**RESÍDUOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: CARACTERIZAÇÃO E POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS**

José Gustavo Venâncio da Silva Ramos (*), Patrícia Cristina Steffen, Ricardo Schneider, José Augusto Venâncio da Silva Ramos

(*) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: gustavoramos848@gmail.com

RESUMO

Estações de tratamento de água geram resíduos em seus processos, sendo o lodo de decantador (LETA) e água da lavagem dos filtros (ALAF) os principais, os quais muitas vezes são negligenciados e podem causar impactos ambientais negativos. Neste contexto, este trabalho caracterizou através de análises físico-químicas os resíduos gerados em uma estação de tratamento de água (ETA) da região oeste do Estado do Paraná. Os resultados foram comparados com a bibliografia e foram elencados os possíveis impactos ambientais gerados. Também foram analisados os métodos de tratamento e disposição final empregados. Constatou-se que a ETA estudada não realiza tratamento para os resíduos e lança-os em um corpo hídrico, podendo causar prejuízos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de ETA, água de lavagem de filtro, lodo, análise qualitativa.

ABSTRACT

Water treatment plants generate waste in their processes, with sludge from settling basins (WTPS) and the filter backwash water (FBWW) the main ones, which are often neglected and may cause negative environmental impacts. In this context, this work characterized by physicochemical analyzes the waste generated at a water treatment plant (WTP) from the western region of the State of Paraná. The results were compared with the bibliography and the possible environmental impacts generated were listed. Also were analyzed the treatment and final disposal methods employed. It was verified that the studied WTP does not carry out treatment for the waste and throws them in a water body, being able to cause environmental damages.

KEY WORDS: WTP waste, filter backwash water, sludge, qualitative analysis.

INTRODUÇÃO

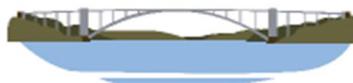
A água é um recurso natural imprescindível para a manutenção da vida humana e de todos os seres vivos no planeta. Este recurso, entretanto, é limitado na natureza, e, de toda a água existente, somente 0,7% é de água doce disponível em rios, lagos, lençóis subterrâneos, umidade do solo e da atmosfera. O gerenciamento não adequado destes recursos pelo homem tem gerado a deterioração da qualidade das águas naturais, o que pode ser revertido através da atuação harmoniosa entre homem e natureza, implantação de programas de planejamento e proteção mais severos dos recursos hídricos, entre outras medidas mitigadoras (OTTONI, 1999).

As estruturas criadas para transformar a água, tal como encontrada na natureza, em água própria para o consumo são denominadas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Estas, por sua vez, são naturalmente geradoras de resíduos, sendo o lodo o principal deles (BABATUNDE e ZHAO, 2007).

O gerenciamento destes resíduos deve buscar o mínimo impacto ambiental, porém, no Brasil não é o que se observa. De acordo com Achon *et al.* (2013), no Brasil a grande maioria das estações de tratamento de água lançam seus resíduos, sem qualquer tratamento nos corpos hídricos mais próximos, como constatado no estado de São Paulo, onde segundo Achon e Cordeiro (2015), em uma de suas sub-bacias hidrográficas, 86% das ETAs lançavam o lodo sem tratamento em corpos de água, e isto reflete a situação do país como um todo.

Desta forma, considera-se que a quantidade excessiva de lodo sem tratamento descartada nos rios, de forma inadequada, possa contribuir com um quadro eventual de poluição das águas ou, pelo menos, com a diminuição da qualidade das mesmas.

Uma vez que no país existem legislações vigentes com o objetivo de garantir a qualidade dos recursos hídricos, bem como fazer o melhor uso destes bens naturais, entende-se que o trabalho proposto seja capaz de caracterizar os resíduos



gerados em uma ETA, os quais são frequentemente lançados em corpos hídricos e verificar segundo pesquisas bibliográficas, os possíveis impactos ambientais gerados.

OBJETIVOS

Caracterizar físico-quimicamente o LETA e a ALAF de uma estação de tratamento de água, avaliar o método de disposição final empregado para tais resíduos e possíveis impactos ambientais causados.

