

**I - 103 AVALIAÇÃO EM ESCALA PILOTO DA APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL NO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS EM ETA CONVENCIONAL - ESTUDO DE CASO ETA AFOGADOS DA INGAZEIRA/PE**

**Romero correia Freire <sup>(1)</sup>**

Mestrando em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE, químico pela Universidade Federal de Pernambuco. Biólogo pela Universidade de Pernambuco. Especialista em Saúde Pública pela Universidade de Pernambuco. Especialista no Ensino de Ciências pela Universidade de Pernambuco. Especialista em vigilância e saúde ambiental UFRJ, Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos IFCE/ANA, e tecnólogo em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE.

**Cleverson Vitório Andreoli <sup>(2)</sup>**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Paraná, Mestre em Ciências do Solo, pela Universidade Federal do Paraná e Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Universidade Federal do Paraná. Diretor da empresa CEA - Consultoria e Engenharia Ambiental, consultor da empresa de consultoria ambiental Andreoli Engenheiros Associados. Membro do Corpo Editorial e do Conselho Diretor da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, membro permanente da International Water Academy, Oslo na Noruega.

**Mayra Angelina Quaresma Freire <sup>(3)</sup>**

Graduanda em engenharia civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

**Maria Clara Quaresma Freire <sup>(4)</sup>**

Graduanda em engenharia civil pela Universidade de Pernambuco – Poli –UPE

**Ivanete da Silva Guimarães <sup>(5)</sup>**

Química industrial pela Universidade federal da Paraíba.

Endereço (1): Rua Dois Irmãos, 1012 – Dois Irmãos – Recife - PE - CEP: 52071-440 - Brasil - Tel: (81) 34129977 - e-mail: [romerocorreia@compesa.com.br](mailto:romerocorreia@compesa.com.br)

**RESUMO**

Com as grandes opções de tecnologias disponíveis no mercado, o tratamento e destinação adequada de lodo de ETA continua sendo um desafio tanto do ponto de vista técnico quanto do econômico. A destinação final de resíduos encontra dois obstáculos principais: custo e complexidade da operação. A contaminação de mananciais e o lançamento de despejos não domésticos são fatores que refletem diretamente na operação, podendo exigir alguma forma de tratamento do lodo além do desaguamento. Além disso, a presença de substâncias tóxicas reduz as opções de reaproveitamento do lodo. Em estações de tratamento de pequeno porte, os equipamentos para o tratamento do lodo possuem tecnologia, em muitos casos, mais complexas do que os empregados no tratamento da fase líquida, além de exigir manutenção e operadores mais especializados. O principal objetivo do tratamento de lodo é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos nos processos subsequentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotêxtis, Resistência específica, resíduo

## INTRODUÇÃO

Os resíduos gerados em estações de tratamento de água vêm se tornando uma grande preocupação das empresas de saneamento e dos órgãos ambientais, por conta do seu grande potencial de contaminação, por ter como características a presença de metais, microrganismos patogênicos, principalmente *Giardia* e *Cryptosporidium*, além de ter uma carga de material de difícil biodegradação. As etapas do tratamento desses resíduos concentram as duas principais para o sucesso do tratamento que são o adensamento e desague, etapas fundamentais para que se possa ter uma destinação final eficiente, essas etapas têm como objetivo a retirada da água dos resíduos gerados. Por estes motivos é de suma importância um conhecimento mais aprofundado das propriedades dos resíduos, e conhecer as características estruturais, como é o caso do estudo da Resistência Específica - RE, que é a resistência a filtração. De acordo com Realli (1999) a resistência específica é um parâmetro utilizado para a avaliação da menor ou maior facilidade de remoção de água dos resíduos. A resistência específica é um parâmetro utilizado para descrever a filtrabilidade de lodos de águas residuária e de outros resíduos. A RE é um parâmetro possibilita a escolha apropriada de polímeros e a seleção de dispositivos para desaguamento. CHRISTENSEN (1985) afirma que os lodos adensados apresentam valores de resistência específica à filtração entre  $1 \times 10^{12}$  e  $10 \times 10^{12}$  m/Kg, sendo que quando devidamente condicionados com polímeros, estes valores são reduzidos para valores abaixo de  $1 \times 10^{12}$ . Essa condição se torna mais complexa quando os resíduos gerados são provenientes de águas eutrofizadas. A presença de algas nos flocos presentes nos lodos da ETA Presidente Castello Branco tem maior porosidade e diâmetro médio, diferentes dos flocos de águas não eutrofizadas que tendem a ser mais compactos e de menor tamanho, levando à maior facilidade de remoção de água verificada nos ensaios de adensamento/desague. Essas características do lodo de águas não eutrofizadas parecem se traduzir em uma distribuição mais favorável das frações de água nos flocos, o que pode explicar sua melhor desidratabilidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na ETA Brotas, unidade de tratamento da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), localizada no sertão pernambucano, a unidade tem concepção de ETA de ciclo completo, o coagulante utilizado é o sulfato de alumínio líquido, dosagem média de 40 mg/l. As amostras compostas dos resíduos foram coletadas na caixa de recepção dos efluentes da ETA.

