

I-078 - QUANTIFICAÇÃO DO LODO GERADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS E RELAÇÃO COM A CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS NA ÁGUA BRUTA

Mateus Barreto Flausino⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFLA

Naraluce de Lima⁽²⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFLA

Suellem Cristiane de Carvalho⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitária pela UFLA

Dyego Maradona Ataíde de Freitas⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo. Coordenador de Saneamento da UFLA.

Ronaldo Fia⁽⁵⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela UFV. Doutorado em Engenharia Agrícola pela UFV. Professor Adjunto do DEG/UFLA

Endereço⁽¹⁾: Câmpus Universitário. Caixa postal 3037. Lavras – Minas Gerais – CEP 37.200-000. Tel: +55 (35) 3829-3103 - e-mail: mbfbarreto@gmail.com

RESUMO

As águas bruta captada para abastecimento e disponibilização para consumo humano, normalmente não podem ser utilizadas de forma direta, são necessárias as Estações de Tratamento de Água (ETA) que, através dos processos físico-químicos tornam a água potável. Entretanto durante esse processo a ETA gera um resíduo conhecido como lodo. A formação do lodo pode sofrer variação devido a qualidade da água bruta e dos insumos químicos que são inseridos como parte integrante do tratamento da água. No planejamento de uma unidade ETA, já deve ser previsto o volume gerado diariamente para definir o melhor método de destinação, que pode ser aterro, mas há outras alternativas, como exemplo uso para fabricação de tijolos. Foi realizado um trabalho na ETA da Universidade Federal de Lavras, com o objetivo de avaliar a relação da concentração dos sólidos na água bruta com a geração de lodo, bem como a quantificação desse resíduo. Ao finalizar foi possível a quantificação da massa de sólidos gerada na Estação de Tratamento de Água da Universidade Federal de Lavras no decantador e filtros. Os valores médios diários para essas duas unidades foram, respectivamente, 12,25 kg e 1,4 kg. Em posse dessa informação pode ser avaliado as possibilidades para destinação alternativas e sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, Resíduo Classe II, Quantificação de Sólidos.

INTRODUÇÃO

Um meio muito utilizado para ao tratamento da água bruta transformando-a em água potável são as Estações de Tratamento de Água (ETA). O funcionamento de uma ETA ocorre com diversos processos para que a água atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011) e, assim, não ofereça riscos à saúde. Os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração, e a adição de diferentes compostos químicos formam resíduos que serão removidos por sedimentação e filtração, principalmente nos decantadores. Esses resíduos são denominados de lodo de ETA.

Devido à sedimentação dos flocos que ocorre nos decantadores, onde ficam retidos de acordo com o sistema de descarga, o lodo é gerado. Certa parte dos flocos não sedimenta nessas unidades, segue para a etapa de filtração, onde são retidos.

O lodo produzido durante o processo de potabilização da água nas ETAs é constituído de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta e, principalmente, grandes concentrações de sais, decorrentes da adição de produtos químicos e polímeros condicionantes do processo (RODRIGUES, 2015).

Esse lodo possui características variadas, dependendo das condições apresentadas pela água bruta, da dosagem e tipo de insumos químicos utilizados e até mesmo da forma de limpeza dos decantadores e filtros.

O resíduo proveniente de ETAs são classificados como resíduos sólidos pertencentes à classe II- não perigosos, de acordo com NBR-10004 (ABNT, 2004). Dessa forma, torna-se necessária a destinação adequada do mesmo. Vale destacar, que a decisão quanto ao destino desse resíduo deve ser realizada ainda na fase de projeto e se devem considerar os custos elevados de transporte, as restrições ambientais, as técnicas a serem usadas (que são influenciadas pelas características do lodo, a área disponível e o clima local), como abordado por RITCHER (2001).

Como alternativa para a disposição do lodo gerado pela ETA, podem-se mencionar os aterros sanitários (teor de sólidos >30%), a disposição controlada em alguns tipos de solos, desde que atenda às condicionantes legais ambientais, a incineração dos resíduos, o lançamento na rede coletora de esgoto, bem como aplicações industriais diversas, tais como fabricação de tijolos ou outros materiais de construção.

