



Caracterização de lodo de uma estação de tratamento de água (ETA)

Keila Fernanda Soares Hedlund¹, Elvis Carissimi², João Pedro Paludo Bocchi³, Manoel Maraschin⁴, Gislayne Alves Oliveira⁵

¹ Mestranda em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – keilahedlund@hotmail.com

² Professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – ecarissimi@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – jp.bocchi@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – maraschinmano@hotmail.com

⁵ Mestranda em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - gislaynealvesoliveira@gmail.com

Resumo

Para transformar a água bruta, inadequada para o consumo humano, em água potável, são realizados vários processos e operações nas estações de tratamento de água (ETA). Contudo a potabilização da água bruta acarreta a geração elevada de resíduos, denominada de lodo. O lodo gerado nas estações de tratamento de água apresenta características próprias, que não devem ser generalizadas, deste modo o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o lodo dos decantadores da ETA de São Gabriel, de acordo com parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Através dos resultados obtidos ficou evidente que o lodo da ETA é constituído por alta concentração de sólidos (ST de 44.757 mg.L⁻¹ (4,47%) e SST de 41.408 mg.L⁻¹ (4,14%)), com elevado teor de material inerte, apresentando uma baixa relação DBO/DQO (0,036). A grande quantidade da fração não biodegradável também é representada pela proporção/porcentagem de STF e SSF em comparação com os ST e SST, de 74% (33.175 mg.L⁻¹) para STF e 77% (31.990 mg.L⁻¹) para SSF. O lodo da ETA de São Gabriel também apresentou elevada contagem para Coliformes totais, de 4,48E+05 NMP/100 ml, e para *E. Coli*, de 1,85E+05 NMP/100 ml. Ressalta-se que o lodo se descartado indevidamente nos mananciais acarreta grandes prejuízos aos corpos receptores.

Palavras-chave: Lodo. Sólidos. Descarte indevido.

Área Temática: Impactos Ambientais

Sludge characterization of a water treatment plant (WTP)

Abstract

*A large amount of processes and operations are developed in water treatment plants (WTPs) to transform the raw water, unsafe for human consumption, in potable water. However, the treatment process of raw water result in a high waste production, called sludge. The sludge generated in WTPs has particular characteristics, which should not be generalized. For this reason, this study aims to characterize the sludge of São Gabriel WTP decanters, according to physical, chemical and microbiological parameters. According to the results, it was evident that the WTP sludge consists of a high concentration of solids (ST 44.757 mg L⁻¹ (4.47%) and OHS 41.408 mg L⁻¹ (4.14%)), with high content of inert material, with a low ratio BOD/COD (0.036). The large amount of non biodegradable fraction is also represented by the proportion/percentage of STF and SSF in comparison with the ST and SST, 74% (33 175 mg.L⁻¹) to PBS and 77% (31.990 mg.L⁻¹) for SSF. The sludge of São Gabriel WTP also presented high score for Coliform bacteria, of 4,48E + 05 MPN / 100 ml, and *E. coli*, 1,85E + 05 MPN / 100 ml. It is noteworthy that the sludge, when disposed improperly in the water sources, causes a great injury to the receiving water bodies.*

Key words: Sludge. Solid. Improper disposal.

Theme Area: Environmental Impacts.



1 Considerações Iniciais

No abastecimento público através de mananciais superficiais, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) desempenham papel primordial para atingir os padrões de potabilidade. A Portaria nº 2.914, de 2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) estabelece que toda a água destinada para o consumo humano deve ser biologicamente e quimicamente segura, além de ser esteticamente agradável. Assim, as ETAs desenvolvem a função de indústrias geradoras de água, e como qualquer indústria produzem resíduos, os quais devem ser tratados e dispostos corretamente.

A geração de resíduos nas estações de tratamento de água ocorre de forma mais representativa nas unidades de decantação (ou flotação) e filtração, estes resíduos são denominados lodos de ETAs. Contudo deve-se salientar há geração de lodo na limpeza de outras unidades, apesar de sua pequena contribuição. Entre outras, estas unidades abrangem câmeras de floculação, pré-oxidação, de adsorção e pós-desinfecção (DI BERNARDO, DANTAS & VOLTAN, 2011).

