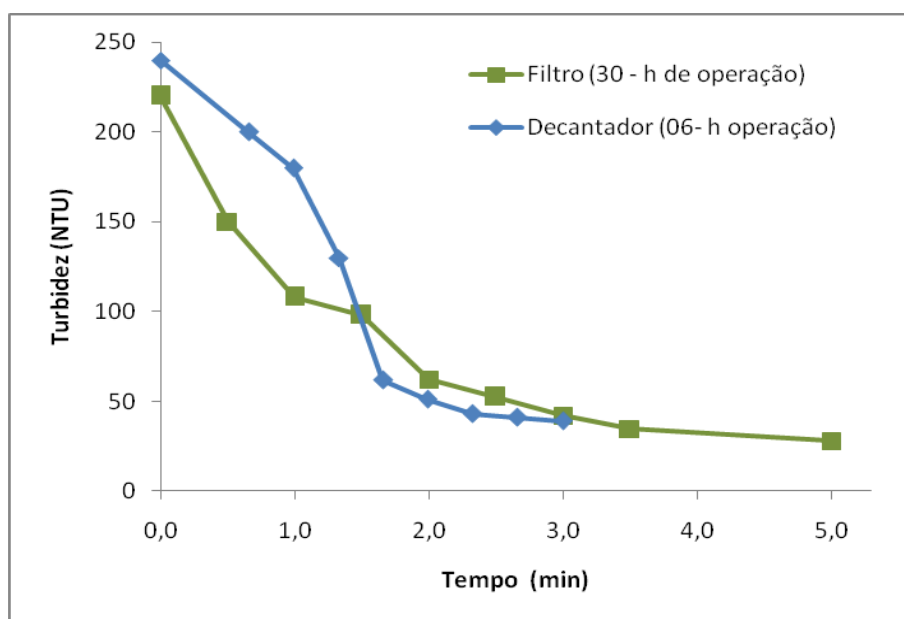
Para a melhor eficiência de remoção de turbidez, tempo de intervalo de descarga de 6 horas, com um tempo de descarga de aproximadamente 1,3 minutos já se observou estabilização da turbidez do efluente gerado, enquanto nas demais situações a estabilização ainda não havia ocorrido. Como a ETA possui 06 módulos de decantação, o volume diário produzido de lodo, nesta situação, seria de aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup>, o que corresponderia no intervalo de maior geração, o nos meses de dezembro a março.

Com a redução da turbidez da água bruta, para valores inferiores a 5 NTU, a tendência é que será possível aumentar o tempo entre as descargas, de forma a não comprometer o sistema, num período de menor produção de lodo, por exemplo, no período de estiagem de abril a setembro. Reportando aos objetivos do trabalho, a próxima fase estudou a viabilidade de recuperação do efluente do decantador para o sistema inicial de tratamento da ETA.

Na Figura 8, temos o comportamento de limpeza de um filtro da ETA (filtro nº 10) com um tempo de carreira de 30 horas. Comparando o gráfico da Figura 7, para um tempo de operação de 6 horas do decantador, os valores iniciais de turbidez são próximos (220-230NTU) sendo que a estabilização da turbidez ocorreu com um tempo de descarga de 1,3 minutos, para o decantador, e de 5 minutos durante a limpeza dos filtros. Assim, nestas condições é possível que o comportamento dos dois sistemas se assemelhem (Figura 9).



**Figura 8: Turbidez do efluente da limpeza de filtro em função do tempo**



**Figura 9: Turbidez do efluente da limpeza de filtro e da descarga do decantador**



Neste cenário, observa-se que num período de produção intensa de lodo da ETA, nos meses de dezembro a março, temos que o tempo ideal de descarga dos módulos do decantador de alta taxa para a ETA Renato de Freitas, seria de 06 horas e que os valores de turbidez inicial deste efluente se assemelham com o comportamento do sistema de limpeza dos filtros, num tempo de carreira de 30 horas, tempos estes, comumente adotados na ETA. Diante destes resultados nas próximas etapas foi avaliado e caracterizado o potencial de reaproveitamento deste efluente.

## CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE APÓS DEFINIÇÃO DO TEMPO IDEAL DE OPERAÇÃO

Definido o tempo de descarga do decantador, de 6 horas, para um período de maior produção de lodo na ETA, foi realizado a caracterização do efluente juntamente com a água bruta, sendo normatizado características de águas de classe 2, de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005.

