

I-042 - QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS LODOS GERADOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE NOSSA SENHORA DO SOCORRO

Iure Taise Bomfim de Souza ⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe.

Gilton Ribeiro Gomes Junior ⁽²⁾

Graduando 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: taisesouza.ufs@gmail.com, giltongomes@yahoo.com

RESUMO

A demanda por água potável e a péssima qualidade da água dos rios está exigindo o uso de grandes concentrações de produtos químicos no processo de tratamento da água bruta, gerando maior quantidade de resíduos, denominados lodos de Estação de Tratamento de Água (ETA). É fundamental que haja uma preocupação com o tratamento e a destinação final dado a esses resíduos a fim de preservar o meio ambiente e a saúde da população. Este trabalho teve como objetivo principal quantificar e caracterizar os lodos produzidos pela ETA Oviêdo Teixeira, que abastece parte do município de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, assim como identificar os possíveis tratamentos e disposições finais dados ao resíduo gerado.

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

INTRODUÇÃO

A água é essencial para a sobrevivência humana, para o desenvolvimento social, econômico e político de uma nação. Com o acelerado crescimento dos centros urbanos, a exigência se torna cada vez mais centrada na qualidade do produto que chega ao consumidor. Desta forma para que a água possa ser considerada potável e adequada ao consumo, esta deve atender aos requisitos estabelecidos pelo Ministério da Saúde, na Portaria 2914 (BRASIL, 2011). Para isso é preciso que a água bruta passe por processo de tratamento com o objetivo de garantir a qualidade que atenda aos padrões de portabilidade.

A água é tratada nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), nas quais existem diversos tipos de processos de tratamento, com destaque para o tratamento convencional. Nas ETAs convencionais, a água bruta passa por diversos processos, que são: coagulação, floculação, decantação e filtração. Para auxiliar o processo de tratamento, são utilizados produtos químicos para remoção das impurezas da água. Durante o processo, são gerados resíduos nos decantadores e nos filtros, chamados de lodos de ETA.

O lodo possui composição complexa e variada, dependente diretamente da qualidade da água bruta e dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento. Segundo a norma brasileira NBR 10.004 (BRASIL, 2004), os resíduos gerados nos sistemas de tratamento de água são classificados como resíduos sólidos. Desta forma estes devem ter tratamento e disposição final adequada, para que não causem danos ao meio ambiente. Todavia o lodo possui disposição final problemática, por ser um material de difícil manejo e variada composição.

Durante muito tempo o destino final do lodo eram os cursos d'água, porém atualmente os órgãos ambientais restringem tal prática que é caracterizada como crime ambiental. A disposição final inadequada do lodo não é um problema recente e vem gerando significativa preocupação ambiental. Esse problema se tornou um motivador para a busca de soluções adequadas para os resíduos gerados pelas ETAs. Entretanto, para que isso seja possível, é necessário conhecer as características do lodo de ETA com a finalidade de gerenciar adequadamente o resíduo.

Dentro desse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com objetivo geral de quantificar e caracterizar os resíduos gerados pela ETA Oviêdo Teixeira, localizada no município de Nossa Senhora do Socorro – SE.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho se limitou a ETA Oviêdo Teixeira que é responsável por parte do abastecimento do município de Nossa Senhora do Socorro e capta água da Fonte do Ibura e também do rio São Francisco. Na estação de tratamento, são realizados boletins diários das características como cor, turbidez e flúor. A ETA Oviêdo Teixeira possui uma vazão captada pela fonte do Ibura de 480 m³/h e de 757 m³/h proveniente do rio São Francisco. A administração desta ETA é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO).

Foram realizadas visitas técnicas com a finalidade de verificar as condições de funcionamento e conhecer os processos envolvidos no tratamento. Na Figura 1, é apresentada vista superior da ETA Oviêdo Teixeira.



Figura 1 - ETA Oviêdo Teixeira.

