



ASPECTOS CONCEITUAIS RELACIONADOS À QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA E O VOLUME DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA GERADO

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017112-123

Isadora Yule Queiroz de Oliveira*

RESUMO

A qualidade da água bruta em um manancial para abastecimento público é determinante no volume de lodo gerado nos decantadores de estação de tratamento de água (ETA). As propriedades da água bruta determinam as características físico-químicas do lodo e, conseqüentemente, influenciam na poluição dos corpos hídricos caso o resíduo seja lançado *in natura* – sem tratamento prévio - no meio ambiente. Neste trabalho são relatados os fatores relacionados à água bruta e sua interferência no volume de lodo gerado. Os cursos hídricos são os provedores de água para a maioria das ETAs brasileiras e também são os receptores dos resíduos gerados pelas mesmas. O grande desafio da manutenção da qualidade da água dos mananciais são os diversos interesses comerciais políticos que acabam inibindo as ações de preservação ambiental – que levariam a uma melhora na qualidade da água bruta disponível.

Palavras-chave: mananciais; qualidade da água bruta; lodo de ETA.

* Arquiteta formada pela UNIDERP em 2012 e Mestra em Eficiência Energética e Sustentabilidade com área de concentração em sustentabilidade em 2016. E-mail: isayule@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água potável advém das qualidades dos mananciais de captação e do tratamento (químico e físico) em que é submetida (VELOSA, 2015). É preciso compreender as concessionárias de tratamento e distribuição de água como indústrias, cujo papel é converter água bruta em água potável utilizando insumos químicos e processos conforme a legislação e correlacionar ao fato que todo processo industrial gera resíduos (OLIVEIRA, 2016). Conforme maior o nível de poluição da água é necessário maior consumo de produtos químicos e energia (AHMAD *et. al.*, 2016). O despejo da água de descarga dos decantadores e de lavagem de filtros, que contém grande quantidade de sólidos e compostos químicos, nos cursos d'água representa o maior problema de poluição de uma estação de tratamento de água (ETA).

No Brasil, o tratamento da água é feito através do processo de ciclo completo tendo as fases de: coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração. Durante o processo de tratamento, são removidos organismos patogênicos e substâncias orgânicas e inorgânicas da água bruta. A consequência deste processo é a geração do resíduo sólido conhecido como o lodo - aglomerado de substâncias retiradas da água durante o processo de tratamento - que é um problema ambiental caso não seja destinado corretamente. O lodo possui características em função do tipo de coagulante utilizado no processo de tratamento da água bruta que apresenta variação de suas características e, conseqüentemente, requer diferentes dosagens de coagulantes (OLIVEIRA, 2016).

Conforme os estudos de Scalize (2003), Pádua (2006), Assis (2014) e Rosário (2007) as características físico-químicas da água bruta interferem na quantidade de produto químico adicionado durante o processo de tratamento, na tecnologia de tratamento de água e na escolha da forma de limpeza dos decantadores (onde o lodo fica retido até sua limpeza e disposição final). Logo, as propriedades da água bruta determinam as características físico-químicas do lodo e, conseqüentemente, vão influenciar na poluição dos corpos hídricos caso o resíduo seja lançado *in natura* – sem tratamento prévio - no meio ambiente.

O Brasil produz 4 milhões de toneladas por ano de lodo de ETA (SILVA, 2011). A Índia gera, aproximadamente, 29.700 toneladas de lodo por ano (AHMAD *et. al.*, 2017) grande volume de lodo gerado necessita de um gerenciamento e

disposição final adequada ambientalmente. A maioria das ETAs brasileiras ainda lança o lodo nos corpos hídricos *in natura*, de acordo com as pesquisas de Achon (2008), Katayama (2014) Andrade (2005) e Ribeiro (2003). Um ciclo é gerado: os rios – provedores de água para as estações de tratamento - são os receptores dos resíduos gerados pela própria ETA.

