

Fernando Neris Rodrigues

Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. E-mail: fernandoneris99@hotmail.com;

Diego Vipa Amâncio

Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras E-mail: diegovipa@gmail.com;

Kátia Daniela Ribeiro

Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Professora Titular I, UNIFOR-MG. E-mail: katia@bol.com.br

Ronaldo Fia

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor no Departamento de Engenharia – UFLA. E-mail: ronaldofia@deg.ufla.br

Gilberto Coelho

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Professor no Departamento de Engenharia – UFLA. E-mail: coelho@deg.ufla.br

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO LEITO DE SECAGEM NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE LODO GERADO NOS DECANTADORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Resumo: Durante o processo de tratamento da água são gerados resíduos dentre eles o lodo, que, na maioria das estações, não são tratados e são devolvidos diretamente ao manancial, impactando-o negativamente. O trabalho apresenta a utilização de um leito de secagem convencional como tratamento preliminar para os resíduos gerados no decantador da ETA de Formiga – MG, no intuito de reduzir o impacto causado pelo seu lançamento direto nos corpos receptores. Para tanto, a pesquisa se constituiu nas seguintes etapas: i) qualificar os períodos (seco e chuvoso) nos atributos da água bruta e na geração de lodo; ii) construção de um leito de secagem convencional; iii) coleta, caracterização do lodo, e monitoramento do processo de desidratação do lodo; iv) caracterização físico-químico biológica do percolado gerado no processo de desidratação do lodo junto aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 430/2011. Os resultados da caracterização do lodo bruto indicaram que o mesmo não se enquadra nas normas de lançamentos de efluentes. O leito de secagem mostrou-se ser um excelente mecanismo de desidratação do lodo, deixando o mesmo, em ambos os períodos da pesquisa, em condições apropriadas para transporte do mesmo. Já as análises do percolado gerado no processo de desidratação indicaram que o alumínio residual da dosagem de sulfato de alumínio, ficou retido no leito de secagem, sendo que os demais parâmetros, como ferro, turbidez, cor, DBO e sólidos totais, foram reduzidos significativamente, ficando dentro dos parâmetros permitidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011. Em uma simples desidratação do lodo têm excelentes resultados.

Palavras-Chave: Lodo de ETA. Desidratação. Percolado.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF DRYING BED IN THE PROCESS OF DEHYDRATION OF SLUDGE GENERATED IN DECANTERS OF THE SEASON WATER TREATMENT

Abstract: During the water treatment process residues are generated among them the sludge, which, in most stations, are not treated and are returned directly to the well, negatively impacting it. This work presents the use of a conventional drying bed as a preliminary treatment for the residues generated in the Formiga – MG ETA decanter in order to reduce the impact caused by its direct release to the re-

ceiving bodies. For this, the research consisted of the following steps: i) to qualify the periods (dry and rainy) in the attributes of raw water and in the generation of sludge; ii) construction of a conventional drying bed; iii) collection, sludge characterization, and monitoring of the sludge dehydration process; iv) biological physico-chemical characterization of the percolate generated in the sludge dewatering process, together with the maximum values allowed by CONAMA Resolution 430/11. The results of the characterization of the crude sludge indicated that it does not meet the standards for effluent releases. The drying bed was shown to be an excellent mechanism of dewatering of the sludge, leaving the same, in both periods of the research, under appropriate conditions for transporting the sludge. On the other hand, the analysis of the percolate generated in the dehydration process indicated that the residual aluminum of the aluminum sulfate dosage was retained in the drying bed. The other parameters, such as iron, turbidity, color, BOD and total solids, were significantly reduced, staying within the parameters allowed by CONAMA Resolution No. 430/2011. In a simple dehydration of the sludge have excellent results.

Keywords: Sludge DWTP. Drying. Percolate.

Recebido em: 10/11/2018 - Aprovado em: 12/12/2018 - Disponibilizado em: 19/12/2018

INTRODUÇÃO

Os lodos gerados nos decantadores das estações de tratamento de água (ETAs) são resultados dos processos e operações de coagulação, floculação e sedimentação das partículas presentes na água bruta. Essas partículas sofrem reações químicas e física, formando de flocos de partículas, que se tornam propícios para sedimentação ou de flotação.

