

II-104 – DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DA ETA NOBRES-MT

Gustavo Anderle⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Stuart C. Bueno Da Silva⁽²⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Welitom Ttatom Pereira Da Silva⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Doutor em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (PTARH/UnB). Atualmente é Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (DESA/UFMT).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Fernando Corrêa da Costa, No. 2367 – Bairro Boa Esperança – Cuiabá – MT – CEP 78060-900 – Brasil – Tel: (65) 3615-8723 – e-mail: gustavoanderle@hotmail.com

RESUMO

O desaguamento do lodo tem como objetivo a redução do volume, para facilitar ou mesmo possibilitar o transporte e/ou disposição final dos resíduos do tratamento. Tal processo é realizado nas operações de desidratação, as quais podem ser realizadas por sistemas mecânicos e naturais. Os leitos de secagem, sistemas de fácil operação e econômicos, são constituídos por camada suporte, meio filtrante e sistema de drenagem. Para elaboração do projeto, foi concentrado esforços para buscar as características quantitativas e qualitativas do lodo produzido pela ETA, constituída de 2 unidades de tratamento, para posterior dimensionamento das unidades da estação de tratamento de resíduos. Para a quantificação da vazão de lodo dos pontos de descarga, foram realizadas 2 campanhas. Em relação aos aspectos qualitativos do lodo, foram efetuadas 6 campanhas, abrangendo o período de abril a dezembro de 2015, para amostragens, considerando os períodos com ocorrência de chuva e seca, e posterior análise em laboratório para determinação dos valores de pH, cor, turbidez, sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos sedimentáveis, fósforo, nitrogênio e demanda química de oxigênio. Com os dados coletados, estimou-se a produção e volume de lodo seco, volume da água de lavagem dos filtros produzidos pela ETA e foi elaborado uma estação de tratamento de resíduos, sendo 1 tanque de equalização e regularização da vazão do descarte de lodo dos floculadores e decantadores com um volume de 60 m³, 1 tanque de equalização e regularização da água de lavagem dos filtros com volume de 60 m³ e um sistema de desaguamento de lodo por leitos de drenagem com área total de 162 m².

PALAVRAS-CHAVE: Desidratação de lodo de ETA, Leito de secagem, Leito de drenagem, Lodo de ETA.

INTRODUÇÃO

Desde muito tempo, lodos de ETA têm sido destinados para os corpos hídricos mais próximos, e geralmente na própria água que a estação processa. Entretanto, sabe-se que este lançamento causa diversos impactos no meio ambiente. Estes por sua vez, são função direta das características físicas, químicas e biológicas do lodo e do corpo receptor. A princípio citam-se: aspectos estéticos decorrentes da elevação da cor e turbidez dos mananciais, o que prejudica a utilização e reduz a penetração de luz, diminuindo a atividade fotossintética e a concentração de oxigênio dissolvido, além de assoreamento e aumento da concentração de metais. O aumento da concentração de metais causa toxicidade aos organismos aquáticos, e podem aumentar a degradação destes ambientes, (CORNWELL *et al.* 1987; SOUZA FILHO, 1998; RICHTER, 2001 e LIBÂNIO, 2005).

Devido à crescente demanda por água de boa qualidade, em atendimento as exigências para potabilização e ao aumento do grau de contaminação dos corpos d'água, as companhias de saneamento têm cada vez mais aumentado as quantidades de produtos químicos aplicados na água captada, para torná-la potável. Grandes quantidades de lodo são produzidas diariamente, notadamente nas estações de médio e grande porte, impondo um desafio constante à minimização de sua produção e ao tratamento e disposição adequada (HAAK, 2011).

