

## I - 542 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ESPECÍFICA (RE) DOS RESÍDUOS GERADOS EM DECANTADORES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE CICLO COMPLETO - ESTUDO DE CASO ETA TAPACURÁ/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.

### Mayra Angelina Quaresma Freire <sup>(2)</sup>

Graduanda em engenharia civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

### Maria Clara Quaresma Freire <sup>(3)</sup>

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

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

As características tradicionais no setor de saneamento ambiental são fundamentais na definição do potencial poluidor e disposição final dos resíduos de ETA's. Por este motivo deve ser acrescida a avaliação de variáveis não tradicionais, que permitam a visão mais abrangente das características dos resíduos de ETA's. Estas variáveis não tradicionais estão contidas nas micropropriedades e macropropriedades. As micropropriedades definem as características intrínsecas do lodo, e podem ser tratadas como características de suspensão, enquanto, as macropropriedades descrevem as características relativas à tratabilidade dos resíduos e são dependentes das micropropriedades. A resistência específica é uma macropropriedade de suma importância, a (RE) tem sido muito aplicada para avaliar e otimizar o desempenho de sistemas de desaguamento de resíduos, definindo a taxa de desaguamento e auxiliando na escolha do polímero e a dosagem de condicionantes químicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resistência específica (RE), Biodegradação, Decantadores

### INTRODUÇÃO

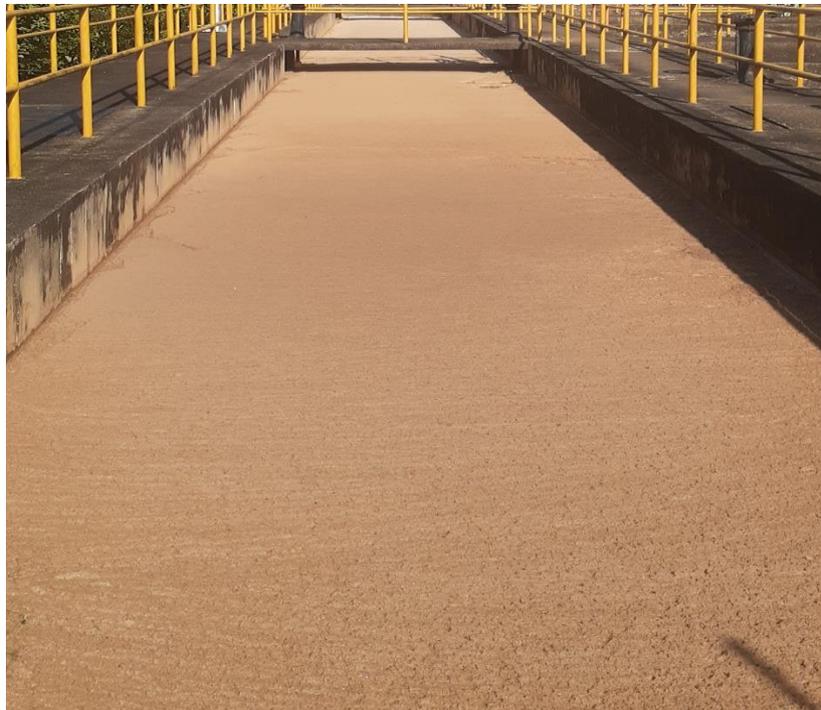
Os resíduos gerados em estações de tratamento de água vêm se tornando uma grande preocupação das empresas de saneamento e dos órgãos ambientais, por conta do seu grande potencial de contaminação, por ter como características a presença de metais, microrganismos patogênicos, principalmente *Giardia* e *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**

A ETA objeto desse estudo, é a ETA Presidente Castello Branco também conhecida como ETA Tapacurá, unidade de tecnologia de ciclo completo com vazão nominal de 4,0 m<sup>3</sup>/s, a segunda maior do estado de Pernambuco. Os mananciais que são aduzidos para a ETA Tapacurá, nos períodos de verão se tornam eutrofizados, o que aumenta a carga orgânica, dificultando tanto o tratamento da água para consumo humano como o tratamento dos resíduos gerados.

