

DIAGNÓSTICO DE PRODUÇÃO DE LODO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM PALMAS-TO

Elaine Cunha Silva Paz. E-mail: elaine@ifto.edu.br
Isabel Cristina Araujo Vieira. E-mail: isabelcristina_av@hotmail.com
Michelle Ludmila Guedes dos Santos. E-mail: ludmilaguedes@ifto.edu.br
Giulliano Guimarães Silva. E-mail: giullianogsilva@gmail.com
Sérgio Carlos Bernardo Queiroz. E-mail: sergiocbq@gmail.com
Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoala. E-mail: cpaschoa@unaerp.br
Luciana Rezende Alves de Oliveira. E-mail: lroliveira@unaerp.br

Resumo: As Estações de Tratamento de Água (ETA) são fundamentais para a garantia da qualidade da água. Nos Processos de tratamento da água bruta em água potável, as ETA utilizam produtos químicos na etapa de coagulação que uma vez agregado com as impurezas, geram quantidades significantes de resíduos sob forma de lodo. O manejo e a disposição adequada de lodos são os atuais desafios enfrentados pelas ETA, devido a sua toxicidade, o teor de sólidos e quantidade de água presente. O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de quantificar o lodo gerado pela descarga de decantadores da Estação de Tratamento de Água (ETA 003) de Ciclo Completo da cidade de Palmas – TO, fundamentado na metodologia, de Di Bernardo et al. (2012), que descreve os métodos para a realização dos estudos com os resíduos gerados em estações de tratamento de água. Foram avaliados resultados reais da caracterização da água bruta de entrada da ETA dos parâmetros turbidez e sólidos suspensos totais (SST), que serviram para estimar os resíduos gerados pela descarga dos decantadores e da água de lavagem dos filtros. A estimativa da massa seca crítica diária de lodo, com a ETA operando numa vazão de 100 L. s⁻¹ e tempo de funcionamento de 21 h, foi de 0,78 t.d⁻¹ enquanto que, a massa seca total de lodo gerada na ETA, no período de um ano, operando com vazão de 130 L.s⁻¹ e tempo de funcionamento de 18 h foi de aproximadamente 75 toneladas.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Água; Resíduos Sólidos; Lodo de estação de tratamento de água.

DIAGNOSIS OF SLUDGE PRODUCTION AT THE WATER TREATMENT STATION IN PALMAS-TO

Abstract: Water Treatment Stations (WTS) are essential for ensuring the quality of water. In the processes of treatment of raw water in drinking water, the WTS use chemicals in the coagulation stage that, once added to the impurities, generate significant amounts of waste in the form of sludge. The management and proper disposal of sludge are the current challenges faced by WTS due to their toxicity, the solids content and the amount of water present. The present work was developed with the objective of quantifying the sludge generated by the discharge of decanters from the Full Cycle Water Treatment Station (WTS 003) of the city of Palmas – TO Brazil, based on the methodology, by Di Bernardo et al. (2012), which describes the methods for conducting the studies with waste generated in water treatment plants. The results of the characterization of the raw water of the ETA of the parameters turbidity and total suspended solids (TSS) were evaluated, which were used to estimate the waste generated by the discharge of the decanters and the washing water of the filters. The daily critical dry mass of the sludge, with the WTS operating at a flow rate of 100 L.s⁻¹ and a running time of 21h, was 0.78 t.d⁻¹, while the total dry mass of sludge generated in the WTS in the period of one year, operating with a flow rate of 130 L.s⁻¹ and an operating time of 18h was approximately 75 tons.

Keywords: Water treatment station; Solid Waste; Sludge Water Treatment Stations.

1. INTRODUÇÃO

A finalidade das estações de tratamento de água para abastecimento público tem sido produzir água segura ao consumo humano. Para isso, utiliza vários processos e operações que, mediante a introdução de produtos químicos, transformam a água bruta, inadequada para o

consumo humano, em água de acordo com os padrões de potabilidade exigidos. Todos estes processos geram resíduos.

A quantidade e a qualidade dos resíduos produzidos em uma ETA dependem de vários fatores, destacando-se: qualidade da água bruta; tecnologia de tratamento; características da coagulação; uso, característica e dosagem do auxiliar de coagulação (floculação ou filtração), do oxidante e do adsorvente (carvão ativado em pó); método de limpeza dos decantadores (ou flutadores); método de lavagem dos filtros; habilidade dos operadores; automação de processos e operações na estação; e reuso da água recuperada no sistema de tratamento (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

Segundo Achon *et al.*, (2013), os principais resíduos gerados nas ETAs, que operam com tecnologia de ciclo completo, são o lodo de decantadores e a água de lavagem de filtros. O lodo é definido como resíduo sólido, e, portanto, deve estar em consonância com os preceitos da Lei 12.305/2010 e da série de normas NBR 10.004/, (2004). Esses resíduos são gerados durante o tratamento da água nas ETA's, através dos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração.