Os resíduos gerados nas ETAs apresentam como principal característica ser formados basicamente de água e sólidos suspensos. Estes resíduos possuem grande umidade, geralmente maior que 95%, de maneira geral, sob a forma fluída (CORDEIRO, 1999). Os lodos também podem apresentar comumente areia, argila, metais, soluções dissolvidas e bactérias, acrescido de produtos resultante dos coagulantes aplicados no tratamento da água (FONTANA, 2004). Contudo suas características podem ser alteradas dependendo de alguns fatores, deste modo, salienta-se a importância em analisar as características dos lodos gerados nas ETAs de forma individualizada, para assim solucionar a problemática do descarte inadequado.

As características diferenciadas dos resíduos gerados nas ETAs podem variar principalmente em função da qualidade da água bruta, da dosagem e produtos químicos utilizados e forma de limpeza dos decantadores. Ou seja, dependem primordialmente das características dos corpos d'água e dos insumos utilizados no tratamento. Tradicionalmente as ETAs sempre visaram à produção de água com qualidade, para atingir os padrões de potabilidade, dispensando maiores preocupações com os resíduos gerados. Relativamente dando pouca atenção ao tratamento de lodos gerados nas ETAs (ZHAO, 2004), descartando-os indevidamente.

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) os lodos de ETAs são classificados como resíduos sólidos, deste modo, devem estar consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) não sendo permitindo seu lançamento *in natura* em corpos d'água, pois infringe o Artigo 47 da Lei 12.305/2010. Mas mesmo com as exigências legais, práticas inadequadas de descarte de resíduos em córregos e rios, acabam sendo realizadas. Para controlar o descarte inadequado de lodo de ETAs em corpos hídricos, exigindo o seu tratamento, diversas outras leis são utilizadas como instrumentos, trazendo conteúdos que devem exigir postura adequada das ETAs diante dos resíduos gerados e sua disposição no meio ambiente. Dentre estas pode-se citar: a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 da Política Nacional do Meio Ambiente; Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos; a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, sobre Crimes Ambientais; e a Lei nº 11.445, de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

De acordo com dados do IBGE (2010), no ano de 2008 o Brasil possuía 5.564 municípios, destes 2.098 municípios apresentavam geração de lodo no processo de potabilização da água, com diferentes destinos para o lodo produzido. Sendo que 67,44% dos municípios destinavam o lodo para rios, e apenas 2,38% dos municípios reaproveitava o lodo.



Evidenciando que a maior parte do lodo gerado é destinado indevidamente aos mananciais superficiais ocasionando impactos adversos para os corpos receptores.

O descarte de lodo nos mananciais causa uma série de prejuízos aos corpos receptores, como assoreamento e deterioração da qualidade da água, além de possuírem características que os tornam potencialmente tóxicos, aos seres humanos, organismos aquáticos e plantas. Dentre os impactos diretos e indiretos ocasionados pelo lançamento de lodos em corpos hídricos, pode-se citar (ACHON, SOARES & MEGDA, 2005): Depleção na concentração de oxigênio dissolvido (OD); alteração da biota aquática; mortalidade da comunidade bentônica de invertebrados; mortalidade de peixes; redução do volume útil do rio.

Deve-se considerar ainda, que o lançamento de lodo nos corpos hídricos contribuindo para aumento da concentração de metais tóxicos nos bento; diminuição significativa da luminosidade do meio, com redução da produção de fitoplânctons; toxicidade para organismos componentes da comunidade bentônica e planctônica, relevantes na alimentação de peixes (DI BERNARDO, DANTAS & VOLTAN, 2011). Deve-se considerar ainda que quando o coagulante presente na água é o sulfato de alumínio, o lodo gerado na ETA apresenta grande concentração deste metal, aumentado ainda mais seu potencial tóxico.

