

I-1319 – REMOÇÃO DE LODO ACUMULADO POR LONGO PERÍODO DE TEMPO NOS DECANTADORES DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE GRANDE PORTE

Jessica Rodrigues Pires da Silva⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestre em Tecnologias Ambientais e Sustentabilidade pelo New York Institute of Technology, Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Especialista de processos de tratamento de água e esgoto na Rio+Saneamento.

Jamila Machado Aquini⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Pós-graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coordenadora de operações na Rio+Saneamento.

Neylton Antonio Maluf Junior⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia de Piracicaba. Gerente de Operações na Rio+ Saneamento Regional Serra Lagos.

Andre Lermontov⁽⁴⁾

Engenheiro Químico pela Escola de Química da UFRJ. Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Doutor em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Superintendente de Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A com mais de 25 anos de experiência em saneamento ambiental, tratamento de água e efluentes.

Christian Esteves Portugal⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós-graduado em Hidráulica e Saneamento pelo Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro. MBA em Gestão Empresarial pela FGV e Executivo pela Fundação Dom Cabral. Há 10 anos exercendo cargos executivos no Grupo Águas do Brasil. Atualmente na função de Superintendente Regional de Operações na Rio+ Saneamento.

Endereço⁽¹⁾: Rua Victor Civita, 66 - Jacarepaguá – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22775-044 - Brasil - Tel: (21) 997285-8242 - e-mail: jessica.psilva@riomaissaneamento.com.br

RESUMO

A remoção do lodo do decantador de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) deve ser feita frequentemente para que não ocorra o adensamento do lodo no fundo do decantador. Este trabalho apresenta uma situação onde a remoção não ocorreu na periodicidade adequada e o lodo acumulou por um período, acredita-se, superior a dois anos nos decantadores de uma ETA de 330 L/s. A partir de agosto de 2022 houve substituição da operadora do sistema e a nova concessionária deparou-se com a situação de uma grande massa de lodo extremamente adensada, chegando a 30-45% de teor de sólidos na parte sob as lamelas, enquanto a literatura de referência cita como faixa admissível entre 0,5-5%. Essa situação trouxe várias consequências operacionais, dentre as quais a impossibilidade de remover este lodo por carga hidráulica, conforme o projeto original da ETA, obrigando a operação a realizar longas paradas em cada decantador para remoção manual, criando vários custos não-previstos inicialmente. Outras consequências foram a redução do volume útil do decantador, em decorrência do acúmulo de 529,8 toneladas de lodo nos dois decantadores e a redução da capacidade de retenção de sólidos dos decantadores, acarretando redução das carreiras de filtração, que chegaram a ser de 6h na ETA, quando o esperado pela característica da água bruta, de baixa turbidez, seria uma carreira de filtração de, no mínimo, 12h. Os procedimentos e a caracterização do lodo apresentados para a resolução desta situação atípica podem contribuir como lições aprendidas para operadoras de ETAs deparando-se com situações similares em suas realidades operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Decantador de ETA, Dificuldades Operacionais, Lodo de ETA, Remoção de Lodo, Tratamento de Lodo.

INTRODUÇÃO

O lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) é o resíduo gerado durante o descarte de fundo dos decantadores e retrolavagem dos filtros. O teor de sólidos do lodo gerado nos decantadores varia muito dependendo do tipo de decantador, modo de descarga e frequência de limpeza, sendo encontrado na literatura valores de referência entre 0,1% a 5,0% de sólidos, mas, em geral, inferiores a 1%, com decantadores convencionais com baixos teores (0,5%) e decantadores laminares com teores típicos entre 0,5 e 2,0% (Ferreira Filho, 2017; Richter, 2001).

Além da grande parcela da água, esse lodo é também composto pelos químicos do processo de tratamento e por sólidos em suspensão, principalmente partículas de solo – areia, silte e argila, podendo também apresentar matéria orgânica, algas, bactérias e vírus (Bosco et al. 2021). Devido a essa composição, o lodo não deve ser lançado nos corpos hídricos, pois pode causar assoreamento e contaminação pelos produtos químicos usados na ETA (Bosco et al. 2021).

No Brasil, essa prática já é proibida, sendo os lodos gerados nas ETAs classificados como resíduos sólidos pela NBR 10004 e que, portanto, devem ser dispostos sem ocasionar danos ao meio ambiente (Mattos & Girard, 2013). Para tanto, é necessária a remoção do lodo dos decantadores e seu tratamento visando desaguamento para um teor de sólidos de, no mínimo de 20%, de forma a permitir uma redução no volume e encaminhamento para a destinação final deste resíduo (Richter, 2001).

