

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS A PARTIR DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DA ETA 006 DE PALMAS - TO

Lucas Damaceno Pereira e Silva¹, Rayca Sabrina Caetano², Yitzhak Nunes Ximenes de Melo³, Giulliano Guimarães Silva⁴, Sérgio Carlos Bernardo Queiroz⁵

1 Graduando em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/IFTO. E-mail: lucasifto@gmail.com

2 Graduanda em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/IFTO. E-mail: rsc_raycasabrina@hotmail.com

3 Graduando em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/IFTO. E-mail: yitzhakmelo@gmail.com

4 Professor do IFTO Campus Palmas da Coordenação de Controle Ambiental. E-mail: giulliano.silva@ifto.edu.br

5 Professor da UFT do Curso de Engenharia Ambiental. E-mail: sergiocbp@gmail.com

Resumo: As Estações de Tratamento de Água (ETAs) são fundamentais na garantia da boa qualidade da água. Para transformar a água bruta em água potável, as ETAs utilizam produtos químicos em seu processo de coagulação, o que gera uma quantidade significativa de resíduos (lodo). O manejo e a disposição adequada desses resíduos são grandes problemas enfrentados pelas ETAs, devido a sua toxicidade, o teor de sólido e quantidade de água presente. O trabalho teve como objetivo estimar a massa seca de lodo gerada pela água bruta da Estação de Tratamento de Água (ETA 006) da cidade de Palmas – TO. A caracterização da água bruta, em termos de turbidez, foi obtida através dos Boletins de Coleta de Dados Operacionais (BCDs), disponibilizados pela BRK Ambiental. A partir dos resultados obtidos, temos que quando a ETA opera com a vazão de 500 L/s ela produz uma quantidade de 3,52 kg/d de lodo. Operando com uma vazão de 600 L/s produz uma quantidade de 4,23 kg/d de massa seca de lodo. Com uma vazão de 700 L/s produz uma quantidade de 4,93 kg/d de massa seca gerada. 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 o 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.

Palavras-chave: Turbidez, SST, lodo, dosagem, Pss

1 INTRODUÇÃO

Segundo IBGE (2000), a indústria de tratamento de água do Brasil produz cerca de 41.10⁶ m³/dia de água tratada, através de estações de tratamento de água (ETAs) convencionais e não convencionais e tratamento por desinfecção simples. As ETAs podem ser vistas como mini fábricas de resíduos, com produção na faixa de 1 a 4 % do volume total de água tratada, que corresponderia à geração de 613.037 m³/dia de resíduos. Este quadro reflete a grande necessidade de gerenciamento adequado desses resíduos.

As ETA's, nos últimos anos, estão se deparando com o problema do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados durante o processo de tratamento de água. Apesar de não ser um problema recente, o efeito da disposição inadequada dos resíduos sólidos gerados pelas ETA's no meio ambiente, tem-se mostrado ser extremamente danoso ao mesmo, especialmente nos

grandes centros urbanos, uma vez que os lodos gerados nessas estações contêm concentrações elevadas de metais pesados, principalmente de alumínio e ferro (BARBOSA, 2000 apud PEREIRA, 2011), que ao serem lançados "in natura" em cursos d'água pode vir a levar toxicidade aos organismos aquáticos.

Além desses lodos conterem metais pesados, apresentam também elevadas concentrações de sólidos, demanda química de oxigênio (DQO) e alta turbidez, que podem causar assoreamento de cursos d'águas, criação de bancos de lodo, alterações na cor e na composição química, além de alterações biológicas (PEREIRA, 2011).

Tendo em vista, esta problemática, o presente trabalho tem como principal objetivo caracterizar, em termos de turbidez, a água bruta de entrada da ETA, e então realizar estimativa da massa seca de lodo gerada na ETA 006 na Estação de Tratamento de Água (ETA 006) de ciclo completo da cidade de Palmas – TO.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da água bruta de entrada da ETA

A caracterização da água bruta foi obtida através dos Boletins de Coleta de Dados Operacionais (BCDs), onde é registrado o monitoramento da BRK Ambiental, referente aos anos de 2016 e 2017. Foi realizado um levantamento diário dos dados de turbidez da água bruta e dosagens de produtos químicos utilizados na ETA.