Portanto, faz-se necessário o estudo aprofundado das características e da quantidade de lodo a ser gerado nas ETAs, para que exista uma destinação que confira melhor aproveitamento, tanto no meio econômico, como no âmbito ambiental. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação da concentração dos sólidos na água bruta que chega à ETA da Universidade Federal de Lavras com a geração de lodo, bem como a quantificação desse resíduo.

METODOLOGIA

Localizada em Lavras, sul de Minas Gerais, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA/UFLA). O trabalho apresentado foi desenvolvido com dados e amostras provenientes dessa Estação, na qual são tratados, em média, 450.000 litros de água diariamente pelo método convencional.

O processo de tratamento consiste na captação de água em lagoas da Universidade, passagem pela Calha Parshall, adição de insumos químicos (carbonato de cálcio, cloreto férrico e hipoclorito de cálcio), sistema de floculação, decantação, filtração e, antes de ser distribuída, por desinfecção com cloro no reservatório.

As coletas realizadas foram de água bruta e efluente gerado no decantador e filtros da ETA/UFLA entre os dias 18/05/2016 e 30/06/2016. Em relação à água bruta, coletou-se, três vezes por semana, o volume de 2 L.

O efluente gerado pelos filtros foi coletado com rodízio entre os cinco filtros existentes, visto que são esvaziados a cada limpeza, em média três deles. As coletas ocorreram três vezes por semana. Inicialmente, o volume de 400 mL, a cada 30 segundos foi recolhido, até totalizar 10 amostras, que foram homogeneizadas. Desse volume total, retirou-se 2 L para a realização das análises. Após 10 coletas, passou-se a coletar 20 amostras em intervalos de 15 segundos, com o volume de 400 mL. O mesmo valor de 2 L permaneceu como o volume encaminhado ao laboratório para realização das análises.

O decantador apresentou menor frequência de coleta, visto que sua limpeza ocorre a cada 10 dias. Em cada uma dessas lavagens foram coletadas 10 amostras de 400 mL, com intervalos de tempo de 2 minutos. O volume de 2 L foi retirado para as análises no laboratório. Quando houve a mudança na coleta dos filtros, alteraram-se também as do decantador, em que 40 amostras de mesmo volume (400 mL), a cada 30 segundos, foram coletadas e do volume total retirados 2 L para envio ao laboratório. Feito as coletas, as amostras representativas foram levadas aos Laboratórios de Qualidade de Água e de Análise de Águas Residuárias, no Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do DEG/UFLA. As análises foram realizadas em triplicata e, ao final, uma média dos valores. As seguintes variáveis foram analisadas: pH (por potenciometria), turbidez (método nefelométrico), sólidos totais, fixos e voláteis (gravimetria) e sólidos sedimentáveis (Cone Imhoff) (APHA; AWWA; WEF, 2005).

Foi necessário o conhecimento das vazões de entrada e de descarte (nos filtros e decantadores). A água bruta teve sua vazão inferida indiretamente. Para as descargas dos filtros e decantador, utilizou-se um molinete hidrométrico. Para isso, a velocidade de descarga no local onde ocorre a drenagem foi medida em três pontos

distintos e ao final realizada uma média desses valores. Em pontos da canaleta de descarga onde a trajetória é a mais linear e sem obstáculos físicos, averiguou-se a altura da lâmina de efluente e a largura desse canal de descarga. Com esses dados e por meio da equação 1, pôde-se calcular a área de seção transversal.

$$A = H \cdot L \quad \text{equação (1)}$$

Em que: A = área de seção transversal de escoamento do efluente; H = altura da lâmina do efluente; L = largura da seção de escoamento do efluente. Com a equação 2, a partir dos dados de área e velocidade, a vazão (para filtros e decantadores) foi estimada.

$$Q = A \cdot V \quad \text{equação (2)}$$

Em que: Q = vazão do efluente; A = área de seção transversal de escoamento do efluente; V = velocidade média de escoamento do efluente. Para iniciar o processo de estimativa de produção de lodo, os volumes de descarga dos filtros e do decantador foram determinados por meio da equação 3.

$$\text{Vol} = Q \cdot t \quad \text{equação (3)}$$

Em que: Vol = volume do efluente; Q = vazão do efluente; t = tempo de descarga dos efluentes.

