

## CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO DESCANTADOR E NOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM MINAS GERAIS QUE UTILIZA O CICLO COMPLETO PARA TRATAR A ÁGUA

### OBJETIVO

O presente trabalho visa caracterizar o lodo gerado no decantador e nos filtros de uma estação de tratamento de água por meio dos seguintes parâmetros: concentrações de sólidos, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e pH.

### METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma estação de tratamento de água – ETA – que se localiza na região do Alto do Paraopeba em Minas Gerais. A estação utiliza o ciclo completo para tratar a água e a vazão tratada é de aproximadamente  $110 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ . Para caracterizar os resíduos gerados durante o tratamento de água, foram coletadas amostras do lodo do decantador e da água de lavagem dos filtros durante o período de 05/11/2015 a 18/02/2016. Foram coletadas dez amostras e as análises foram realizadas em triplicatas. O coagulante utilizado para tratar água durante o período do estudo era o sulfato férrico clorado.

Os parâmetros analisados para caracterizar o lodo foram sólidos, demanda bioquímica de oxigênio – DBO, demanda química de oxigênio DQO e pH. Somente para a água de lavagem foi quantificado o parâmetro turbidez. Todas as análises foram realizadas segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). As amostras eram coletadas em frascos de vidro na saída da tubulação de descarga do decantador (Figura 1) e nos filtros durante a lavagem (Figura 2). Todas as análises foram realizadas imediatamente após a coleta.



**Figura 1: Vista do ponto de coleta do lodo na saída do decantador**



**Figura 2: Vista em planta de parte do filtro durante a coleta da amostra**

Encontra-se na Tabela 1 os métodos utilizados para as análises dos parâmetros DQO e DBO e sólidos. Já os materiais e equipamentos utilizados durante o estudo encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 1: Métodos utilizados durante o estudo**

ANÁLISE	MÉTODO
Demanda química de oxigênio	Colorímetro Refluxo Fechado
Demanda bioquímica de oxigênio	Oximétrico
Sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis.	Gravimétrico 2540 B, E
Sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis.	Gravimétrico 2540 D

Também foram utilizados balões volumétricos de 100, 500 e 1000 mL para as dissoluções, soluções e diluições; micropipetador automático de capacidade máxima de 5,2 mL; ponteiras para o micropipetador; provetas; béqueres; cápsulas de porcelana para pesar os reagentes; tubos de borosilicato com tampa rosqueável; grade para os tubos; borracha magnética; e reagentes para o preparo das soluções para as análises de DQO (solução digestora) e DBO (água de diluição). A listagem dos reagentes encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 2: Equipamentos utilizados durante o experimento**

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>FINALIDADE</b>
Estufa de esterilização e secagem Cienlab CE-210/630	Para preparação das vidrarias necessárias à análise
Agitador de Soluções Phoenix AP-56	Homogeneização do composto de DQO
Bloco digestor para DQO digital micro processado Cienlab CE-350	Digestão da solução
Espectrofotômetro visível Gehaka Modelo VIS-200G	Análise de DQO
Balança Analítica Bel M214A	Medição de massa para o preparo de todas as soluções necessárias à realização dos experimentos
Estufa incubadora refrigerada tipo BOD digital micro processada Cienlab CE-300/350	Armazenamento dos frascos de DBO5 a 20°C
Estufa incubadora refrigerada tipo BOD (vitrine) Solab SL-209/572-V	Refrigeração das amostras a 4°C
Agitador magnético Nova NI 1104	Agitar soluções para leitura do oxigênio dissolvido

**Tabela 3: Reagentes Utilizados para Análise de DQO**

<b>REAGENTE</b>	<b>SIGLA</b>
Dicromato de Potássio	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Sulfato de Mercúrio	HgSO <sub>4</sub>
Ácido Sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Bifitalato de Potássio	KHP
Sulfato de Prata	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Fosfato monobásico de Potássio	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Fosfato dibásico de Potássio	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
Fosfato dibásico de Sódio heptahidratado	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
Cloreto de Amônio	NH <sub>4</sub> Cl
Sulfato de Magnésio heptahidratado	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
Cloreto de Cálcio	CaCl <sub>2</sub>
Cloreto Férrico hexaidratado	FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O