2.2 Estimativa da massa seca de lodo gerado na ETA a partir da caracterização da água bruta

Segundo metodologia proposta por Di Bernardo e Dantas (2005), foram utilizadas equações empíricas para a determinação da quantidade total de sólidos gerados na ETA, tais equações consideram alguns parâmetros de qualidade de água bruta e dosagens de produtos químicos conforme a Equação 1.

$$P_{SS} = Q \left(\frac{4,89 * Dal * 0,07 * 54}{102} + SST + Dp + Dcap + 0,1 * Dal \right) * 10^{-3} \quad (1)$$

Onde:

Pss = produção de SST (kg/d);

Q = vazão de água bruta a ser tratada (m³/d);

Dal = dosagem de sulfato de alumínio (mg Al/L);

SST = concentração de sólidos suspensos totais na água a ser tratada (mg/L)

Dp = dosagem de polímero seco (mg/L);

Dcap = dosagem de carvão ativado em pó (mg/L);

Dcal = dosagem de cal hidratada (mg/L).

Para a comparação com o dimensionamento original do sistema de tratamento dos resíduos foram efetuadas duas estimativas: uma da geração diária crítica de massa seca e outra da geração mensal de massa seca. Para a estimativa da geração diária crítica de massa seca foi efetuado um levantamento da qualidade da água bruta no período de junho de 2016 a janeiro de 2017, para determinação do valor médio diário de turbidez de um dia crítico (dia de chuva intensa).

Após encontrado o valor médio de turbidez do dia de chuvas intensas, foi verificado as dosagens de produtos químicos necessárias para tratar a água com tal turbidez. Foram utilizadas 3 condições de vazões de operação da ETA. Através desses dados, utilizando a Equação 1 acima, foi possível estimar a geração diária de massa seca para cada vazão de operação.

Como a concentração de Sólidos Suspensos Totais da água bruta afluyente à ETA 006 não é monitorada, serão usados os dados operacionais de turbidez da água bruta para estimar a concentração de SST na água bruta. A concentração de SST foi estimada pela turbidez através da Equação 2.

$$SST = a * turbidez \quad (2)$$

O valor de a foi adotado com base na experiência da equipe técnica da Hidrosan e em outros trabalhos realizados que mostram que o valor de a tende a diminuir com o aumento da turbidez. (HIDROSAN, 2011). O valor utilizado para o coeficiente a foi de 0,8 de acordo com a referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Massa seca de lodo crítica diária

3.1.1 Valores médios diários de turbidez e de sólidos suspensos totais (SST) da água bruta em dias de chuvas intensas

Para estimar a massa seca de lodo gerada na ETA 006 por meio de equações empíricas, foi necessário adotar um valor médio de sólidos suspensos totais (SST) da água bruta em um dia de chuvas intensas, situação em que será máxima a geração de resíduos.

Para o estudo, foram usados os dados operacionais de turbidez da água bruta do ano de 2016-2017 para estimar a concentração de SST na água bruta. A concentração de SST foi estimada pela turbidez através da equação $SST = \alpha$.

O dia de maior chuva intensa foi em 09/11/2016. A Figura 1 representa o gráfico com a variação horária da turbidez do dia selecionado.

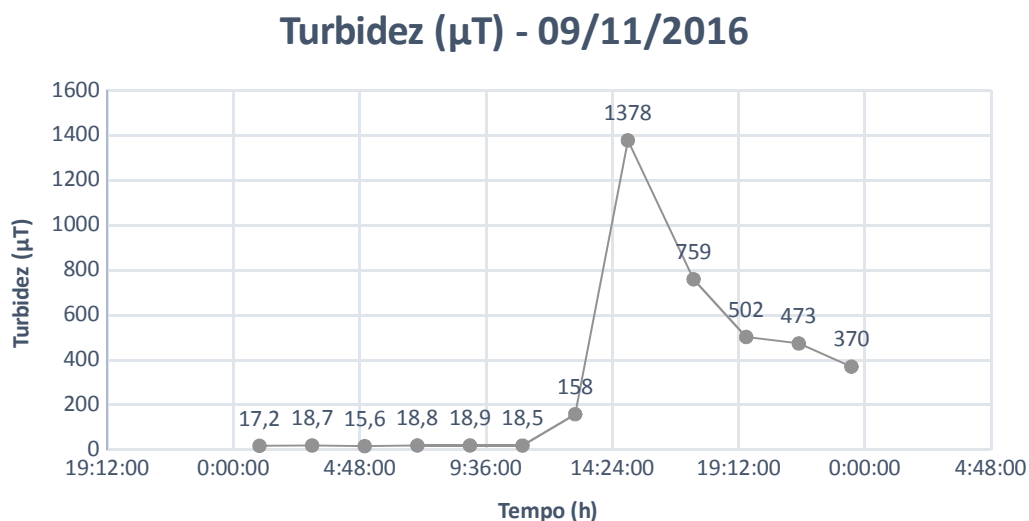


Figura 1. Variação horária da turbidez da água bruta no dia 09/11/2016.