Os lodos de ETA's são classificados pela série de normas NBR-10.004, (2004) como resíduos sólidos, não sendo permitido seu lançamento "*in natura*" em águas superficiais (PEREIRA, 2011).

Segundo Athaydes Fadanelli e Wiecheteck (2010), os decantadores contém a maior parte dos sólidos gerados em uma estação de tratamento de água sendo que, a quantidade de lodo gerado depende do tipo de captação, do processo de tratamento, da qualidade da água bruta, dos tipos de coagulantes utilizados, da dureza e da qualidade final desejada.

Conforme Katayama *et al.*, (2015), são escassas as experiências realizadas no Brasil para reduzir os problemas relacionados ao lodo de estação de tratamento de água, em sua grande maioria estes são lançados em rios e poucas estações têm um tratamento e disposição adequada do resíduo.

O lançamento dos resíduos gerados em ETAs nos corpos d'água, quando não aprovado por órgãos ambientais, é considerado como crime ambiental devido aos efeitos diretos causados ao ambiente aquático do corpo receptor, provocando danos à fauna aquática. Constitui-se crime ambiental, de acordo com o artigo 54 da Lei 9.605 (1998).

As dificuldades em ações de gestão de resíduos sólidos de ETA são decorrentes da pouca informação sobre estes lodos uma vez que, muitas vezes os mesmos não são medidos e ou quantificados (ACHON *et al.*, 2012).

Devido a concentração elevada de sólidos, turbidez, metais e matéria orgânica existente nos lodos de ETA, fica evidente que o lançamento compromete a qualidade dos corpos d'água.

Segundo Coelho *et al.*, (2015) em um trabalho de pesquisa, conclui-se que o lodo de ETA tem potencialidade para ser empregado em camadas de pavimentos contribuindo principalmente na redução do impacto ambiental gerado pela disposição deste resíduo no meio ambiente. Reforça-se que as misturas com lodo de ETA ainda necessitam de estudos adicionais da sua aplicabilidade na pavimentação rodoviária.

A importância de se ter conhecimento das características dos resíduos gerados em ETA, se faz necessária para melhor definição de métodos de tratamento e disposição final. Vários parâmetros físicos, químicos e biológicos podem ser utilizados para caracterização dos resíduos. Também é fundamental a quantificação dos resíduos gerados para o planejamento e operação das unidades geradoras, de tratamento e avaliar a sua destinação. O objetivo deste trabalho foi estimar a massa seca de lodo gerada no tratamento da água bruta, realizar ensaios para a caracterização dos resíduos gerados nos decantadores e nas águas de lavagem dos filtros na Estação de Tratamento de Água (ETA 003) de ciclo completo da cidade de Palmas – TO.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A estação de tratamento de água de ciclo completo (ETA 003) estudado se localiza no município cidade de Palmas – TO, e abastecida pelo manancial ribeirão água fria. A ETA 003 opera uma vazão média de 100 L.s^{-1} , e período médio diário de 21 horas, atendendo cerca de 35.000 habitantes da região norte do município. A ETA 003 é formada, por meio de barragem de nível e tomada de água bruta com escoamento por gravidade até o poço de sucção. A tubulação que faz a ligação barragem e poço de sucção é de ferro fundido, classe K-7, com diâmetro de 700 mm e extensão de 50 m (DE SOUZA *et al.*, 2014).

A finalidade da caracterização dos resíduos gerados nos decantadores e filtros na ETA 003 composta por unidades de mistura rápida, floculação, decantação, filtração, desinfecção com hipoclorito de sódio, correção do pH e fluoretação, em seu processo de tratamento. O coagulante utilizado é o sulfato de alumínio aplicado na Calha Parshall, em seguida, segue-se o tratamento onde a água passa pelos floculadores. Após os floculadores, o processo continua nos decantadores, onde realiza descarga do lodo diariamente.

