

I-041 - CARACTERÍSTICAS DOS LODOS GERADOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Gilton Ribeiro Gomes Junior ⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe.

Iure Taise Bomfim de Souza ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe.

Luciana Coêlho Mendonça ⁽³⁾

Engenheira Civil, Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento, Professora da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil.

Juliana Oliveira Almeida ⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Sergipe.

Denise Conceição de Gois Santos ⁽⁵⁾

Engenheira Civil, Mestre em Hidráulica e Saneamento e Doutora em Engenharia Ambiental, Professora da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil.

Endereço⁽¹⁾: Av. Marechal Rondon, S/N – Bairro Rosa Elze – São Cristóvão – SE – CEP: 49100-000 – Brasil
E-mail: giltongomes@yahoo.com; taisesouza.ufs@gmail.com

RESUMO

A água é necessária para o desenvolvimento social, econômico e político de uma nação. Todavia precisa passar por processo de tratamento para se tornar potável e adequada ao consumo humano. Deste processo são gerados resíduos que são de difícil tratamento, chamado de lodo. Considerando que a produção de lodo é uma atividade intrínseca do processo de tratamento de água, este trabalho tem o objetivo de quantificar e caracterizar os resíduos gerados na ETA Poxim. Foram feitas visitas e adquiridos dados do monitoramento da água bruta e tratada da estação para estimar a quantidade de lodo gerado. Além disso, foram coletadas amostras de lodo em um dos decantadores para análises físico-químicas. Verificou-se que as amostras de lodo possuíam pH neutro e elevado teor de sólidos principalmente próximo à entrada do decantador. Apesar da elevada quantidade de lodo gerado, este resíduo não receber qualquer tipo de tratamento e é disposto no corpo hídrico que abastece a estação, em ponto à jusante da captação. O lançamento do lodo *in natura* é extremamente prejudicial ao manancial receptor, ocasionando possíveis problemas ambientais e à saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Quantidade de lodo, tratamento de lodo, disposição final, lodo de ETA.

INTRODUÇÃO

A água, considerada solúvel universal, é essencial para vida e desenvolvimento dos seres no planeta. Aproximadamente 77% da superfície da Terra é composta pela mesma, sendo que desses, apenas 2% é a ideal para consumo humano e está presente em rios, lagos e fontes subterrâneas. Porém a alta demanda e constante poluição dos recursos hídricos tornam necessário seu tratamento.

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) são as responsáveis pelo seu tratamento e distribuição no Brasil. Existem cerca de 7.500 ETAs no país, aproximadamente 75% delas utilizam processo convencional ou ciclo completo que consiste nas operações de coagulação, floculação, decantação e filtração, seguida de correção de pH, desinfecção e, em alguns casos, de fluoretação. Este tratamento produz um resíduo sólido (lodo) que, do ponto de vista ambiental, é classificado como resíduo Classe IIA – não inerte e não perigoso (ACHON et al., 2013; PINHEIRO et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2011).

Segundo Gastaldini (2015) e Martinez-Garcia (2012), quando descarregados em cursos d'água, aumenta a quantidade de sólidos em suspensão, o que contribui para o assoreamento destes. Mesmo que a legislação em vigor no Brasil proíba a descarga do lodo de ETA em cursos d'água, a prática persiste. Muitas concessionárias de água no Brasil assinaram acordos com o governo que lhes dão até 30 anos, antes de

cumprir integralmente a legislação existente. Como resultado, as concessionárias vão continuar a dispor de forma errônea o lodo e prejudicar o meio ambiente para os próximos anos.

Os métodos disponíveis de disposição final do lodo, segundo a literatura nacional e internacional, são: aterros sanitários, aplicação no solo, recuperação de áreas degradadas, produção em cerâmica, aditivo mineral em concreto e cimento, lançamento em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), recuperação de coagulante, secagem e incineração. Porém, antes de dispor o lodo, é necessária sua caracterização. Neste trabalho será dada ênfase à caracterização, tratamento e disposição final do resíduo sólido da ETA Poxim, localizada em Aracaju – SE.

METODOLOGIA

Visitas de campo: Foram efetuadas visitas à estação de tratamento, com o objetivo de conhecer todo o processo e verificar *in loco* suas condições de funcionamento. A ETA Poxim, assim denominada por captar água do Rio Poxim, é responsável por parte do abastecimento dos municípios de São Cristóvão e Aracaju. A ETA Poxim possui uma vazão nominal de 1620m³/h, porém opera acima da capacidade a uma vazão de 2500m³/h, em média. Possui quatro decantadores, que são lavados mensalmente, e de seis filtros de fluxo descendente, compostos de areia, carvão, pedregulho e seixo. Estes filtros são lavados diariamente e o número de lavagens varia de acordo com a necessidade.