Foram quantificados o volume de descarga dos decantadores e lavagem dos filtros, além da quantidade de lodo produzido pela unidade. O resíduo gerado na unidade de tratamento foi caracterizado com os parâmetros de cor, turbidez, SST, Mn (manganês) e Fe (ferro).

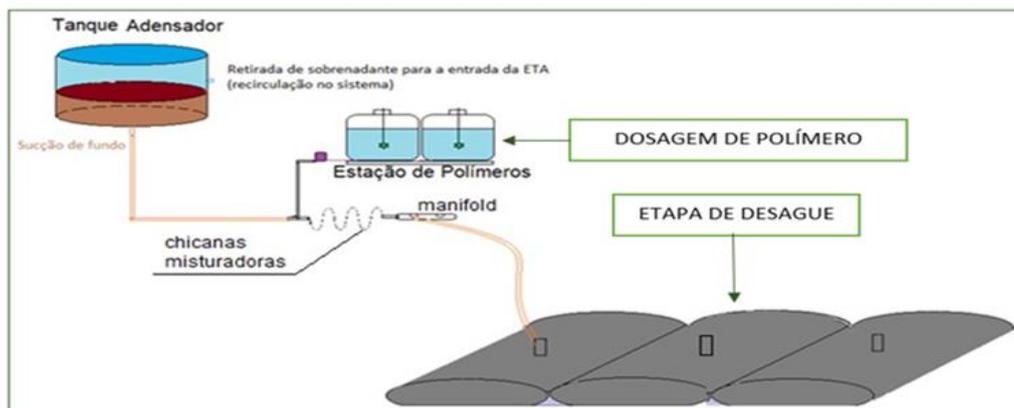
Foram realizados ensaios de bancada, em jar teste, para a escolha da melhor dosagem do polímero catiônico a ser aplicado no ensaio na unidade piloto, para aplicação na etapa de adensamento e posterior envio para o desague nas mantas geotêxteis que compõem a unidade piloto, foi escolhido o Polydadmac no condicionamento químico, que é um polímero catiônico com alta carga e baixo peso molecular, o SST (sólidos suspensos totais) estava em 350 mg/l - turbidez 234 Unt - Cor 450 unC a dosagem de polímero aplicado teve variação de teste branco/ sem condicionamento químico e as dosagens de 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - g/kg de SST, foi aplicada uma rotação de 500 rpm durante 10 segundos, em seguida mistura lenta em duas etapas com rotação de 70 rpm e 40 rpm. Foi avaliada a Resistência específica (RE) do material sedimentado no jar test, haja vista à dificuldade de obtenção de volumes maiores de material, foi utilizado o teste da resistência específica conforme adaptado por Scalize e Di Bernardo (1999) com base no teste do tempo de filtração constante na 23ª edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater publicado pela APHA (2017), e percentual (%) de lodo adensado que foi realizado conforme Método 2540 B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23st Edition, 2017, além do ensaio da resistência específica do lodo gerado na própria ETA. No piloto utilizou-se um tanque para homogeneizar a solução de polímero (com aplicação das seis dosagens realizadas em jar test) com os resíduos da eta (ETAPA DE ADENSAMENTO), e em seguida transportado o material adensado para uma manta geotêxtil da unidade piloto.

