

I-274 – ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE LODO DA ETA POXIM - SE

Leonardo Lima da Silva Santos ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Luciana Coelho Mendonça ⁽²⁾

Engenheira Civil (UFPB), Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP), Professora Adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Denise Conceição de Gois Santos Michelin ⁽³⁾

Engenheira Civil (UFS), Mestre em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP), Doutora em Engenharia Ambiental (UFSC), Professora Adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Juliana Oliveira Almeida ⁽⁴⁾

Estudante de Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Endereço ⁽²⁾: Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Engenharia Civil - Av. Marechal Rondon, S/N – Rosa Elze – São Cristóvão – SE – CEP: 49100-000 – Brasil - Tel: +55 (79) 2105-6700 - E-mail: lumendon@uol.com.br

RESUMO

A água é um elemento essencial para o desenvolvimento agrícola, industrial, urbano e dos seres vivos. Por isso, cada vez mais vem crescendo a preocupação com a disponibilidade a longo prazo, visto que o uso abusivo e os impactos ambientais nos meios hídricos já podem ser considerados problemas globais. O tratamento de água assume, assim, importância fundamental e, durante este tratamento, são gerados resíduos (lodo) nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Este trabalho tem como objetivo estimar a quantidade de lodo produzida pela ETA Poxim, que abastece parte da cidade de Aracaju – SE, com o uso de dados operacionais da estação e de fórmula empírica. Verificou-se que a ETA, mesmo com produção de 40.558t/ano de lodo úmido, não possui unidades para o tratamento do lodo gerado e faz sua disposição no mesmo manancial que a abastece, em ponto a jusante da captação.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, lodo, quantidade de lodo, resíduos.

INTRODUÇÃO

A água, considerada por muitos como símbolo comum da humanidade, tornou-se monumento da equidade social e desta forma é valorizada e respeitada em todas as religiões e culturas (Selborne, 2001). Além de dar suporte à vida, a água pode ser utilizada para o transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia elétrica, produção e processamento de alimentos, processos industriais diversos, recreação e paisagismo, além de assimilação de poluentes, ou seja, é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades criadas pelo ser humano, e apresenta, por essa razão, valores econômicos, sociais e culturais (Mierzwa e Hespanhol, 2005).

Para suprir a demanda por água de qualidade, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) atendem às normas estabelecidas pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Apesar da importância do tratamento da água para a saúde da população, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, 21,4% das residências do Brasil não recebem água tratada (IBGE, 2010).

Nos centros urbanos, o abastecimento de água se torna cada vez mais centrado na qualidade do produto a ser distribuído à população. Em contrapartida, a qualidade da água bruta está piorando e exigindo uma maior concentração de produtos químicos aplicados no seu tratamento. Como consequência, há um significativo aumento nos resíduos ou lodo, provenientes das ETAs (Medeiros, 2014). Este lodo é gerado durante o processo de tratamento e são produzidos principalmente nos decantadores e filtros.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como aqueles nos estados sólido e semissólido resultante das atividades humanas, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e

economicamente inviáveis face à melhor tecnologia disponível. Segundo essa norma, os lodos de ETA são classificados como resíduos Classe II-A.

De acordo com Richter (2001), na maioria das ETAs, esses resíduos são lançados nos corpos d'água próximos sem tratamento e, em alguns casos, no próprio manancial que abastece a estação de tratamento. No entanto, o aumento da preocupação e a regulamentação sobre a preservação e recuperação da qualidade do meio ambiente têm restringido e até mesmo proibido o uso deste método de disposição.

Os impactos do lançamento dos resíduos de uma ETA no corpo receptor e na sua biota podem ser diversos, como o aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, que prejudicam o ciclo de nutrientes, principalmente fósforo, possibilitando o desenvolvimento de condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta; alteração na turbidez, cor, composição química; assoreamento dos corpos receptores; possibilidade de contaminação do lençol freático e aspecto visual desagradável (Assis et al., 2013).

Dentre as alternativas de disposição dos resíduos de ETAs, pode-se citar o envio para estações de tratamento de esgoto (ETE), o tratamento na própria estação de tratamento de água com a construção de uma unidade mecanizada própria para esta finalidade, o uso de geotécidos e a utilização de leitos de secagem (Siqueira e Isaac, 2014).