As concessionárias de distribuição de água precisam cumprir disposições legais, tais como: as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2005), segundo a Norma NBR 10.004/2004 (Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT, 2004) o lodo de ETA se enquadra como Resíduo Sólido Classe IIA – Não Inerte, Lei nº 9.605 (BRASIL, 1998) e os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), várias leis estaduais e à Norma NBR ISO 14001/2004 (Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT, 2004) que especifica os requisitos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Neste trabalho são relatados os fatores de relação da qualidade da água bruta dos mananciais e o volume de lodo gerado pelas ETAs.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica com o intuito de analisar a relação da qualidade da água bruta e do volume de lodo de ETA gerado considerando o manancial escolhido, os potenciais tóxicos do lodo quando dispostos *in natura* – sem tratamento prévio -, os aspectos legais vigentes e a composição físico-química do lodo. Serão apresentadas algumas considerações sobre a correlação das características da água bruta em função da quantidade de lodo gerado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Mananciais

Os mananciais são as fontes de abastecimento das ETAs. Sendo assim, é imprescindível que sejam preservados e que as leis de uso e ocupação do solo da bacia em que pertencem sejam obedecidas. Dos municípios brasileiros, 60% deles

possuem leis municipais para proteção e recuperação dos mananciais com o intuito de criar parâmetros de preservação dos mesmos. As águas dos mananciais são passíveis de contaminação por forma natural ou por ações antrópicas (lançamento de efluentes industriais, pesticidas, etc). Água pura não existe em razão de que “sendo água um ótimo solvente natural, nunca é encontrada em estado de absoluta pureza”, segundo Capanema (2004). Caso ocorra a diminuição da qualidade de água do manancial, aumentará a dosagem de produtos químicos – aumentando, assim, a quantidade de resíduos gerados – e ainda haverá maior perda de água na lavagem dos decantadores (ACHON *et. al.*, 2011).

O estudo de Andreoli e Leite (2005) analisou 38 ETAs do Paraná e verificou que 100% dos entrevistados afirmam que é fundamental a ‘conservação dos mananciais’. Entretanto, somente 11 dos 38 sistemas introduziram projetos de conservação dos mesmos. Os autores evidenciam que as empresas, apesar de admitirem a importância do investimento em programas de conservação, não dispõem de suporte financeiro de sua própria administração ou de políticas públicas de incentivo (OLIVEIRA, 2016).

A relação de geração de resíduo de uma ETA é proporcional à qualidade da água bruta a ser tratada (ACHON e CORDEIRO, 2005). A Tabela 1 expõe os valores em gramas de lodo seco gerado de acordo com o tipo de água de manancial encontrados por Reali (1999).

Tabela 1 - Produção de resíduos de acordo com o tipo de manancial:

Tipos de Manancial	Faixa de Produção de Resíduos (g de sólidos secos por m³ de água tratada)
Água de reservatório com boa qualidade	12 – 18
Água de reservatório com média qualidade	18 – 30
Água de rios com qualidade média	24 – 36
Água de reservatório com qualidade ruim	30 – 42
Água de rios com qualidade ruim	42 - 54

Fonte: Reali (1999).

Grande parte das cidades brasileiras apresenta poluição em seus recursos hídricos, segundo Reali (1999). Tal fato contribui para uma piora na qualidade da água de abastecimento público. Diante disso, é fundamental a aplicação de mais (ou novos) produtos químicos no durante o processo de tratamento da água. Como resultado, há aumento na quantidade de lodo gerado e nos custos operacionais.

O lodo de ETA corresponde de 0,3 a 1% do volume de água tratada. As características da água bruta sofrem interferências da sazonalidade. Tendo como exemplo, em época de chuva, a cor e turbidez da água possuem índices mais elevados, portanto, aplica-se maior dosagem de coagulantes e o oposto ocorre em períodos de seca (*American Water Works Association - AWWA, 1987*).