Os sólidos removidos da água bruta são retidos em tanques por um determinado tempo e posteriormente disposto, quase sempre, em cursos d'água. (CORDEIRO,

2001). Estima-se que cerca de 2.000 toneladas de sólidos são lançadas nos mananciais brasileiros sem nenhum tratamento.

O lodo de ETA é caracterizado como um fluido não newtoniano, volumoso e tixotrópico, apresentando-se em estado gel quando em repouso e relativamente líquido quando agitado (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2012)

Os lodos de ETAs têm causado preocupação da sociedade moderna, é de extrema importância propor e avaliar alternativas para seu reaproveitamento, o que trará benefícios tanto em termos ambientais quanto em termos econômicos,

visto que o resíduo não será mais devolvido inadequadamente ao meio ambiente e tornará a ser matéria prima, gerando novos produtos e renda. Vários autores propõem a reutilização do lodo de ETA em diversos seguimentos, reutilização em materiais cerâmicos, incorporação em argamassa na construção civil, recirculação nas próprias ETAs, estes métodos permitem uma destinação viável e ambientalmente correta para estes resíduos.

Os lodos de ETAs apresentam um alto teor de umidade, por isto, é necessária a desidratação para um melhor gerenciamento do mesmo. A desidratação do lodo geralmente apresenta importância técnica e econômica significativa em sistemas de tratamento e disposição final de lodos de ETAs, pois a redução do volume de lodo proporcionada pelas unidades de desidratação permite uma grande economia em transporte para a disposição final dos resíduos.

Para a desidratação do lodo existem vários métodos, como lagoas de secagem, prensas desaguadora, centrífugas, mas o meio mais convencional são os leitos de secagem, pois possuem baixo custo e de manutenção fácil.

A decisão quanto ao processo a ser adotado para o tratamento e disposição do lodo de ETA deve ser orientadas por

critérios técnicos e econômicos, com a apreciação dos méritos quantitativos e qualitativos de cada alternativa. Não há fórmula generalizada para tal, e o bom senso ao se atribuir à importância relativa de cada aspecto técnico é essencial (VON SPERLING, 2014).

Neste contexto o objetivo geral da pesquisa foi avaliar a eficiência do leito de secagem no processo de desidratação de lodo gerado na estação de tratamento de água do município Formiga – MG. Para tanto o objetivos específicos foram: caracterizar a água bruta nos períodos de chuvas e de estiagens, caracterizar os resíduos oriundos dos decantadores da ETA, bem como compará-los com os padrões de lançamento de efluente, das resoluções CONAMA nº 430/2011 e 357/2005, desidratar os resíduos em um leito de secagem convencional e caracterizar o percolado gerado no processo de desidratação do lodo e posteriormente compará-lo com a resolução CONAMA nº 430/2011.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na ETA do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município de Formiga – MG. O objeto de estudo foi os resíduos gerados nos decantadores da ETA.

A ETA tem a configuração tipo convencional (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção), o coagulante utilizado é o sulfato de alumínio ferroso.

A pesquisa ocorreu em dois períodos, sendo o primeiro entre as datas de 15/03/2011 a 29/06/2011, e o segundo entre as datas 05/12/2011 a 11/04/2012.

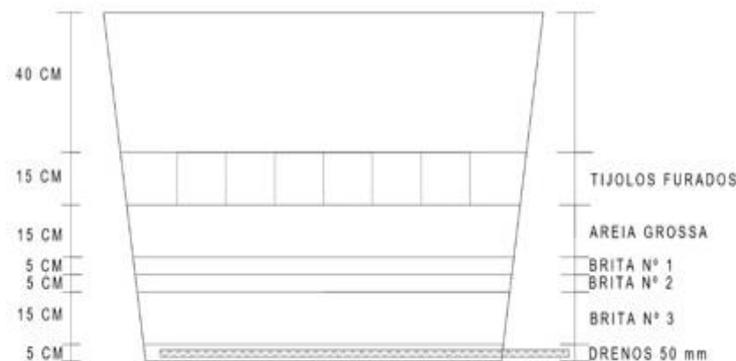
Os dois períodos de análises da desidratação de lodo, de acordo com os padrões preestabelecidos (quantidade e qualidade físico-química) em relação a sazonalidade em decorrência dos resíduos gerados na ETA e também do percolato gerado no processo de desidratação. Para caracterização dos períodos da pesquisa,