Portanto, conforme Di Bernardo e Dantas (2005), considerando a carência de água em muitas regiões do Brasil e o impacto dos resíduos gerados em ETAs nos corpos d'água com possível comprometimento da qualidade de potenciais fontes de abastecimento, torna-se fundamental o tratamento desses resíduos e a disposição adequada dos sólidos produzidos. No entanto, é vital a quantificação desses lodos para definição de seu tratamento e destinação. Sob esta visão, o objetivo deste trabalho foi de estimar a quantidade de lodo gerada em uma das ETAs que abastece o município de Aracaju – SE, a ETA Poxim.

CONSIDERAÇÕES SOBRE LODO DE ETAS

As Estações de Tratamento de água vêm sendo projetadas com foco apenas na qualidade do produto final a ser distribuído, mas, para que os sistemas sejam ambientalmente corretos, é de fundamental importância a observação de diversos outros fatores, tais como a qualidade da água bruta, os produtos químicos empregados no tratamento, a concepção da ETA e as condições operacionais.

Graças ao crescimento populacional e à ocupação desordenada das áreas de proteção, os mananciais superficiais vêm sendo, cada vez mais, alvos de despejos diversos, piorando a qualidade da água bruta. Esse panorama exige que maiores concentrações de produtos químicos sejam aplicadas no tratamento. Como consequência, observa-se o aumento da geração de resíduos oriundos do tratamento.

O processo de tratamento de água mais utilizado no Brasil é o convencional. De acordo com Cordeiro (2001), no Brasil, em levantamento de dados realizado em 2001, existiam cerca de 7.500 ETAs chamadas de convencionais ou tradicionais (tratamento em ciclo completo), as quais empregam a coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e estabilização final. Esses sistemas geram rejeitos principalmente nos decantadores e nos filtros.

A prática mais comum no Brasil para disposição dos despejos líquidos gerados em ETA tem sido o lançamento destes em cursos de água mais próximos à Estação de Tratamento de Água, ou na rede de esgoto. Devido às características dos despejos lançados, há o agravamento do grau de poluição dos corpos receptores, contribuindo para a crescente degradação do meio ambiente aquático, bem como a perda da qualidade de vida das populações existentes a jusante desses lançamentos (Souza Filho, 1999).

As Leis 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – “Política Nacional de Recursos Hídricos”, e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – “Crimes Ambientais”, trazem em seus conteúdos condições que deverão exigir nova postura dos gerentes dos sistemas de tratamento de águas diante dos resíduos gerados e sua disposição no meio ambiente (Cordeiro, 2001). Porém o Brasil sofre uma carência na efetividade e fiscalização do cumprimento dessas leis.

Os impactos do lançamento dos resíduos de uma ETA no corpo receptor e na sua biota podem ser diversos, como o aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, que prejudicam o ciclo de nutrientes, principalmente fósforo, possibilitando o desenvolvimento de condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta; alteração na turbidez, cor, composição química; assoreamento dos corpos receptores; possibilidade de contaminação do lençol freático e aspecto visual desagradável (Assis, 2014).

CARACTERÍSTICAS E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE LODO DE ETAS

As propriedades da água bruta, a tecnologia de tratamento e mecanismo de coagulação adotada, a dosagem e os tipos de produtos químicos utilizados durante o tratamento são fatores que definem as características do lodo e da água de lavagem de filtro de uma ETA (Scalize, 2003). Segundo Cordeiro (2001), os rejeitos de ETAs são compostos basicamente de partículas do solo, material orgânico, subprodutos gerados da adição de produtos químicos e água.

Por razões técnicas e ambientais, os resíduos líquidos gerados nas ETAs devem ser adequadamente tratados, sendo necessário o conhecimento de sua composição, dos processos ou operações para redução de volume e das alternativas de disposição final do lodo. Dentre as frações presentes no lodo, a de água livre é a mais facilmente retirada do lodo. As demais frações, especialmente a intersticial e a vicinal, são retiradas somente mediante uso de polímeros e métodos específicos (Di Bernardo e Dantas, 2005). Os principais métodos que podem ser utilizados para o tratamento do lodo de ETAs são: condicionamento, adensamento e desidratação.

