

## **I-019 - EFICIÊNCIA DO DESAGUAMENTO DE LODOS DE DECANTADORES E ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTROS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE FILTROS GEOTÊXTEIS: ESTUDO DE CASO**

**Bernardo Ornelas Ferreira<sup>(1)</sup>**

Acadêmico de engenharia ambiental da Universidade FUMEC, Minas Gerais, bolsista de Iniciação Científica patrocinado pela empresa Tecminas Ltda, Minas Gerais, Brasil.

**Marcos Rocha Vianna**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cobre, 200 - Cruzeiro - Belo Horizonte - MG - CEP: 30310-190 - Brasil - Tel: (31) 3228 3000 - e-mail: bernardo\_of@hotmail.com

### **RESUMO**

A legislação ambiental brasileira referente ao lançamento de efluentes de estações de tratamento de água (ETA) em corpos d'água de superfície torna necessário implantar unidades capazes de tratar adequadamente esses efluentes. Desse tratamento resulta um lodo que é adensado, desidratado e encaminhado a destino conveniente. Eventualmente, em algumas ETA de pequeno porte, nas quais a utilização de equipamentos mecânicos não é aconselhável, a falta de espaço para a construção de sistemas naturais para o desaguamento do lodo resultante tem conduzido à adoção de bolsas de geotêxteis. Neste estudo de caso são determinadas as eficiências de desaguamento dos resíduos de uma ETA convencional que trata água bruta de baixa turbidez ao longo de quase todo o ano. Esses resíduos são: lodo originário do decantador, ALAF sem tratamento prévio e ALAF adensada por gravidade. Foi verificada a necessidade de tratamento prévio da ALAF, de modo que o dimensionamento das UTR seja realizado de maneira ótima e o lodo final chegue ao teor máximo de sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de tratamento de água (ETA); Unidade de tratamento de resíduos (UTR); bolsas de geotêxtil; água lavagem de filtros (ALAF).

### **INTRODUÇÃO**

A legislação ambiental brasileira referente ao lançamento de efluentes de estações de tratamento de água (ETA) em corpos d'água de superfície torna necessário implantar unidades capazes de tratar adequadamente esses efluentes. Elas são denominadas unidades de tratamento de resíduos (UTR), e adensam o lodo resultante, separando-o da água, que pode ser reaproveitada ou lançada no corpo receptor.

Pode-se afirmar que o esforço de se dotar as estações de tratamento de água brasileiras de unidades para o tratamento de seus rejeitos é recente. Embora estudos a nível nacional sobre esse tema datem da década de 1990 (CORDEIRO, 1999), somente no atual milênio eles passaram a constituir assunto mais frequente em encontros técnico-científicos. Em especial, Achon (2012) tem se destacado à investigação detalhada do lodo e das instalações de tratamento existentes no Brasil.

As características básicas das UTR, bem como algumas peculiaridades dessas unidades no estado de Minas Gerais, foram extensamente descritas por Moreira Filho (2010). Particularmente neste estado brasileiro, a primeira grande UTR mineira foi implantada no Sistema Rio Manso, tendo sido estudada por Demattos (2001) e Soares (2008), mas desde então poucos foram os acréscimos que se pode citar. Em particular, estudiosos e projetistas mineiros vêm se dedicando ao estudo desse problema há pelo menos cinco anos (VIANNA, 2006). Cita-se também os trabalhos de Ribeiro (2012) e Oliveira (2012) em busca da determinação das características do lodo da ETA de Bom Jardim, de Uberlândia – MG, e da ETA de Itaguara, MG, respectivamente. Não obstante, os projetos elaborados pelos autores continuam sendo realizados com base na experiência pessoal, em vista da indisponibilidade de dados regionais em quantidade suficiente para a elaboração de projetos dessa natureza.

Estudos vêm sendo conduzidos pela Universidade FUMEC, em parceria com a TECMINAS Engenharia Ltda. - empresa consultora mineira - com o objetivo de simular o tratamento da água de lavagem dos filtros de estações de tratamento de água de Minas Gerais. Dentre eles, Ferreira e Vianna (2011) publicaram resultados sobre a qualidade do lodo sedimentado nos decantadores de uma estação de tratamento de água da região metropolitana de Belo Horizonte. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, concessionária mineira de serviços urbanos de água, surgiu como importante coadjuvante desse estudo, ao franquear o acesso às suas instalações para a coleta desse resíduo.