O tratamento da água é realizado através da aplicação de sais de ferro e alumínio, provocando a sedimentação das impurezas da água, formando flocos que são sedimentados/ flotados e posteriormente filtrados para a clarificação final. Este lodo é basicamente líquido, com uma concentração de sólidos em suspensão em 0,004 e 4,0% representando entre 0,2 e 5,0% do volume de água tratada (PROSAB, 2006).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE (2008), em 2008, o Brasil possuía 5564 municípios, dos quais 56,4% (3141) utilizavam mananciais superficiais para seu abastecimento, e, deles, 26,7% (838) das fontes de captação recebiam algum tipo de poluição ou contaminação. Do total de municípios brasileiros, 37,7% (2098) tratavam lodo nas ETAs e cerca de 67,4% (1415) dispunham os resíduos em rios, geralmente, sem qualquer tipo de tratamento. O número de ETAs em operação no ano de 2008 era de 6040 (DI BERNARDO, 2011).

A destinação adequada do lodo gerado nas ETA tem ocupado a agenda dos gestores de companhias de saneamento, agências de bacias hidrográficas, órgãos ambientais e ambientalistas de algumas regiões do Brasil, especialmente aquelas mais densamente ocupadas e desenvolvidas economicamente. Isto devido à pressão dos órgãos ambientais fiscalizadores. Bem como pela necessidade das empresas de saneamento apresentarem bons indicadores de desempenho ambiental, exigidos para obtenção de novos financiamentos nacionais ou internacionais (RIBEIRO, 2008).

Apesar da legislação brasileira exigir que os resíduos gerados em ETAs sejam tratados antes de, direta ou indiretamente, serem lançados nos cursos de água ou no solo, é fácil observar a falta de conscientização dos responsáveis pelo abastecimento de água e de coleta, tratamento e disposição de esgotos sanitários de muitas cidades – quanto à necessidade urgente em resolver o problema relacionado à disposição adequada desses resíduos (Di Bernardo, 2011). Essa situação, além de condenável do ponto de vista ambiental, é insustentável também do ponto de vista legal, sendo que lodos de ETA são classificados como resíduos sólidos pela NBR 10004 (ABNT, 2004), seu lançamento *in natura* no meio ambiente é vedado pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, disposta pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010).

A desidratação ou remoção de uma parcela de água do lodo tem por objetivo a redução do volume. A remoção da água livre dos sólidos pode ser realizada através de sistemas naturais (leitos de secagem, lagoas de lodo, *bag's*) e sistemas mecânicos (filtro prensa, prensa desaguadora, centrífuga e filtros a vácuo). Devem ser estudadas alternativas para solucionar o problema do lodo em cada ETA. A tecnologia de tratamento e disposição do lodo deve ser compatível com as condições locais, com a disponibilidade de área, localização, existência de mão-de obra qualificada e principalmente ser técnica e economicamente viável (OLIVEIRA, 2010).

O Brasil apresenta condições favoráveis de espaço e recursos naturais que quando aliadas ao baixo custo de instalação e operação, indicam potencial vantagem na adoção de sistemas naturais para o tratamento de resíduos de ETAs, em especial os leitos de drenagem/secagem (SILVEIRA, 2012).

Em função da qualidade da água bruta, da capacidade da ETA, dos produtos químicos usados e do tipo de tecnologia, podem ser gerados resíduos com características diversas, o que dificulta a extrapolação de dados de uma situação para outra. Vale dizer que, em cada caso, é preciso coletar amostras nas unidades que geram os resíduos e caracterizá-los qualitativa e quantitativamente. Informações podem ser obtidas em estudo dos dados de registros operacionais de ETAs existentes. Obviamente, devem ser realizados estudos nas unidades das ETAs, com vista à diminuição da quantidade de lodo, pois as Estações de Tratamento de Resíduos – ETRs apresentam custos relativamente elevados de implantação, operações e manutenção (DI BERNARDO, 2011).