os dados de precipitação foram coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os resultados das análises da caracterização da água bruta (Turbidez, cor, sólidos totais, pH, DBO, coliformes totais e *Escherichia coli*) foram cedidos pelo SAAE, sendo estas realizadas em seus respectivos laboratórios, seguindo a metodologia (APHA, 2005).

O leito de secagem foi construído do tipo convencional para a desidratação do lodo, composto por drenos e meio filtrante constituído por três granulometrias de britas, areia grossa e tijolos furados (figura 1).

Figura 1 – Desenho esquemático do leito de secagem



Fonte: Amâncio *et al.* (2017).

A área superficial do leito de secagem é de 2,27 m². Para construção do leito de secagem, foram utilizados: 1 Caixa de Fibra de 2 m³; 90 Tijolos furados (30 cm comprimento, 14 cm de altura e 9 cm de largura), e os seguinte materiais: 15 m

de canos de PVC com diâmetro nominal (DN) de 50 mm, 0,2 m³ brita tamanho 1, 0,2 m³ brita tamanho 2, 0,3 m³ brita tamanho 3, 0,4 m³ Areia grossa, 5 cruzetas de PVC com DN de 50 mm, 1 Tê de passagem direta de PVC com DN de 50

mm e 12 tampões de PVC com DN de 50 mm.

A coleta do lodo ocorreu em duas datas distintas, sendo a primeira no dia 29/06/2011, e a segunda no dia 11/04/2012. Em ambas as datas foram coletados o mesmo volume de lodo (882,52 litros), ao ser transferido para leito de secagem, o lodo ficou com uma lâmina de 0,38 m sobre a área superficial do leito.

Para a caracterização foram analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos do lodo bruto (hidratado). Amostras foram retiradas no instante da coleta do lodo após sua homogeneização no leito de secagem, e os resultados foram comparados com as resoluções do CONAMA 357/2005 e 430/2011 em que ambas dispõem sobre as condições distintas, sendo que a primeira dispões sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento e a seguinte sobre condições e padrões de lançamento de efluentes. As variáveis analisadas para caracterização do lodo bruto foram: cor, coliformes totais (C.T.), turbidez, *Escherichia coli* (E.C.), sólidos totais (S.T.), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), densidade, umidade (U) potencial Hidrogeniônico (pH).

O tempo adotado para desidratar o lodo foi de 30 dias para os dois períodos da pesquisa. No processo de desidratação do lodo no leito de secagem, parte da água evapora, porém, a maior parte é percolada, gerando um efluente, que foi caracterizado através de análises dos parâmetros físico, químico e biológico, no intuito de saber se o mesmo pode ser reaproveitado na estação de tratamento de água ou se pode ser lançado em corpos receptores segundo a Resolução CONAMA 357/2005 e CONAMA 430/2011. As variáveis analisadas no monitoramento do percolado foram: cor (C), alumínio dissolvido (Al), turbidez (T), ferro dissolvido (Fe), sólidos totais (S.T.), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial Hidrogeniônico (pH), coliformes totais (C.T.) e *Escherichia coli* (E.C.), e o teor de umidade (U) do lodo para o acompanhamento do processo de desidratação, devido ao acúmulo de sólidos no mesmo.

As amostras do lodo bruto e do percolado foram encaminhadas para análises laboratoriais que ocorreram CENAR (Centro de Análises de Água e Resíduos) do UNIFOR e nos laboratórios do SAAE de Formiga. Devido à complexidade e grande concentração de sólidos nas amostras do lodo bruto, não foi possível realizar as análises de alumínio

e ferro dissolvidos, por falta de equipamentos nos laboratórios.