De acordo com a Figura 1, no dia 09 de novembro de 2016, foram anotados 12 valores de medições da Turbidez, sendo o maior valor de 1378 uT às 15 horas e o menor valor 15,6 uT às 5 horas. O valor médio da turbidez foi de 312,3 uT. Observa-se que o valor da turbidez começa a se elevar aproximadamente às 13 horas, tendo duração de pico de 10,5 horas neste dia.

A partir dos dados de turbidez, referentes aos dias de chuvas intensas e apresentados na Figura 1, o máximo valor médio diário foi de 312,3 uT (09/11/16) que corresponde a um valor médio diário de SST de 64,3 mg/L, considerando o coeficiente a igual a 0,8 e utilizando a equação 2 mostrada anteriormente. O valor de a foi adotado segundo recomendado por Hidrosan (2011).

3.1.2 Estimativa da geração crítica de massa seca de lodo

A análise dos dados operacionais da ETA 006, efetuada com os dados do período de junho de 2016 a janeiro de 2017, fornecidos pela BRK Ambiental, permitiram verificar as dosagens de produtos químicos para o tratamento de água com turbidez em torno de 312,3 uT (valor médio diário do dia crítico de chuvas intensas). Na Tabela 1 são apresentadas as dosagens de produtos químicos utilizadas no tratamento de água com turbidez de 312,3 uT.

Tabela 1. Dosagem de produtos químicos no tratamento de água com turbidez em torno de 312,3 uT.

	Dosagem (mg/L)
Dosagem de Sulfato de Alumínio	80,42
Dosagem de Polímero	-
Dosagem de Carvão Ativado	-
Dosagem de Cal Hidratada	20,93

Desta forma, foram estimados os valores críticos diários da massa seca de lodo para as diferentes condições de funcionamento da ETA 006, considerando tempo de operação da ETA diário de 21 h. Estas aproximações se encontram na Figura 2.

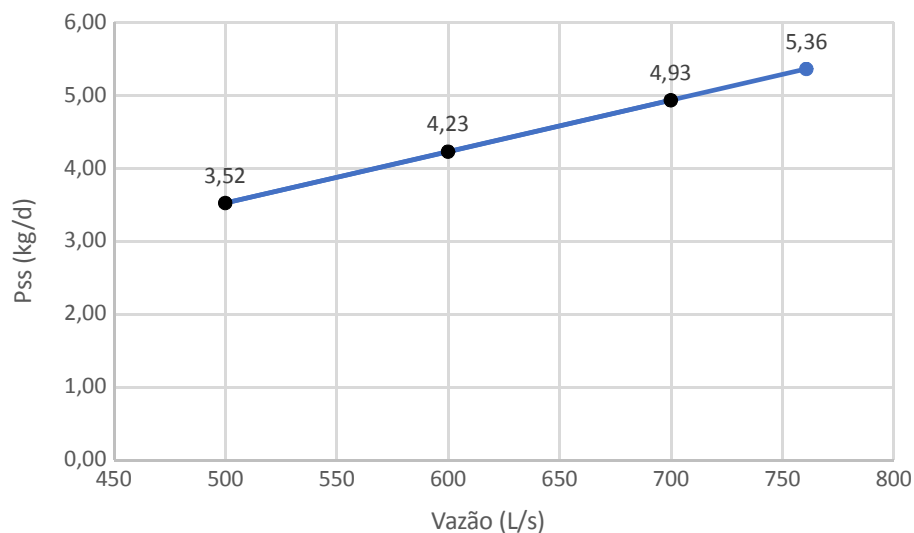


Figura 2. Estimativa da massa seca crítica diária de lodo (turbidez em torno de 312,3 uT)

Analisando a Figura 2, que considerou o dia crítico (09/11/2016) no período de junho de 2016 a janeiro de 2017, pode-se notar que quando a ETA opera com a vazão de 500 L/s ela produz uma quantidade de 3,52 kg/d de lodo. Operando com uma vazão de 600 L/s produz uma quantidade de 4,23 kg/d de massa seca de lodo. Com uma vazão de 700 L/s produz uma quantidade de 4,93 kg/d de massa seca gerada. Para todas as condições, foram utilizadas as mesmas dosagens de produtos químicos da Tabela 1.