O destino final do lodo desidratado ainda constitui uma incógnita. Seu aterro ainda parece ser o caminho natural, desde que executado levando em conta as peculiaridades referentes a cada lodo em particular. Sua incorporação à argila utilizada na fabricação de cerâmica vermelha vem sendo estudada por Madureira (2012), entre outros autores.

## **DESAGUAMENTO POR GEOTÊXTIL**

A NBR 12553/2002, classifica os geossintéticos como: geotêxtil (tecido e não-tecido), geogrelha (extrudada, soldada, tecida), geodreno, geotira, geomembrana (reforçada, texturizada), geoespaçador, geoexpandido, geoforma, geomanta, geocélula e geocomposto. Dentre estes, o geotêxtil é definido como um produto têxtil bidimensional permeável, composto de fibras cortadas, filamentos contínuos, laminetes ou fios, formando estruturas tecidas, não-tecidas ou tricotadas, cujas propriedades mecânicas e hidráulicas permitem que desempenhe várias funções numa obra geotécnica.

O sistema de desague através da utilização de geotêxtil é uma técnica recentemente introduzida no Brasil. O sistema é concebido pela drenagem do excesso de água presente no lodo, com passagem do fluido através dos microporos do tecido geotêxtil, resultando na concentração das partículas sólidas presentes no lodo, consequentemente a redução de volume e formação da torta.

Estas bolsas de geotêxtil, conhecidas como *bags*, sofrem frequentes enchimentos até atingir sua capacidade máxima de armazenamento. Segundo *Hernandes et al*, (2006) o lodo nos sacos pode atingir teores de sólidos na faixa de 20 a 50 %, embora alguns fabricantes indiquem valores até 70%. Após a concentração, os *bags* devem ser adequadamente dispostos.

Segundo *Moreira Filho* (2010), Já existe entre os técnicos brasileiros uma grande aceitação destes geotêxteis, em função das suas vantagens:

- Atende o rigor da legislação em vigor;
- Ocupa espaços mínimos;
- A remoção de sólidos em suspensão atende a legislação ambiental;
- O arranjo dos sacos geotêxteis são adequados aos espaços disponíveis.

Como desvantagem, relacionamos:

- Alto custo de aquisição dos sacos;
- Uma vez saturados, são descartados, pois ainda não existe uma técnica para reaproveitamento, como recosturá-los e realização de uma limpeza efetiva;
- O número de fornecedores é pequeno;
- Os sacos são importados ainda não há fabricante no Brasil;
- Após a vida útil dos sacos os gerentes da unidade de tratamento terão que arcar com a despesa de aquisição de novo saco, para continuar a atender a legislação sem nenhum retorno financeiro para o sistema de abastecimento;

Ensaio iniciais de bancada com geotêxtil: lodo dos decantadores, ALAF sem tratamento prévio e ALAF adensada.

Nos ensaios foram utilizados os resíduos produzidos por uma ETA situada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, dotada de floculadores mecanizados, decantadores turbulentos de fluxo horizontal e filtros rápidos de gravidade, de fluxo descendente e camada filtrante simples de areia. Eles são dotados de sistema auxiliar para lavagem superficial da camada filtrante.

A eficiência de desaguamento, segundo Moo-Young et al (2002) , é obtida através da comparação entre o teor de sólidos do lodo antes do desaguamento e o teor remanescente do processo de filtração, dado pela equação:

$$ED = 100 \frac{PS_{final} - PS_{inicial}}{PS_{inicial}}$$

em que:

ED = eficiência de desaguamento, %  
 PSinicial = porcentagem de sólidos iniciais  
 PSfinal = porcentagem de sólidos finais no desaguado

Os ensaios de filtração em cone de geotêxtil, efetuados conforme a metodologia descrita por Miratech (2005) e Lawson (2006), constituem um modo simples e rápido de se determinar a eficiência de filtração e a qualidade do filtrado obtido.

Em sua realização, foram utilizados corpos de prova de geotêxtil com 30 cm de diâmetro, dobrados em forma de cone, bequer para coleta de filtrado, 1 litro de lodo e amostras de água de lavagem dos filtros (ALAF) de estação de tratamento de água. Para tanto, uma amostra do tecido geotêxtil foi fornecida pela empresa Huesker®.