METODOLOGIA

Área de estudo

A ETA foi estudada entre os dias 09/06/2018 e 14/08/2018, e está localizada no oeste do Estado do Paraná, na bacia hidrográfica do Paraná 3. Por questões técnicas, a mesma não pôde ser identificada no presente trabalho. A estação opera uma vazão de 123,56 L/s, e atende cerca de 62.288 pessoas. Apresenta dois módulos de tratamento de água, os quais operam simultaneamente, exceto quando é necessário realizar alguma manutenção ou limpeza de um deles.

A ETA apresenta ciclo completo, com as seguintes etapas: captação, adução, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação e distribuição. O coagulante utilizado é o policloreto de alumínio (PAC), dosado conforme necessidade constatada nas análises da água bruta. Na Figura 1 são mostrados um dos decantadores e três dos quatro filtros presentes na estação.



Figura 1: Decantador (à frente) e filtros (ao fundo) da ETA estudada. Fonte: Autores do trabalho.

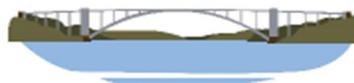
Para a análise dos métodos de tratamento e disposição final dos resíduos, além da observação direta, foram realizadas entrevistas com os responsáveis pela ETA, questionando como ocorriam tais processos. Também foram requeridos os valores de turbidez e cor da água bruta no período e a dosagem de coagulantes empregada.

Obtenção e caracterização do lodo de decantador

No período de análise, cada um dos dois decantadores foi lavado uma vez e ocorreram 66 lavagens de filtros. Os períodos de acumulação para cada um dos decantadores foram os seguintes:

- Decantador 1: 09/06/2018 até 07/08/2018, totalizando 59 dias de acumulação de lodo.
- Decantador 2: 26/06/2018 até 14/08/2018, totalizando 49 dias de acumulação de lodo.

Pode-se observar na Figura 2 que os dois decantadores presentes na ETA compartilharam as mesmas características de água bruta durante 42 dias, sendo 71,19% do tempo para o decantador 1, e 85,71% para o decantador 2, desta forma foi



assumida a hipótese de que as características dos lodos gerados em ambos seriam similares, sendo realizada apenas uma coleta de amostra, no dia de limpeza do decantador 1 (07/08/2018).

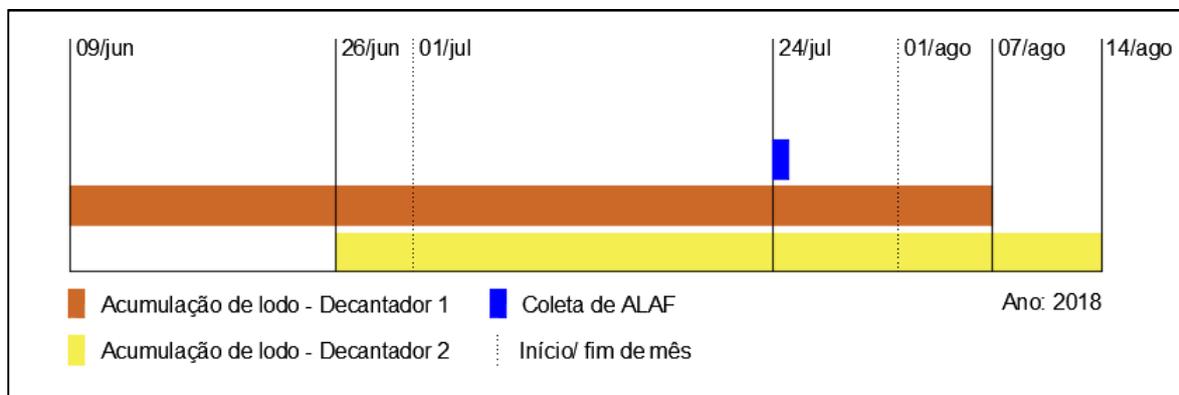


Figura 2: Períodos de acumulação de lodo nos decantadores e data da coleta da amostra de ALAF. Fonte: Autores do trabalho.