No ensaio com recirculação de 2% do efluente gerado no decantador, sem tratamento prévio, os parâmetros apresentaram abaixo do limite máximo exigido, com exceção do alumínio dissolvido, onde foi quantificado em  $0,14 \text{ mg.L}^{-1}$ , sendo o valor máximo permitido de  $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ . Este dado pode ser justificado pelo uso do coagulante utilizado na ETA, o Policloreto de Alumínio (PAC). Este resultado será importante nas próximas etapas do trabalho, pois será avaliado a eficiência nas fases de coagulação, floculação e decantação, sendo que as partículas dos sólidos presentes no efluente clarificado podem apresentar propriedades que irão favorecer o aumento dos sítios de colisão das partículas desestabilizadas do coagulante com os sítios negativos da água bruta, resultando em maior agregação de partículas. Desta forma, será possível mensurar se haverá redução do consumo de coagulante, com a reintrodução no processo inicial de tratamento de parte do material sedimentado.

No equacionamento do tempo operacional do decantador em 6 horas, será gerado na ETA diariamente aproximadamente  $2,0 \text{ m}^3$  de efluente, representando aproximadamente 2,10 % do volume de água tratada na ETA, que poderá ser retornado para o processo inicial da ETA. Neste sentido, teremos redução do volume de água bruta captada, visando um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis. Sendo os resultados satisfatórios para a taxa de recirculação de 2%, e não havendo comprometimento da qualidade do processo de tratamento, mantido as condições de classe 2 do manancial, outras taxas de recirculação poderão ser estudadas. Os ensaios de recirculação serão realizados no jar-test onde será avaliada a presença de *Cryptosporidium* spp e *Giardia* spp, pois nas etapas de decantação e filtração temos uma maior retenção destes micro-organismos.

## CONCLUSÕES

O manancial Rio Uberabinha, se encontra em um patamar de qualidade e preservação bastante satisfatório, para o uso no abastecimento público, a partir do tratamento convencional.

Com um tempo de operação de 06 horas, o efluente gerado no decantador de alta taxa da ETA Renato de Freitas apresentou características semelhantes, em termos de sólidos em suspensão, às do resíduo gerado no processo de limpeza dos filtros, com um tempo de carreira de 30 horas, no período de maior produção de lodos, entre dezembro e março, sem haver comprometimento das demais etapas do processo de tratamento. Resultado este, que já está sendo utilizado na ETA.

Foi possível manter as principais características da água bruta do manancial, para águas de classe 2, de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 com a proporção de recirculação de 2% do efluente gerado no decantador de alta taxa, sem tratamento prévio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington DC: APHA, 2012.
2. AROTA, H.; GIOVANNI, G.; LECHEVALLIER, M. **Spent filter backwash water contaminants and treatment strategies**. *Journal AWWA*, v. 93, n. 5, p. 100-112, 2001.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17025**: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. Rio de Janeiro, 2005.
5. BRASIL. Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Lex**: Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que conferem os incisos I e II do parágrafo único do art. 87 da **Constituição Federal do Brasil**, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
6. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 agosto de 2010. **Lex**: Política Nacional de Resíduos Sólidos 2010.
7. BRANDÃO, C. J. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
8. CHIDAMBARA R. C. B *et al.*; **Wash water in waterworks: contaminants and process options for reclamation**. Journal of Environmental Sciences 20 (2008) 1300–1305.
9. CHEN T. *et al.*; **Evaluation of drinking water treatment combined filter backwash water recycling technology based on comet and micronucleus assay**. Journal of Environmental Sciences 42 (2016) 61 – 70.
10. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 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 lançamentos de efluentes e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União, n.053, p. 58-63, 2005.
11. DI BERNARDO L., *et al.* **Métodos e técnicas de tratamento de água** – volume 1. 2 ed. São Carlos: Rima, 2005.
12. DI BERNARDO L., *et al.* **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água** – São Carlos: RiMa, 2002.
13. FREITAS, A.G *et al.*; **Recirculação de água de lavagem de filtros e perigos associados a protozoários**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n.1 (2010) 37-46.
14. GOTTFRIED, A *et al.*; **Impact of recycling filter backwash water on organic removal coagulation–sedimentation processes**. Water Research 42 (2008) 4683 – 4691.
15. JUNIOR, I.C. S *et al.*; **Avaliação dos sistemas de reutilização da água de lavagem dos filtros de uma estação de tratamento de água: estudo de caso**. Revista Monografias Ambientais. v.13, n.5, p. 3713-3717, 2014.
16. RICHTER, CARLOS A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009.
17. ROTH, D.K. *et al* **Implementing residuals management: costs implication for coagulation and softening plants**. Journal American Water Works Association, v. 100, n. 3, p. 81-93, mar. 2008.