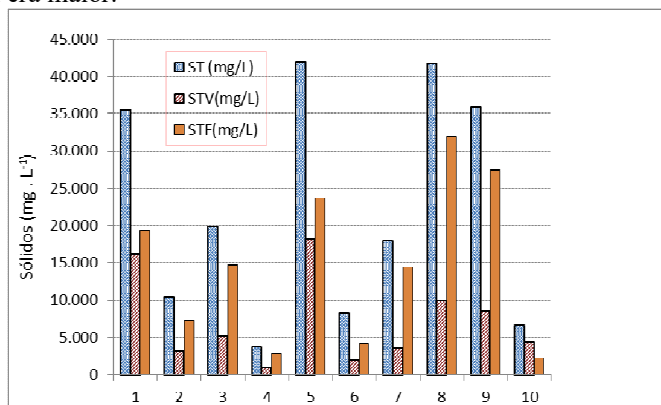
Para apresentar os dados obtidos durante o estudo utilizou-se o programa *Microsoft office Excel 2010*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta os valores de sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV) do lodo do decantador. De acordo com a Figura 3, o valor máximo da concentração de ST obtida foi de 41.898 mg · L<sup>-1</sup>. Observa-se que as concentrações de sólidos totais voláteis variaram de 912 a 18.185 mg L<sup>-1</sup>. Já para os STF as concentrações variaram entre 2.203 a 31.910 mg·L<sup>-1</sup>. Conforme era esperado, as concentrações de STF em todas as amostras foram maiores do que as concentrações de STV, confirmando a natureza não biodegradável do lodo. Isso se deve ao coagulante usado para tratar a água e às características da água bruta, que contém metais de ferro e manganês.

Sempre que se fazia a coleta do lodo na ETA, procurava-se informar os valores dos parâmetros da água bruta, quais sejam: cor aparente, turbidez, pH e também a dose do coagulante utilizada para tratar a água. Os valores máximos e mínimos desses parâmetros encontram-se na tabela 4. Vale ressaltar que o estudo foi realizado no período de chuva e, embora a água do manancial tenha valores e turbidez abaixo de 10 uT, foi observado que quando estava chovendo ou tinha chovido na noite anterior à coleta das amostras, os valores de turbidez apresentavam-se elevados, chegando a um valor máximo de 200 uT durante o período do estudo.

As doses de coagulantes usadas para tratar a água também eram aumentadas e, conseqüentemente, o volume de lodo gerado também era maior.



**Figura 3: Valores de sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF), sólidos totais voláteis (STV), – Lodo do decantador**

**Tabela 4: Parâmetros da água bruta**

Parâmetros analisados	Valores máximos e mínimos
Cor aparente (uH)	10 – 60
Turbidez (uT)	12 – 200
pH	7,0 – 8,6
Coagulante (mg·L <sup>-1</sup> )	3,0 – 25,0

De acordo com as informações dos operadores da ETA, a limpeza do decantador era realizada em intervalos que variavam de 30 a 45 dias no período de chuva e de 60 a 90 dias no período de seca, e ainda quando os operadores julgassem necessária a limpeza por qualquer outro motivo.

Cordeiro 2001, relata valores de ST de 30.275 mg · L<sup>-1</sup> no lodo do decantador, STF de 22.324 mg · L<sup>-1</sup> e STV de 7.951 mg · L<sup>-1</sup>, em uma ETA que tratava uma vazão de 500 L · s<sup>-1</sup> e a limpeza era realizada no intervalo de 40 dias. Os valores do presente trabalho ficaram relativamente próximos aos valores encontrados por Cordeiro. Contudo, as características do lodo da ETA dependem da vazão tratada, da técnica de tratamento utilizada, do tipo e dose de coagulante utilizado, dos intervalos de limpeza, da qualidade da água do manancial, etc., ou seja, cada ETA terá os resíduos com características específicas.

Já Barroso 2009, relata valores de sólidos em uma ETA em dois períodos diferentes, com um intervalo de um mês entre as coletas das amostras. No primeiro mês os valores de ST foram de 98.397 mg · L<sup>-1</sup>, STF 30.368 mg · L<sup>-1</sup> e STV de 68.029 mg · L<sup>-1</sup>. Já no segundo mês os valores de ST foram de 28.263 mg · L<sup>-1</sup>, STF 20.032 mg · L<sup>-1</sup> e STV de 8.231 mg · L<sup>-1</sup>. Isso mostra como a quantidade de sólidos varia ao longo do tempo na ETA, sendo fundamental o conhecimento dessa variação ao longo do ano para a escolha do melhor tratamento.

