

TRATAMENTO DE REJEITOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA: MÉTODOS DE TRATAMENTO UTILIZADOS E DESTINO DO LODO PRODUZIDO

José Caetano Moreira Filho - Mestre em Construção Civil Universidade FUMEC jose.caetano@copasa.com.br

Marcos Rocha Vianna – Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – mrviana@fumec.br

RESUMO

Estações de tratamento de água produzem rejeitos, ou lodos, que devem ser tratados.

Este trabalho tem por base a Dissertação de Mestrado elaborada pelo primeiro autor, sob a orientação do segundo.

Em sua primeira parte, descreve os métodos de tratamento de lodos mais utilizados atualmente. Eles levam em conta, em cada caso, as tecnologias disponíveis, suas eficiências, os custos e as facilidades operacionais decorrentes.

Descreve também algumas alternativas para o aproveitamento desse lodo, tema esse ainda aberto a pesquisas.

Em sua segunda parte, descreve os trabalhos experimentais em andamento na Universidade FUMEC a respeito do tratamento de lodos originários de estações de tratamento de água

Palavras-chave: Rejeito; Estação de tratamento de água; Lodo; Meio ambiente

ABSTRACT

Potable water treatment plants produce waste, or sludge, which must be addressed.

This paper is based on the Dissertation elaborated by the first author, under the orientation of the second, in order to obtain his Master degree.

In its first part, it describes the methods of sludge treatment used nowadays. They take into account, in each case, the available technologies, their efficiencies, costs and operational facilities involved.

It also describes some alternatives to the use of sludge from potable water treatment plants, this issue open for further research.

In its second part it describes the experimental works in course nowadays regarding the treatment of sludges originated in potable water treatment plants.

Keywords: waste; water treatment plant, sludge, Environment

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De modo geral, estações de tratamento de água produzem resíduos, denominados lodos, que devem ser tratados, de acordo com a legislação ambiental vigente. Eles podem ser classificados segundo quatro categorias, a saber (ASCE/AWWA, 1996):

I - Resíduos gerados durante processos de tratamento de água visando à remoção de cor e turbidez; em geral os resíduos produzidos englobam os lodos gerados em decantadores (ou eventualmente em flotoadores) e a água de lavagem de filtros;

II - Resíduos gerados durante processos de abrandamento;

III - Resíduos gerados durante processos de tratamento avançado visando à redução de compostos orgânicos presentes na água bruta, destacando-se carvão ativado em pó saturado;

IV - Resíduos gerados durante processos visando à redução de compostos inorgânicos presentes na água bruta, como processos de membrana (osmose reversa, ultrafiltração, nanofiltração).

Este trabalho contempla os resíduos do tipo I.

Um levantamento realizado pelo IBGE (2000) identificou e quantificou os destinos desses lodos no Brasil. Os resultados obtidos estão transcritos no Quadro 1. De acordo com a NBR 10004 (2004), o lodo originário de ETAs é considerado “resíduo sólido”, portanto deve ser tratado e disposto conforme regulamentação específica dos órgãos reguladores.

ETAPAS DE TRATAMENTO DO LODO

A Figura 1 apresenta, em forma de fluxograma, as alternativas usuais para o tratamento dos resíduos produzidos em estações de tratamento de água. Em cada uma delas, existem diferentes etapas, que podem ser classificadas em:

- Equalização e Regularização;
- Condicionamento e Adensamento;
- Desaguamento e, em alguns casos,
- Secagem e Incineração.

Se sua qualidade assim o permitir, a água recuperada nessas etapas pode ser conduzida novamente para a câmara de chegada de água bruta, no início da estação de tratamento de água, ou encaminhada ao corpo receptor. Cada uma das etapas anteriores será examinada a seguir.

EQUALIZAÇÃO E REGULARIZAÇÃO

Os resíduos são reunidos em um tanque, denominado

tanque de equalização, provido de agitador para homogeneização. Assim reunidos e homogeneizados, eles constituem o lodo a ser tratado. A partir dos tanques de equalização, ele pode ser encaminhado, com vazão constante, para tratamento por adensamento/clarificação, desaguamento e disposição final da torta de lodo.

