

## I-033 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONDICIONANTE QUÍMICO E DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS NO DESAGUAMENTO DE RETAs EM GEOTECIDO

**Bruno Moreira da Silva<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico e Mestrando do curso de Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

**Mateus Ancheschi Roveda Guimarães**

Aluno de iniciação científica do curso de Engenharia Química pela Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

**Luiz Di Bernardo**

Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP).

**Angela Di Bernardo Dantas**

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

**Cristina Filomena P. Rosa Paschoalato**

Engenheira Química, Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Benedicta Rodrigues Domingos n° 889, Ap. Bruxelas 44; Parque Industrial Lagoinha; Ribeirão Preto - SP; CEP: 14095-050; Tel.: (16) 99236-1063.

### RESUMO

A possibilidade de eliminação da etapa prévia de adensamento do lodo à ser desaguado em bags de geotecido foi um dos principais pontos investigados nesta pesquisa. Uma vez que, segundo informações de fabricantes de bags, o lodo deve atingir uma concentração em torno de 10 g SST.L-1 antes de ser submetido ao desaguamento. A eliminação desta etapa de adensamento possibilitaria uma grande redução de área, nos custos de implantação e operação de uma ETA. Com base nos resultados obtidos nos ensaios de desaguamento em geotecido para o lodo gerado, podemos indicar que para as três concentrações estudadas de SST no lodo, o Geotecido estudado, com gramatura de 518 g/m<sup>2</sup> e abertura aparente de 0,11 mm, com a utilização do polímero não iônico, foi o que apresentou os melhores resultados de turbidez da água permeada. Na maioria dos casos, os valores mais baixos de turbidez do filtrado apresentaram, também, os menores valores de taxa média de filtração, sendo este fato, justificado pela maior retenção de sólidos na trama do geotecido. Com base nos resultados obtidos, nas concentrações estudadas, a concentração de SST no lodo, não teve grande impacto no desaguamento do lodo, como afirmam os fabricantes.

**PALAVRAS CHAVE:** Geotecido, ETA, Lodo de ETA, Adensamento, Desaguamento.

### INTRODUÇÃO

A tecnologia de tratamento utilizada em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) depende principalmente de fatores relacionados à qualidade da água bruta. Para cada tecnologia utilizada, há a geração de resíduos de Estações de Tratamento de água (RETAs) com características físico-químicas diferentes. Um dos problemas ambientais observados nas ETA está relacionado com os RETAs, notadamente os provenientes de descargas ou limpezas de decantadores (ou flotadores) e lavagens de filtros, que possuem compostos químicos que são prejudiciais ao meio ambiente e necessitam de adequado tratamento para posterior disposição final.

A Resolução CONAMA n° 430 de 2011 e CONAMA n° 357 de 2005 regularizam o lançamento de efluentes em corpos hídricos e a NBR 10004 (2004) classifica os resíduos sólidos para posterior disposição em aterros sanitários. Com base nessas legislações, os RETAs são classificados como resíduos, necessitando assim de tratamento. Atualmente existem diversas tecnologias de tratamento dos RETAs e que em geral, contemplam as etapas de adensamento e desaguamento. Salienta-se que também que há diferentes alternativas para o desaguamento dos resíduos e cada uma delas possui suas características. No entanto, independente da técnica

escolhida, o teor de sólidos suspensos totais (SST) no lodo a ser tratado deve ser superior a  $10 \text{ mg.L}^{-1}$ , de acordo com os fabricantes de equipamentos. Desta forma, a etapa de adensamento é quase que sempre necessária para se atingir tal concentração.

A quantidade e a qualidade dos resíduos gerados em ETA dependem de diversos fatores, destacando-se a qualidade da água bruta, a tecnologia de tratamento e as características da coagulação dependem do tipo e dosagem de coagulante e de alcalinizante ou de acidificante.

A filtração em geotecido consiste na remoção da água presente no lodo por meio do escoamento do líquido por um material poroso que retém a fração sólida e permite a passagem da água pelo tecido. Normalmente ocorre em sacos (tipo *bag*) que recebem o lodo até atingir sua capacidade máxima conforme mostra as Figuras 1 e 2.



**Figura 1 – Bag de Geotecido durante o desaguamento.**

**Fonte: (MACCAFERRI, 2015)**



**Figura 2 – Lodo consolidado no bag.**

**Fonte: (MACCAFERRI, 2015)**

Com base nos resultados esperados para esta pesquisa, serão identificados os benefícios do uso do geotecido na etapa de desaguamento e fornecidas informações a respeito da concentração de sólidos suspensos totais no lodo a ser desaguado em geotecido para cada um dos condicionantes químicos estudados, visto que, de acordo com fornecedores desta tecnologia, o lodo deve sempre passar por uma etapa de adensamento antes de seguir para o *bag*.