Evidencia-se que o lançamento de lodo provoca a deterioração da água nos mananciais a jusante, promovendo perda da qualidade da água bruta que porventura seja cantada por outra estação de tratamento de água. Neste sentido faz-se necessário que as operadoras responsáveis pelas ETAs, sejam cientes que acima de outros danos, a postura negligente contra os resíduos compromete a qualidade da matéria-prima (ACHON, BARROSO & CORDEIRO, 2013).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho é caracterizar o lodo dos decantadores da estação de tratamento de água de São Gabriel – RS, desta forma compreender de melhor forma os impactos ocasionados devido o lançamento indevido destes resíduos nos corpos receptores.

2 Estudo de caso da ETA de São Gabriel - RS

O Município de São Gabriel está localizado na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, sua área total é de 5.023,821 km², e conta com uma população de 60.425 habitantes (IBGE, 2010). Dentro do contexto hidrológico o território municipal está localizado nas Bacias Hidrográficas Vacacaí-Vacacaí Mirim e Santa Maria.

O abastecimento de água da cidade de São Gabriel é operado pela empresa São Gabriel Saneamento, atendendo em torno de 54.000 habitantes, representando aproximadamente 97% da população urbana da cidade. O sistema de abastecimento de água de São Gabriel é composto por uma única estação de tratamento de água (Figura 1), que opera através de estação convencional (ciclo completo), composta pelos processos de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. A capacidade de operação nominal é de 135 L.s⁻¹, com vazão média de operação de 137 L.s⁻¹, podendo chegar a trabalhar com vazão de 220 L.s⁻¹. Com relação ao lodo gerado na ETA, atualmente não há monitoramento de suas características qualitativas.



Figura 1 - Estação de Tratamento de Água de São Gabriel.



A estação de tratamento de água de São Gabriel é composta por seis floculadores mecânicos com 14,52 m² de área por unidade e volume de 36,3 m³, totalizando um volume de 217,7 m³. A distribuição da água floculada é realizada nas entradas dos decantadores através de cortinas distribuição. A ETA conta com dois decantadores do tipo convencional de fluxo horizontal, com área superficial total de 700 m² e volume total de 1.855,00 m³. A água decantada é filtrada em seis filtros de fluxo descedente, com leito simples de areia, cada sistema de filtração possui área de 16,65 m², com área total de filtração de 100 m².

3 Metodologia

O lodo utilizado no presente estudo foi coletado juntamente aos decantadores da Estação de Tratamento de Água de São Gabriel – RS, a coleta da amostra ocorreu no dia 06 de agosto de 2015. Após coletado o lodo foi devidamente armazenado e conservado, posteriormente encaminhado para as dependências físicas do Laboratório de Engenharia e Meio Ambiente (LEMA), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A caracterização qualitativa do lodo da ETA de São Gabriel remeteu a análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Sendo analisados os seguintes parâmetros: Potencial Hidrogeniônico (pH); condutividade; cor; turbidez; sólidos totais (ST); sólidos totais fixos (STF); sólidos totais voláteis (STV); sólidos suspensos totais (SST); sólidos suspensos fixos (SSF); sólidos suspensos voláteis (SSV); coliformes totais; *Escherichia coli*; demanda química de oxigênio (DQO); e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). As determinações seguiram os procedimentos descritos por *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2012), de acordo com a Tabela 1.



Tabela 1 - Parâmetros e métodos analisados na caracterização qualitativa do lodo.

Parâmetro	Método	Método de Referência (APHA <i>et al.</i> , 2012)
pH	Método eletrométrico	4500-H ⁺ B
Condutividade (μS/cm)	Potenciométrico	2510 B
Cor aparente (uC)	Espectrofotométrico	2120 C
Turbidez (uT)	Neftelométrico	2130 B
Série de Sólidos (mg/L)	Gravimétrico	2540 B, 2540 D, 2540 E e 2540 G
Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	Substrato Cromogênico Colilert	9223 B
DQO (mg/L)	Oxidação por dicromato de potássio em meio ácido reciclo fechado	5220 D
DBO (mg/L)	Winckler adaptado para azida	5210 B

Fonte: Adaptado APHA *et al.*, 2012.