A despeito da afirmação de Di Bernardo *et. al.* (2003) de que “qualquer água de qualquer qualidade pode ser transformada em água potável” é necessário analisar os custos, estudo de operação e manutenção para ter certeza quanto à viabilidade do uso de determinado manancial como fonte de abastecimento. A fim de atender os padrões de potabilidade determinados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) é essencial realizar análises históricas do manancial de captação para que seja possível saber quais tratamentos deverão ser executados.

Em estações de tratamento de água em fase de projeto é necessário, através de análise da água bruta em laboratório por pelo menos um ano, a quantificação da geração de lodo a fim de compreender as variações em seu volume e seus parâmetros (em época de cheia e estiagem, por exemplo), conforme Sabogal-Paz e Di Bernardo (2005). Todavia, devido aos custos, a maioria dos projetos toma como estimativa de produção de lodo através de fórmulas empíricas. Os valores obtidos não tem validade universal e não podem ser aplicados em todas as situações devido a essas fórmulas estarem dependentes de constantes e coeficientes (Katayama, 2014).

Após a água ser captada do manancial, é fundamental que seja analisado seus aspectos físico-químicos e microbiológicos uma vez que, por ser captada superficialmente, a água está propensa a vários tipos de contaminação. Apenas 63,2% dos municípios que captam água superficialmente fazem tal análise (IBGE, 2011).

A maior parte do lodo de ETA gerado no Brasil ainda é disposta em cursos d'água, conforme o estudo de Agostini *et. al.* (2014). O Brasil possui, aproximadamente, 7500 ETAs e 70% destas praticam tal disposição.

A região sudeste é a que mais contribui com a destinação de lodos em cursos d'água, seguida pela região sul, de acordo com a Tabela 2. Tal fato é explicado por a região sudeste possuir maior demanda por água, e logo, maior geração de lodo.

Tabela 2 - Municípios que destinam o lodo gerado no tratamento de água em rios:

Região	Nº de municípios que geram lodo	Nº de municípios que destinam o lodo em rios
Brasil	2.098	1.415
Norte	84	46
Nordeste	537	231
Sudeste	896	703
Sul	442	330
Centro-Oeste	139	105

Fonte: Adaptado IBGE, 2011.

O consumo de água potável é proporcional ao aumento populacional, logo, maior vazão de água é necessária para suprir a demanda da população. Caso a água bruta esteja deteriorada, será necessária maior dose de coagulantes (gerando mais lodo dentro da ETA) para que a água tratada esteja nos padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011 (ANDRADE *et. al.*, 2014).

3.2 Aspectos legais vigentes

O lodo de ETA se enquadra como Resíduo Sólido Classe IIA – Não Inerte segundo a Norma NBR 10004 (2004). Contudo, seguindo as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 430:2011 e 357:2005 estabelece as condições e parâmetros para “a gestão de lançamento de efluentes em corpos d’água receptores” e determina que qualquer fonte poluidora somente poderá ser lançada em rios/córregos se forem tratadas adequadamente e obedecerem aos padrões da resolução ou de outras normas. A Lei 9.433/97, conhecida como a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH determina que:

O lançamento de resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final em corpos d’água, além de outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água, está sujeita à outorga do Poder Público (BRASIL, 1997).