As análises para caracterização da água bruta, do lodo e do percolado gerado

na desidratação, foram realizadas conforme metodologias apresentadas na tabela 1.

Tabela1 – Análises segundo as metodologias propostas

Parâmetro	Método
CT	Teste de substrato enzimático APHA (2005)
EC	Teste de substrato enzimático APHA (2005)
DBO	APHA (2005)
pH	Método potenciômetro, APHA (2005)
T	Método nefelométrico, APHA (2005)
C	Método colorimétrico, APHA (2005)
ST	Método gravimétrico, APHA (2005)
U	Método gravimétrico, APHA (2005)
Al e Fe	Método colorimétrico, APHA (2005)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados das precipitações totais mensais do município de Formiga – MG (Tabela 2) e das características da água bruta (Tabela 3), possibilitou-se caracterizar os períodos da pesquisa. O 1º período foi caracterizado

como seco, com baixa turbidez de água bruta (meses de março a junho de 2011), e o 2º período caracterizado como chuvoso, com alta turbidez de água bruta (meses de dezembro de 2011 a abril de 2012).

Tabela 2 – Monitoramento da turbidez média e precipitações total mensal, nos períodos da pesquisa

Mês – ano	Turbidez média (UNT)	Chuva (mm)	Mês – ano	Turbidez média (UNT)	Chuva (mm)
1º Período – Seco			2º Período – Chuvoso		
Março – 2011	85,5	96,0	Dezembro – 2011	403,6	422,2
Abril – 2011	28,4	34,0	Janeiro – 2012	324,6	506,8
Maió – 2011	21,3	1,0	Fevereiro – 2012	64,1	99,4
Junho – 2011	19	1,2	Março – 2012	122,5	126,8
			Abril – 2012	103,2	398,2

Na tabela 3 apresentam-se as quantidades de produtos utilizados e a vazão média de entrada para o tratamento de água da estação, juntamente com as

características da água bruta que chega a estação, nos dois períodos da pesquisa.

Os resultados indicam que a precipitação ocorrida no município,

influenciaram nos valores das variáveis analisadas da água bruta.

O aumento na concentração média de sólidos da água bruta do 2º período (2.285 mg.L⁻¹) em relação ao 1º período (900 mg.L⁻¹), influenciou nos valores das variáveis de cor, DBO, coliformes totais e *Escherichia Coli*, todos valores se elevaram no 2º período.

Segundo Richter (2009), as chuvas influenciam diretamente nos valores de material em suspensão em um corpo hídrico, devido ao carreamento de material particulado, sendo a turbidez considerada uma medida indireta dos sólidos em

suspensão, alterando as características demais do corpo hídrico.

No entanto Vasco *et al* (2011) estudando a influência da sazonalidade na qualidade da sub bacia hidrográfica do rio Poxim no estado de Sergipe, encontrou resultados máximo e mínimo para o parâmetro de DBO de 12,5 a 17,8 mg. L⁻¹ para o período chuvoso, resultados estes que são inferiores aos resultados máximos e mínimos obtidos para o período seco, que foram de 14,4 a 29,8 mg. L⁻¹. Os autores explicam que isso ocorreu, provavelmente, devido à diluição promovida pelo período chuvoso.

Tabela 3 – Resultados da caracterização da água bruta

Variáveis	Unidade	1º Período			2º Período		
		Méd.	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Vazão	L.s ⁻¹	176	189	67	176	189	91
Coagulante	mg.L ⁻¹	27,39	77	18	38,71	194	20
Turbidez	UNT	32,78	768	13,6	223,32	3930	11
Cor	UH	214,97	2.980	16,8	794,64	12.3	83,5
S.T.	mg.L ⁻¹	900	1.020	720	2.285	3.550	500
pH	-	7,26	7,7	6,32	7,14	9,08	17
DBO	mg.L ⁻¹	23,8	19,5	24,9	33,76	41,1	24,5
C.T.	NMP. 100 mL ⁻¹	9.300	1.100	760	>16.000	>16.000	6.000
<i>E.C</i>	NMP. 100 mL ⁻¹	1.300	1.200	1.400	5.000	9.20	1.000

1

Em relação aos resultados encontrados na caracterização do rio Formiga, onde ocorreram aumentos significativos das características analisadas no 2º período, devido que, provavelmente há existências de atividades agrícolas ao

longo das margens dos afluentes do rio Formiga, e com as altas precipitações uma grande quantidade de sólidos é carregada para o leito do rio, alterando assim sua qualidade por meio do escoamento superficial.