Processos de potabilização da água: As características da ETA foram buscadas em visitas de campo, mas também foram descritos os processos envolvidos no tratamento, com base na literatura existente. É aplicado o sistema de tratamento convencional. Inicialmente a água bruta recebe cal hidratada, com a finalidade de corrigir o pH, dando continuidade ao processo, na calha Parshall, é adicionado o agente coagulante (sulfato de alumínio). Dependendo do estado da água bruta, é adicionado carvão ativado em pó para retirada do mau cheiro. Nos floculadores hidráulicos (constituídos por chicanas), é adicionada resina catiônica, com a finalidade de aumentar o tamanho das partículas sólidas que se aglutinam com a água em movimento. A água segue para os decantadores convencionais que possuem 5,0m de profundidade (Figura 1). Antes da filtração, ocorre a adição de flúor e cloro e depois a água segue para distribuição.



Figura 1 – ETA Poxim - Decantadores

Monitoramento da ETA: O monitoramento da qualidade do afluente e efluente da ETA foi realizado através dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, turbidez, cor e coliformes termotolerantes. As determinações serão realizadas de acordo com APHA (1998).

Como a Companhia de Saneamento de Sergipe analisa regularmente as amostras coletadas de suas estações, os dados de monitoramento foram adquiridos com a mesma. Foram examinados e formatados dados relativos a

um ano de monitoramento. Além dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, foram coletados dados sobre a vazão da estação de tratamento.

Quantidade de resíduos gerados: A ETA em estudo não possui dados sobre sua geração de lodos. Então, com base nos dados do monitoramento, de vazão e de operação da ETA, foi estimada a quantidade de lodos gerados, utilizando-se recomendações da literatura sobre o tema. Neste trabalho foram utilizadas as equações (1) e (2), apresentadas por Richter (2001):

$$S = (0,2 C + K_1 T + K_2 D) \times 10^{-3} \quad (1)$$

em que:

S: massa precipitada de sólidos secos (kg/m³ de água tratada);

C: cor da água bruta (UH);

T: turbidez da água bruta (UNT);

D: dosagem de coagulante (mg/L);

K₁: relação entre sólidos suspensos totais e turbidez, variando de 0,5 a 2,0 (adotado o valor de 1,3 – sugerido pelo autor);

K₂: relação estequiométrica na formação do precipitado de hidróxido e dependente do coagulante utilizado, sendo de 0,26 para sulfato de alumínio e 0,40 para cloreto férrico. Foi usado 0,26, pois, na ETA em estudo, é empregado o sulfato de alumínio.

Os dados de cor, turbidez e dosagem de coagulante foram fornecidos pelos boletins operacionais da ETA, sendo utilizados os valores médios referentes a um ano de operação. Após o cálculo da massa de sólidos que precipita, foi determinada a massa de lodo seco por unidade de tempo.

$$Ms = N S Q \quad (2)$$

em que:

Ms: massa de sólidos secos por unidade de tempo (kg/dia);

N: rendimento da unidade de processo de tratamento. Adotado como 100%, conforme indicado pelo autor;

Q: vazão de água tratada (m³/dia).

A vazão de água tratada foi calculada com o volume médio de água tratada produzida e o tempo de funcionamento, baseados nos boletins diários da ETA, durante um ano de operação. Com a obtenção da massa de lodo seco por unidade de tempo, foi estimada a massa de lodo úmido ou lodo fresco, considerando que esse lodo possui 95% de umidade, conforme Carvalho (2000).

Coleta do lodo: Foram coletadas amostras de um dos decantadores com limpeza prevista pela concessionária. Primeiramente foi interrompida a alimentação de água para o referido decantador. Após aproximadamente 4h, havia apenas lodo retido no fundo do decantador. Então um funcionário da ETA coletou amostras do lodo, em cada um de seus quatros cantos (Figura 2). As amostras 1 e 2 foram coletadas na entrada do decantador e as amostras 3 e 4, na saída.



Figura 2 – Momento da coleta do lodo do decantador

Características dos resíduos gerados: As amostras (Figura 3) foram encaminhadas ao Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, localizado no *Campus* São Cristóvão, para realizar as análises físico-químicas. Foram determinados sólidos totais, pH e a temperatura em duplicata.



Figura 4 – Amostra de lodo do decantador

RESULTADOS

São apresentados na Tabela 1, os valores médios do período estudado dos dados operacionais da ETA monitorada. Com estes dados, foi possível realizar uma estimativa da quantidade de sólidos produzidos no processo de tratamento de água da estação.

Tabela 1 – Parâmetros de controle na entrada e na saída da ETA (valores médios do período estudado)

ETA	Vazão (m³/dia)	Dosagem de coagulante (mg/L)	Turbidez (NTU) (Max. 1,0)		Cor (UH) (Max. 5,0)		Cloro residual livre* (mg/L) (Max. 5,0)	Fluoreto (mg/L) (0,60-1,00)		Coliformes termotolerantes* (ausência em 100 mL)
			E	S	E	S	S	E	S	S
Poxim	62.244	191	12,01	0,43	119,78	3,41	2,78	0,00	0,69	ausente

Legenda: E: entrada da ETA; S: saída da ETA

* Os coliformes e o cloro residual livre são analisados apenas na água tratada (saída da ETA)

De acordo com a Tabela 1, que resume os relatórios mensais disponibilizados pela DESO no período analisado, verifica-se que a água distribuída pela ETA atende aos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

Aplicando as médias dos dados operacionais da estação de tratamento nas Equações (1) e (2), chegou-se aos valores expostos na Tabela 2 de massa precipitada de sólidos secos (S), de massa de sólidos secos por unidade de tempo (Ms) e de massa de lodo úmido (Mu), considerando-se que o lodo seco possui 95% de umidade.