Os ensaios para determinação do teor de sólidos foram realizados com base no método gravimétrico para sólidos totais, modificado para lodos e sedimentos de acordo com a ABNT 10.664 (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma importante etapa no dimensionamento de sistemas pra desaguamento do lodo é avaliação da capacidade de filtração do geotêxtil, uma vez que cada resíduo tratado possui características físico-químicas diferentes.

Uma amostra do tecido geotêxtil foi fornecida pela empresa Huesker, para realizações dos ensaios descritos por Miratech (2005) e Lawson (2006) (FIG. 1).

No ensaio realizado com o lodo proveniente dos decantadores com teor de sólidos igual a 3,58%, após filtração, aferiu-se uma concentração final de 29,65%. Teor de sólidos satisfatório para correta disposição final, sem a necessidade de a adição de polímeros para formação de flocos maiores.

Observou-se que nos primeiros instantes de filtração houve uma maior perda de partículas sólidas através do geotêxtil, cessando logo que se formou o *filter cake*. O que resultou num clarificado de qualidade superior.



**Figura 1: Amostras ensaiadas, ensaio de cone, e clarificado da amostra de lodo, respectivamente.**

Ao realizar os ensaios com a ALAF, notou-se que o geotêxtil não ofereceu nenhuma resistência à filtração, a água de lavagem percolou pelo filtro sem nenhuma retenção de partículas, justamente pela não formação do filter cake, devido à baixa concentração de sólidos da amostra da ALAF (0,01%).

Uma alíquota da ALAF foi mantida em repouso por 24h para aumentar o tempo de sedimentação e obter um efluente mais adensado. A concentração do sedimentado alcançou 0,85% de teor de sólidos.

Após ensaios laboratoriais, o teor de sólidos do lodo retido no filtro geotêxtil foi de 1,30% e no efluente percolado o teor alcançou 0,48%. A eficiência de desaguamento na ALAF adensada foi baixa, devido principalmente, à baixa concentração de sólidos no efluente, fator que prejudica o a eficiência de filtração.

A disparidade na eficiência de desaguamento entre lodo e ALAF sem tratamento prévio explica-se pela não formação do *filter cake*. Conclui-se que a eficiência de filtração depende da formação película na interface lodo desaguado/geotêxtil.

A Tabela 1 resume os resultados obtidos nos ensaios realizados com o lodo originário do decantador, com a ALAF e com o adensado da ALAF.

**Tabela 1: Ensaios de filtração em geotêxtil - teor de sólidos no afluente, no lodo retido e no líquido percolado.**

Resíduo	Teor de sólidos no afluente (%)	Teor de sólidos no lodo retido (%)	Teor de sólidos no percolado (%)	Eficiência de desaguamento (%)
Lodo	3,58	29,65	0,05	98,60
ALAF	0,01	X	X	X
ALAF adensada	0,85	1,30	0,48%	43,53%

Moo-Young *et al* (2002) recomendam que, para aplicações em sistemas de desaguamento, o valor mínimo de eficiência deve ser de 75%.Tendo por base essa referência, verifica-se que a eficiência de desaguamento do geotêxtil observada no ensaio foi excelente.

Salienta-se ainda que, da alíquota de lodo ensaiada, de volume igual a 1 litro, foram recuperados 400 mL de água clarificada (40% do volume inicial).

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

Com os resultados obtidos podemos concluir que:

- a) a água de lavagem de filtros necessita de pré-sedimentação antes de passar pelo processo de desaguamento, devido ao baixo teor de sólidos (~0,01%);
- b) as partículas da ALAF mostraram-se heterogenias. Adição de polímeros faz-se necessária para maior formação de flocos e melhores taxas sedimentação;
- c) o desaguamento do lodo pro geotêxtil apresentou teor de sólidos satisfatório (29,65%), sem adição de polímeros;
- d) para um eficiente dimensionamento da UTR é importante a caracterização quali-quantitativa sazonal dos resíduos, devido ao grande aporte de nutrientes no período chuvoso;
- e) o lodo originário da descarga de fundo dos decantadores, quando apresentar concentração de sólidos inferior a 3,5% poderá prescindir, em determinados casos, da aplicação de flocculante antes de ser encaminhado às bolsas de geotêxtil;
- f) a água de lavagem de filtros não deve ser encaminhada diretamente às bolsas de geotêxtil, em virtude de seu baixo teor de sólidos; é recomendável decantá-la, eventualmente após receber a aplicação de um flocculante auxiliar; somente o lodo resultante desse processo deverá ser encaminhado às bolsas.