OBJETIVOS

Projetar uma estação de tratamento de resíduos para a ETA de Nobres-MT, tendo em vista, impedir em definitivo o lançamento de lodo diretamente no Rio Nobres. Desta forma, a pesquisa visa precisamente: analisar as características físicas e químicas do lodo; quantificar o volume de lodo gerado pela ETA; dimensionar o leito de secagem e demais unidades físicas para o tratamento do lodo e elaborar as plantas, cortes e detalhes do projeto da estação de tratamento de resíduos dimensionada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi avaliado as características qualitativas e quantitativas do lodo gerado nas descargas dos floculadores, decantadores e água da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água da cidade de Nobres-MT. Esta ETA realiza o tratamento do tipo convencional cujos processos principais são coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção.



Figura 1: Localização da Estação de Tratamento de Nobres-MT.

A pesquisa obedeceu as seguintes etapas:

- Levantamento das características físicas e operacionais da ETA, com descrição dos processos e produtos químicos utilizados no tratamento;
- Quantificação do lodo gerado na ETA: teoricamente, através de fórmulas empíricas; e por dados práticos, através do levantamento de informações e medições realizadas em campo;
- Caracterização dos lodos, por meio de análises físicas e químicas;
- Elaboração do projeto para implantação, em escala real, possibilidade de reuso da água livre e destinação dos sólidos.

Tabela 1: Características principais da água bruta aduzida à ETA.

Características	Magnitudes
Vazão	50 L/s
Vazão média anual	1051200 m ³
pH	7,2
Turbidez	25 NTU
Cor	80 uH
Dosagem	26 mg/L

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos após caracterização do lodo proveniente dos floculadores e decantadores da ETA I

Tabela 2: Caracterização do lodo proveniente dos floculadores da ETA I.

Data (2015)	pH	Cor (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	ST	STF	STV	SS	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	DQO
				(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ml/L)			(mg/L)
17/abr	6,8	7800	1140	4413	4186	227	28	0	1,3	1270
11/mai	7,3	3000	430	2630	2234	396	7	0	6,3	138
24/ago	7,1	14600	1470	4913	4857	112	68	9,9	1,4	150
24/set	7,2	13800	2160	5091	4993	99	78	5,4	1	180
24/out	7,2	58000	6500	11260	10971	289	950	5,1	3,2	1246
20/dez	5,8	62500	8350	11513	11432	80	950	4	2,9	1220

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3: Caracterização do lodo proveniente dos decantadores da ETA I.

Data (2015)	pH	Cor (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	ST	STF	STV	SS	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	DQO
				(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ml/L)			(mg/L)
17/abr	6,7	41200	4800	7533	6976	557	405	0	2	2900
11/mai	7,2	10400	1080	4203	3945	258	330	0	7,1	452
24/ago	7,4	4960	600	1581	1587	14	80	1,2	1,3	256
24/set	7,4	11120	1400	3231	3093	138	120	3	0,9	673
24/out	6,5	74000	82000	14001	13651	350	950	4	6	2006
20/dez	6,3	74000	9550	16380	16175	206	500	4	5	2262

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos após caracterização do lodo proveniente da água de lavagem dos filtros.

Tabela 4: Caracterização do lodo proveniente da água de lavagem de filtros da ETA I

Data (2015)	pH	Cor (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	ST	STF	STV	SS	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	DQO
				(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ml/L)			(mg/L)
17/abr	7,3	3400	500	664	527	137	34	0	3	34
11/mai	7,5	1550	179	439	428	11	60	0	4,5	10
24/ago	7,9	120	11	152	156	0	2	0	0,1	77
24/set	7,8	860	78	284	276	8	15	2,6	0,4	30
24/out	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/dez	4,7	18100	2000	47	63	ND	1	2	3	67

Fonte: Elaboração própria.

Após a determinação do tempo de descarga e variação da altura de água dentro das unidades da ETA, foram obtidas as seguintes vazões conforme as Tabelas 5 e 6.

Com a somatória das vazões de cada unidade, subtraindo-se a vazão de entrada na ETA enquanto se realizava a descarga de lodo no decantador, obteve-se uma vazão total de 0,176 m³/s de lodo. Calculando-se a média dos valores de vazão encontrados da descarga de lodo dos floculadores, obteve-se uma vazão de 0,038 m³/s. Para a vazão da água de lavagem dos filtros, considerou-se a vazão de entrada na ETA, de 0,034 m³/s.

