

Caracterização físico-química de Lodo de Estações de Tratamento de Água – ETA em Aracaju

Igor Santos Silva¹; Helenice Leite Garcia²; Jefferson Arlen Freitas³; Silvânio Silvério Lopes da Costa⁴; Adnivia Santos Costa Monteiro⁵; Joel Marques da Silva⁶ & Carlos Alexandre Borges Garcia⁷

RESUMO: *Processos e operações utilizados em estações de tratamento de água geram resíduos. Grande parte do lodo gerado em estações de tratamento de água (ETAs) no Brasil ainda é disposta em rios ou em aterros sanitários. Contudo, principalmente em grandes centros urbanos, legislações ambientais restritivas e custos logísticos crescentes têm levantado interesse em usos benéficos para esse resíduo. No Brasil a maioria das ETAs são convencionais e lançam seus rejeitos em cursos d'água sem a preocupação com o reuso, pré-tratamento e impactos ambientais. Esta pesquisa analisou as características físico-química do lodo gerado em duas estações de tratamento de água em Aracaju, no Estado de Sergipe. Para esta pesquisa evidenciou o aspecto ambiental associado à disposição dos resíduos. Este resíduo possui características potencialmente poluidoras, podendo provocar alterações significativas no meio ambiente.*

Palavras-chave: Tratamento de água; resíduos de ETA; características físico-química.

INTRODUÇÃO

Ao se pensar na água deve-se analisar suas características e sua essencialidade para a vida e para o desenvolvimento de atividades a ela relacionada como recreação, uso em indústrias e doméstico. Para isso, exige-se que na sua captação até o seu destino final ela passe por um tratamento rigoroso para que atinja um nível de qualidade bastante elevado garantindo que parâmetros de potabilidade sejam atingidos. Esse tratamento deve atender as necessidades ambientais e sociais de sustentabilidade para que o ambiente não seja ainda mais impactado.

A água considerada ideal para o consumo humano possui características indispensáveis como ser incolor, inodora, insípida e transparente. Sabe-se, ainda, que como solvente universal, existem na água muitas substâncias químicas dissolvidas, sendo algumas impróprias, como os metais pesados, além de impurezas como algas, areia, substâncias de origem vegetal, argila e resíduos industriais e domésticos (Levine, 2002).

Afim de um controle mais efetivo de tratamento foram desenvolvidos ao longo do tempo, as Estações de Tratamento de Água (ETA) que exercem um papel crucial para que ocorra a descontaminação da água e a mesma esteja em totais condições para o consumo humano. Essas estações possuem um elevado nível de complexidade e a água desde quando captada até distribuída para o consumo humano passa por várias etapas para a remoção de contaminante, odores, cor, turbidez. As etapas mais comuns nessas estações são a floculação, filtração, cloração, coagulação, sedimentação.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, igorss@academico.ufs.br; (apresentador do trabalho);

² Doutora, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, helenice@ufs.br;

³ Doutor, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, jaf68ster@gmail.com;

⁴ Doutor, Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Petróleo, Gás e Biocombustível, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, silvanioslc@gmail.com;

⁵ Doutora, Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, adniviacosta@hotmail.com;

⁶ Graduando, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Geologia, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, marquesengpetro@gmail.com;

⁷ Doutor, Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, cgarcia@ufs.br.

As impurezas encontradas são geralmente substâncias tóxicas, resíduos industriais, bactérias, vírus e parasitas. A necessidade de tratamento e os processos exigidos são determinados de acordo com inspeções sanitárias e nos resultados representativos de exames e análises durante um período determinado de tempo (Wagner & Pedroso, 2014).

Com todo tratamento realizado nas ETA's há a geração de resíduos inerentes que podem ser reaproveitados antes de serem descartados no meio ambiente e para isso, faz-se necessária uma caracterização desses resíduos. Um dos resíduos mais produzidos são os lodos dos decantadores. O lodo é um resíduo sólido que possui um valor potencial de reaproveitamento após sua caracterização (Benlalla et al, 2015).

A maneira que o lodo pode ser removido das estações de tratamento influencia diretamente na qualidade deste resíduo e da água. Normalmente, o resíduo é removido dos decantadores durante determinados períodos de tempo para evitar acúmulo de contaminantes orgânicos e inorgânicos o que dificultaria a remoção do mesmo. Sendo assim, em algumas ETA's faz-se necessária a utilização de água em altas pressões a fim de auxiliar a remoção do lodo e raspadores manuais (Achon, 2008).