Tabela 2 – Estimativa da quantidade de sólidos produzidos no processo de tratamento de água

ETA	Vazão (m³/dia)	S (g SST/ m³)	Ms		Mu		Mu/V (%)
			(kg/dia)	(t/ano)	(kg/dia)	(t/ano)	
Poxim	62.244	89	5.554	2.027	111.080	40.554	0,18

De acordo com a American Water Works Association Research Foundation & Keuringsinstituut Voor Waterleidingartikelen apud Carvalho (2000), a relação entre a quantidade gerada de lodo úmido pelo volume de água tratada (Mu/V) deve estar entre 0,02 a 5%. Neste trabalho foram obtidos valores dentro deste intervalo, como observado na Tabela 2, validando a metodologia adotada.

É importante ressaltar que a quantidade de lodo úmido produzida na ETA estudada é consideravelmente significativa, sendo que, segundo os responsáveis pela estação, a mesma não dispõe de sistema de tratamento de lodo e todo dejetado produzido é lançado no próprio rio Poxim a jusante do ponto de captação.

Esta situação confirma o resultado encontrado pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008 (IBGE, 2010), que mostra que em Sergipe, assim na maior parte do Brasil, a prática mais comum é o despejo dos lodos produzidos pelas ETAs em rios ou terrenos.

É válido ressaltar que, por ser um resíduo sólido não inerte, o lodo de ETA deve ser devidamente tratado e disposto de forma adequada para que não provoque danos ao meio ambiente, como assoreamento dos rios, uma vez que contêm concentrações elevadas de elementos químicos (Al, Fe, Ti, Mg, entre outros).

Os dados da caracterização estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização do lodo *in natura* da ETA Poxim

AMOSTRA	pH	Temperatura (°C)	Média Sólidos Totais (g/L)
1	8	29	53,6
2	7	29	54,8
3	7	29	34,6
4	7	29	30,2
Média	-	29	43,3

Em seu estudo Cordeiro (2001) realizou análise no lodo de três ETAs diferentes, os valores de pH ficaram compreendidos entre 7 e 8. Por sua vez, o lodo analisado por Richter (2001) apresentou pH entre 6 e 8. Assim percebe-se que os valores encontrados do pH do lodo da ETA Poxim estão de acordo com os encontrados na literatura e estão próximos à neutralidade.

Os valores encontrados para o teor de sólidos nos cantos da entrada do decantador são bastante superiores aos da saída, corroborando com a expectativa de acúmulo de lodo no primeiro terço do comprimento do decantador.

CONCLUSÃO

Verificou-se que ETA Poxim gera em torno de 40 mil toneladas por ano de lodo, resíduo este que não recebe o devido tratamento é disposto em rio. Tal situação é bastante prejudicial, pois, além da quantidade metais pesados presentes no resíduo devido à adição de produtos químicos durante o tratamento, em grande quantidade pode levar ao assoreamento da fonte hídrica onde é despejado, prejudicando o ecossistema próximo.

A partir das análises realizadas, percebeu-se que o pH do lodo é neutro e os sólidos totais que ficaram compreendido entre 30,2 e 54,8 g/L, havendo maior concentração de sólidos na primeira porção do comprimento do decantador. A quantidade excessiva de sólidos nas amostras analisadas torna inviável o descarte de tal resíduo no corpo hídrico por conta de seu efeito potencial prejudicial à fauna e à flora do corpo d'água.

Desta forma, é possível perceber a necessidade de buscar soluções urgentes e adequadas para o tratamento e disposição final do lodo gerado na estação em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. Eng. Sanit. Ambient., v.18, n.2, p. 115-122, 2013.
2. CARVALHO, E. H. Disposição de resíduos de estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto com decantação primária. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.
3. CORDEIRO, J. S. O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água. Tese (doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1993
4. GASTALDINI, A. L. G. et al. The use of water treatment plant sludge ash as a mineral addition. Constr. Build. Mater. 94, 513–520, 2015.
5. MARTINEZ-GARCIA, C. et al. Sludge valorization from wastewater treatment plant to its application on the ceramic industry. Journal of Environmental Management, 95, S343-S348, 2012.
6. RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. Editora Edgard Blucher Ltda, 2001.
7. TEIXEIRA, S. R. et al. The effect of incorporation of a brazilian water treatment plant sludge on the properties of ceramic materials. Appl. Clay Sci. 53, 2011.