Tabela 5: Vazões determinadas de cada unidade após teste de descarga de lodo do decantador - ETA I.

Item	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Qmédia (m³/s)
Floculador	0,0558	0,0516	0,0566	0,055
Seção A	0,0263	0,0243	0,0267	0,026
Decantador	0,1336	0,1191	0,1355	0,128

Tabela 6: Vazão de descarga do floculador – ETA I.

Item	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Qmédia (m³/s)
Floculador 1	0,0395	0,0278	0,0396	0,035
Floculador 2	0,0412	ND	ND	0,041
Floculador 3	0,0311	0,0384	0,0389	0,036

Fonte: Elaboração própria

Com a determinação dos sólidos totais e o volume de descarte de lodo em cada unidade das 2 ETAs, foi obtido o valor da produção de sólidos de 677 kg. Considerando o volume de água tratada por dia de 430 m³, obteve-se o equivalente a produção de 0,157 kg/m³, durante o período de amostragem, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Média de produção de sólidos por dia.

Coleta	SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)					
	ETA I			ETA II		
	Floculador	Decantador	Filtro	Floculador	Decantador	Filtro
17/04/2015	4413	7533	664	13523	36548	1534
11/05/2015	2630	4203	439	3966	23811	2390
24/08/2015	4913	1581	152	2116	2494	615
24/09/2015	5091	3231	284	1329	2657	577
24/10/2015	11260	14001	0	6921	49962	0
20/12/2015	11513	16380	47	7114	24050	1002
Média (kg/m³)	7	8	0,3	6	23	1
Volume de Lodo (m³)	7	21	102	5	16	38
Sólidos Totais (kg)	45	166	27	29	372	39
Sólidos (kg/d)	677					

Considerando o volume das descargas mecanizadas dos decantadores e floculadores, após tanque de regularização, igual a 1540 m³/ano com concentração de 30,4 g/L, o uso dos leitos de secagem 24 vezes por ano e altura inicial do lodo igual a 0,4 m, foi obtido a área dos leitos de secagem igual a 160 m². Utilizando 3 leitos de secagem a área de cada leito resultará em 53,3 m², são obtidas as dimensões aproximadas de 9 metros de comprimento e 6 metros de largura.

Cada carregamento dos leitos de secagem será feito com 64,2 m³ de lodo (uso dos leitos 24 vezes por ano), de modo que a taxa de aplicação superficial resulta de 12 kg/m². A vazão da bomba foi determinada em função do percentual de 4% da vazão de captação da ETA, obtendo-se 0,00194 m³/s de recirculação.

Será necessário o uso de uma bomba com potência de 0,5 cv, com capacidade de atendimento a vazão de 7 m³/h e altura manométrica de 11,4 m para recirculação da água de lavagem dos filtros. Desta forma, é indicado o conjunto moto-bomba submersível modelo TSB-105 de 1 cv com rotor de 100x23mm.

Para o sistema de bombeamento do leito de secagem, a vazão da bomba foi determinada em função do volume total da descarga de lodo dos decantadores e floculadores de 49 m³, e o tempo de funcionamento de 2 horas.

A NBR 12209/11 estabelece que as tubulações de recalque de lodo devem ter diâmetro mínimo de 150 mm e dispositivo que permita sua desobstrução. No entanto, em função da velocidade mínima de escoamento de 75 cm/s (Richter, 2001) para que não ocorra depósito de lodo na tubulação, foi determinado o diâmetro de 100 mm para recalque. O comprimento real da tubulação (comprimento equivalente + comprimento tubulação) determinado foi de 207,7 m.

Será necessário o uso de uma bomba com potência de 1,15 cv, com capacidade de atendimento a vazão de 24,7 m³/h e altura manométrica de 6,2m para recalque de lodo ao leito de secagem. Neste sentido, é adequado selecionar o conjunto motor-bomba submersível modelo TSB-105 de 2 cv com rotor de 113x25mm é adequado.