Em seguida, conhecendo a concentração de sólidos do efluente e seu volume, foi possível a determinação da massa de sólidos gerada. É importante ressaltar que os filtros são lavados diariamente. Logo, o valor de massa encontrado diz respeito a cada filtro, o que leva à necessidade de se multiplicar pelo número de filtros lavados para se encontrar a massa total do dia de limpeza em questão. Por outro lado, o decantador passa por limpeza a cada dez dias, o que infere que o resultado de massa encontrado deve ser dividido por 10 e, assim, a massa de sólido encontrada tenha referência diária.

RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentados os valores encontrados para as variáveis analisadas em relação ao lodo descartado nos filtros e decantador da ETA/UFLA.

Tabela 1: Valores médios obtidos na caracterização do lodo dos filtros e do decantador durante as coletas realizadas no monitoramento da ETA-UFLA

VARIÁVEIS	LODO DOS FILTROS	LODO DO DECANTADOR
pH	7,3	6,8
Turbidez (uT)	239	2.791
ST (mg L ⁻¹)	233	9.500
STF (mg L ⁻¹)	168	7.036
STV (mg L ⁻¹)	81	2.464
SD (mL L ⁻¹)	18	342

Valores de ST – sólidos totais, STV – sólidos voláteis, STF – sólidos fixos, e SD – sólidos sedimentáveis

Em relação ao decantador, na Tabela 2 são exibidos os valores mínimo (18/mayo), máximo (08/jun) e médio de sólidos totais, respectivamente do efluente dessa unidade de tratamento da Estação da Universidade Federal de Lavras;

Tabela 2: Valores médios de sólidos totais (mg L⁻¹) do lodo gerado no decantador da ETA/UFLA.

COLETA	MÉDIA DIÁRIA ST (mg L ⁻¹)
18/maio	6.550
08/jun	12.198
Valor médio geral	9.499

Conhecendo-se os volumes que são descartados a cada limpeza/descarga do decantador e a concentração de sólidos presente no resíduo, foi possível quantificar, em kg, a massa de sólidos gerada. Esse cálculo foi feito e os valores diários das respectivas massas estão explícitos na Tabela 3.

Tabela 3: Massa de sólidos (kg dia⁻¹) gerada no decantador da ETA/UFLA.

COLETA	MASSA DE SÓLIDOS (kg dia ⁻¹)
18/mai	8,45
30/mai	9,06
08/jun	15,73
20/jun	14,69
29/jun	13,32
Média	12,25

O estudo dos filtros ocorreu de modo semelhante ao realizados sobre o decantador. Os valores de sólidos totais foram mínimos no dia 31 de maio e máximos em 15 de junho.

Tabela 4: Valores médios de sólidos totais (mg L⁻¹) do lodo gerado nos filtros da ETA/UFLA.

COLETA	MÉDIA DIÁRIA ST (mg L ⁻¹)
31/mai	178
08/jun (Valor máximo)	364
Valor médio geral	264

O cálculo das massas de sólidos geradas diariamente ocorreu da mesma maneira que no decantador, ou seja, a partir do conhecimento do volume efluente e da concentração média de sólidos. Os valores, em kg, de todos os dias de coletas, bem como a média, estão representados na Figura 1.

Com esses dados foi possível a quantificação da massa de sólidos gerada na Estação de Tratamento de Água da Universidade Federal de Lavras no decantador e filtros. Os valores médios para essas duas unidades foram, respectivamente, 12,25 kg e 1,4 kg, o que evidencia que a maior parte dos resíduos descartados pela Estação são provenientes do decantador. Isso pode ser explicado pelo fato de que os filtros recebem menos sólidos, visto que a decantação ocorre primeiramente e, assim, uma fração significativa de sólidos fica retida nesse processo.