Muitas estações de tratamento não reutilizam ou fazem o tratamento adequado do lodo e nem mesmo chegam a caracterizá-lo, descartando-o em rios, lagos ou até mesmo no solo causando grandes danos ambientais. O tratamento adequado do lodo faz-se necessário, pois, a depender da presença de determinados componentes ele pode ser reutilizado, como fertilizante, por exemplo, se houver traços significativos de potássio, sódio e nitrogênio. Entretanto, se houver traços de metais pesados e substâncias tóxicas ele não deve ser usado para tal fim, e são os mais frequentes encontrados no lodo.

O objetivo principal este trabalho é a caracterização do lodo gerado em duas ETA's, a partir das análises físico-químicas e de metais pesados, no intuito de propor soluções que minimizem os impactos sócio, ambiental e econômico desta atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

No intuito de reunir subsídios para proporcionar uma ampla visão das oportunidades de minimização dos resíduos e uma avaliação de suas características para pré-determinação de possibilidades futuras de disposição final do lodo gerado na ETA, será adotada a seguinte metodologia, seguindo as etapas:

- Levantamento das características físicas e operacionais das ETA's, com descrição dos processos e produtos químicos utilizados no tratamento;
- Caracterização do lodo a partir de análises físico-químicas;
- Identificação das oportunidades de redução do lodo gerado na ETA.

Foram coletadas as amostras de lodo na caixa de esgoto do decantador no tempo de 1 minuto após o acionamento manual do registro de descarga. Estas amostras foram caracterizadas segundo os parâmetros apresentados na Tabela 1. Todas as análises realizadas seguiram as recomendações dos métodos oficiais (APHA, 2012).

Tabela 1. Parâmetros analisados nos resíduos dos decantadores e filtros da ETA.

Parâmetros	Unidades
Turbidez	NTU
Cor aparente	mg Pt-Co.L ⁻¹
pH	---
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹
Sólidos totais fixos	mg.L ⁻¹
Sólidos totais voláteis	mg.L ⁻¹
Sólidos sedimentáveis	mg.L ⁻¹
Sólidos suspensos totais	mg.L ⁻¹
Nitrogênio Total (NTK)	mg.L ⁻¹
Fósforo total	mg.L ⁻¹
DQO	mg.L ⁻¹
DBO	mg.L ⁻¹
Ferro	mg.kg ⁻¹

Manganês	mg.kg ⁻¹
Alumínio	mg.kg ⁻¹
Cobre	mg.kg ⁻¹
Zinco	mg.kg ⁻¹
Chumbo	mg.kg ⁻¹
Cromo	mg.kg ⁻¹
Cádmio	mg.kg ⁻¹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste contexto, os resultados obtidos neste trabalho são referentes a análise físico-química do lodo dos decantadores das estações de tratamento de água, ETA 1 e ETA 2.

A Tabela 2 mostra os resultados de pH, sólidos totais, totais fixos e totais voláteis e suspensos totais.

Observa-se que os valores de pH estão dentro da faixa de 5-7 estipulados pela maioria das referências na literatura (Brasil, 2005). A concentração de sólidos totais, como observa-se na amostra 2, é bem maior que o limite definido para lançamento em corpos hídricos. Essa amostra possuía uma quantidade de sólidos maior, o que foi possível identificar visivelmente quando comparada a amostra 1, mostrando que havia uma remoção significativa dos sólidos durante o tratamento. Esta análise corrobora com o valor maior de turbidez da amostra 2 em relação a amostra 1.

Tabela 2. Resultados das análises nas ETAs trabalhadas.

Parâmetros	Concentrações	
	ETA 1	ETA 2
Turbidez NTU	16,5	17,3
DBO mg.L ⁻¹	13,2	6,6
pH	6,4	6,4
Sólidos Totais mg.L ⁻¹	28.100,0	51.400,0
Sólidos totais fixos mg.L ⁻¹	22.300,0	38.900,0
Sólidos totais voláteis mg.L ⁻¹	5.800,0	12.500,0
Sólidos suspensos totais mg.L ⁻¹	24.851,0	50.400,0
Fósforo total mg.L ⁻¹	0,038	<LD

A concentração de sólidos voláteis na primeira e na segunda amostra estão entre 20 e 35 % como é referido na literatura mostrando que há uma porção biodegradável pequena, característica dos lodos das estações de tratamento de água. A concentração de sólidos suspensos totais da amostra 1 está dentro da faixa de 75 a 90% dos sólidos totais, entretanto, a amostra 2 está em uma faixa de mais de 98% ratificando a maior quantidade de sólidos e turbidez desta.