Figura 1 - Canal de água coagulada



Fonte: ( O Autor, 2022)

Figura 2 - Entrada do decantador

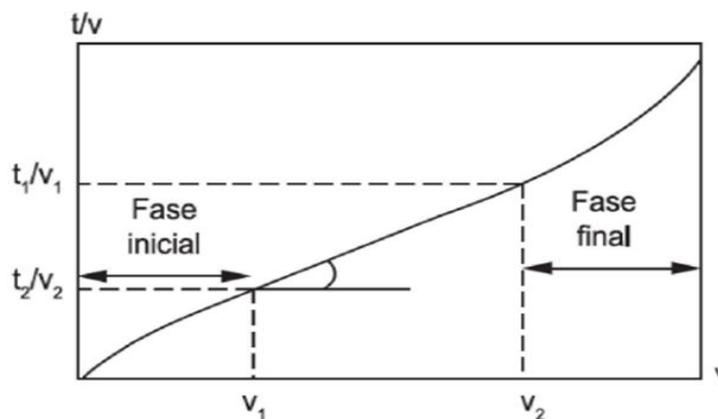


Fonte: ( O Autor, 2022)

O teste da resistência específica foi executado 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). A resistência específica é conceituada como a maior ou menor resistência à passagem de um líquido através de uma massa sólida, e foi determinada após ensaios por meio da equações I e II/: EQUAÇÃO I :  $r = 2.b P. A^2 / \mu. c$

Onde:  $r$  = resistência específica (cm/g);

Figura 3. Gráfico dos valores de “ $t/v$ ” em função de “ $v$ ”, ara obtenção de “ $b$ ” no cálculo da resistência específica.



Fonte: (DI BERNARDO at al.; 2017)

P = pressão de filtração (g/cm.s<sup>2</sup>); A = área filtrante (cm<sup>2</sup>); μ = viscosidade do filtrado (g/cm.s); c = massa de sólidos da torta seca por unidade de volume filtrado (g/cm<sup>3</sup>); b = valor da tangente no trecho retilíneo do gráfico “t/v” (s/cm<sup>3</sup>) versus “v” (cm<sup>3</sup>), resultante da equação II:

EQUAÇÃO II :  $b = tg \alpha = (t_2/v_2) - (t_1/v_1) / v_2 - v_1$ ; Onde: t = tempo de filtração (s); v = volume filtrado (cm<sup>3</sup>).

Foram coletadas amostras compostas no tanque de equalização da descarga dos decantadores nas seguintes condições:

1 - Amostras coletadas com mais de quatro meses de sedimentadas nos decantadores - **Lodo antigo**

2 - Amostras coletadas com 27 dias de sedimentados nos decantadores - **Lodo novo**

As amostras do resíduo dos decantadores aplicadas nos ensaios apresentavam SST 1500 e 3230 mg.L<sup>-1</sup>, **LODO NOVO E LODO VELHO** respectivamente. Nos ensaios de bancada foram realizados através de reatores estáticos - teste do jarro. Os volumes das amostras (2.000 mL) em todos os seis jarros; e variaram-se as dosagens de polímero (Teste branco 0 - 1 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mg pol./g SST), rotação de 100 s<sup>-1</sup>, 40 seg. O polímero utilizado foi o Polímero catiônico com as seguintes características: alta carga e baixo, médio e alto peso molecular.

## RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Os resíduos gerados nos decantadores da ETA Tapacurá, considerado **Lodo Novo**, tem as seguintes características: Cor: 254 uC; Turbidez: 320 unT; 489 mg/l Sólidos Suspensos Totais (SST), dosagem de sulfato de alumínio líquido de 95 mg/l, e o considerado **Lodo Antigo**, tem as seguintes características: Cor: 310 uC; Turbidez: 365 unT; 502 mg/l Sólidos Suspensos Totais (SST)

Após os ensaios tivemos os seguintes resultados, apresentados nas figuras 3 e 4:

FIGURA 4 - Resultados do ensaio com Lodo Novo

LODO COM 27 DIAS DE SEDIMENTAÇÃO - LODO NOVO			
DOSAGEM mg pol/g SST	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E BAIXO PESO MOLECULAR	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E MÉDIO MOLECULAR	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E ALTO PESO MOLECULAR
	RESISTÊNCIA ESPECÍFICA (RE - m.kg <sup>-1</sup> )		
0	3,47 X 10 <sup>12</sup>	3,47 X 10 <sup>12</sup>	3,47 X 10 <sup>12</sup>
1	2,42 X 10 <sup>12</sup>	2,92 X 10 <sup>12</sup>	2,88 X 10 <sup>12</sup>
1,5	2,01 X 10 <sup>12</sup>	2,57 X 10 <sup>12</sup>	2,42 X 10 <sup>12</sup>
2	1,94 X 10 <sup>12</sup>	2,04 X 10 <sup>12</sup>	1,95 X 10 <sup>12</sup>
2,5	1,53 X 10 <sup>12</sup>	1,93 X 10 <sup>12</sup>	1,75 X 10 <sup>12</sup>
3	0,87 X 10 <sup>12</sup>	1,7 X 10 <sup>12</sup>	1,2 X 10 <sup>12</sup>

Fonte:(O autor, 2022)

FIGURA 5 - Resultados do ensaio com Lodo Antigo

LODO COM 4 MESES DE SEDIMENTAÇÃO - LODO ANTIGO			
DOSAGEM mg pol/g SST	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E BAIXO PESO MOLECULAR	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E MÉDIO MOLECULAR	POLIMERO CATIÔNICO ALTA CARGA E ALTO PESO MOLECULAR
	RESISTÊNCIA ESPECÍFICA (RE - m.kg <sup>-1</sup> )		
0	5,7 X 10 <sup>12</sup>	5,7 X 10 <sup>12</sup>	5,7 X 10 <sup>12</sup>
1	5,3 X 10 <sup>12</sup>	5,45 X 10 <sup>12</sup>	5,42 X 10 <sup>12</sup>
1,5	4,91 X 10 <sup>12</sup>	4,98 X 10 <sup>12</sup>	4,93 X 10 <sup>12</sup>
2	4,55 X 10 <sup>12</sup>	4,62 X 10 <sup>12</sup>	4,59 X 10 <sup>12</sup>
2,5	3,16 X 10 <sup>12</sup>	3,42 X 10 <sup>12</sup>	3,32 X 10 <sup>12</sup>
3	2,7 X 10 <sup>12</sup>	2,9 X 10 <sup>12</sup>	2,8 X 10 <sup>12</sup>

Fonte:(O autor, 2022)

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme podemos observar e realizar a comparação entre as figuras 4 e 5, é possível observar que quanto mais tempo se demora para ser realizada a descarga dos decantadores maior é sua resistência específica, consequentemente se torna mais difícil a retirada da água dos resíduos comprometendo as etapas de adensamento e desague nas unidades de tratamento de resíduos. Como o manancial encontra-se eutrofizado em algumas épocas do ano, é possível que ocorra a decomposição anaeróbica do material sólido (fitoplâncton) com formação de compostos orgânicos que se ligam às moléculas de água (água intersticial) aumentando a complexidade do tratamento mesmo com o uso de polímeros. Isso pode ser observado com o lodo de decantadores convencionais que são limpos a cada 3 ou 4 meses, a RE resulta maior (DI BERNARDO et al., 2017).