O aumento de sólidos na água bruta, também aumenta a dosagem de coagulante utilizado na ETA.

No 1º período da pesquisa foram utilizados 43.677,35 kg de sulfato de alumínio, sendo em média 412,05 Kg.dia⁻¹ e foram tratados 1.601.211,60 m³ de água bruta, com vazão média diária de 176 L.s⁻¹.

No 2º período da pesquisa, foram utilizados 73.647,29 Kg de sulfato de alumínio, com média de 575,37 Kg.dia⁻¹ e foram tratados 1.928.120,40 m³ de água bruta, com vazão média diária de 176 L.s⁻¹.

Em relação a este consumo de coagulante do 2º período aumentou 39,6% em relação ao 1º período.

A primeira coleta de lodo bruto ocorreu na data de 29/06/2011 referente ao 1º período, foi gerado por um período de 106 dias. Já a segunda coleta de lodo bruto ocorrida na data de 11/04/2012, referente ao 2º período da pesquisa, foi gerado por um período de 128 dias. Os resultados da caracterização do lodo bruto encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização do lodo bruto.

Parâmetros	Unidade	1ª Coleta	2ª Coleta	Classe 3 ¹
DBO	mg.L ⁻¹	178,84	333,39	10
T	UNT	138.800	181.600	100
C	UH	530.000	624.000	75
pH		6,95	6,85	6 – 9
ST	mg.L ⁻¹	150.140	395.460	500
TS	%	13	16,6	-
D		1,07	1,27	-
CT	NMP.100 mL ⁻¹	>16.000	>160.000	-
EC	NMP.100 mL ⁻²	2.400	100.000	4000

¹parâmetros de enquadramento da classe 3 – água doces do COMANA 357/2005.

²padrões de lançamentos de efluente da COMANA 430/2011.

Os resultados da caracterização do lodo bruto indicam a influência do período chuvoso nas características do lodo em relação ao período seco. A maior concentração de sólidos, no lodo do período chuvoso é devida a um maior consumo de coagulante neste período e a

maior concentração de sólidos da água bruta, em relação ao período seco.

Quanto aos parâmetros de DBO, coliformes e *Escherichia Coli*, também são maiores na 2ª coleta, devido à qualidade da água bruta e ao maior tempo do lodo no decantador, o que propiciou uma maior

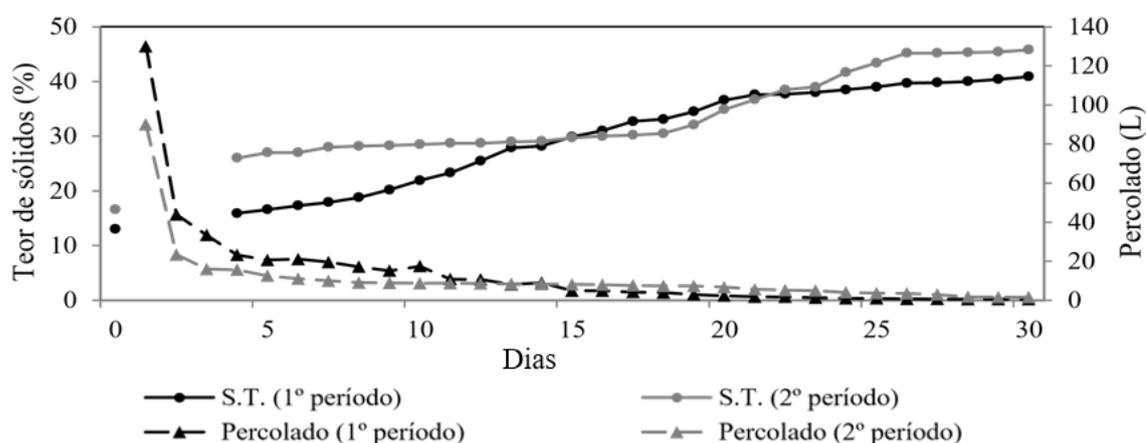
decantação de material orgânico e consequentemente proliferação de micro-organismo.