A remoção do lodo do decantador pode ser feita de forma contínua ou de forma intermitente (Richter, 2001). Nesse caso, um dos erros operacionais mais comuns é permitir retenção do lodo nos decantadores por períodos de tempo muito longos, o que leva ao processo de adensamento do lodo dentro do decantador, trazendo vários prejuízos operacionais (Ferreira Filho, 2017).

O caso relatado neste trabalho se refere ao lodo acumulado por longo período de tempo (acredita-se, chegando a mais de 2 anos na parte sob as lamelas) em decantadores de uma estação de tratamento de água de 330 L/s. Através de um processo licitatório a operadora foi substituída a partir de agosto de 2022. Sob a antiga operação houve um acúmulo de lodo no decantador e, devido ao longo período de tempo em que ocorreu este acúmulo, o lodo adensou a níveis muito acima daqueles usualmente encontrados em ETAs, acarretando significativos impactos sobre a operação da estação, bem como sobre os procedimentos usados para viabilizar a retirada do lodo e limpeza dos decantadores.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar o procedimento para remoção do lodo dos decantadores da ETA, procedimento esse que foi diferente do usual devido ao elevado grau de adensamento encontrado no lodo nos decantadores. O procedimento se dividiu nas seguintes etapas:

Etapa 1) Limpeza inicial do primeiro segmento dos decantadores (parte sem lamelas) utilizando dragas de sólidos e hidrojetamento para limpar o fundo, com envio do lodo para desaguamento em geotêxtil (geobag);

Etapa 2) Esvaziamento parcial dos decantadores para inspeção e diagnóstico da situação e amostragem do lodo;

Etapa 3) Limpeza do segundo segmento dos decantadores (parte com lamelas) de forma manual, com retirada do lodo adensado diretamente em caçambas, removidas do decantador através de içamento por guindaste e encaminhadas para disposição.

O trabalho também teve como objetivo caracterizar o lodo encontrado nos decantadores e os quantitativos mássicos de lodo removidos. Espera-se que o procedimento apresentado e os resultados de caracterização do lodo acumulado contribuam como lições aprendidas para futuras concessionárias ou operadoras de ETAs deparando-se com situações similares em suas realidades operacionais. Espera-se, também, contribuir para a geração de conhecimento acadêmico com relação à caracterização de lodo de ETA em uma situação atípica de operação, onde se encontrou lodo com teor de sólidos uma ordem de magnitude acima do esperado na literatura para decantadores convencionais e lamelares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a etapa 1, executada no primeiro segmento dos decantadores (parte sem lamelas), foram utilizadas dragas de sólidos com vazão nominal de 40, 60 ou 200 m³/h. A escolha da draga dependia da situação operacional do momento, chegando a ser operadas até 2 dragas simultaneamente. Foram utilizados mangotes flexíveis para sucção e descarga. Hidrojateamento foi feito para reduzir o adensamento da lama de lodo, que era então sugado pela draga, recebia adição de polímero não-iônico e era encaminhado para desaguamento em geotêxtil (geobag). O procedimento foi feito com os decantadores em carga.

Para a etapa 2 foi realizado um esvaziamento parcial do decantador, com interrupção da vazão afluente. Utilizou-se bomba submersível e mangotes para baixar o nível da água até chegar na manta de lodo, jogando a água contendo flocos diretamente no canal de água decantada. Nesse momento foi feita a primeira série de coletas; um total de 03 coletas de diferentes pontos do decantador foram feitas, todas no segmento sem lamelas, com objetivo de caracterizar a manta de lodo líquida encontrada. Posteriormente, esgotou-se o restante da manta de lodo com as dragas, chegando-se ao piso do decantador. Nesse momento procedeu-se à descida ao reator para inspeção, onde observou-se que havia uma grande quantidade de lodo muito adensado, praticamente empedrado, embaixo de toda a extensão das lamelas. Iniciou-se, então, a etapa 3.

Para a etapa 3 foi realizada a remoção manual do lodo acumulado embaixo das lamelas. Ele foi retirado com uso de pás e depositado em caçambas de 5m³, que foram içadas por um guindaste de 100 Ton e encaminhadas por uma carreta a aterro sanitário para o descarte do lodo. Nessa etapa foi feita a segunda série de coletas, tendo sido coletadas mais 04 amostras, sendo 03 da superfície da massa densa de lodo, e 01 a uma profundidade de 50cm dentro desta massa. Foi feita também a medição da altura da massa de lodo utilizando uma haste graduada, que foi fincada no piso do decantador.