CONDICIONAMENTO E ADENSAMENTO

Condicionamento

O condicionamento do lodo é importante para o sucesso do adensamento e do desaguamento, gerando as condições necessárias para liberação da água, especialmente se forem utilizadas unidades mecanizadas no tratamento. No caso de métodos

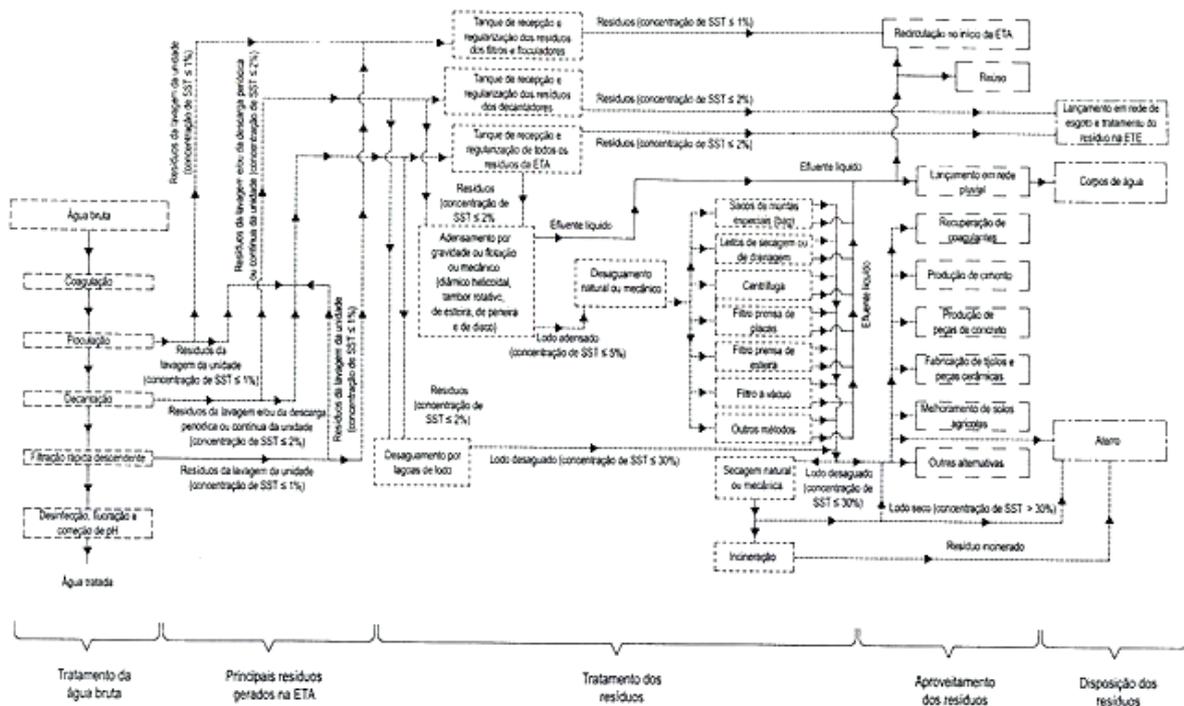


FIGURA 1 – Alternativas de tratamento dos resíduos produzidos em estações de tratamento de água: fluxograma básico.

QUADRO 1 - Distritos, total e cuja água tratada passa por processo de coagulação química, por destino do lodo gerado, segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais - 2000

Grandes Regiões	Total de Distritos	Distritos cuja água tratada passa por processo de coagulação química							
		Total	Destino do lodo gerado nas ETAs						
			Rio	Mar	Terreno	Aterro Sanitário	Incineração	Reaproveitamento	Outros
Norte	607	60	29	19	1	-	12		
Nordeste	3084	527	224	6	253	6	18	30	
Sudeste	3115	1245	1062	2	93	20	10	81	
Sul	2342	531	404	2	74	6	8	47	
Centro Oeste	700	230	169	0	43	2	3	19	
Brasil	9848	2593	1888	10	482	35	9	189	

naturais, como lagoa de lodo e leitos, geralmente dispensa-se o condicionamento.

Notas: 1- O município pode ter mais de um distrito incluindo a sede municipal.

2- Um mesmo distrito pode apresentar mais de um destino do lodo gerado.

ADENSAMENTO

O adensamento do lodo tem por objetivo remover o máximo de água possível antes de sua desidratação final.

A correta concepção do sistema de adensamento é de vital importância para o sucesso operacional da unidade de tratamento de resíduos - UTR, garantem concentração de sólidos superior a 20g/L, necessária para o adequado funcionamento da unidade desaguadora. O adensamento também é importante quando se pretende extrair o clarificado obtido no tratamento do resíduo, com o intuito de recirculá-lo na ETA (Sabogal Paz et al., 2003).

DESAGUAMENTO

A operação de desaguamento do lodo adensado procura aumentar sua concentração de sólidos, com a consequente redução do volume de lodo a ser disposto.

Os principais métodos utilizados são descritos a seguir.