## OBJETIVOS

O presente trabalho se propõe a avaliar o desempenho, bem como a influência do tipo e dosagem de condicionantes químicos utilizado do desaguamento em geotecido de RETAs gerados com a utilização do coagulante PAC em concentrações de SST abaixo do recomendado pelos fornecedores desta tecnologia de tratamento, visando assim a eliminação da etapa de adensamento nas Estações de Tratamento de Resíduos de ETAs.

## METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho contempla os seguintes itens: i) Preparação da água de estudo - AE com o sedimento de rio; ii) Coagulação/floculação/sedimentação da AE e produção do lodo (RETA); iii) Preparação dos RETAs com concentrações de 5, 15 e  $30 \text{ g/L}$  SST; iv) Ensaios de desaguamento dos RETAs em bag de geotecido em escala de bancada. Equipamentos utilizados nos ensaios estão indicados no Quadro 1.

**Quadro 1 – Equipamentos utilizados na pesquisa e função.**

<b>Equipamentos</b>	<b>Função</b>
Balança Eletrônica BL 210 S – marca Sartorius	Pesagem da massa
Cronômetro Mondaine Stop Watch	Medição do tempo
Turbidímetro nefelométrico, modelo 2100P - marca Hach	Leitura da turbidez
Sistema de filtração a vácuo e membrana de GFC de 0,45um de porosidade e balança analítica	Medição de SST
Proveta graduada de 250 mL	Medição de volume

Os parâmetros físico-químicos, unidades, métodos de medição e limites de detecção utilizados na pesquisa estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 – Parâmetros físico e químicos, unidades, métodos de medição e limites de detecção, segundo APHA (2005), Standard Methods.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Limite de detecção (LDM)</b>
pH	adimensional	Potenciométrico	0 – 14
Turbidez	uT (NTU)	Nefelométrico	0,1
Sólidos Suspensos Totais	mg SST /L	Gravimétrico	1

A água de estudo (AE) foi preparada a partir da mistura da água do poço artesiano da universidade (sem adição de cloro) com um sedimento coletado previamente de um rio da região. As amostras de 1500 L de água foram preparadas cada vez que houve a necessidade de geração de RETA. Foi feita a caracterização físico-química da AE para cada geração, visando assim, garantir a mínima variação entre os resultados.

Foram realizados ensaios preliminares em Jarrest para definir e confirmar a dosagem de coagulante (PAC) e Alcalinizante (NaOH) utilizada na coagulação. As condições de dosagem obtidas no Jarrest foram utilizadas para a geração de resíduo em reservatório de 1500 L onde foram qualitativamente simuladas as etapas de mistura rápida, floculação e sedimentação. Para a obtenção do resíduo com 5, 15 e 30 g.L<sup>-1</sup> SST, o sobrenadante foi sifonado após a etapa de sedimentação. O lodo foi caracterizado de acordo com os parâmetros da Tabela 1. Os ensaios de desaguamento em geotecido foram realizados em instalação de bancada, apresentada na Figura 3, ilustrando, na sequência, o lodo após o condicionamento químico, o sistema em filtração e o lodo retido no geotecido.



**Figura 3 - Instalação de bancada de desaguamento em Geotecido.**

Os ensaios de desaguamento em geotecido foram realizados de acordo com o seguinte procedimento metodológico:

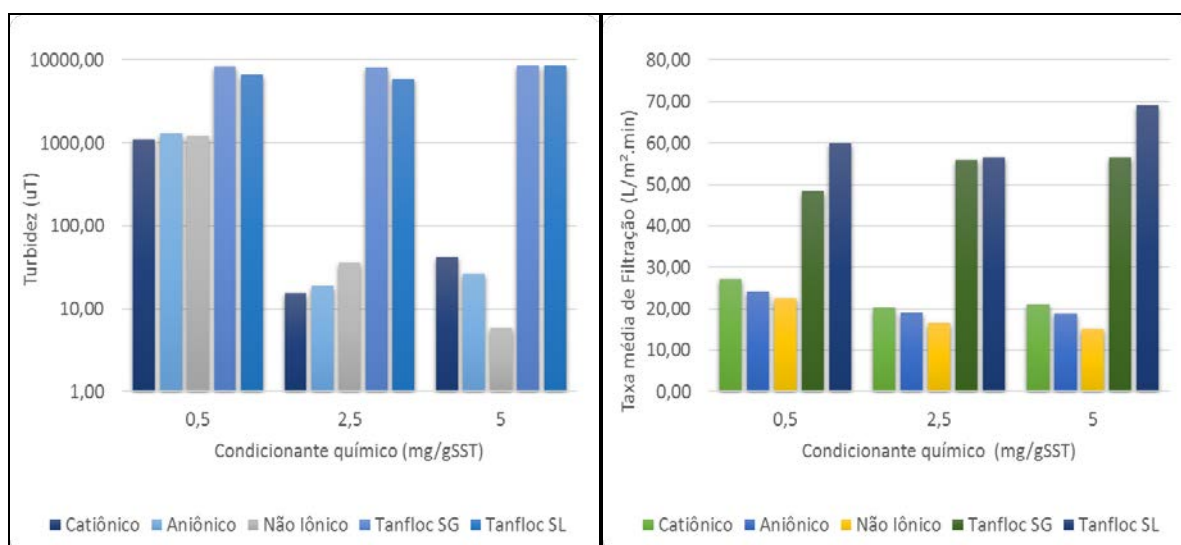
- Promover agitação ao RETA para garantir que o mesmo se encontre totalmente homogêneo no momento da coleta;
- Coletar uma alíquota de aproximadamente 200 mL de lodo em uma proveta graduada de 250 mL;
- Aplicar, com o auxílio de uma pipeta graduada, a dosagem exata do produto químico condicionante estipulado para o ensaio e promover agitação com o auxílio de um bastão de vidro;
- Acertar o menisco da proveta com o RETA homogêneo;
- Verter todo o volume de lodo de uma única vez no reservatório de filtração a cima no Geotecido;
- Anotar o volume de filtrado em intervalos de tempos pré-estipulados, que é recolhido em um béquer de vidro, em intervalos de tempos pré-estipulados;
- Realizar a análise de turbidez da amostra composta filtrada.

A metodologia empregada nos ensaios de desaguamento em geotecido foi adaptada a partir de experimentos realizados anteriormente por Moo-Young e Tucker em 2002, Silveira, Lima, et al. em 2011 e Maurer, Gustafson, et al. em 2012.

Foram testadas três dosagens (0,5, 2,5 e 5,0 mg/g SST) de cada um dos cinco condicionantes químicos (Tanfloc SL, Tanfloc SG, Polímero Sintético Catiônico, Polímero Sintético Não Iônico e Polímero Sintético Aniônico), sendo que, cada dosagem, foi testada em três diferentes concentrações de RETA (5, 15, 30 g.L<sup>-1</sup> SST). O Geotecido estudado apresentava uma gramatura de 518 g/m<sup>2</sup> e abertura aparente de 0,11 mm.

## RESULTADOS

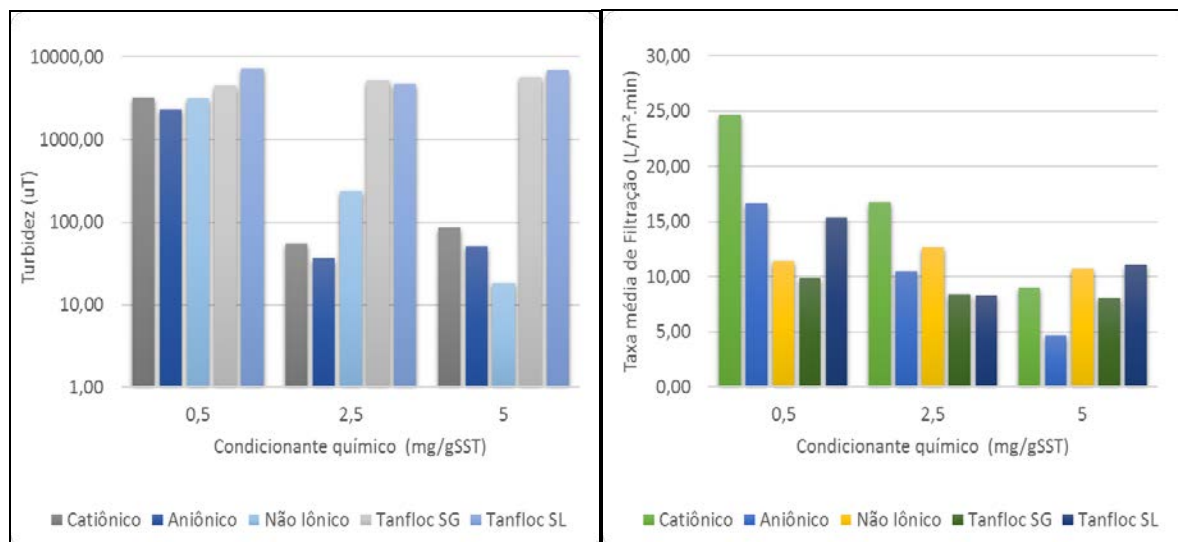
A partir da dosagem de coagulante pré-estipulada e otimizada para o tratamento da água de estudo AE em Jarrest, visando obter uma água tratada que atenda aos padrões de potabilidade da Portaria MS-2914 de 2011 para simular um lodo o mais próximo possível de uma ETA real, foram gerados os RETAs utilizados nos ensaios de desaguamento. A Figura 4 apresenta os resultados de turbidez e taxa média de filtração obtidos para o ensaio com o RETA em concentração de 5 g.L<sup>-1</sup> SST.