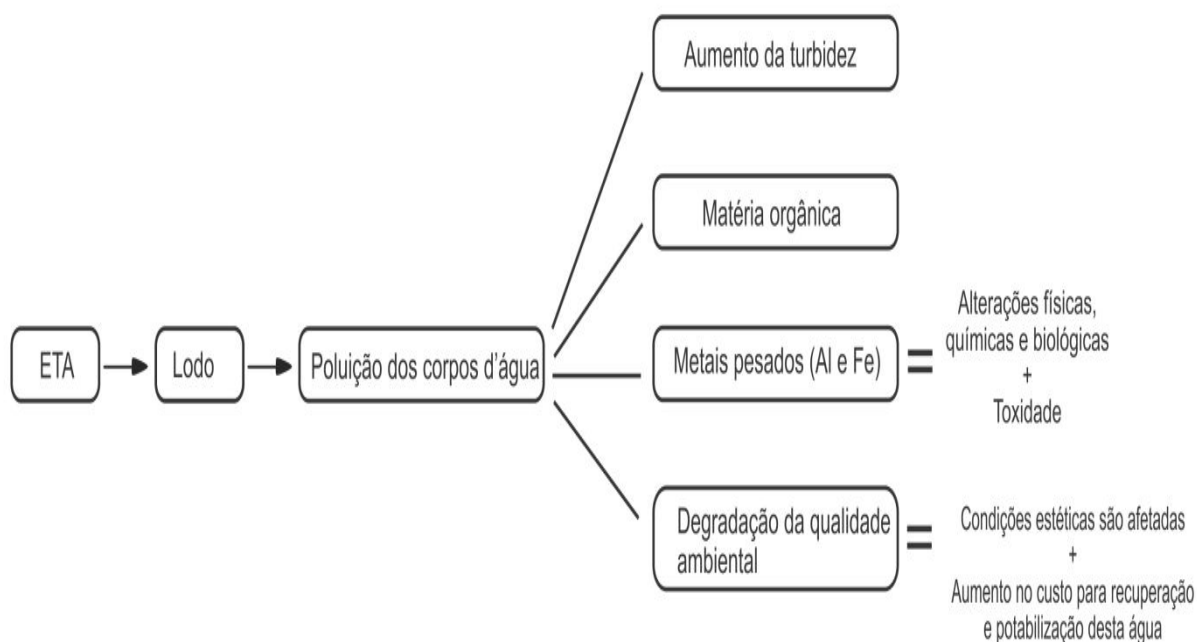
3.3 Potencial tóxico

A toxicidade do lodo é subordinada aos produtos utilizados durante o tratamento da água, à qualidade da água bruta durante a captação, ao tempo de

retenção do lodo no decantador e às propriedades químicas e biológicas presente no curso d'água receptor (REALI, 1999).

Quando lançado *in natura* nos rios, o lodo pode inibir a atividade biológica, elevar a DQO (demanda química por oxigênio) e alterar negativamente as áreas de criação e desova dos peixes, conforme o estudo de Barbosa *et. al.* (2001). A decomposição da matéria orgânica presente no lodo ainda reduz a quantidade de oxigênio na água (SOUZA, 2006). Quando *in natura*, o lodo eleva a quantidade de sólidos na água, altera o pH, causa liberação de odores, aumenta a cor e turbidez, contribui para o assoreamento e aumenta a concentração de alumínio e ferro nos corpos hídricos (SABESP). O estudo de Tsutiya e Hirata (2001) mostra que o acúmulo de alumínio no corpo humano – presente no coagulante mais popular nas ETAs por ser eficiente e de baixo custo – pode provocar efeitos nocivos como doenças neurodegenerativas (esclerose e Alzheimer, por exemplo), anemia hipocrômica microcítica e o enfraquecimento dos ossos (osteomalácia).

Figura 8 - Rede de interação dos impactos ambientais gerados pelo lançamento *in natura* do lodo de ETA.



Fonte: Adaptado de Achon *et. al.*, 2005.

O lodo, mesmo sendo originário da água bruta, não deve retornar a sua fonte, deve ser disposto perante as leis ambientais. A adição de produtos químicos durante o processo de tratamento é superior à encontrada na água bruta, tornando tal ação inviável (WANG *et. al.*, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há carência de conscientização das ETAs acerca de que seus resíduos interferem no meio ambiente e suas atividades são sujeitas a consequências ambientais negativas ou positivas. Para isso, é necessário pensar no conjunto de atividades como um todo, pois cada etapa do processo de tratamento influencia o volume de lodo gerado.

Os cursos hídricos são os provedores de água para a maioria das ETAs brasileiras e também são os receptores dos resíduos gerados pelas mesmas. O grande desafio da manutenção da qualidade da água dos mananciais são os diversos interesses comerciais políticos que acabam inibindo as ações de preservação ambiental – que levariam a uma melhora na qualidade da água bruta disponível.