Para tal obtenção e caracterização foram seguidos os seguintes procedimentos: antes do início da lavagem do decantador 1, um dos funcionários habilitados a adentrar o local coletou, com o auxílio de um balde, amostras de lodo diversos pontos ao longo do decantador, para a formação de uma amostra composta, totalizando cerca de 15 L do resíduo. Uma parte da amostra de lodo coletada (cerca de 2 L) foi enviada a um laboratório com certificação junto ao INMETRO - ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 para análise.

Os parâmetros físico-químicos requeridos estão apresentados na Tabela 1 e são os mesmos ensaiados por Cordeiro (2001) para lodos de diferentes ETAs, exceto no que diz respeito aos metais, onde foram analisadas somente as concentrações de ferro e alumínio, uma vez que se acredita que outros metais tenham origem na água bruta e não no processo de tratamento.

Tabela 1. Variáveis físico-químicas analisadas para o lodo de decantador
Fonte: Adaptado de Cordeiro (2001).

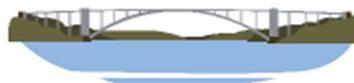
Parâmetros	Unidade
pH	-
DQO	(mg/L)
Sól. totais	(mg/L)
Sól. suspensos	(mg/L)
Sól. dissolvidos	(mg/L)
Alumínio	(mg/L)
Ferro	(mg/L)

As análises foram realizadas em laboratório segundo a metodologia descrita por APHA (1998): “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Obtenção e caracterização da água de lavagem de filtro

A água de lavagem de filtro foi coletada no dia 24/07/2018, como já mostrado na Figura 2. No dia da coleta não havia ocorrido precipitação no município onde a ETA está localizada, Segundo Vega *et al.* (1998), a qualidade de água de uma região é determinada entre outros fatores pela intensidade das precipitações e cobertura vegetal, além de atividades antrópicas.

Como o intervalo de análise foi relativamente curto, considerou-se que as atividades antrópicas e características da cobertura vegetal tenham se mantido constantes, sendo a precipitação o principal agente de influência na qualidade da água bruta. Considerando também que a eficiência dos decantadores tenham se mantido constantes e como em 88,06%



do tempo de análise não houveram precipitações registradas, assumiu-se que as características da ALAF seriam similares na maioria do tempo.

Para a obtenção e caracterização da água de lavagem de filtro foram seguidos os seguintes procedimentos: a ALAF foi coletada durante a realização da lavagem de um dos filtros. Um dos funcionários habilitados a adentrar o local coletou o resíduo com um frasco plástico esterilizado em uma mesma localidade do filtro, a cada 30 segundos durante a realização do processo de retrolavagem, para obtenção de uma amostra composta, após isto foi separado cerca de 2 L do resíduo em um recipiente e realizados na própria ETA os ensaios para os parâmetros cor aparente, pH e turbidez, a amostra restante foi enviada para o mesmo laboratório responsável pelas análises do lodo, sendo solicitados os demais ensaios.

Os parâmetros físico-químicos analisados estão apresentados na Tabela 2, os quais são os mesmos analisados por Reali (1999), entretanto, assim como no lodo, os metais testados foram apenas ferro e alumínio.

Tabela 2. Variáveis físico-químicas analisadas para a água de lavagem de filtros
Fonte: Adaptado de Cordeiro (2001).

Parâmetros	Unidade
pH	-
Cor aparente	(uC)
Turbidez	(uT)
DQO	(mg/L)
Sól. totais	(mg/L)
Sól. totais fixos	(mg/L)
Sól. totais voláteis	(mg/L)
Sól. suspensos totais	(mg/L)
Sól. suspensos fixos	(mg/L)
Sól. suspensos voláteis	(mg/L)
Alcalinidade	(mg/L de CaCO ₃)
Dureza	(mg/L de CaCO ₃)
Alumínio	(mg/L)
Ferro	(mg/L)

A caracterização segundo os parâmetros apresentados na Tabela 2, assim como para o lodo, seguiram a metodologia descrita por APHA (1998): “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

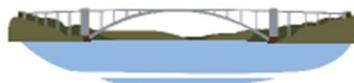
Impactos ambientais

Através das características dos resíduos e método de disposição levantados, foi realizada revisão bibliográfica acerca dos possíveis impactos ambientais a serem causados, os mesmos foram apontados nas discussões deste trabalho.