Todas as amostras coletadas foram analisadas em duplicata para teor de sólidos totais, sólidos fixos e voláteis. Os métodos de análise seguiram a literatura de referência (APHA, 2012).

Para a conversão do volume de lodo em massa, utilizou-se a equação 1 (Von Sperling, 2007)

Volume de lodo (m³) → massa de sólidos (kg) / [(teor de sólidos secos (%)/100) . massa específica do lodo (kg/m³)] equação (1)

RESULTADOS OBTIDOS

As figuras a seguir ilustram o lodo nos decantadores.



Figura 1: Imagens da manta de lodo líquida após o esvaziamento parcial dos decantadores, momento em que foi feita a primeira série de coletas.



Figura 2: imagens da massa de lodo acumulado embaixo das lamelas, momento em que foi feita a segunda série de coletas.

Verificou-se a manta de lodo visível na parte sem lamelas não era homogênea, possuindo alguns pontos menos densos, líquidos, e outros pontos de lodo quase sólidos (Figura 1). Ambos foram amostrados. Na parte sob as lamelas, verificou-se que o lodo também acumulou de maneira desuniforme, com alguns pontos mais baixos e outros muito mais altos (Figura 2), sendo a altura média da massa de 1,0m e a altura máxima observada 1,80m.

A Tabela 1 a seguir apresenta os resultados da caracterização do lodo.

Tabela 1: Resultados da caracterização do lodo dos decantadores.

PRIMEIRA SÉRIE DE COLETAS – COLETAS NO SEGMENTO SEM LAMELAS DO DECANTADOR							
	Descrição do ponto de coleta	Resultado			Duplicata		
		ST (%)	SF (%)	SV (%)	ST (%)	SF (%)	SV (%)
1	Superfície da manta líquida de lodo, na parte visivelmente menos adensada	4,340	3,432	0,908	4,313	3,365	0,948
2	Superfície da manta líquida de lodo, na parte visivelmente mais adensada, que formava uma crosta	14,162	11,627	2,535	14,248	11,536	2,712
3	Profundidade de cerca de 50cm na manta de lodo, próximo ao piso, ao lado de onde estava localizada a draga	26,815	22,411	4,404	27,459	23,198	4,261
SEGUNDA SÉRIE DE COLETAS – COLETAS NO SEGMENTO COM LAMELAS DO DECANTADOR							
	Descrição do ponto de coleta	Resultado			Duplicata		
		ST (%)	SF (%)	SV (%)	ST (%)	SF (%)	SV (%)
1	Superfície da massa sólida de lodo (ponto 1)	27,937	23,355	4,682	29,211	24,543	4,668
2	Superfície da massa sólida de lodo (ponto 2)	30,432	25,235	5,197	31,208	25,737	5,471
3	Superfície da massa sólida de lodo (ponto 3)	29,648	24,992	4,656	29,654	25,142	4,511

4	Profundidade de cerca de 50cm na massa sólida de lodo (que ao total tinha 1,0m de altura)	44,252	37,56	6,693	45,391	39,974	5,417
---	--	--------	-------	-------	--------	--------	-------

Um total de 4 geotêxteis foram utilizados para receber o lodo somente da etapa 1. O volume total de lodo contido nos geotêxteis (conforme medido em campo) foi 640 m³.

Utilizando a fórmula 1, e assumindo nos geotêxteis teor de sólidos típico de 20% e massa específica de 1150 kg/m³ (Ferreira Filho, 2017), tem-se uma massa total de lodo nos geotêxteis de 147,2 toneladas encaminhadas à disposição final somente durante a etapa 1. Já na etapa 3 foram removidas um total de 382,6 toneladas nas caçambas.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A grande porcentagem de sólidos fixos em relação aos sólidos totais, observada em todas as amostras da Tabela 1, justifica-se devido à natureza do lodo da ETA, que é predominante em elementos inorgânicos (Richter, 2001), além do longo tempo que o lodo ficou acumulando nos decantadores, onde o conteúdo orgânico pode ter sido degradado. Além disso, os teores de sólidos do lodo mostrados encontram-se todos muito acima dos valores encontrados na literatura, dados na seção de introdução, o que ilustra o longo período de tempo que o lodo ficou acumulando nos decantadores. Essa situação traz grandes problemas operacionais, dentre as quais sobressai a impossibilidade de remover este lodo por carga hidráulica, conforme o projeto original da ETA, obrigando a operação a realizar uma longa parada do decantador para remoção manual, além dos custos envolvidos nesse procedimento (aluguel de caçambas, do caminhão—guindaste e de equipe extra para mobilizar este processo).