Sistemas Mecânicos

- Centrífuga

De modo geral, o lodo adensado é conduzido para um tanque de armazenamento, provido de misturador submersível ou agitador tipo turbina. Daí ele é bombeado, geralmente por bombas de deslocamento positivo, para a centrífuga, recebendo solução em polímero na tubulação de recalque.

- Filtro Prensa de Esteira

Esse método usa combinação da drenagem e pressão mecânica para desaguamento de lodo previamente condicionado.

- Filtro Prensa de Placas

Neste tipo de filtro, o pacote de placas é composto somente por placas-membrana ou placas-membrana e câmaras. O ciclo de filtração é realizado em duas etapas:

- Bombeamento;
- Fluido hidráulico.
- Filtro a Vácuo

Conforme Cordeiro (1999a), o funcionamento baseia-se em um tambor posicionado horizontalmente dentro de uma caixa contendo lodo. A superfície do tambor é dividida em setores que servem de suporte ao meio filtrante. A sucção é aplicada em cada setor por meio de tubos internos e a superfície do tambor é envolvida com o meio filtrante (manta) através do qual a água é drenada para o tambor passando através do lodo. Os sólidos são depositados sobre a manta e removidos por raspadores para fora do sistema.

Sistemas Naturais

- Lagoa de Lodo

O desaguamento ocorre em três fases:

- Drenagem,
- Evaporação e
- Transpiração.

A técnica pode ser uma alternativa atraente, particularmente em regiões onde a taxa de evaporação é superior à de precipitação, para que não resulte efluente líquido até que o lodo seja retirado.

- Filtração em Geotêxtil

Esse método, introduzido recentemente no Brasil, consiste em eliminar o excesso de água de lodo,

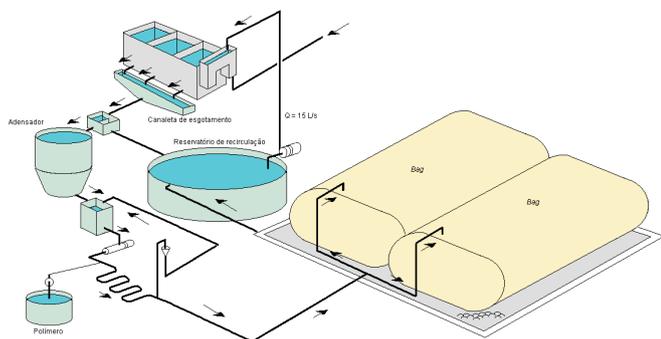


FIGURA 2 - Arranjo de uma UTR de um sistema de abastecimento de água da COPASA.

Fonte: Vianna, 2007

através de drenagem do líquido pelos pequenos poros do geotecido, ocorrendo a desidratação progressiva e redução do volume original, conforme Figura 2.

- Leito de Secagem

O leito de secagem é um dos métodos de desaguamento mais antigos e mais usados no tratamento do lodo. O desaguamento ocorre devido a diferentes fatores, incluindo a evaporação e a drenagem em meio poroso.

- Leito de Drenagem

Os leitos de drenagem são constituídos por tanques rasos, sistema de drenagem e camada de brita de, aproximadamente, 5 cm entre o fundo da unidade e a manta geotêxtil.

- Lagoa de Emergência

Na concepção de um sistema de Tratamento, deve-se prever a construção de uma lagoa de emergência destinada a receber os resíduos das unidades das diferentes etapas do tratamento de uma UTR, em caso de manutenção de suas unidades. Dessa forma, os tanques de recepção de resíduos, os adensadores, etc, deverão possuir extravasores interligados a este tipo de lagoa, para receber os resíduos em casos emergenciais. É usual projetar esta lagoa para a vazão máxima de resíduos da ETA e para um tempo de detenção de no mínimo três dias.

O Quadro 2 apresenta as principais características e principais vantagens de cada processo.

Aproveitamento e disposição Final do Lodo

Existem várias opções possíveis para esse fim, dependendo da viabilidade técnica, econômica e ambiental para cada caso.