3.2 Massa de Lodo Seca Mensal

Os dados operacionais da ETA 006 disponibilizados pela BRK Ambiental no período de junho de 2016 a janeiro de 2017 foram analisados com ênfase na qualidade da água bruta, baseados no parâmetros de Vazão (Q), Turbidez (μT), Dosagem de Cal e Sulfato de Alumínio. Na Tabela 2 e na Figura 3 são apresentados os valores da Produção de SST no período analisado mês a mês, bem como as médias dos dados necessários para a determinação do Pss.

Tabela 2. Determinação do Pss (kg/d) durante o período de junho de 2016 a janeiro de 2017.

Mês	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17
Vazão (L/s)	767,89	766,30	785,62	796,35	745,30	748,98	732,54	737,51
Turbidez (uT)	10,59	14,76	24,05	30,00	71,93	79,79	82,66	107,95
Cal (mg/l)	1,96	1,29	0,00	7,12	5,63	7,47	5,80	6,27
Sulfato (mg/l)	14,76	17,82	25,52	38,10	53,02	44,61	22,09	31,40
SST (mg/l)	8,47	11,81	19,24	24,00	57,55	63,83	66,13	86,36
Pss (kg/d)	0,75	1,00	1,62	2,18	4,36	4,70	4,48	5,91

SST = Sólidos Suspensos Totais, Pss = Produção de Sólidos Suspensos Totais

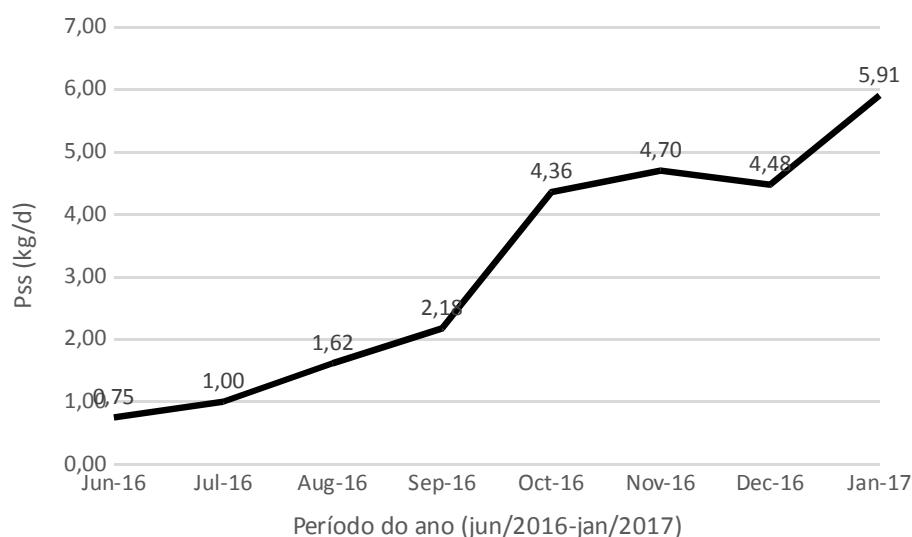


Figura 3. Determinação do Pss (kg/d) durante o período de junho de 2016 a janeiro de 2017.

Com a turbidez média calculou-se a quantidade de SST através da Equação 2, utilizando $SST = 0,88 * \text{Valor da Turbidez Média } (\mu T)$. Os dados de Vazão (Q), Turbidez (μT), Dosagem de Cal e Sulfato de Alumínio, são valores médios do mês referente, obtidos com a BRK Ambiental.

Com os resultados da Figura 3, pode-se dizer que quanto maior a faixa de turbidez, maior será a quantidade da massa seca gerada. Como a vazão se manteve irregular durante os meses, pouco há a se discutir em relação a produção de lodo em relação a este parâmetro. Há uma maior produção de lodo na situação onde a ETA opera com vazão de 737,51 L/s, produzindo um total de 5,91 kg/ano.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 o 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. Nota-se que a massa seca crítica de lodo é diretamente proporcional aos valores de turbidez e SST, pois quanto maiores os valores de turbidez e SST, maior é a quantidade de massa seca gerada. O mesmo não pode-se afirmar quanto a vazão baseado nas informações apresentadas.

5 REFERÊNCIAS

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 006 em Palmas/TO**. São Carlos, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, DEPARTAMENTO DE POPULAÇÃO E INDICADORES SOCIAIS (2000). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro – 2002.

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.