Inicialmente a água bruta recebe uma pré-cloração e, em seguida, no alinhamento do ressalto hidráulico da calha Parshall, é adicionado o agente coagulante (sulfato de alumínio). Em continuidade ao processo, a água segue para os floculadores hidráulicos com fluxo vertical e depois para três decantadores, de 2,50 m de largura por 10,50 m de comprimento e 5,20 m de altura, e os dois filtros de fluxo descendente, compostos de material filtrante carvão ativo e areia e camada suporte de pedra. Estes filtros são lavados diariamente, e o número de lavagens varia de acordo com a necessidade. Os decantadores passam por descarga de lodo duas vezes por semana e são lavados uma vez ao mês. A desinfecção química é realizada com cloro gasoso e a fluoretação com flúor silicato de sódio. Após o processo de tratamento, a água segue para dois reservatórios de 5000 m³ cada, localizados na ETA e segue para a distribuição.

Na Figura 2 pode ser observado o ponto na calha Parshall onde é adicionado o coagulante químico sulfato de alumínio, localizado no alinhamento do ressalto hidráulico. A Figura 3 ilustra uma foto de um dos decantadores da ETA Oviêdo Teixeira, bem como da tubulação coletoras de água decantada.



Figura 2 – Calha de distribuição do coagulante na água bruta.



Figura 3 – Fotografia do Decantador da Oviêdo Teixeira.

A companhia de saneamento realiza ensaios periodicamente para manter o controle de qualidade da água, sendo analisados os parâmetros: temperatura, pH, turbidez, cor, cloro residual livre, fluoreto e coliformes termotolerantes. Todos os ensaios são realizados de acordo com APHA (1998). A companhia forneceu dados das análises referentes ao período de um ano, além de dados referentes à vazão, qualidade da água bruta e tratada, valores referente às dosagens e tipo de aglomerante.

Vale ressaltar que a ETA em questão não possui dados referentes à quantidade de resíduos gerados. Por isso a quantidade de lodo gerado foi estimada, a partir das recomendações da literatura sobre o tema. Desta forma, foram utilizadas as equações 2.1 e 2.2, de acordo com Richter (2001), para estimar a quantidade de lodo gerada na estação:

$$S = \frac{0,2 C + K_1 T + K_2 D}{1000} \quad (2.1)$$

em que:

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

C: cor da água bruta (uH);

T: turbidez da água bruta (uT);

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.

Obtendo-se a concentração da massa precipitada de sólidos secos, foi possível determinar a massa de lodo seco a partir da equação 2.2.

$$M_s = N.S.Q \quad (2.2)$$

em que:

M_s: 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).

Após determinar a massa de lodo seco, foi possível determinar a massa de lodo úmido, pois, conforme Carvalho (2000), o lodo possui cerca de 95 % de umidade.

Foram realizadas coletas de amostra de lodo dos decantadores. A Figura 4 mostra a fotografia do decantador em processo de esgotamento, com alcance do nível do lodo. A coleta foi feita manualmente na saída da tubulação de descarga do mesmo (Figura 5), que é de 150 mm de diâmetro. Com o auxílio de uma garrafa plástica, o lodo foi coletado e imediatamente armazenando em garrafas plásticas de 500 mL (Figura 6), à medida que o decantador era esvaziado.



**Figura 4 - Decantador em
descarga de lodo.**



Figura 5 - Tubulação de descarga do lodo.



Figura 6 - Coleta do lodo.

As amostras 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, turbidez e cor aparente. Na Figura 7 pode se observar, a variação de extrato das amostras coletadas durante a limpeza do decantador. Considerar a da esquerda o início da limpeza e a da direita o final da mesma. As amostras intermediárias foram posicionadas na sequência de coleta durante a limpeza.



Figura 7 - Amostras de lodo posicionadas na sequência de coleta.