RESULTADOS

Gerenciamento dos resíduos

A ETA analisada não trata os resíduos gerados, e realiza o descarte de ambos em um corpo hídrico. O processo de disposição final empregado está em desacordo com a Lei 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a qual define o lodo proveniente de sistemas de tratamento de água como resíduo sólido e, entre outras diretrizes proíbe a destinação ou disposição final destes através do lançamento em quaisquer corpos hídricos, no entanto, de acordo com a Resolução nº 21 – SEMA (PARANÁ, 2009) as ETAs que apresentam vazão entre 30 L/s e 500 L/s tem até abril de 2019 para adequarem seus sistemas de tratamento e disposição de resíduos. Desta forma, como o presente estudo foi realizado no ano de 2018 e a ETA apresenta vazão de operação de 123,56 L/s, a mesma estava dentro do prazo estipulado.



Caracterização da água bruta no período

No período de análise, segundo os responsáveis pela ETA, a dosagem média de PAC (teor de Al_2O_3 mínimo de 10,5%) utilizada foi de 8,36 mg/L, a turbidez média da água bruta foi de 23,04 uT, e a cor aparente média 157,92 uC. Tais dados podem ser úteis aos possíveis trabalhos futuros a cerca da influência das características da água bruta do manancial de adução para com os resíduos gerados.

Caracterização e possíveis impactos ambientais - lodo de decantador

O resultado das análises realizadas para a amostra de lodo dos decantadores está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Variáveis físico-químicas para o lodo de decantador da ETA analisada
Fontes: Autores do trabalho, Cordeiro (2001), Tsutiya e Hirata (2001)

Parâmetros	Resultado	Cordeiro (2001)	Tsutiya e Hirata (2001)
pH	7,74	7,2 – 7,35	NR ¹
DQO (mg/L)	NR ¹	4.800 – 5.450	NR ¹
Sólidos Totais (mg/L)	158.500	57.400 – 58.630	5.518 – 24.957
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	NR ¹	15.330 – 26.520	NR ¹
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	NR ¹	32.110 – 42.070	NR ¹
Ferro (mg/L)	16.476,10	4.200 – 5.000	30.080 – 449.774
Alumínio (mg/L)	10.351,17	30 – 11.100	6.690 – 123.507

¹NR = Não realizado

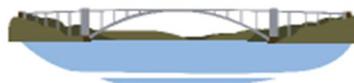
Os valores de DQO, SST e SDT não puderam ser realizados, segundo o laboratório, devido à amostra estar muito sólida, como mostrado na Figura 3.



Figura 3: Aspecto do lodo coletado. Fonte: Autores do Trabalho.

Pode-se observar que o valor de sólidos totais apresenta valor elevado, a quantia de 158.500 mg/L é equivalente a 15,85% da amostra, valor quase 3 vezes maior do que se comparado com Cordeiro (2001), tal fato pode ser devido ao alto tempo de retenção de lodo, sendo 49 e 59 dias para os dois decantadores respectivamente, além de características da água bruta e tipo de coagulante utilizado. De acordo com Soares *et al.* (2004), a elevada carga de sólidos presente em lodos, lançada no corpo hídrico pode causar impactos como a elevação da turbidez das águas, ocasionando por sua vez redução da camada eutrófica, soterramento dos bentos, sombreamento das macrófitas e hiperplasia das brânquias dos peixes (aumento de tamanho do órgão devido ao aumento no número de células).

O Potencial Hidrogeniônico (pH) de 7,74, alcalino, se encontra pouco superior aos dados encontrados na revisão bibliográfica, podendo ser devido às particularidades da água bruta.



A concentração de ferro por volume de lodo, 16.476,10 mg/L é superior aos 4.200 e 5.000 mg/L apresentados por Cordeiro (2001), como a ETA não utiliza coagulantes férricos, tal concentração pode ser atribuída ao tipo de solo predominante na região, latossolo vermelho (argila vermelha), rica em óxidos de ferro, o valor entretanto, está dentro da ampla faixa apresentada por Tsutiya e Hirata (2001), os quais afirmam que as características dos lodos dependem da qualidade da água bruta e tempo de permanência nos decantadores.