A DBO estava bem abaixo dos valores de 50 mg.L⁻¹ comum para lodo dos decantadores, ou seja, há uma pequena quantidade de material biodegradável no efluente analisado.

A Tabela 3 apresenta a concentração dos metais para cada uma das amostras (Brasil, 2011).

Tabela 3. Resultados (valores médios).

Metais	CONAMA 430/2011 (mg L ⁻¹)	ETA 1		ETA 2	
		mg L ⁻¹	Desvio Padrão	mg L ⁻¹	Desvio Padrão
As	0,5	0,067	0,019	0,162	0,009
Ba	5,0	1,102	0,135	2,127	0,018
Cd	0,2	0,008	0,002	0,019	0,002
Co	---	2,127	0,001	0,04	0,003
Cr	1,0	0,403	0,051	1,524	0,009
Cu	1,0	0,046	0,007	0,111	0,004
K	---	2,552	0,367	3,86	0,023
Mg	---	64,017	7,167	76,578	0,515
Mn	1,0	7,422	0,868	12,74	0,016
Na	---	2,357	0,442	7,688	0,145
Ni	2,0	0,033	0,006	0,063	0,000
P	---	12,332	1,664	44,369	0,182
Pb	0,5	0,056	0,003	0,14	0,003

Sn	4,0	0,02	0,005	0,018	0,001
Sr	---	4,564	0,57	4,131	0,031
Zn	5,0	0,078	0,005	0,289	0,000

Os resultados das concentrações de metais mostram que o lodo apresenta elevadas concentrações de elementos (potássio e fósforo) que indicam a potencialidade do lodo para uso como fertilizante. No entanto, a concentração de cromo indica que, antes de ser descartado, o lodo precisa de um tratamento para sua eliminação, tendo vista ser este um dos contaminantes de maior potencial poluidor.

Na literatura consta que mais de 70% do lodo das ETAs são lançados nos corpos hídricos, ressaltando que este descarte provoca um acentuado aumento da quantidade de sólidos aumentando, conseqüentemente, a cor, a turbidez e as concentrações de elementos que podem ser causadores do processo de eutrofização (enriquecimento dos corpos d'água em termos de concentrações de nitrogênio, fosforo, potássio ou diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, etc).

CONCLUSÕES

1. Os resíduos provenientes dos decantadores e filtros apresentaram em média 73% de sólidos totais fixos e 27% de sólidos totais voláteis, indicando um resíduo com baixa biodegradabilidade;
2. A porcentagem de sólidos totais nas amostras estão de acordo com o previsto em citações bibliográficas, que é de 0,53% para o lodo dos decantadores;
3. Em relação aos resultados para sólidos sedimentáveis, todas as amostras apresentaram-se fora dos padrões exigidos para lançamentos de efluentes, artigo 34º da Resolução CONAMA nº 357/05, portanto, considera-se um resíduo de caráter poluidor e seu despejo inadequado pode alterar as características do meio ambiente;
4. Da mesma forma, não alterar o tamanho das páginas nem as margens deste modelo e formato geral do texto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPITEC (Edital FAPITEC/SE Nº 14/2013 - PRODESO) pelo auxílio concedido e a DESO por ceder as amostras de lodo para realização das análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEVINE, A. D. E ASANO, T., Water reclamation, recycling and reuse in industry, in: P. Lens, L. Hulshoff Pol, P. Wilderer, T. Asano (Eds.), **Water Recycling and Resource Recovery in Industry**, IWA Publishing, London, UK, 2002.

ACHON, C. L. (2008). **Ecoeficiência de sistemas de tratamento de água a luz dos conceitos da ISO 14.001**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 230 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 edition. Washington, 2012.

BENLALLA, A.; ELMOUSSAOUITI, M.; DAHHOU, M.; ASSAFI, M.; **Applied Clay Science Utilization of water treatment plant sludge in structural ceramics bricks**. v. 118, p. 171–177, 2015.

BRASIL. *Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005*. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/Conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 8 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução N° 430 de 13/05/2011 (Federal) - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/1FY24dj>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

WAGNER, L. F.; PEDROSO, K. Disposição de resíduos das estações de tratamento de água. – **Revista TECHNOENG** - v. 1, n° 9, 2014.