A etapa de filtração da água decantada é realizada em cinco filtros rápidos de areia com fluxo descendente. A lavagem dos filtros é realizada em média a cada 36 horas de operação. O procedimento de lavagem é feito com introdução de água tratada no sentido ascensional, com uma taxa média de $0,8 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{min}^{-1}$ e vazão de $5,7 \text{ m}^3.\text{min}^{-1}$. Os filtros estudados possuem área de meio filtrante de $7,07 \text{ m}^2$ (cada filtro), operam com vazão e taxa de filtração média de 20 L.s^{-1} e $244,4 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, respectivamente. O volume médio de água gasto em cada lavagem do filtro é de aproximadamente 35 m^3 , com um tempo de lavagem de 4,25 minutos.

2.1 Caracterização da água bruta e estimativa da massa seca de lodo gerado na ETA

A caracterização da água bruta foi realizada através de consulta aos Boletins de coleta de dados operacionais da companhia de saneamento, onde é registrado diariamente os dados de monitoramento de turbidez, foram registrados os dados referente aos anos de 2013 e 2014.

A estimativa da massa seca de lodo gerado na ETA a partir da caracterização da água bruta seguiu a metodologia proposta por Di Bernardo e Dantas (2005); equações empíricas para a determinação da quantidade total de sólidos; e por dados práticos, através dos parâmetros de qualidade de água bruta e dosagens de produtos químicos.

Como a concentração de Sólidos Suspensos Totais da água bruta afluyente à ETA 003 não é monitorada, foram usados os dados operacionais de turbidez da água bruta para estimar a concentração de SST na água bruta conforme equação 1, o valor do coeficiente “a” foi adotado com base em trabalhos realizados pela HIDROSAN (2011).

$$SST = a * \text{turbidez} \quad (1)$$

Em que:

SST Sólidos suspensos totais (mg/L);

A coeficiente (0,8);

Turbidez (uT).

Para estimar a geração diária crítica de massa seca e determinar o valor médio de turbidez obtido em um dia crítico (dia de chuva intensa) houve um levantamento da qualidade da água bruta no período de outubro de 2013 a outubro de 2014. Depois de encontrar o valor médio de turbidez do dia de chuvas intensas, verificou-se as dosagens de produtos químicos necessárias para efetuar tratamento. Utilizou-se de 3 (três) condições de vazões de operação da ETA, o que permitiu estimar a geração diária de massa seca para cada vazão de operação.

A estimativa de geração anual de massa seca, empregou-se o estudo de frequência de valores máximos de turbidez obtidos através da análise dos dados de operação no período de outubro de 2013 a outubro de 2014. Foram verificadas as dosagens de produtos químicos necessárias para tratar a água com diferentes valores de turbidez. Utilizou-se também 3 (três) condições de vazões de operação. Com esses dados, estimaram-se os valores anuais de massa seca de lodo para as diferentes vazões de tratamento da ETA 003.

2.2 Caracterização dos resíduos gerados no decantadores e filtros

Para a caracterização dos resíduos gerados nos decantadores e nos filtros foram retiradas amostras das lavagens e levadas para o laboratório, sendo posteriormente feitas as análises de turbidez e Sólidos Suspensos Totais (APHA *et al.*, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das dosagens de produtos químicos para o tratamento de uma água com turbidez em torno de 117,45 uT (valor médio diário do dia crítico de chuvas intensas), obteve-se os valores críticos diários, anuais e totais de massa seca de lodo para as diferentes condições de funcionamento da ETA 003, considerando tempo de operação da ETA diário de 21h. A Tabela 1 apresenta o resultados da estimativa de massa seca de lodo total gerada na ETA em um ano.

Tabela 1. Resultados da estimativa da massa seca total de lodo gerada na ETA no período de um ano.

Faixa de turbidez (uT)	Turbidez média adotada (uT)	SST água bruta (mg/L)	Frequência de ocorrência anual de turbidez	Massa seca de lodo calculada (kg/dia)		
				Vazões		
				50 L/s	75 L/s	100 L/s
até 10	10	8	186	38,46	57,69	76,92
10,01 a 20	15	12	100	61,80	92,70	123,60
20,01 a 50	35	28	74	131,87	197,81	263,74
50,01 a 200	125	100	35	412,25	618,38	824,50
200,01 a 500	350	280	0	1.092,65	1.638,98	2.185,30
Total (t/ano)				37,52	56,28	75,04

Com a turbidez média calculou-se a quantidade de SST presente no lodo da ETA. Para cada vazão de operação foi determinada a massa seca de lodo gerada por dia, levando em consideração a produção de SST do dia. Tendo a massa seca gerada em um dia e a frequência de ocorrência dessa quantidade de massa gerada em um ano, determinou-se o total de massa seca de lodo gerada por ano.