Após dimensionamento das unidades do sistema de tratamento de resíduos da ETA, obteve-se o layout, conforme a Figura 2. A seguir, na Tabela 8, verificam-se os resultados do dimensionamento do leito de drenagem da ETA.

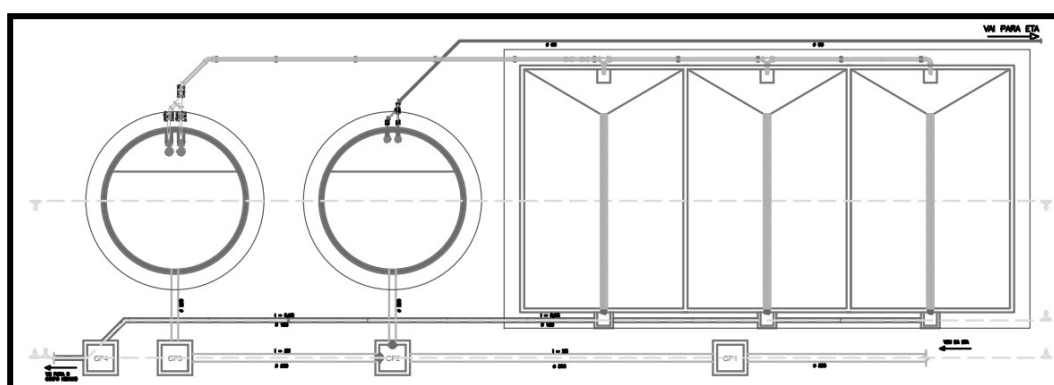


Figura 2: Layout do sistema de tratamento de resíduos da ETA de Nobres/MT.

Tabela 8: Resultados do dimensionamento do leito de drenagem/secagem.

Item	Valores	Und.
Quantidade de lodo produzida por ano (P)	0,045	kg/m ³
Volume médio anual tratado pela estação (V)	105120	m ³
Massa de sólidos precipitada por ano (Ms)	46820	kg
Massa de lodo correspondente (MI)	156068	Kg
Volume de lodo produzido anualmente (δL)	1014	Kg/m ³
Volume correspondente (VI)	1540	m ³
Área necessária (A)	160	m ²
Taxa de aplicação superficial (TAS)	17,7	kg/m ³
Diâmetro do sistema de recirculação de água de lavagem do filtro (DNr)	50	mm
Altura manométrica do sistema de recirculação de água de lavagem do filtro (Hm)	11,7	m
Potência dos motores do sistema de recirculação de água de lavagem do filtro (Pot)	0,4	cv
Diâmetro do sistema de bombeamento de lodo para leito de secagem (DNr)	100	mm
Altura manométrica do sistema de bombeamento de lodo para leito de secagem (Hm)	6,2	m
Potência dos motores do sistema de bombeamento de lodo para leito de secagem (Pot)	1,15	cv

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados da caracterização quantitativa real da produção de sólidos nas descargas dos floculadores, dos decantadores e filtros apresentarem um valor maior ao ser comparado por equações empíricas. No entanto, em função da disponibilidade de área para implantação do sistema de tratamento de resíduos por leito de secagem, considerou-se para fins de dimensionamento a quantificação da produção de sólidos através da equação de Cornwell (1987), obtendo-se uma área de 164 m² para desidratação do lodo.

Os leitos de secagem oferecem um método econômico de produzir uma torta de lodo seca, e têm a vantagem adicional de requerer pouco equipamento mecânico, pouca habilidade ou atenção do operador e serem menos sensíveis à influência da concentração de sólidos.