Os resultados indicam que o lodo gerado nos decantadores do SAAE possui um grande potencial poluidor e comparando os resultados do lodo com as resoluções 357/2005 e 430/2011 do COMANA, indica que os resíduos não se enquadram nos padrões de lançamento de efluentes. O lodo de ETA é um biossólido

classificado como resíduo classe II A resíduo não perigoso e não inerte, conforme a ABNT 10004/2004, que normatiza os Resíduos sólidos quanto classificação, e sua destinação correta seria um aterro sanitário.

O monitoramento do processo de desidratação do lodo da 1ª e 2ª coleta ocorreu durante trinta dias, conforme ilustra figura 2.

Figura 2 – Monitoramento do processo de desidratação dos resíduos no leito de secagem



Fonte: Autoria própria.

Em ambos os processos de secagem foi coletado o mesmo volume de lodo, 882,52 litros, entretanto a densidade do lodo na 1ª coleta foi de 1,07, com 13% de sólidos, gerando uma carga de sólidos de 54 KgST.m², já na 2ª coleta a densidade do lodo foi de 1,27, com 16,6%, gerando uma carga de sólidos de 82 KgST.m².

O leito de secagem mostrou-se eficiente na desidratação do lodo em ambos os períodos da pesquisa, pois se aumentou

o teor de sólidos para 40,9% e 45,8%, nos 1º e 2º períodos da pesquisa, respectivamente. Resultados estes que são superiores ao da afirmação de Reali (1999), na qual o autor diz que o objetivo do tratamento de lodos é remover água, para reduzir o seu volume, visando obter um lodo com teor mínimo de sólidos da ordem de 20%. Isso resulta em uma maior facilidade no manuseio do lodo, viabiliza sua disposição final, e permite a reutilização

da água percolada, reduzindo as perdas que ocorrem nos processos de tratamento.

Com relação às diferenças de teores de sólidos e dos volumes do percolado, deve-se a diversos fatores, como clima características do lodo e carga de sólido aplicada no leito de secagem, mostrando ser distintas nos resultados obtidos na 1ª e 2ª coleta.

Quanto à quantidade de percolado gerado, no processo de desidratação o lodo, o valor encontrado ao final do 2º processo foi de 318,23 litros, o que corresponde a 36% em relação ao volume inicial do lodo, enquanto, o valor encontrado ao final do 1º processo 412,14 litros, o que corresponde a 46,7% em relação ao volume inicial, isto se justifica principalmente por dois motivos, a densidade do lodo que foi diferente, outro fator que também altera o volume do percolado, que é a carga de sólidos aplicada por metro quadrado do leito de secagem.

Catunda et al (1998), analisando volumes percolados em leitos de secagem, encontraram reduções de volume na faixa de 50 a 80%. Todavia, Ramaldes *et al.* (2000) ressaltam que a carga de sólidos aplicada tem uma influência direta sobre o tempo requerido para a percolação e o volume gerado.

Após a coleta e posterior disposição do lodo no leito de secagem, ocorreu um

adensamento por gravidade do lodo no leito ocasionando uma diminuição nos poros no meio filtrante, influenciando diretamente na vazão do percolado.

Pode-se afirmar que o adensamento do lodo no leito de secagem aconteceu mais rápido na 2ª coleta, ocasionando uma menor quantidade de líquido percolado ao longo do processo de desidratação, fazendo que essa desidratação do lodo ocorresse em maior porcentagem por evaporação.

As caracterizações diárias do percolado gerado nos processos de desidratação do 1º e 2º período (tabela 5) mostram os resultados médios, máximos e mínimos encontrados.