O pH foi determinado com a utilização de papel indicador universal com quatro faixas, marca *Macherey Nagel*. Os demais parâmetros foram determinados de acordo com o APHA (1998). Para realizar os ensaios de turbidez e cor, as amostras foram diluídas em escala 1:10 e 1:100 e utilizou-se espectrofotômetro portátil, modelo HACH, para realizar a medição. Para o ensaio de sólidos totais, pesou-se os cadinhos de porcelana, em

seguida, os mesmos com o lodo úmido em balança de precisão, direcionando-os à estufa, na temperatura em torno dos 103 °C – 105 °C até peso constante. Após esta constância, os cadinhos foram pesados novamente, para se mensurar o quanto de material evaporou, permanecendo o peso do cadinho e do lodo.

RESULTADOS

Os dados obtidos com a coleta de amostras estão representados na Tabela 1 em valores médios do período de um ano dos dados operacionais da ETA em estudo.

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

ETA	Vazão (m³/dia)	Dosagem de Coagulante (mg/L)	Turbidez (uT) (Max. 1,0)		Cor (uH) (Max. 5,0)		Cloro residual livre* (mg/L) (Max. 5,0)	Fluoreto (mg/L) (0,60-1,00)	
			E	S	E	S		E	S
Oviêdo Teixeira	29.123	11	4,48	1,1	14,38	1,55	1,93	0,00	0,74

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)

Fonte: DESO (2014).

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, observa-se que a houve redução significativa da turbidez de entrada para a de saída, com remoção média de mais de 75%; entretanto a turbidez média de saída correspondeu a valor acima do máximo, que é de 1,0 uT. Com relação à cor, apresentou valor médio na saída abaixo do recomendado, correspondendo a aproximadamente 90% de eficiência. O produto de desinfecção químico utilizado apresentou concentração de saída também inferior ao limite máximo permitido, corroborando com a mesma ideia o produto de fluoretação. Vale ressaltar que, de acordo com os relatórios mensais, a água tratada na estação de tratamento estudada atende aos parâmetros de portabilidade exigidos pela Portaria 2914 (BRASIL, 2011). A partir dos dados fornecidos, foi possível estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados durante o processo de tratamento, aplicando as médias nas equações 2.1 e 2.2. Dessa forma, a Tabela 2 mostra a estimativa da quantidade de sólidos gerados no decantador da ETA em estudo.

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

ETA	Vazão (m³/dia)	S (g SST/ m³)	Massa seca		Massa úmida	
			(kg/dia)	(T/ano)	(kg/dia)	(T/ano)
Oviêdo Teixeira	29.123	12	337	123	6.740	2.460

Diante dos dados expostos, é possível perceber que a quantidade de lodo produzido pela ETA é bem significativa e foi verificado que a estação não trata o resíduo gerado, com lançamento direto no rio do Sal, situado nas imediações da ETA. Vale ressaltar também que tal prática não é aconselhável, por conta dos inúmeros danos que tais resíduos podem provocar ao meio ambiente, com destaque para resíduo (lodo) gerado do subproduto do coagulante químico à base de sulfato de alumínio, misturado às impurezas com características diversas.

O descarte irregular de lodo nos corpos hídricos pode alterar a qualidade da água, o que dificulta e encarece o processo de tratamento que utiliza esta, além de afetar a fauna e a flora presente e causar riscos à saúde humana. O ideal e o recomendado é que esses resíduos sejam tratados (condicionados, adensados e desaguados) e dispostos de maneira ambientalmente correta.

Por sua vez, os dados da caracterização físico-química lodo, estão expostos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de teor de umidade.

AMOSTRA	Po (g)	Volume (mL) (Volume do recipiente)	P1 (g)	P2 (g)
1	41,6805	30	71,6398	41,7430
2	70,6599	100	171,0820	71,8895
3	60,2293	100	160,4480	62,1280
4	40,9169	40	80,9712	N.D.
5	36,1802	40	76,1224	N.D.
6	36,9520	40	77,2960	37,2047

Legenda: Po: peso do recipiente vazio; P1: peso do recipiente c/ amostra líquida; P2: peso do recipiente c/ amostra seca em estufa; N.D.: não determinado.