**Figura 4 – Resultados de Turbidez e Taxa média de Filtração em função da dosagem e tipo de condicionante químicos aplicados para o RETA em concentração de 5 g.L<sup>-1</sup> SST**

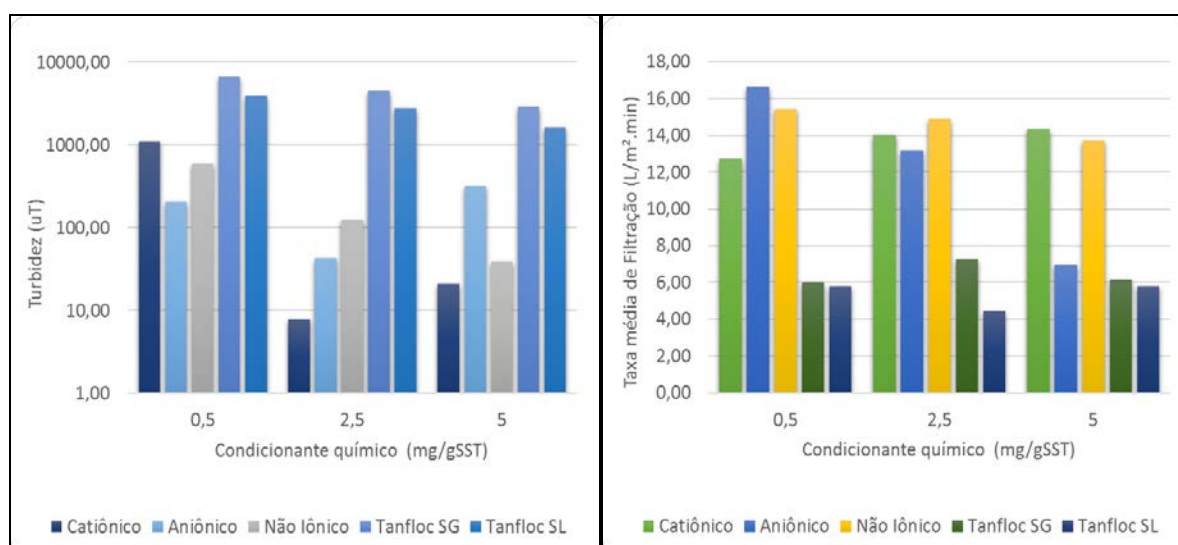


Pode-se observar que, partindo de um RETA gerado com concentração de 5 g.L<sup>-1</sup> SST e realizando ensaios com diferentes condicionantes químicos e diferentes dosagens dos condicionantes foi obtido, para o melhor ponto, resultado de turbidez por volta de 6 uT para o Polímero Catiônico com dosagem de 5 mg/g de SST. Por outro lado, a taxa média de filtração apresentada para este ponto foi a mais baixa, em torno de 15 L.m<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup>. A Figura 5 apresenta os resultados de turbidez e taxa média de filtração obtidos para o ensaio com o RETA em concentração de 15 g.L<sup>-1</sup> SST.