O leito de secagem demonstrou ser um ótimo tratamento preliminar para o lodo, pois os resultados das análises mostraram que as características do percolado que foi gerado nos processos de desidratação tiveram, em ambos os períodos, grandes reduções quanto à concentração de sólidos totais, cor, turbidez, coliformes totais, *Escherichia Coli* e demanda bioquímica de oxigênio.

Os resultados de sólidos totais obtidos no percolado, em comparação com o lodo bruto, mostram relevante redução, uma vez que o leito de secagem convencional reduziu a concentração inicial, que no lodo da 1ª coleta foi de 150.140 mg.L⁻¹ para uma média de 655

mg.L⁻¹, após passagem pelo meio filtrante, já no lodo da 2ª coleta a concentração

inicial de sólidos totais foi de 395.460 mg.L⁻¹ para uma média de 681 mg.L⁻¹.

Tabela 5 – Caracterização do percolado gerado nos processos de desidratação

Parâmetros	Unidade	1º Período – Percolado			2º Período – Percolado		
		Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.
DBO	mg. L ⁻¹	20,62	23,8	15,64	23,7	27,6	18,2
T	UNT	1,72	23,8	0,3	1,59	3,5	0,44
C	UH	19,59	4,46	6,7	14,61	27,7	7,5
pH	-	8,21	51	7,76	7,98	8,74	7,69
ST	mg.L ⁻¹	655	720	200	681	977	320
Al	mg.L ⁻¹	nd	nd	nd	Nd	nd	nd
Fe	mg.L ⁻¹	0,005	0,204	0,008	0,12	0,2	0,03
CT	NMP.100 mL ⁻¹	11	13	9	15,5	20	11
EC	NMP.100 mL ⁻¹	4	6	2	6,1	6,2	6

Nd: Não detectado.

Estes resultados indicaram grande eficiência de remoção de sólidos totais, sendo que no 1º processo 99,56% e no 2º processo 99,83% dos sólidos totais ficaram retidos no leito de secagem.

Ao reduzir a concentração de sólidos totais, promoveu, consequentemente, a redução dos valores dos parâmetros cor e turbidez. Esse decréscimo também ocorreu com relevante eficácia para ambos os processos de desidratação. A turbidez média do percolado foi de 1,72 UNT para o 1º processo de média de 1,59 UNT para o 2º processo, valores estes muito menores que os encontrados por Ferranti (2005), onde a autora analisando a turbidez do percolado gerado pela desidratação do lodo de ETA

encontrou valores médios de 168 UNT, contudo a autora trabalhou com o leito de secagem adotando uma manta geotêxtil (bindim) OP-20, como meio filtrante.

Nota-se que os valores de pH são maiores para o percolado em relação ao lodo bruto, a média do pH do 1º processo é 8,21, e a média do 2º processo é de 7,98. Isso provavelmente é devido ao material do meio filtrante, constituído predominantemente por agregados calcários.

Ferranti (2005) encontrou valores de pH de 5,9 no percolado, isto se deve ao meio filtrante utilizado no leito de secagem (geotêxtil OP-20) ser um material neutro, consequentemente não influenciou nos valores de pH, também foi encontrado

teores de alumínio no percolado em média de 10,1 mg.L⁻¹.

Os resultados das análises de alumínio do percolado em ambos os períodos de desidratação, apresentaram-se nulos. Isso implica em que o Al residual da dosagem de sulfato de alumínio presente no lodo coletado, ficou retido no meio filtrante, já que materiais calcários têm a capacidade de neutralizar íons livres de alumínio.

Os resultados encontrados nas análises de ferro dissolvido foram em média 0,055 mg.L⁻¹ e concentração máxima de 0,204 mg.L⁻¹ para o 1º período, já no 2º período foi em média de 0,12 mg.L⁻¹ e concentração máxima de 0,2 mg.L⁻¹, valores menores encontrados por Ferranti (2005), que foi de média 17,9 mg.L⁻¹, o que indica uma melhor eficiente no leito de secagem adotado deste trabalho. Estes resultados de ferro dissolvido se enquadram nos padrões de lançamento de efluente da CONAMA 430/2011, onde a norma limita a concentração de ferro em 15 mg.L⁻¹.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, à desidratação do lodo também se mostrou eficiente para sua redução, que foi extremamente relevante. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05, os resultados dos parâmetros microbiológicos do percolado permitem enquadrá-lo na classe excelente, visto que a

resolução descreve para essa classe o máximo de 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia Coli* ou 25 enterococcus por 100 mililitros. Os resultados máximos de *Escherichia Coli* encontrados no percolado foram de 6 NMP.100 mL⁻¹ e 6,2 NMP.100 mL⁻¹, nos 1º e 2º períodos, respectivamente.