A concentração de alumínio (10.351,17 mg/L) se encontra dentro das duas faixas de comparação utilizadas, como o coagulante PAC empregado na estação é a base de alumínio, acredita-se que grande parte da concentração deste metal é devida a tal coagulante.

Deve-se ressaltar que ambos os metais para os quais foram realizados testes (ferro e alumínio), podem ser prejudiciais à saúde humana, são compostos recalcitrantes, os quais podem gerar, de acordo com Soares *et al.* (2004), problemas renais e cardiovasculares no ser humano, apatia e desânimo generalizado nos peixes, destruição da camada bentônica e inibição no movimento de pupas. Além disso, segundo Ferreira *et al.* (2008), diversos autores apontam relação entre o alumínio e o desenvolvimento da doença de Alzheimer.

Caracterização e possíveis impactos ambientais – água de lavagem de filtro

Nas Figuras 4a, 4b e 4c são mostrados os aspectos da água presente no filtro durante o processo de retrolavagem, no qual a água tratada retorna do reservatório, passando pelo filtro em sentido ascendente, levando consigo as impurezas presentes no mesmo.

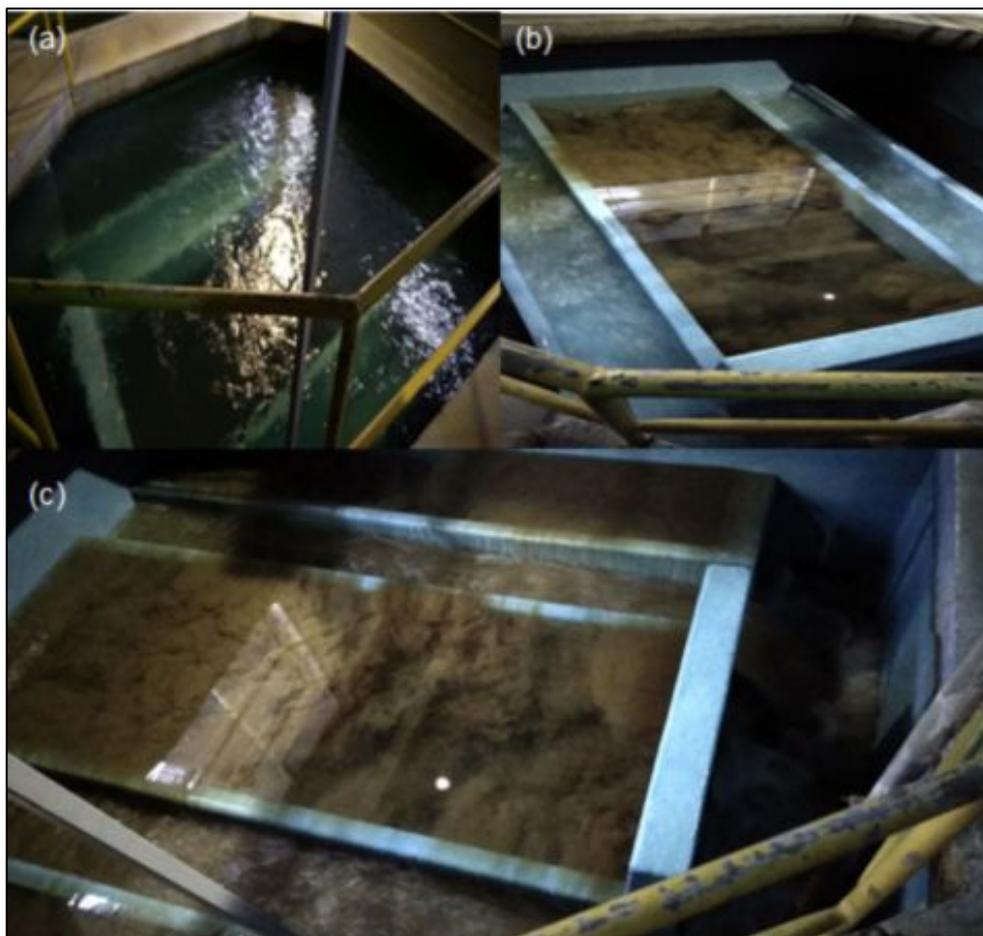
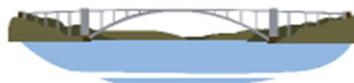


Figura 4a: Aspecto do filtro antes da retrolavagem. Figura 4b: Aspecto do filtro no início da retrolavagem. Figura 4c: Aspecto do filtro durante aproximadamente o meio da retrolavagem. Fonte: Autores do Trabalho.