Figura 2 - Manta Geotêxtil utilizada no ensaio piloto



Fonte: (O Autor, 2022)

Figura 3 - layout da unidade piloto



Fonte: (O Autor, 2022)

## RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

O volume diário das descargas dos decantadores é de 130 m<sup>3</sup> (01 decantador por dia), e nos filtros 240 m<sup>3</sup> (03 filtros existentes, uma lavagem diária em cada um), totalizando um volume de 370 m<sup>3</sup> dia, é gerado cerca de 170 kg de lodo por dia, a remoção dos lodos é realizada por meio de sistemas de coleta de fundo fixo com 01 válvulas de descargas cada, num total de 03 válvulas, a velocidade ascensional aplicada na lavagem dos filtros é de 0,65 m/min, meio filtrante duplo (areia+ antracito). Na figura 4 podemos verificar que a melhor dosagem de polímero nos ensaios de bancada, foi de 2,5 g/kg de SST, com percentuais de remoção dos parâmetros avaliados de 98,2% de remoção de cor, 98,3% remoção de turbidez e 97,4% de remoção de sólidos suspensos totais, a resistência específica do lodo produzido na ETA Brotas foi de 3, 2x10<sup>12</sup>m.kg, no ensaio do branco foram os seguintes resultados:

- Cor: 510 Uc;
- Turbidez: 310 unT;
- SST: 371 mg/l;
- Resistência Específica (RE):  $3,2 \times 10^{12}$  m.kg;

No teste em branco houve alteração nas características iniciais do lodo, o que comprova a necessidade de do condicionamento químico.

ENSAIO DE BANCADA - SIMULAÇÃO DE ADENSAMENTO								
DOSAGEM DE COAGULANTE g/kg de SST	COR 450 Uc	% DE REMOÇÃO	TURBIDEZ 234 unT	% DE REMOÇÃO	SST 350 MG/L	% DE REMOÇÃO	RESISTÊNCIA ESPECÍFICA DO LODO (m/kg)*	% DE LODO ADENSADO*
0,5	25	94,4	17	92,7	40	88,6	$0,52 \times 10^{12}$	0,59
1	19	95,8	14	94,0	32	90,9	$0,24 \times 10^{12}$	0,84
1,5	14	96,9	10	95,7	25	92,9	$0,14 \times 10^{12}$	1,2
2	9	98,0	9	96,2	19	94,6	$0,095 \times 10^{12}$	1,8
2,5	8	98,2	4	98,3	9,2	97,4	$0,041 \times 10^{12}$	2,1

(\*) material sedimentado em jar test

Figura 4 - Ensaio de bancada

Os testes realizados na unidade piloto, com o as dosagens e polímeros propostas e realizados nos ensaios de bancada mostraram que os melhores resultados para o dosagens em mantas Geotêxteis estão acima de 1,2% de lodo adensado (dosagens de polímero acima de 1,5 g/kg de SST), valores abaixo comprometem a qualidade do clarificado conforme apresentado na figura 5.

RESULTADOS DO CLARIFICADO PÓS DESAGUE NA UNIDADE PILOTO			
DOSAGENS DE POLÍMEROS NA UNIDADE PILOTO g/kg de SST	COR (Uc) 450 Uc	TURBIDEZ ( uT) 234 unT	SST ( mg/l) 350 MG/L
0,5	55	44	57
1	27	31	39
1,5	19	17	24
2	11	11,5	18
2,5	7	6,4	11