Os resultados das análises de DBO do percolado estão dentro dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011, onde determinam que o tratamento aplicado deva reduzir a DBO, no mínimo 60%, os resultados do percolado indicam uma redução média na DBO de 88,47% e 92,89%, nos 1º e 2º períodos, respectivamente indicando que o mesmo pode ser lançado no curso d'água.

O leito de secagem demonstrou ser um ótimo tratamento preliminar para o lodo, pois as análises mostraram que as características do percolado que foi gerado no processo de desidratação tiveram uma grande redução quanto à concentração de sólidos totais, cor, turbidez, coliformes totais, *Escherichia Coli* e demanda bioquímica de oxigênio.

CONCLUSÃO

Com a realização das etapas da pesquisa e dos resultados obtidos, conclui-se:

• As chuvas alteraram as características da água bruta que chega a estação de tratamento de água do SAAE, alterando a quantidade utilizada pela ETA de coagulante, entre os períodos da pesquisa. O lodo gerado nos decantadores possui grande potencial poluidor, sua caracterização indica que o mesmo não pode ser enquadrado nos padrões de lançamento da CONAMA 430/2011 e na classe 3 para resolução CONAMA 357/2005.

• O leito de secagem adotado no trabalho foi um excelente mecanismo de desidratação do lodo, aumentando o teor

de sólidos no lodo para 40,9% e 45,8% nos 1º e 2º períodos, respectivamente. O que facilita no transporte para destinação final do lodo desidratado.

• A caracterização do líquido percolado para ambos os períodos da pesquisa, indicou que o alumínio presente no lodo bruto ficou retido nos leitos de drenagem, sendo que os demais parâmetros como ferro, turbidez, cor, DBO e sólidos totais, foram reduzidos significativamente, tais propriedades analisadas indicam que o percolado se enquadra nos padrões de lançamento da resolução CONAMA 430/2011.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO D.V.; RODRIGUES, F.N.; RIBEIRO K.D.; COELHO C.
Caracterização do lodo gerado numa estação de tratamento de água.
Sustentare, Três Corações, v. 1, n. 1, p. 29-44, ago./dez. 2017

AMERICAN Public Health Association. Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater. 22 ed. Washington: APHA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004** - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, do Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.

CATUNDA, P. F.; VAN HAANDEL, A. C.; MEDEIROS, U. T. P. Um método experimental para o dimensionamento e a otimização de leitos de secagem de lodo. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 19, 1998, Lima. **Anais...** Lima: AIDIS, Peru, 1998.

CORDEIRO.J.S. **Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de**

Água (ETAs). In: Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Andreoli, C. V. Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001. 282 p.: il. Projeto PROSAB. 121-142.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: Ldibe, 2012. 540 p.

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, n. 92, 16 maio 2011. p. 89.

FERRANTI, A. M. **Desidratação de lodos de tratamento de água.** 2005. 116 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RAMALDES, D. L. C. et al. **Resultados de testes de desidratação de lodo de reatores UASB através de processos naturais e mecânicos.** In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO, 9, 2000, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Silubesa, 2000.

REALI, M. A. P. Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs. In: REALI, M. A. P (Coord.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 21-39.

RICHTER, C.A. **Água-métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo-SP: Blucher, 2009. 340p.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbico de esgoto - Um método experimental para o

dimensionamento e otimização de leito de secagem, 1994.

VASCO, A. N. et al. **Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim.** Sergipe, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** Universidade Federal de Minas Gerais, 3ªed. Belo Horizonte, 2014.