Para obtenção de concentração de sólidos suspensos totais e turbidez nas descargas dos decantadores foram coletadas amostras de descarga a cada 15s, até encerramento da descarga, a qual durou aproximadamente 2 minutos, em seguida foram avaliados a concentração de SST e os valores de turbidez. Os resultados da variação da concentração de SST e turbidez na água decantada em função do tempo estão apresentados na Figura 1.

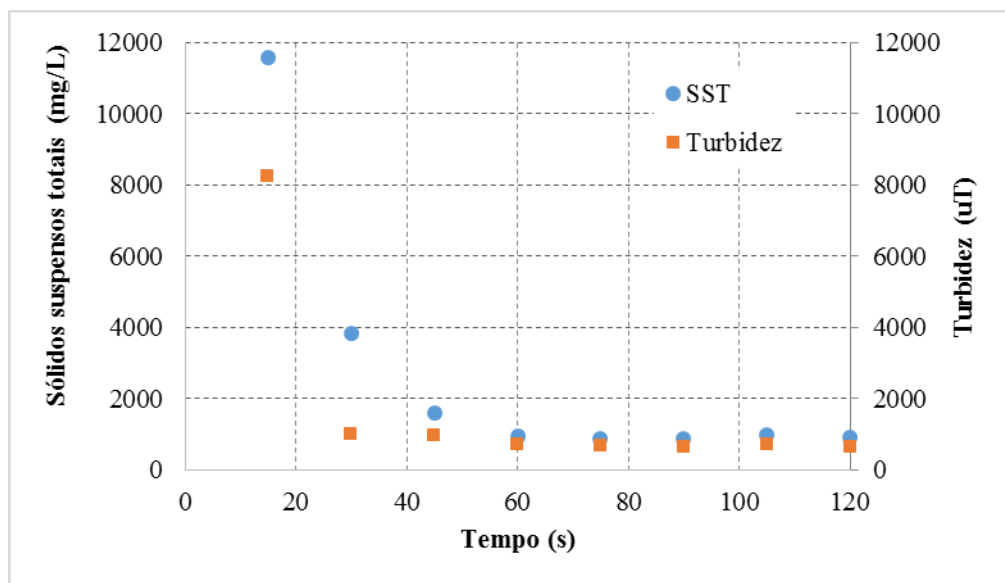


Figura 1. Concentração de SST e turbidez em função do tempo na água decantada.

A maior concentração de SST e turbidez foi obtida no tempo de 15 segundos, observando que após 30 segundos a turbidez permaneceu constante e a concentração de SST foi no tempo de 60 segundos, ocasionado pelo sistema hidráulico de remoção do lodo, que facilita sua saída logo nos primeiros instantes da descarga e diminui de acordo com o tempo.

Os dados obtidos das amostras coletadas na água de lavagem dos filtros encontram-se na Figura 2.

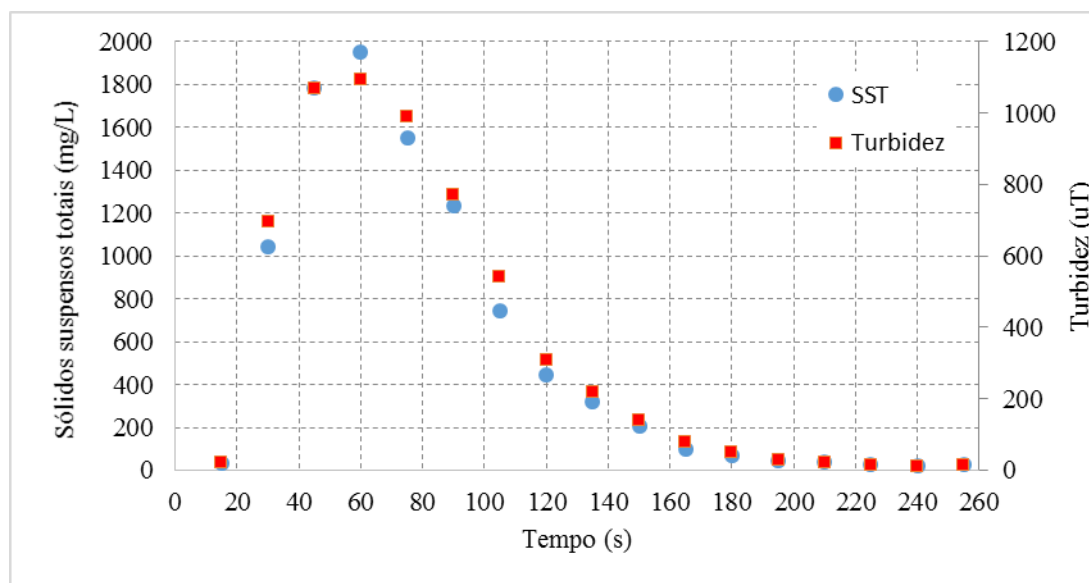


Figura 2. Concentração de SST e turbidez em função do tempo na água de lavagem de filtro.