De forma geral, os resíduos com resistência específica superior a  $5 \times 10^{12}$  m.kg-1 são considerados de difícil deságue, e os com valores inferiores a  $1 \times 10^{12}$  m.kg-1 são fáceis de desaguar (DI BERNARDO et al., 2017), o lodo novo tem RE inferior ao citado na literatura, mesmo sem aplicação de polímero, com o condicionamento com polímero essa resistência fica em  $0,87 \times 10^{12}$  m.kg-1 com dosagem de polímero com 3 mg pol/g SST, já o lodo velho sem aplicação de polímero encontrava-se acima do citado na literatura para resíduos de difícil desague, e o melhor resultado com condicionamento químico fica em  $2,7 \times 10^{12}$  m.kg-1, com dosagem de polímero com 3 mg pol/g SST, mostrando que o tempo de residência do lodo no decantador influencia na etapa de adensamento e desague, prejudicando o tratamento.

Os resíduos gerados nos decantadores de alta taxa tem características semelhantes à do resíduo gerado no processo de limpeza dos filtros de ETA (RICHTER, 2001), 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 às daquelas do efluente de gerado na limpeza dos filtros, diferente dos decantadores convencionais.

## CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Por conta da eutrofização nos mananciais, os resíduos são predominantemente constituídos de materiais inorgânicos, e apresentam uma quantidade maior de material orgânico devido às algas que ficam retidas no mesmo (PAN et al., 2003). A presença de matéria orgânica na água bruta produz resíduos menores, com maior índice de água, resultando em uma capacidade de desidratação menor, a carga negativa na superfície das partículas de lodo aumenta com a quantidade de algas (e com sua matéria orgânica extracelular), por este motivo a necessidade de aplicação de um polímero modificador de superfície que é o caso do polímero catiônico de alta carga. O condicionamento do lodo está intimamente ligado com as propriedades da superfície dos flocos. Uma das destinações ambientalmente adequadas geralmente adotada para os resíduos, consiste nos aterros sanitários. Para este fim, o resíduo deve ser submetido a um **rigoroso processo de desaguamento**, que é influenciado pelo teor de sólidos. É importante dar especial atenção para operações das unidades de decantação, principalmente a hora exata da descarga, como observado neste trabalho, quanto maior o tempo para operação da descarga, mais complexa é a retirada da água dos resíduos, nas ETEF's (Estações de Tratamento de Efluentes de ETA), dificultando a disposição final desse material. O tempo de detenção antes da realização da operação de descarga nos decantadores é uma variável que deve ser considerada na hora de se avaliar a eficiência de um decantador convencional com escoamento horizontal, pois à medida que aumenta o tempo de operação dos decantadores, pode ocorrer arrastamento de flocos ao longo do seu comprimento, de modo que, para mantê-lo em operação por mais tempo, é conveniente que a calha de coleta de água decantada ocupe o menor comprimento possível

do decantador, seguindo aos valores máximos de vazão por metro linear no vertedor de coleta de água decantada (DI BERNARDO et al, 2017). Recomendamos que sejam realizados mais estudos com relação ao material orgânico das algas, adsorvido na superfície dos flocos, e sua relação com envelhecimento dos resíduos, e variação do potencial ZETA. A qualidade da água dos nossos mananciais tem sido deteriorada pelas constantes ações antrópicas, exigindo mais desenvolvimento de pesquisas e tecnologias mais avançadas no tratamento de água para consumo humano, e consequentemente para os resíduos gerados, corpos hídricos eutrofizados tem uma alta complexidade para o seu tratamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** – SMEWW. American Public Health Association – APHA, 23th ed., Washington – USA, 2017.

CHRISTENSEN, G. L. (1983). Units for specific resistance. **Journal WPCF**, v. 55 n.4, p.417-419, abril, 1995.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO DANTAS, Angela; VOLTAN NOGUEIRA, Paulo Eduardo. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. São Carlos, São Paulo. EDITORA LDIBE, 2017.

PAN, J. R., HUANG, C., CHERNG, M., LI, K., LIN, C., (2003) **Correlation Between Dewatering Index and Dewatering Performance of three Mechanical Dewatering Devices**. Advances in Environmental Research, v. 7 issue 3, pp 599-602.

RITCHER, C.A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgard Blucher. 112 p. 2001.

REALI, M. A. P. **Principais características qualitativas e quantitativas do lodo de ETAs**. In: REALI, M. A. P. (Coordenador). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p.