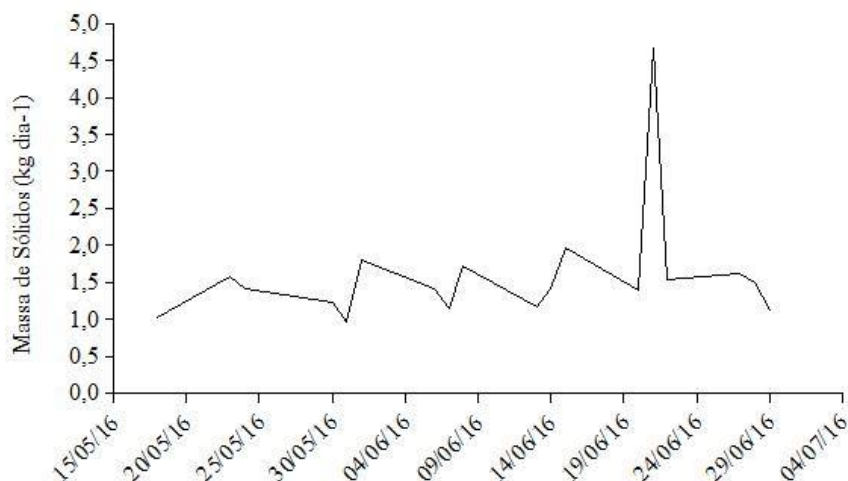


Figura 1: Massa de sólidos (kg dia⁻¹) gerada nos filtros da ETA/UFLA.

O aumento na quantidade de sólidos totais lodo está relacionado ao aumento da concentração de sólidos totais da água bruta. A Figura 2 relaciona a quantidade de sólidos totais presente na água bruta que entra na estação com a quantidade de sólidos totais no decantador e nos filtros no período de maio e junho de 2016. Nota-se que no decorrer monitoramento da ETA/UFLA não houve grande variação na quantidade de sólidos totais presentes na água bruta. Entretanto, a quantidade presente no lodo proveniente do decantador foi mais variável, o que pode ser explicado devido aos insumos químicos adicionados durante o processo de tratamento da água, cuja dosagem é realizada manualmente em função da experiência dos técnicos.

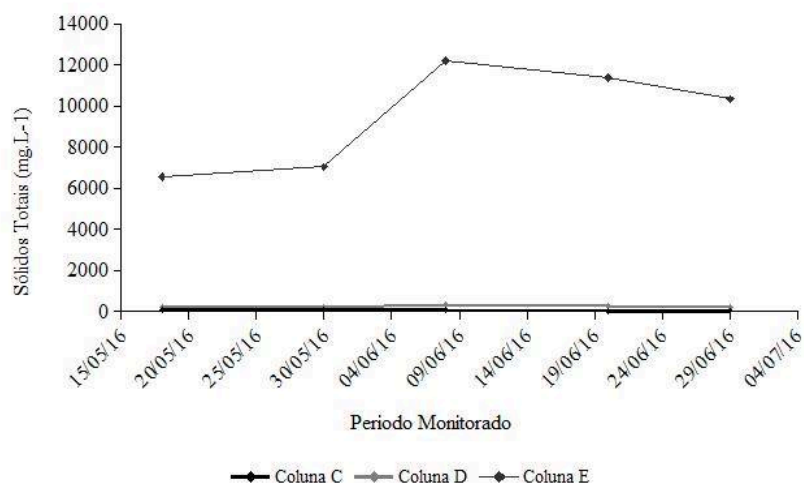


Figura 2: Concentração de sólidos totais da Água bruta e do efluente gerado pelo decandaor e pelos filtros da ETA/UFLA no período de 18/maio a 29/junho de 2016.

CONCLUSÃO

O trabalho pôde proporcionar à Estação de Tratamento de Água da UFLA o conhecimento da quantidade de massa sólida gerada no período compreendido entre maio e junho de 2016. Constatou-se que a unidade majoritariamente geradora é o decantador, em função do método convencional de tratamento, no qual é retida a maior porção de sólidos. Sugere-se que próximos trabalhos possam ser realizados considerando as variáveis qualitativas desse lodo, visto que a aplicação na indústria, produção de tijolos, cerâmicas e demais finalidades dependem desse conhecimento para que a melhor destinação ocorra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004:2004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez. 2011a.
3. RODRIGUES, F. N. Caracterização dos resíduos da estação de tratamento de água da UFLA e aproveitamento na confecção de tijolos de solo-cimento. 2015. 118 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
4. RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. 112 p.