Por fim, é importante salientar que para um eficiente dimensionamento de unidades de tratamento de resíduos (UTR) de estações de tratamento de água (ETA) é sempre importante a caracterização quali-quantitativa sazonal dos resíduos, devido às variações que poderá apresentar, inclusive no que diz respeito ao aporte de nutrientes no período chuvoso.

## AGRADECIMENTOS

À Tecminas Ltda por financiar a bolsa de pesquisa, a Universidade FUMEC pelo suporte e disposição dos laboratórios e à FAPEMIG pelo auxílio financeiro referente aos custos do congresso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, Cali Laguna et al. Geração e destinação de lodos de estações de tratamento de água na sub-bacia do rio Piracicaba – Brasil. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1987). NBR 10.004. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, Brasil.
3. CORDEIRO, João Sérgio. Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Lodos de ETAs. In: PROSAB (Org.). Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água. São Paulo. ABES. 1999.
4. DEMATTOS, M., COSTA, G. J. FONSECA, D. A., BRAGA, J. P. C., JANZEN, W. Redução do volume de lodo gerado em estações de tratamento de água – A proposta de recuperação do coagulante pelo processo de acidificação no Sistema Manso. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Anais Eletrônicos I-047, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2001.
5. FERREIRA, Bernardo Ornelas, VIANNA, Marcos Rocha. Caracterização qualitativa e quantitativa do lodo originário dos decantadores de uma estação de tratamento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte tratando água de baixa turbidez. Construindo. Belo Horizonte, v.3, n.2, p. 17-20. Jul/dez. 2011
6. HERNANDES, E. M.; MOL, H. V.; ZANARIOLI, J. P.; CINTRA, O. A. Tratamento de Lodo em Estações de Tratamento de Água Utilizando Dispositivos de Contensão em Geotecido e Adaptação em Carpete de Forração com Ráfia. Encontro Técnico AESABESP. São Paulo. Brasil.2006.
7. LAWSON, C.R. (2006). Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering.In. International Conference On Geosynthetics ,8th, Yokohama, Japan.
8. MADUREIRA, Raquel Rohr et al. Estudo da concentração viável do lodo de ETA para incorporação em cerâmica vermelha. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.
9. MIRATECH, Ten Cate Nicolon (2005). Geotube. Dewatering Technology. Versão 5.2.Seção: Aplicações: Mining & Mineral Processing. EUA.
10. MOO-YOUNG, H. K. et al. (2002). Testing procedures to Assess the Viability of Dewatering with Geotextile Tube. Geotextiles and Geomembranes. ELSEVIER nº20. E.U.A.
11. MOREIRA FILHO, José Caetano (2010). Estações de tratamento de água na preservação do meio ambiente. Dissertação de Mestrado: Universidade FUMEC. Belo Horizonte: FUMEC. 132p.
12. OLIVEIRA, Fernanda de Cássia et al. Avaliação da viabilidade da disposição e do reaproveitamento do lodo de estações de tratamento de água (ETA): estudo de caso da ETA de Itaguara – Minas Gerais. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.
13. RIBEIRO, Flávia Alice Borges Soares et al. Projeto piloto: caracterização do lodo da ETA Bom Jardim de Uberlândia-MG. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.
14. SOARES, Lucimar V. Resíduos de estações de tratamento de água (ETA): quantificação de lodo na estação de tratamento de água do sistema Rio Manso. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008.
15. VIANNA, Marcos R. Resíduos produzidos por estações de tratamento de água: o problema e possíveis soluções. SEMEARH. Belo Horizonte, v.6, n.6, ago 2006.
16. VIANNA, M. R.; NASCIMBENE, F. A. Geometria, materiais de construção e desempenho de estações de tratamento de água: análise de casos. Construindo, v. 2, p. 27-30, 2010
17. VIANNA, Marcos R. Análise do desempenho quanto à cor aparente e turbidez da água em ETA de ferrocimento. Hydro. São Paulo, v. VI, p. 24-27, 2012