4 Resultados e Discussão

As características qualitativas dos lodos das ETAs podem ser alteradas por uma série de fatores, mas principalmente em função da qualidade da água bruta, da dosagem e produtos químicos utilizados e forma de limpeza dos decantadores. Di Bernardo, Dantas & Voltan (2011) listam uma série de outros fatores que podem interferir na qualidade e quantidade dos resíduos produzidos em uma ETA, abrangendo a: qualidade da água bruta; tecnologia de tratamento; característica da coagulação (como tipo de dosagem de coagulante/alcalinizante/acidificante); uso, características e dosagem do auxiliar de coagulação; uso de oxidante; uso de carvão ativado pulverizado; método de limpeza dos decantadores (ou flotadores); método de lavagem dos filtros; habilidade dos operadores; automação dos processos de operação da ETA; e reuso da água recuperada no sistema de tratamento. Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas do lodo da ETA de São Gabriel são apresentados na Tabela 2, contudo salienta-se que os parâmetros analisados no presente estudo são influenciados principalmente pelas características do manancial de captação, não sofrendo grande influência dos produtos químicos utilizados (REALI, 1999).

Tabela 2 – Características físico-químicas e microbiológicas do lodo das amostras de lodo coletadas na ETA de São Gabriel.

Parâmetro	Resultado da Amostra
DBO_{5,20°C} (mg L⁻¹)	375
DQO (mg L⁻¹)	10.318
DBO/DQO	0,036
pH	5,7
Condutividade (μScm⁻¹)	87,8
Coliformes (NMP/100 ml)	4,48E+05
<i>E. Coli</i> (NMP/100 ml)	1,85E+05
ST (mg L⁻¹)	44.757
STF (mg L⁻¹)	33.175
STV (mg L⁻¹)	11.582
SST (mg L⁻¹)	41.408
SSF (mg L⁻¹)	31.990
SSV (mg L⁻¹)	9.376



Os dados do lodo da Estação de Tratamento de Água de São Gabriel, mostrados na Tabela 2, indicam elevado teor de material não biodegradável (inerte), o que fica evidenciado pela alta demanda bioquímica de oxigênio (10.318 mg.L^{-1}) e baixa relação DBO/DQO (0,036), apresentado alta fração inerte. Cordeiro (1993), afirma que independente da qualidade da água, geralmente a DQO de lodos de decantadores apresenta valores bem superiores aos da DBO.

Em trabalho realizado por Vanacôr (2005) a relação DBO/DQO para lodo de decantador que utilizava como coagulante *Veta organic*, foi de 0,07 para lodo líquido (correspondente a primeira fase de limpeza) e 0,10 para lodo pastoso (lodo impregnado nas paredes do decantador). Segundo o autor, o alto teor de matéria orgânica apresentado no lodo estudado se deve ao coagulante orgânico utilizado no tratamento da água bruta. Esta realidade não se aplica ao lodo da ETA de São Gabriel, a qual utiliza coagulante sintético, o Cloreto de Polialumínio, para o tratamento da água. Geralmente lodos provenientes de água bruta tratada com coagulantes metálicos, como a ETA de São Gabriel, apresentam lodo relação DBO/DQO baixa, ou seja, baixo material orgânico comparado com material inorgânico.

A grande quantidade da fração não biodegradável também é representada pela proporção/porcentagem de STF e SSF em comparação com os ST e SST, de 74% (33.175 mg.L^{-1}) para STF e 77% (31.990 mg.L^{-1}) para SSF, demonstrando que a fração biodegradável, correspondente aos STV e SSV, é de apenas 26% (11.582 mg.L^{-1}) e 23% (9.376 mg.L^{-1}) em comparação aos ST e SST, respectivamente.

Lodos de ETAs geralmente apresentam valores aproximados entre ST e SST, pois a maior parte do material particulado se deve a sólidos suspensos, estes valores ficaram evidenciados no lodo da ETA de São Gabriel, o qual apresentou uma concentração de ST de 44.757 mg.L^{-1} (4,47%) e 41.408 mg.L^{-1} (4,14%) de SST.