A coleta e o aspecto da ALAF analisada estão representados nas Figuras 5a e 5b respectivamente.



Figura 5a: Coleta da ALAF. Figura 5b: Aspecto da ALAF coletada. Fonte: Autores do Trabalho.

Os resultados das análises para tal resíduo estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Variáveis físico-químicas para a água de lavagem de filtro da ETA analisada
Fontes: Autores do trabalho, Reali (1999), Ribeiro (2007)

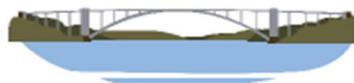
Parâmetros	Resultado	Reali (1999)	Ribeiro (2007)
pH	7,09	6,9 – 7,3	5,5 – 7,9
Cor aparente (uC)	350	310 – 400	1.100 – 2.500
Turbidez (uT)	93,50	58 - 76	110 – 341
DQO (mg/L)	<10,00	35 - 48	26 – 67,9
Sól. totais (mg/L)	138,00	88 – 130	197 – 772
Sól. totais fixos (mg/L)	101,00	65	137 – 417
Sól. totais voláteis (mg/L)	37,00	23	177 – 360
Sól. suspensos fixos (mg/L)	88,33	48	166 – 310
Sól. suspensos voláteis (mg/L)	28,33	17	30 – 76
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	22,27	12,6 - 17	13,8 – 42,8
Dureza (mg/L de CaCO ₃)	15,84	12	43,7 – 69,9
Fe (mg/L)	0,0071	6,5 – 6,9	486 – 852
Al (mg/L)	<0,015	0,3 – 0,8	131 – 341

Pode-se observar que os valores de pH, cor aparente e turbidez estão dentro de pelo menos um dos intervalos encontrados na literatura. As diferenças podem ser atribuídas às características dos diferentes mananciais de captação.

A cor aparente encontrada para a ALAF, 350 uC, é pouco maior que duas vezes tal parâmetro para a água bruta no período de análise, 157,92 uC. Desta forma, o lançamento deste resíduo nestas condições pode alterar a qualidade de água do manancial. O mesmo impacto pode ocorrer devido à turbidez encontrada para o resíduo, 93,50 uT, cerca de quatro vezes maior que os 23,04 uT aferidos para a água bruta.

O valor de DQO encontrado, menor que 10,00 mg/L apresenta valor inferior aos apresentados na revisão bibliográfica, o que pode indicar que a maior parte de matéria orgânica foi removida no processo de decantação e que o resíduo apresenta reduzida carga orgânica, seguindo esta hipótese ressalta-se a necessidade de se realizar tal ensaio para o lodo de decantadores, uma vez que pode haver grandes concentrações de matéria orgânica no mesmo.

Os valores encontrados para os sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis, alcalinidade e dureza se encontram fora das faixas apresentadas na literatura, as diferenças podem se dar devido às diferentes características da água captada, como impactos ambientais



referentes aos sólidos podem ser considerados os mesmos associados à cor e turbidez do resíduo, os valores de alcalinidade e dureza se encontram bastante reduzidos, acreditando-se que não influenciem na qualidade do corpo receptor, para efeito de comparação, os valores limites para tais parâmetros para a potabilidade de água, segundo Brasil (2017) são 400 e 500 mg/L de CaCO₃, respectivamente.

No que diz respeito aos metais, a concentração de ferro, 0,0071 mg/L e alumínio, menor que 0,015 mg/L se situam muito abaixo das concentrações mostradas na bibliografia, podendo indicar que ambos foram removidos na etapa de decantação.