**Figura 5 – Resultados de Turbidez e Taxa média de Filtração em função da dosagem e tipo de condicionante químicos aplicados para o RETA em concentração de 15 g.L<sup>-1</sup> SST**

O RETA gerado com concentração de 15 g.L<sup>-1</sup> SST apresentou resultado de turbidez no melhor ponto de aproximadamente 18 uT para o Polímero Não Iônico com dosagem de 5 mg/g de SST. Que por sua vez, apresentou uma taxa média de filtração, em torno de 10 L.m<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup>. A Figura 6 apresenta os resultados de turbidez e taxa média de filtração obtidos para o ensaio com o RETA em concentração de 30 g.L<sup>-1</sup> SST.



**Figura 6 – Resultados de Turbidez e Taxa média de Filtração em função da dosagem e tipo de condicionante químicos aplicados para o RETA em concentração de 30 g.L<sup>-1</sup> SST**

Para o RETA gerado com concentração de 30 g.L<sup>-1</sup> SST obteve-se, na melhor situação, um resultado de turbidez por volta de 8 uT para o Polímero Catiônico com dosagem de 2,5 mg/g de SST. O mesmo apresentou uma taxa média de filtração em torno de 14 L.m<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos até o presente momento, podemos, preliminarmente, chegar às seguintes conclusões a respeito do assunto em questão:

- Os ensaios de desaguamento em geotecido mostraram que é possível se obter água permeada dos *bags* com valores de turbidez relativamente baixos, aparentemente, independente da concentração de SST no RETA.
- As recomendações dos fabricantes podem ser questionadas a respeito da concentração do RETA para ser encaminhado para o tratamento, eliminando assim a etapa de adensamento do lodo, ou simplesmente, reduzindo o tamanho da unidade. Porém para poder afirmar este fato com mais certeza faz-se necessário o estudo desta situação em uma escala piloto para eliminação de possíveis interferentes da escala de bancada;
- Na maioria dos ensaios foi observado que os valores mais baixos de turbidez, normalmente estão associados às taxas de filtração mais lentas, com exceção de alguns casos onde houve a colmatação do geotecido fazendo com que as taxas ficassem muito baixas pela lenta filtração ao longo do tempo ou em outros casos onde as taxas ficaram elevadas pela interrupção do ensaio nos primeiros segundos do ensaio devido à baixa eficiência do condicionante químico;
- Os condicionantes químicos (Catiônico, Aniônico e Não Iônico), com destaque para o Catiônico, apresentaram resultados superiores quando comparados aos Naturais, a base de tanino (Tanfloc SL e Tanfloc SG) que praticamente não apresentaram efeito algum quando utilizados como condicionante para o desaguamento em geotecido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION(AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WPCF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington, DC, USA. American Public Health Association. 1368p, 2005.
2. ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS ABNT. **NBR 10.004 - Resíduos sólidos - Classificação**, Rio de Janeiro, 2004
3. \_\_\_\_BRASIL, **Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em:[http://www.legislacao.mutua.com.br/pdf/diversos\\_normativos/conama/2011\\_CONAMA\\_RES\\_430.pdf](http://www.legislacao.mutua.com.br/pdf/diversos_normativos/conama/2011_CONAMA_RES_430.pdf) . Acesso em: 08 set. 2016.
4. \_\_\_\_ BRASIL, **Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 08 set. 2016.
5. \_\_\_\_BRASIL, **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
6. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N.. *Tratabilidade De Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água*. São Carlos, SP. Editora LDiBe, 2011. p. 453.
7. DI BERNARDO, L.;PAZ L. P. S. *Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água*. São Carlos, SP. Editora LDiBe, 2008. v. 2. 1560 p.
8. MACCAFERRI. Maccaferri AMÉRICA LATINA. **Sistema de desidratação de lodos e sedimentos**, 2015. Disponível em: [Http://www.maccaferri.com/br/download/brochure-br-sistema-de-desidracao-de-lodos-e-sedimentos-pt-aug10/?wpdmdl=7500](http://www.maccaferri.com/br/download/brochure-br-sistema-de-desidracao-de-lodos-e-sedimentos-pt-aug10/?wpdmdl=7500)>. Acesso em: 14 abril 2015.
9. MAURER, B. W. et al. Geotextile dewatering of flocculated, fiber reinforced fly-ash slurry. *Fuel*, n. 97, 2012. 411–417.
10. MOO-YOUNG, H. K.; TUCKER, W. R. Evaluation of vacuum filtration testing for geotextile tubes. *Geotextiles and Geomembranes*, n. 20, 2002. 191–212.
11. SILVEIRA, C. et al. DESAGUAMENTO DE LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS – ETAS POR LEITO DE DRENAGEM COM MANTAS GEOTÊXTEIS – ESCALA REDUZIDA. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre - RS: ABES. 2011. p. 1-9.