Dentre as várias alternativas de disposição final de lodos de ETA, destacam-se a descarga em redes coletoras de esgoto, em aterro sanitário, a utilização na fabricação de tijolos, na recuperação do solo, na agricultura e na fabricação de concreto. A disposição final do lodo proveniente das ETAs em aterro sanitário é considerada segura para a saúde pública e para o meio ambiente. Para que esta disposição ocorra de forma adequada é necessário desidratar o lodo, deixando-o livre da presença de água e com concentração de sólidos superior a 25%. No entanto, os custos de transporte, disposição, implantação e operação envolvidos na disposição em aterros são elevados (Januário e Ferreira Filho, 2007; Richter, 2001; Libânio, 2010 apud Assis, 2014).

É comum a descarga de lodos de ETA em sistemas coletores de esgotos e nas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE). Esta disposição pode trazer diversas vantagens para a ETE como, controle de gás sulfídrico (H_2S), aumento da eficiência dos decantadores primários e remoção de fósforo. Tais efeitos positivos são observados para descargas menores que 200mg/L de lodo. Os lodos que possuem elevadas concentrações de ferro ou alumínio auxiliam na remoção de fósforo nas ETEs. As desvantagens observadas durante esse processo é o aumento da geração de lodo nos decantadores primários das ETE e a inibição do processo biológico no tratamento dos esgotos devido às altas concentrações de sólidos dissolvidos provenientes do lodo das ETA, além do aumento dos parâmetros como turbidez, SST e DQO nos resíduos da ETE (Tsutiya, 2001; Scalize, 2003; Libânio, 2010 apud Assis, 2014). Portanto esta alternativa de disposição final dos lodos de ETAs deve ser criteriosamente avaliada para que não prejudique o desempenho das ETEs.

METODOLOGIA

Dentre as quatro ETAs que abastecem a capital sergipana, foi estudada, neste trabalho, a ETA Poxim (Figura 1) que está localizada no bairro Capucho, no município de Aracaju - SE, com coordenadas 10°55'14"S e 37°05'40"O e que é operada pela concessionária estadual. É assim chamada por captar água do Rio Poxim para abastecer parte dos municípios de Aracaju e São Cristóvão. Esta estação possui um laboratório onde é feito um controle horário para geração de boletins diários que contêm características como cor, turbidez e concentração de cloro, tanto da água bruta, quanto da água tratada.

A ETA Poxim possui uma vazão nominal de 1620m³/h, mas opera acima da capacidade a uma vazão de 2000m³/h, em média. Há períodos, quando o nível de água do Rio São Francisco está alto, que a ETA Poxim recebe água deste rio também. Tal água entra no processo já após a decantação, devido ao fato de a água do São Francisco possuir uma alta qualidade. Outro fato que ocorre esporadicamente é a oxidação com permanganato de potássio na captação, essa medida é tomada quando a água do Poxim está com um teor de matéria orgânica acima do normal.

O sistema de tratamento utilizado nesta estação é o convencional. Logo na entrada da estação, a água bruta recebe cal hidratada, que age na correção do pH. A água passa então por uma calha Parshall, onde é adicionado o agente coagulante (sulfato de alumínio) e, dependendo do estado da água bruta, passa por carvão ativado em pó para retirada do mau cheiro. O sistema de tratamento segue com flocculadores em chicana, nos quais ocorre a adição de resina catiônica para aumentar o tamanho das partículas sólidas que se aglutinam com a água em movimento; quatro decantadores, onde os sólidos se depositam no fundo; e seis filtros de fluxo descendente, sendo que um está em reforma, compostos de areia, carvão, pedregulho e seixo. Estes filtros são lavados diariamente e o número de lavagens varia de acordo com a necessidade. Antes da filtração, ocorre adição de flúor e cloro e depois a água segue para distribuição.



Figura 1: Vista panorâmica da ETA Poxim
Fonte: Autores (2014)

Foram realizadas visitas técnicas ao escritório central da companhia de saneamento e à ETA Poxim com o intuito de obter os boletins diários, contendo dados como: características da água bruta, vazão da estação, concentração de produtos químicos e qualidade final da água tratada. Para se realizar a estimativa da quantidade de sólidos na ETA, foram coletados dados no período de 12 meses consecutivos (julho/2013 a julho/2014), presentes nos boletins operacionais da estação. Estes boletins são elaborados diariamente, compostos de análises laboratoriais de amostras coletadas a cada hora, 24 horas por dia.

Como a ETA Poxim não dispõe de dados sobre a quantidade de lodo produzida por volume de água tratada, neste trabalho foi realizada a estimativa de geração de lodo por meio das 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;

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 Poxim, 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.