Através dos dados de teor umidade, foi obtido os valores de Sólidos Totais para cada amostra através da expressão 2.3:

$$ST \text{ (mg/L)} = \frac{P2(g) - Po(g)}{V \text{ (mL)}} \times 10^6 \quad (2.3)$$

Tabela 4 – Caracterização do lodo *in natura* da ETA Oviêdo Teixeira.

AMOSTRA	pH	Turbidez (uT)	Cor (uC)	Sólidos Totais (mg/L)
1	4	946,00	7.000,00	2.083,00
2	5	4580,00	41.100,00	12.296,00
3	5	8860,00	59.000,00	18.987,00
4	4	3090,00	23.900,00	N.D.
5	4	2450,00	25.600,00	N.D.
6	4	2920,00	34.100,00	6.318,00
Média	-	3807,67	31.783,00	9.921,00

Os valores de pH ficaram compreendidos entre 4 e 5, ou seja, as amostras indicam acidez de acordo com a tabela de pH, o que é coerente com os valores encontrados na literatura com relação as ETAs que usam o sulfato de alumínio como coagulante, conforme comentado por Nóbrega *et al.* (2011) *apud* Ferreira Filho (1998). Esse coagulante tem melhor desempenho quando o pH da água bruta encontra-se na faixa entre 5 e 6. A cor é um indicativo de presença de metais pesados, matéria orgânica e outras substâncias em geral. Como os valores obtidos ultrapassaram 500 uC, significa que há significativa presença de matéria orgânica presente na água bruta utilizada no tratamento desta água, descritas ao longo deste trabalho, no lodo. Outro parâmetro utilizado que confirma a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas e sólidos em suspensão, nas amostras é a turbidez, que é uma propriedade que mede a dispersão da luz e esta dispersão aumenta com a quantidade de material particulado em suspensão. Os valores encontrados ultrapassam 1000 uT, mostrando que há quantidade excessiva dessas substâncias nas amostras de resíduo. Já a determinação de sólidos totais mostrou que, para cada 99% de água, temos aproximadamente 1% de sólidos que formam o resíduo em estudo.

CONCLUSÕES

Durante a realização deste trabalho, pode-se perceber que a quantidade de lodo úmido gerado na ETA Oviêdo Teixeira é bem significativa. São produzidos 2.460 toneladas de lodo por ano na estação de tratamento. Vale ressaltar que a ETA não possui nenhum sistema de tratamento e lança o lodo gerado em corpo d'água próximo à estação. Como, de acordo com os ensaios de pH, cor, turbidez e sólidos totais, foi provado que existe grande quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas, sendo algumas destas, utilizadas no tratamento da água bruta, no lodo produzido, conclui-se que o descarte em corpo hídrico é extremamente prejudicial ao manancial receptor, ocasionando possíveis assoreamentos nas margens deste, além afetar a fauna e a flora da região por onde este percorre e a saúde humana.



A disposição final inadequada do lodo não é um problema recente e vem gerando uma grande preocupação ambiental. Desta forma, é possível perceber a necessidade de buscar soluções adequadas para o lodo gerado na estação em estudo, tais como, sua utilização em aterros, cerâmica, aditivo mineral em cimento, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 10.004: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
2. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association APHA/AWWA/WPCR, 19th ed., Washington, D.C., 1998.
3. BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
4. CARVALHO, E. H. Disposição de resíduos gerados nas estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto com decantação primária. São Carlos, SP, 2000. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.
5. FERREIRA FILHO, S. S.; SOBRINHO, P. Considerações sobre o tratamento de despejos líquidos gerados em estação de tratamento de água. Engenharia Sanitária e Ambiental. V.3, .3, jul/set. e n. 4, out/dez. 1998, p. 128-136.
6. NOBREGA, C.C.; PEREIRA, S. L. M. Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo da lagoa da ETA Gramame. Dissertação (Mestrado)/Sabrina Livia de Medeiros Pereira, UFPB/CT. João Pessoa, 2011.
7. RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. 275p.