O aumento dos valores obtidos no intervalo de 0 a 60 segundos de SST e turbidez é decorrente da maior concentração de impurezas retida e inicialmente removidas do meio filtrante, no intervalo de 60 a 180 segundos tem-se a redução da concentração evidenciando a efetividade do sistema de lavagem de meio filtrante na remoção de SST e turbidez, a partir de 200 observa-se que os valores de sólidos e turbidez remanescente permanece constante indicando a limpeza do meio filtrante.

O maior valor de Turbidez encontrado na água de lavagem de filtro foi de 1.094 uT, no tempo de 60 segundos. A menor concentração obteve-se no fim da lavagem, no tempo de 240 segundos (4 minutos), onde o filtro obteve uma concentração de 11,43 uT. O filtro apresentou resultados satisfatórios, alta concentração de turbidez no início, e decréscimo com o decorrer do tempo, chegando ao fim da lavagem com as menores concentrações de turbidez.

A quantidade de água utilizada na lavagem de filtros é de 117 L.d⁻¹, enquanto a massa seca gerada na limpeza de lodo do decantador, operando nas vazões de 50, 75 e 100 L.s⁻¹ foi respectivamente de 0,39, 0,58 e 0,78 toneladas em 21 horas.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com os dados dos Boletins de coleta de dados e nos experimentos realizados com os resíduos (lodo) gerados nos decantadores e na água de lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA 003) de Palmas – TO observou-se que:

- ✓ A estimativa da massa seca crítica diária de lodo, com a ETA operando com vazão de 100 L.s⁻¹ e tempo de funcionamento de 21 h, foi de 0,78 t.d⁻¹;
- ✓ A massa seca total gerada na ETA no período de um ano operando com vazão de 130 L/s e tempo de funcionamento de 18 h foi de 75,04 toneladas;

- ✓ As estimativas de produção de lodo a partir da caracterização da água bruta é uma ferramenta bastante eficiente, e pode servir de base para a Companhia de Saneamento projetar no futuro sistema de tratamento dos resíduos da ETA;
- ✓ Os valores de sólidos foram altos devido o estudo ter sido realizado no período chuvoso, época em que a água bruta apresenta grande quantidade de sólidos.

Recomenda-se que a Companhia de Saneamento, responsável pelo empreendimento, implante um sistema de tratamento para os resíduos produzidos durante o processo de tratamento da água, que foram caracterizados e quantificados neste estudo. Seria importante também, a caracterização química e microbiológica desses resíduos para uma melhor viabilização de tratamento ou disposição adequada. Quanto a água utilizada para a lavagem dos filtros estudos de reaproveitamento devem ser realizados uma vez que são utilizados grandes volumes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Geração e destinação de lodos de estações de tratamento de água na Sub-bacia do Rio Piracicaba, Brasil. XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA), Anais, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF) (1998) *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 19th edition. Washington.

ATHAYDES FADANELLI, L. E.; WIECHETECK, G. K. Estudo da utilização do lodo de estação de tratamento de água em solo cimento para pavimentação rodoviária. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. Páginas 31-37, 2010.

BRASIL. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 27 de julho de 2017.

COELHO, R. V.; TAHIRA, F. S.; FERNANDES, F.; FONTENELE, H. B.; TEIXEIRA, R. S. USO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA (doi: 10.5216/reec. V10i2. 33134). REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 10, n. 2, 2015.

DE SOUZA, R. M. et al., Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas-TO. Prefeitura de Palmas-Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos. Palmas, p. 119, 2014.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. D. B; VOLTAN, P. E. N. Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água. 1ª ed, São Paulo: LDiBe, 2012..

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. D. B; VOLTAN, P. E. N. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. 1. ed. São Carlos: Editora LDiBe, 2005.

HIDROSAN ENGENHARIA. Projeto básico do sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA 06 em Palmas/TO. São Carlos, 2011.

KATAYAMA, V. T.; MONTES, C. P.; FERRAZ, T. H.; MORITA, D. M. Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica. Eng. sanit. ambient, v. 20, n. 4, p. 559-569, 2015.

PEREIRA, S. L. M. Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. UFPB, 2011.