O conhecimento da quantidade de resíduo e a variação destes ao longo do ano são de importância fundamental para o gerenciamento do mesmo. Através da caracterização do lodo realizados no presente trabalho, foi possível observar a variação da produção de resíduo ao longo do ano, sendo de fácil percepção que a época mais preocupante, no que diz respeito a este gerenciamento, é o período chuvoso. Isso ocorre devido ao carreamento de partículas para os corpos d'água pela chuva, aumentando significativamente os sólidos presentes na água e, como consequência direta, aumentando a turbidez.

Comparando a TAS obtida de 12, com a taxa de 15 kg/m², especificada pela NBR 12209/1992 como o limite máximo de descarga de lodo em um leito de secagem, verifica-se que esta se encontra abaixo do limite especificado pela norma.

Desta forma, recomendam-se: realizar a caracterização qualitativa da água drenada dos leitos de secagem e avaliar a eficiência na remoção de sólidos, metais e DQO; fazer a caracterização microbiológica da água de lavagem dos filtros e lodo dos floculadores e decantadores, como ovos de helmintos, coliformes totais e *Escherichia coli*; Avaliar o líquido drenado quanto à compatibilidade para enquadramento em relação à classificação de corpos de água doce (classes I e II) estabelecidos pela Resolução 430/11 do Conama e que mais pesquisas sejam realizadas, para avaliar as micro e macro propriedades destes lodos e sua influência no desaguamento natural em Leitos de Drenagem

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V; *et al.* Resíduos sólidos do saneamento; processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro, RIMA, ABES, 282 p., 2001.
1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10004 – Resíduos Sólidos: classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENTAL ASSOCIATION (WEA). Standard methods for the examination of water & wastewater, 21 ed., 2005.
4. BARROSO, M. M. Influência das micro e macro propriedades dos lodos de Estações de Tratamento de Águas no desaguamento por LD. 2007. 249f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos, 2007.
5. BRASIL. Portaria do Ministério da Saúde no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Lex: Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos I e II do parágrafo único do art. 87 da Constituição Federativa do Brasil, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
6. BRASIL. Lei Federal N.º 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.
7. BRASIL. Crimes Ambientais. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998.

8. CORDEIRO, J. S. O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de água. Tese de Doutorado em Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1993.
9. CORDEIRO, J. S. Importância do tratamento e disposição adequada de lodos de ETAs (Capítulo I). Coordenador: Reali M. A. P. Noções gerais de tratamento e disposição de lodos de estações de tratamento de água, Rio de Janeiro, ABES, 1999.
10. CORDEIRO, J. S. Micro propriedades de lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de água. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
11. CORNWELL, D.A.; BURMASTER, J.W.; FRANCIS, J.L.; FRIENDLINE, J.C., Jr; HOUCK, C.; KING, P.H.; KNOCKE, W.R.; NOVAK, J.T.; ROLAN, A.T.; SANGIACOMO, R. Committee report: research needs for alum sludge discharge. Journal AWWA - Reseach and Technology, v.79, n.6, p.99-104. 1987.
12. DI BERNARDO, L., DANTAS, A.D., VOLTAN, P. E. N. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. Editora LDiBe, São Carlos – SP, 2011.
13. LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas SP:Editora Átomo. 444 p. 2005.
14. LOPES, L.N. A.; MACHADO, L. C. G. T.; LIMA R. F. & PEREIRA, J. A. R.; Avaliação do desaguamento de lodo de ETA em leito de secagem. Ind: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Campo Grande-MT. Rio de Janeiro, ABES, 8 p., 2005.
15. PROSAB. Noções gerais de Tratamento e disposição final de lodos de Estações de Tratamento de Água. Rio de janeiro – RJ, 2001.
16. RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 2001.
17. SILVEIRA, Cristiane. Desaguamento de lodo de estações de tratamento de águas por leito de drenagem/secagem com manta geotêxtil. 2012. 137 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.
18. SOUZA FILHO, A.G. Caracterização e clarificação por sedimentação da água de lavagem de filtros rápidos de uma estação de tratamento de água que utiliza cloreto férrico como coagulante primário. 245 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1998.