Com o intento de formular propostas para desenvolver reflexões quanto aos mananciais, sugere-se que:

- Seja feito o acompanhamento histórico de suas condições de uso e ocupação das margens e áreas de proteção ambiental (zoneamento ambiental);
- Através de análises químicas, físicas e biológicas, acompanhar a qualidade da água do manancial;
- Na escolha de futuros mananciais, avaliar a geração de resíduos como fator importante a ser considerado;
- Baseado na legislação existente, estabelecer programas/ações de proteção dos mananciais.

CONCEPTUAL ASPECTS RELATED TO THE QUALITY OF GROSS WATER AND THE VOLUME OF LODGE OF WATER TREATMENT STATION GENERATED

ABSTRACT

The quality of the raw water in a source for public supply is determinant in the volume of sludge generated in the decanters of the water treatment's operating system. The properties of the raw water determine the physico-chemical characteristics of the

sludge and, consequently, influence the pollution of the water if the residue is released *in natura* - without previous treatment - in the environment. In this work, the factors related to raw water and its interference in the volume of sludge generated are reported. The water courses are the water suppliers for most Brazilian's water treatment's operating system and are also the recipients of the waste generated by them. The main challenge of maintaining the quality of the water of the springs is the diverse political commercial interests that end up inhibiting the actions of environmental preservation - that would lead to an improvement in the quality of the available raw water.

Keywords: springs; raw water quality; water treatment plant's sludge.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (2004). **NBR 10.004: Classificação de resíduos sólidos**. ABNT, Rio de Janeiro, 48 p., 2004.

ACHON, C. L. **Eco eficiência de sistemas de tratamento de água à luz dos conceitos da ISO 14.001**. 248 p. São Carlos – SP: USP, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-08012009-172718/pt-br.php>>. Acesso em: 19 maio 2015.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. **Avaliação do uso da água em sistema de tratamento de água com proposta e uso de indicadores**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19., Maceió – AL 2011. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/l-169.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

ACHON, C. L.; CORDEIRO, J. S. **Utilização de indicadores de desempenho para gerenciamento de sistemas de tratamento de água**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., Campo Grande – MS, 2005. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/l-169.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

AGOSTINI, M.; KULAKOWSKI, M. P.; BREHM, F. A. **A influência da pluviometria na adição de lodo de estação de tratamento de água em cerâmica vermelha**. In: Anais do Fórum Nacional de Resíduos Sólidos, 5., São Leopoldo - RS, 2014. Disponível em: <http://www.5firs.institutoventuri.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=81>. Acesso em: 28 abr. 2015.

AHMAD, T.; AHMAD, K.; ALAM, M. **Sustainable management of water treatment sludge through 3 'R' concept**. Journal of Cleaner Production, v. 124, p. 1-13, 2016.

AHMAD, T.; AHMAD, K.; ALAM, M. **Sludge quantification at water treatment plant and its management scenario**. Environmental Monitoring and Assessment, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6166-1>

ANDRADE, P. S. **Avaliação do impacto ambiental da utilização de resíduos de estação de tratamento de água em indústrias de cerâmica vermelha: Estudo de caso**. 269 p. Campinas – SP: UNICAMP, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000418584>>. Acesso em: 06 abr. 2015.

ANDRADE, C. F.; SILVA, C. M.; OLIVEIRA, F. C. **Gestão ambiental em saneamento: uma revisão das alternativas para tratamento e disposição do lodo de ETA e seus impactos na qualidade das águas**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, V., Belo Horizonte - MG, 2014.

ANDREOLI, C. V.; LEITE, B. Z. **Relação entre o consumo de produtos químicos e a qualidade da água distribuída em diversos sistemas de tratamento de água do Paraná**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005. Anais: Rio de Janeiro, ABES, 2005.