Outras consequências também foram observadas na ETA, tais como i) redução do volume útil do decantador, em decorrência do acúmulo de 382,6 toneladas de sólidos abaixo das lamelas; e ii) redução da capacidade de retenção de sólidos do decantador, que na média da literatura é de 95% (Ferreira Filho, 2017), mas apresentava-se visivelmente reduzida, com muita perda de sólidos para o filtro. Isto acarretou redução das carreiras de filtração, que chegaram a ser de 6h na ETA, mesmo com água bruta com turbidez baixa, de 10-15 UNT – quando o esperado para essa água seria uma carreira de filtração de, no mínimo, 12h.

Enfatiza-se a importância da etapa 1 do procedimento de limpeza devido à existência da manta de lodo na parte sem lamelas no decantador. Esta manta de lodo, que corresponde ao volume estimado de 640 m³ a 20% de sólidos, tornou impossível esvaziar o decantador direto no canal de água decantada, pois isto levaria a uma colmatação imediata dos filtros, interrompendo efetivamente a operação da ETA. Além disso, a etapa 1 foi necessária para que se pudesse operacionalizar a etapa 3, visto que, para que operadores pudessem acessar o interior do decantador e se movimentar, era fundamental o piso na parte sem lamelas estivesse limpo de lodo. Cumpre comentar, por fim, que a escolha da remoção manual do lodo sob as lamelas se deu porque esta área era inacessível a maquinário, devido a existência de colunas de sustentação nesse segmento com espaçamento muito pequeno entre elas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No caso apresentado neste trabalho, o acúmulo de lodo nos decantadores por longo período de tempo acarretou a criação de uma massa de lodo extremamente adensada sob as lamelas, chegando a 30-45% de teor de sólidos, além de uma manta de lodo menos densa por cima desta massa. Ao final, foram removidas um total de 529,8 toneladas de lodo acumulado dos dois decantadores.

A remoção desta massa representou um expressivo custo não-previsto inicialmente e fora do usual para a operação, composto pela aquisição de 4 geotêxteis (geobags), polímero, aluguel de caçambas e de caminhão-guindaste, equipe extra para remoção manual do lodo sob as lamelas e custo para destinação do material, que é pago por tonelada. Esta situação acarretou, também, um período de 75 dias (durante o qual as 3 etapas de limpeza estavam sendo desenvolvidas) em que a estação teve uma performance aquém do ideal, com redução da carreira de filtração para no mínimo a metade do que seria esperado pela qualidade da água bruta.

Acredita-se que toda essa situação se originou devido à dificuldade de remover o lodo do decantador, em particular sob as lamelas, uma vez que o sistema de remoção hidráulico originalmente projetado, ao que tudo indica, estava subdimensionado, e não foram instalados equipamentos de remoção mecânica apropriados para resolver este problema no momento da instalação das lamelas no decantador. Este estudo de caso, portanto, ilustra a importância de projetar os dispositivos de remoção de lodo concomitantemente ao projeto de instalação de lamelas em decantadores convencionais sendo que, em caso de ETAs de grande porte, recomendam-se equipamentos de remoção mecânica contínuo e com redundância. Evita-se, assim, a existência de longos períodos de tempo entre as limpezas e consequente adensamento do lodo no fundo, além de evitar-se a necessidade de interrupção do funcionamento do decantador para descarregamento do lodo e limpeza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro. 2016.
2. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - SMEWW. 22 ed. American Public Health Association, 2012.
3. BOSCOV, M.E.G., et al. Beneficial Use of Water Treatment Sludge in Geotechnical Applications as a Sustainable Alternative to Preserve Natural Soils. Sustainability, Basel, Switzerland, 13, 9848, 2021. DOI: 10.3390/su13179848.
4. FERREIRA FILHO, S.S. Tratamento de Água - Concepção, Projeto e Operação de Estações de Tratamento. 1. ed. GEN LTC, 2017. 472 p.
5. MATTOS, M.R.U, GIRARD, L. Caracterização físico-química e ensaios de adensamento em coluna do lodo produzido em uma Estação de Tratamento de Água de grande porte. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 28, 2013.
6. RICHTER, C.A. Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água. 1. ed. Blucher, 2001. 112 p.
7. TEIXEIRA, P.C. et al. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 574 p.
8. VON SPERLING, M., GONÇALVES, R.F. Sludge Treatment and Disposal. 1.ed. IWA Publishing, 2007.