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

em que:

M_s : massa de sólidos secos por unidade de tempo (m^3 /dia);

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

Q : vazão de água tratada (m^3 /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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados operacionais do período de um ano, foi possível realizar uma estimativa da quantidade de sólidos produzidos no processo de tratamento de água da ETA Poxim. As médias dos dados fornecidos pela companhia de saneamento estão exibidas na Tabela 1.

Tabela 1: Dados operacionais da ETA Poxim

Dado operacional	Valor médio
Vazão de água bruta tratada (m^3 /dia)	62.244
Cor da água bruta	120
Turbidez da água bruta (UNT)	12
Dosagem de sulfato de alumínio (mg/L)	191

Fonte: Companhia de Saneamento de Sergipe (2014)

Aplicando as médias dos dados operacionais nas Equações 1 e 2, foi observado que a quantidade de sólidos secos gerados (S) na ETA Poxim foi de 5.556kg/dia (2.028t/ano). Como a vazão tratada é de 62.244 m^3 /dia, a produção de sólidos por volume de água tratada é de 89gSST/ m^3 . Ressalta-se que a quantidade de lodo úmido, estimada em 111.118kg/dia (40.558t/ano), é consideravelmente significativa principalmente porque todo lodo produzido pela estação é lançado no rio Poxim, a jusante da captação, sem nenhum tratamento prévio.

De acordo com segundo 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 deve estar entre 0,02 a 5%. Neste trabalho obteve-se o valor de 0,18%, validando a metodologia adotada.

Deve também ser frisado que a disposição *in natura* dos dejetos da ETA no rio Poxim, além de gerar impactos na biota do corpo receptor, pode acarretar em danos à saúde devido à presença de agentes patogênicos e de metais pesados no lodo.

Esta é a situação observada pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008 (IBGE, 2010) em muitas ETAs no Brasil. No caso de Sergipe, nos 22 municípios onde há geração de lodo proveniente do tratamento de água, a principal destinação dada ao lodo gerado é em rios ou em terrenos.

Recomenda-se que esses resíduos sejam tratados (condicionados, adensados e desaguados) e dispostos de maneira ambientalmente correta.

CONCLUSÃO

A quantidade diária de lodo úmido gerado na estação de tratamento de água do rio Poxim foi considerada crítica (40.558t/ano), visto que a estação não dispõe de unidades de tratamento de lodo, e este é lançado de volta ao manancial. Os resultados obtidos neste estudo demonstram a necessidade da elaboração de um estudo mais detalhado para obter as características físicoquímicas dos lodos desaguados no rio. Por meio destes, será possível então a elaboração de soluções e recomendações de alternativas de tratamento e disposição destes resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. **NBR 10.004: Classificação de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.
2. ASSIS, L. R. de **Avaliação do impacto em corpos d'água devido ao lançamento de resíduos de uma Estação de Tratamento de Água de Juiz de Fora – MG**. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, Goiânia, 2013.
3. ASSIS, L. R. de et al. **Avaliação do impacto gerado nos corpos d'água devido ao lançamento de lodos provenientes de uma estação de tratamento de água**. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, Goiânia, 2013.
4. 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.
5. CORDEIRO, J. S. **Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs)**. In: ANDREOLI, C. V. Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. 1. ed. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001. Cap. V.: il. Projeto PROSAB.
6. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos: Rima, 2005.
7. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico ano 2008**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br>.
8. MEDEIROS, A. R. de. **Estudo da qualidade dos lodos gerados nos decantadores das quatro estações de tratamento de água (ETAs) do SAAE - município de Itapemirim-ES**. In: XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental. Anais, 2014. p. 23.
9. MIERZWA, J. C.; HESPAHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso**. In: Água na indústria: uso racional e reúso. [S.l.]: Oficina de Textos, 2005.
10. RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água**. Edgard Blucher, 2001.
11. SCALIZE, P. S. **Disposição de resíduos gerados em uma estação de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto**. 2003. 146 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
12. SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. UNESCO, 2001.
13. SIQUEIRA, S. L.; ISAAC, R. de L. **Minimização e descarte de resíduos de estações de tratamento de água**. In: XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental. Anais, 2014. p. 9.
14. SOUZA FILHO, A. G. **Caracterização e clarificação da água de lavagem dos filtros de uma ETA que utiliza cloreto férrico como coagulante primário**. In: 20º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, Rio de Janeiro, 1999.