De acordo com o indicado pela literatura a concentração de sólidos nos lodos de ETAs pode varia consideravelmente, a concentração de SST na remoção mecanizada fica entre 5.000 a 20.000 mg.L^{-1} , enquanto nas descargas hidráulicas este valor varia entre 2.000 a 10.000 mg.L^{-1} (DI BERNARDO, DANTAS e VOLTAN, 2011). Já segundo os autores, a concentração de SST na água resultante da lavagem dos filtros varia entre 100 e 500 mg.L^{-1} . Porém segundo Richter (2001) os sólidos totais presente nos tanques de decantação podem variar entre 1.000 a 40.000 mg.L^{-1} (0,1 a 4%) e na água de lavagem dos filtros este valor é de 40 a 1.000 mg.L^{-1} (0,004 a 0,1%) (RICHTER, 2001). Já segundo Cordeiro (1993) a concentração de sólidos totais dos decantadores pode ser ainda mais alta, podendo em alguns casos variar de 3.000 a 81.575 mg.L^{-1} .

O lodo da ETA de São Gabriel apresentou elevada contagem para Coliformes totais, de $4,48\text{E}+05 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$, e para *E. Coli*, de $1,85\text{E}+05 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$, estes elevados valores podem ser explicados devido ao fato de não ser realizado pré-cloração na ETA antes do tratamento, e devido as características do manancial de captação. Em estudo realizado por Silveira (2012) para diferentes tipos de lodos de ETAs, os resultados para a contagem de coliformes totais variaram de $3,5\text{E}+05$ para $3,2\text{E}+09 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$, e para *E. Coli* foram de 776 a $3\text{E}+04 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$.

A partir da caracterização do lodo da ETA ressalta-se os impactos acarretados aos corpos hídricos, ocasionado devido o lançamento indevido devido a destinação incorreta destes resíduos, causando grandes impactos ao ecossistema aquático, especialmente devido a elevada concentração de sólidos, turbidez e coliformes. Faz-se de extrema importância o tratamento dos lodos de ETA, assim como sua disposição e reutilização de forma ambientalmente adequada.



5 Conclusão

O lodo da ETA apresentou elevada quantidade de material não inerte, demonstrando a não biodegradabilidade do resíduo. Assim como, uma elevada quantidade de materiais sólidos e microorganismos potencialmente patogênicos, com *E. Coli*. Há diversos impactos ocasionados, tanto de forma direta ou indireta, pela má disposição dos lodos de ETAs, por isso mais uma vez salienta-se a importância em realizar seu tratamento e incentivar o estudo deste resíduo, para que ele possa ser disposto e reutilizado. Desta forma minimizando os impactos ambientais.

6 Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), à CAPES pelo incentivo financeiro através de bolsa de estudos e a São Gabriel Saneamento pela disponibilidade e ótimo atendimento durante as coletas de lodo.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

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**. v. 18, n. 2, p. 115 – 122, 2013.

ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA, C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. **Anais...** In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, 2005.

APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed., Washington: APHA-AWWA-WEF, 2012.733 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 de janeiro de 1997.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de fevereiro de 1998.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 de janeiro de 2007.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de dezembro de 2011.

CORDEIRO, J. S. **Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs.** In: REALI, M. A. P. (Coordenador). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p.

CORDEIRO, J. S. **O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de águas.** 1993. 342 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. DI B.; VOLTAN, P. E. N. **Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: LDiBe, 2011. 454 p.

FONTANA, A. O. **Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reuso de água de lavagem de filtros – Estudo de caso ETA Cardoso.** 2004. 161 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.>>. Acesso em: 14 de Mai. de 2015.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estação de tratamento de água. 1 ed., São Paulo: Edgard Blücher, 2001.102 p.

SILVEIRA, C. Desaguamento de lodo de estações de tratamento de água por leito de drenagem / secagem com manta geotêxtil. 136 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

VANACÔR, R. N. Avaliação do coagulante Veta Organic utilizado em uma estação de tratamento de água para abastecimento público. 2005. 188 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZHAO, Y. Q. Settling behaviour of polymer flocculated water-treatment sludge I: analyses of settling curves. **Separation and Purification Technology.** v. 35, p. 71 – 80, 2004.