ASSIS, L. R. **Avaliação do impacto em corpos d'água devido ao lançamento de resíduos de uma estação de tratamento de água de Juiz de Fora – MG**. 61 p. Juiz de Fora – MG: UFJF, 2014. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-_-Let%C3%ADcia-Assis-_-2014.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA. **Handbook of Water treatment plant waste management**. Denver: American Water Works Association, 484 p., 1987.

BARBOSA, R. M.; POVINELLI, J.; ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **A Toxicidade de Despejos (lodos) de Estações de Tratamento de Água à daphnia similis (ceadocera, crustacea)**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, 27. Porto Alegre, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **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. Publicado no Diário Oficial da União - DOU nº 053, de 18.03.2005, p. 58-63.

BRASIL (1997). **Lei Nº 9.433** de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. Brasília, DF, 1997.

BRASIL (1998). **Lei Nº 9.605** de 12 de fevereiro de 1998. Lei da Vida - Lei dos Crimes Ambientais. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 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. Publicado no Diário Oficial da União, Seção 1, do dia 26 seguinte, página 266.

CAPANEMA, S. P. **Instrumentação e controle em uma estação de tratamento de água**. 97 p., Belo Horizonte – MG: UFMG, 2004.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. 2002. Disponível em: <[http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/DF6C53CCF001D57A832573F00072C0DD/\\$File/sabesp_lodos_ETA.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/DF6C53CCF001D57A832573F00072C0DD/$File/sabesp_lodos_ETA.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2015.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. **Ensaio de tratabilidade de água e de resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: Rima, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2011.

KATAYAMA, V. T. **Quantificação da produção de lodo de estação de tratamento de ciclo completo: Uma análise crítica**. 144 p., São Paulo: USP, 2014. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-19072013-161144/pt-br.php>>. Acesso em: 22 maio 2015.

OLIVEIRA, I. Y. Q. **Diagnóstico da gestão de lodo de estação de tratamento de água em Mato Grosso do Sul**. 71 p. Campo Grande: UFMS, 2016.

PÁDUA, V. L. Introdução ao tratamento de água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, Cap 12, p. 519 - 570.

RIBEIRO, H. K. S. S. **Avaliação de desempenho ambiental em estações de tratamento de água**. 158 p. Distrito Federal: UnB, 2003.

ROSÁRIO, C. G. A. **Avaliação da disposição de lodo gerado numa estação de tratamento de água em reator anaeróbico de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB)**. 119 p. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03072007-174940/pt-br.php>>. Acesso em: 22 maio 2015.

REALI, M. A. P. **Principais características quantitativas e qualitativas do lodo 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, 240 p. 1999.

SABOGAL-PAZ, L. P.; DI-BERNARDO, L. **Aspectos conceituais relativos à seleção das tecnologias de tratamento e de disposição dos resíduos gerados nas estações de tratamento de água**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., Campo Grande - MS, 2005. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/l-040.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

SCALIZE, P. S. **Disposição de resíduos gerados em estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto.** 171 p. São Carlos: USP, 2003.

SILVA, M. V. **Desenvolvimento de tijolos com incorporação de cinzas de carvão e lodo provenientes de estação de tratamento de água.** 132 p., São Paulo: IPEN/USP, 2011.

SOUZA, F. R. **Estudo da eco-eficiência de argamassas e concretos reciclados com resíduos de estações de tratamento de água e de construções e demolições.** 108 p., São Paulo: UFScar, 2006. Disponível em: < http://www.bdttd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1032>. Acesso em: 26 mar. 2015.

TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A. Y. **Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21,. João Pessoa – PB, 2001. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-025.pdf> >. Acesso em: 23 abr. 2015.

VELOSA, A. C. **Avanços tecnológicos no tratamento de água de mananciais.** Revista Holos Environment, v. 15, n. 2, p. 194, ISSN: 1519-8634 (online), 2015.

WANG, N.; SHIH, C.; CHIUEH, P.; HUANG, Y. **Environmental Effects of Sewage Sludge Carbonization and Other Treatment Alternatives.** Energies, 2013, 6, 871-883; doi:10.3390/en6020871.