Durante a realização das análises para caracterização do lodo por meio dos parâmetros DBO, DQO e sólidos também foi caracterizado o parâmetro turbidez para a água de lavagem e os valores do pH para todas amostras coletadas. A Tabela 5 apresenta o intervalo mínimo e máximo desses parâmetros. Vale ressaltar que os filtros da ETA eram lavados de 48 em 48 horas aproximadamente.

Observa-se Tabela 5 que os valores de pH do lodo ficou abaixo do pH neutro, esse caráter ácido do lodo do decantador provavelmente está relacionado ao caráter ácido do coagulante utilizado para tratar a água.

Ribeiro 2007, em pesquisa para avaliar as características dos resíduos gerados na ETA de Itabirito/MG, que tratava uma vazão de 120 L · s<sup>-1</sup> na época do estudo, relata valores de turbidez variando de 110 a 341 uT, enquanto os valores encontrados no presente estudo variaram de 16 a 341 uT.

**Tabela 5: Parâmetros analisados**

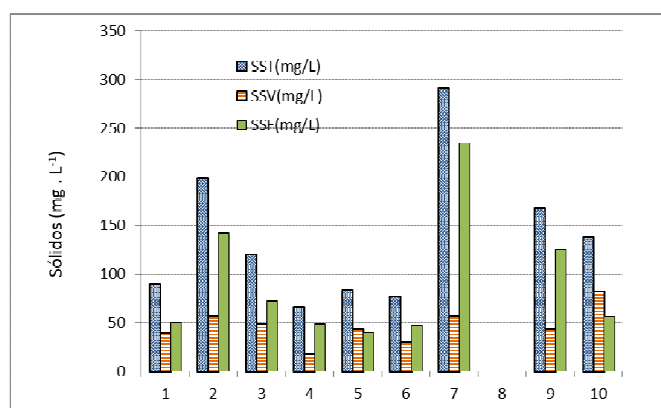
Parâmetros	Lodo decantador	Água de lavagem
------------	-----------------	-----------------

Turbidez (uT)	NR	16,03 – 341
pH	4,96 – 6,73	4,73 – 8,97

NR: Não quantificado.

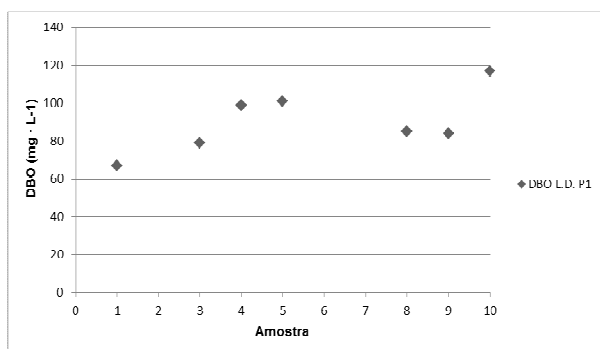
A Figura 4 apresenta os valores de sólidos suspensos totais - SST, sólidos suspensos fixos SSF e sólidos suspensos voláteis - SSV da água de lavagem dos filtros. Observa-se que as concentrações de SSV variaram de 18 a 82  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Semelhante ao que ocorreu no decantador os valores das concentrações de SSV foram inferiores aos da concentração SSF que variam de 47 a 235  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Já os valores dos SST variou de 67 a 292  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e os SSF variaram de 40 a 235  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Ribeiro 2007, na ETA de Itabirito, relatou os seguintes resultados para água de lavagem dos filtros: os SST variaram entre 222 a 352  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  no de 2005 e de SST 210 a 360  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  no ano de 2006. Para os SSF os valores foram de 173 a 310  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e 190 a 211  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  para os anos de 2005 e 2006, respectivamente.

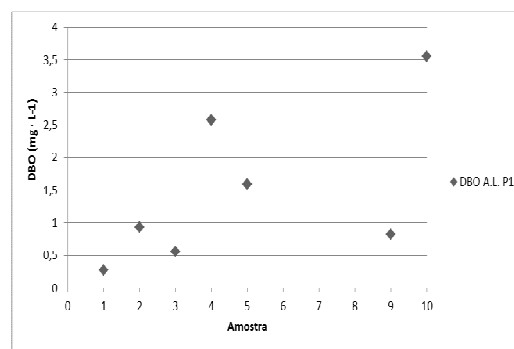


**Figura 4: Valores de sólidos suspensos totais (SST), de sólidos suspensos fixos (SSF) e de sólidos suspensos voláteis (SSV) – Água de lavagem do filtro**

A Figura 5 apresenta os resultados de DBO obtidos do lodo do decantador, os quais variaram de 67 a 117  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e a Figuras 6 e apresenta os resultados de DBO obtidos da água de lavagem do filtro que variaram de 0,3 a 3,6  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Richter (2001) relata valores de DBO em lodo de ETA variando entre 30  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e 300  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .



**Figura 5: Valores de DBO (mg·L-1) Lodo do decantador**

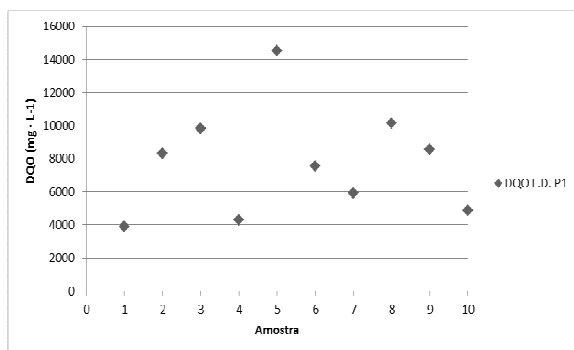


**Figura 6: Valores de DBO (mg·L-1) Água de lavagem**

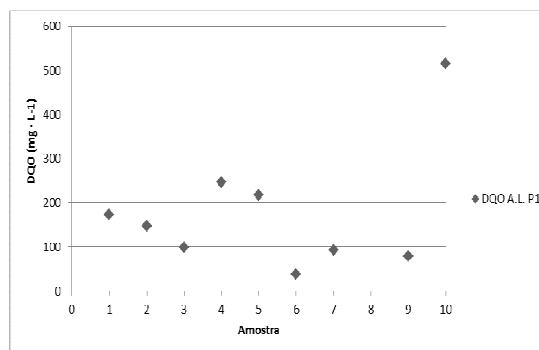
A Figura 7 apresenta os resultados de DQO obtidos na saída do decantador. Observa-se que os valores das amostras variam de 3.893 a 14.523  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  semelhantes a outros estudos realizados. Cordeiro, 2009 lista dez autores que caracterizaram o lodo do decantador de ETA e os valores de DQO relatados variaram de 350 a 15800  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Já a Figura 8 apresenta os valores de DQO obtidos nas amostras de água de lavagem dos filtros. Os valores variam de 38 a 516  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Ribeiro 2007, para ETA de Itabirito/MG, relatou valores de DQO bem inferiores variando de 30 a 67 no período estudado para água de lavagem dos filtros.



**Figura 7: Valores de DQO (mg · L-1)  
Lodo do decantador**



**Figura 8: Valores de DQO (mg · L-1)  
Água de lavagem do filtro**

## CONCLUSÕES

O valor máximo da concentração de ST obtida no lodo do decantador durante o estudo foi de 41.898 mg · L<sup>-1</sup>. Já as concentrações de STV variaram de 912 a 18.185 mg L<sup>-1</sup> e de STF variaram entre 2.203 a 31.910 mg · L<sup>-1</sup>.

Para a água de lavagem dos filtros, os valores das concentrações de SSV variaram de 18 a 82 mg · L<sup>-1</sup>. e os valores dos SST variaram de 67 a 292 mg · L<sup>-1</sup> e para os SSF a variação foi de 40 a 235 mg · L<sup>-1</sup>.

Os resultados de DQO obtidos na saída do decantador variam de 3.893 a 14.523 mg · L<sup>-1</sup>. Já os valores de DQO da água de lavagem dos filtros variaram de 38 a 516 mg · L<sup>-1</sup>.

## RECOMENDAÇÕES

Investigar as características do lodo gerado durante o tratamento de água em diferentes estações do ano.

Realizar estudo para avaliar o desaguamento do lodo visando à disposição final do lodo e

Avaliar formas de disposição ou aproveitamento do lodo na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA – American Water Works Association. Standard for Filtering Material, Standard B100-96. Denver, Colorado: AWWA, 1996.
2. CORDEIRO, J. S. O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de águas, EESC/USP - SHS, tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, 342p, 1993.
3. CORDEIRO, J. S. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. PROSAB, Cap. 5, p. 107-119, 1999.
4. RIBEIRO, F. L. M. Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito/MG, Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. 115p – Ouro Preto, 2007.
5. BARROSO, M. Gerenciamento de Resíduos Gerados no Tratamento de Água. Engenharia Ambiental-UNIR, Abril/ 2009 Disponível [http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/Apostila\\_Aula\\_GerenciamentoLodoETA.doc](http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/Apostila_Aula_GerenciamentoLodoETA.doc), 2009.