Figura 5 - Clarificado após o desague

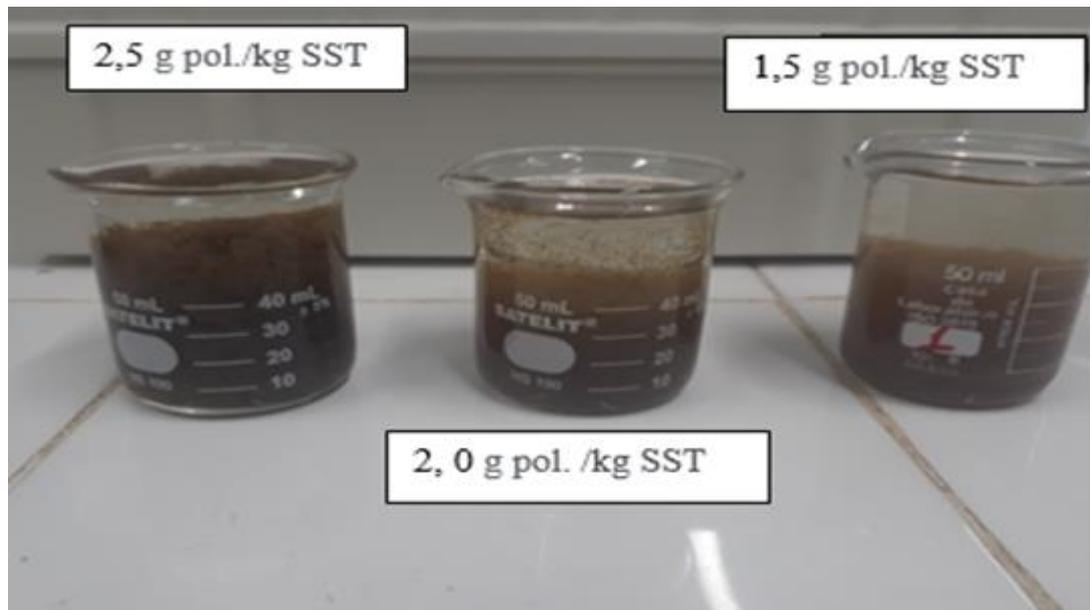


Figura 6 - Resíduo adensado

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os resultados podemos concluir que a seleção do polímero é de fundamental importância para performance do tratamento do resíduo gerado na eta, a dosagem de 2,5 g/kg de SST, tanto no ensaio de bancada como no ensaio na unidade piloto tiveram bons resultados.

Segundo Dong, Wang e Feng (2011), o condicionamento do resíduo de ETA pode alterar suas características reológicas e fractais, como morfologia, tamanho e dimensões, variando com as dosagens de polímero. Nesta pesquisa foi utilizado polímero de elevado peso molecular e alta carga, o diâmetro médio dos flocos agregados nas suspensões do resíduo aumentou com certas dosagens de polímero, diminuindo também a resistência específica. De acordo com Reali (1999), os resíduos podem apresentar valores de resistência específica entre  $5 \times 10^{12}$  e  $70 \times 10^{12}$  m.kg, no trabalho apresentado o valor de RE após o condicionamento químico ficou entre 0,041 e  $0,52 \times 10^{12}$  m.kg, resistência específica que facilita a remoção da água dos resíduos.

## CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Cada tecnologia de desaguamento possui suas especificidades, vantagens e desvantagens, para seleção da técnica há necessidade da realização de testes de bancada, as tecnologias mecanizadas envolvem altos custos de aquisição, manutenção, além de consumir energia e produtos químicos, já os sistemas naturais apresentam como restrições a necessidade de grandes áreas e depende das condições climáticas. Uma questão primordial na escolha da tecnologia de desaguamento, que conseqüentemente impacta na destinação final do resíduo, é o teor de sólidos mínimo para o resíduo ser encaminhado a etapa de desaguamento. Dependendo da situação da ETA, há necessidade de se ter uma etapa anterior, de adensamento, para elevar o teor de sólidos no líquido. No presente artigo, a concentração de lodo adensado abaixo de 1,0% forneceu uma água clarificada que podem prejudicar os padrões para lançamento em corpo receptor e/ou recirculação na própria unidade de tratamento.

Recomendamos a execução de outros testes, e um aumento maior de pesquisas com relação ao tipo de polímero a ser aplicado e a resistência específica do lodo, é de suma importância a dosagem correta do polímero no condicionamento químico, para evitar excesso de acrilamida na água recirculada e na lançada no corpo receptor, a Portaria GM/MS 888/2021 estabelece como VMP (Valor Mínimo Padrão de potabilidade),  $0,5 \mu\text{g/L}$ .

Como conclusão final pode-se afirmar que bolsas de Geotêxtis podem ser utilizadas em processos de desaguamento de lodos de descargas de limpeza de decantadores de ETA's como sistema único ou melhoria do sistema já existente afim de aumentar o percentual de sólidos, diminuindo o volume do resíduo, o que traz economia no transporte e na disposição final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHON, C. L., BARROSO, M. M., CORDEIRO, J. S. Leito de Drenagem : Sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 13, jan/mar 2008.

FABRIZI, L. et al. The role of polymer in improving floc strength for filtration. Environment Science Technology, v. 44, n. 16, p. 6443- 6449, 2010.

GRANDIN, S. R. Desidratação de lodos produzidos nas estações de tratamento de água. 1992. 456 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

SCALIZE, P. S.; DI BERNARDO, L. Resistência específica de lodo obtido em ensaio de clarificação, por sedimentação, da água de lavagem de filtros rápidos de ETAs. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 4, n. 1, jan/mar, e n. 2, abr/jun 1999.

APHA, 2017. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 23rd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.