CONCLUSÕES

Através do estudo realizado concluiu-se que:

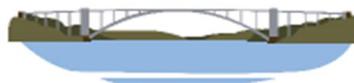
- A ETA analisada não trata seus resíduos, e os descartam em um corpo hídrico.
- As análises físico-químicas para caracterização do lodo demonstraram que tal resíduo gerado apresenta teor de sólidos totais, ferro e alumínio elevados, provavelmente devido ao tempo de retenção de lodo, solo da região e ao coagulante empregado na estação, respectivamente. O pH encontrado para amostra está dentro da faixa encontrada em levantamento bibliográfico.
- As análises físico-químicas para caracterização da ALAF demonstraram valores de pH, cor aparente e turbidez dentro de pelo menos um dos intervalos de comparação; o valor de DQO encontrado indica baixa concentração de matéria orgânica no resíduo, as concentrações de ferro e alumínio encontradas, apresentam valores inferiores aos apresentados na revisão bibliográfica, podendo ser devido à eficiência da etapa de decantação na remoção dos mesmos, os valores encontrados para ST, STF, STV, SST, SSF, SSV, além de alcalinidade e dureza se situaram fora das faixas apresentadas na literatura, o que pode ser devido às características da água bruta de entrada.
- Os resíduos lançados diretamente no corpo hídrico podem causar impactos ambientais negativos.

AGRADECIMENTOS

À SANEPAR e seus colaboradores, pela contribuição à pesquisa realizada e à UTFPR, pelo auxílio financeiro através do Edital 1/2018 – PROGRAD/PROREC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achon, C. L., Barroso, M. M., Cordeiro, J. S. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.115-122, abr./jun. 2013.
2. Achon, C. L., Cordeiro, J.S. **Destinação e disposição final de lodo gerado em ETA - Lei 12.305/2010**. In: XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. 45º Assembleia nacional do ASSEMAE, de 24 a 29 de maio de 2015, Poços de Caldas, MG, Brasil, 2015. 8p. Disponível em: <http://www.trabalhosassemee.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/103/151/t151t1e1a2015.pdf>. Acesso 05 de abril de 2018.
3. American Public Health Association (APHA). **Standards Methods for the examination of Water and Wastewater**, USA, 1998.
4. Babatunde, A. O., Zhao, Y. Q. **Constructive approaches toward water treatment works sludge management: an international review of beneficial reuses**. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 37, n. 2, p.129-164, 2007.
5. Brasil. **Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. In: Presidência da República Brasileira, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso 05 de abril de 2018.
6. Brasil. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. In: Diário Oficial da União, Brasília, 2017. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso 18 de abril de 2019.



7. Cordeiro, J. S. **Processamento de Lodos de Estação de Tratamento de Água (ETA)**. In: Andreoli, C.V. (coord.) Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. Rio de Janeiro: RiMa / ABES / PROSAB, 2001. p. 121 – 142.
8. Ferreira, P. C., Piai, K. A., Takayanagui, A. M. M., Segura-Munoz, S. I. **Aluminum as a risk factor for Alzheimer's disease**. Rev. Latino-Am. Enfermagem, Ribeirão Preto, v. 16, n. 1, p. 151-157, Feb. 2008.
9. Ottoni, A. B. **Importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Desafios para o saneamento ambiental no terceiro milênio. Rio de Janeiro, ABES, 1999. p.1-9.
10. Paraná. **Resolução N° 021, de 22 de Abril de 2009**. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. In: Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_21_2009_LICENCIAMENTO_PADROES_AMBIENTAIS_SANEAMENTO.pdf. Acesso 05 de abril de 2018.
11. Reali, M. A. P. (coordenador). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Projeto PROSAB
12. Ribeiro, F. L. M. **Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito – MG**. 2007. 115 f. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da UFOP. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
13. Soares, L. V., Achon, C. L., Megda, C. R. **Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água**. In: ICTR 2004 – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Florianópolis, SC, 2004.
14. Tsutiya, M. T., Hirata, A. Y. **Aproveitamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água do Estado de São Paulo**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, João Pessoa, PB, Brasil, 2001.
15. Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. Debán, L. **Assesment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis**. Water Research, v.32, n.12, p.3581-3592, 1998.