Cita-se a seguir algumas destas alternativas:

- Disposição em aterros sanitários;
- Disposição controlada em certos tipos de solos;
- Aplicações industriais diversas;
- Recirculação da água de lavagem dos filtros e do clarificado das UTRs;
- Recuperação de coagulantes do resíduo da

ETA;

QUADRO 2 - Comparação das características de uma UTR e respectivos equipamentos

EQUIPAMENTOS CARACTERÍSTICAS	CONDICIONAMENTO	ADENSAMENTO	CENTRÍFUGA	FILTRO			FILTRAÇÃO EM GEOTÊXTIL	LAGOA DE LODO	LEITO DE SECAGEM DRENAGEM
				PRENSA ESTEIRA	PRENSA PLACAS	À VÁCUO			
As unidades são mais compactas		X							
Necessita de menor área de implantação		X	X	X	X	X	X		
Apresenta baixo custo de operação		X							
Não depende das condições meteorológicas da região e o lodo é desaguado em poucos minutos			X	X	X	X			
Não tem consumo de energia elétrica e não requer pessoal qualificado								X	X
Apresenta baixo consumo de energia elétrica		X		X					
Requer baixo investimento inicial é indicados para pequenas ETAs									X
Necessita de maiores áreas de implantação		X						X	
A operação e manutenção apresentam gastos elevados		X							
Os gastos com implantação podem ser altos		X					X		
A limpeza e manutenção das telas apresentam dificuldades		X		X					
Requer a lavagem com abundância de água			X						
Apresenta elevado consumo de energia elétrica			X			X			
É indicado para ETAs de médio e grande portes e apresenta altos gastos com implantação e operação			X						
Requer pessoal qualificado para a operação				X	X	X			

(Continua)

QUADRO 2 (continuação)

Possui altos gastos com implantação, operação e necessita de energia elétrica				X	X				
Requer lavagem frequente dos equipamentos					X				
O meio filtrante requer lavagem frequente e possui maior custo operacional						X			
Requer o conhecimento do clima e do solo da região além de apresentar longos períodos de desaguamento							X		
Permitem a recuperação de água clarificada,									X
É utilizado no Brasil com sucesso	X								

- Disposição do resíduo em Estações de Tratamento de Esgotos.

ESTUDOS ATUALMENTE EM CURSO NA UNIVERSIDADE FUMEC

Pode-se afirmar que o esforço de se dotar as estações de tratamento de água brasileiras de unidades para o tratamento de seus rejeitos é recente. Embora estudos a nível nacional sobre esse tema datem da década de 1990 (CORDEIRO, 1999), s o m e n t e no atual milênio eles passaram a constituir assunto mais frequente em encontros técnico-científicos. Em especial, Achon (2012) tem se destacado à investigação detalhada do lodo e das instalações de tratamento existentes no Brasil.

Em Minas Gerais, a primeira grande UTR mineira foi implantada no Sistema Rio Manso, tendo sido estudada por Demattos (2001) e Soares (2008), mas desde então poucos foram os acréscimos que se pode citar. Em particular, estudiosos e projetistas mineiros vêm se

dedicando ao estudo desse problema há pelo menos cinco anos (VIANNA, 2006). Entretanto, seus projetos continuam sendo realizados com base na experiência pessoal, em vista da indisponibilidade de dados regionais em quantidade suficiente para a elaboração de projetos dessa natureza. Cita-se também os trabalhos de Ribeiro (2012) e Oliveira (2012) em busca da determinação das características do lodo da ETA de Bom Jardim, de Uberlândia – MG, e da ETA de Itaguara, MG, respectivamente.

Tendo em vista que caracterizar qualitativa e quantitativamente o lodo produzido em estações de tratamento de água constitui o primeiro passo para o projeto adequado de unidades de tratamento de rejeitos, a Universidade FUMEC, em parceria com a COPASA e com a empresa Tecminas Saneamento Ltda. iniciaram estudos objetivando caracterizar o lodo produzido em estações de tratamento de água de Minas Gerais.

De início, escolheu-se, como foco dos trabalhos, o lodo originário de uma importante estação de tratamento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte: a do Sistema Morro Redondo.

Trata-se de uma unidade do tipo convencional clássico

(em que mistura rápida, floculação, decantação e filtração realizam-se em unidades individualizadas) e na qual a operação é de excelente qualidade.

Os mananciais que abastecem essa estação de tratamento apresentam baixa turbidez ao longo de grande parte do ano. Demandam, portanto baixas dosagens de coagulante (Figura 3). Dados relativos a ETAs tratando esse tipo de manancial são escassos, o que justifica a divulgação dos dados obtidos até o momento. O coagulante aplicado durante quase todo o ano é o sulfato de alumínio, fornecido em solução comercial.

Os primeiros estudos tiveram por objetivo determinar a qualidade do lodo sedimentado nos decantadores. Deve-se destacar que a remoção do lodo sedimentado nos dois decantadores dessa estação de tratamento é realizada duas vezes por ano. Apenas uma coleta foi realizada até o momento, especificamente em maio de 2011. Não obstante, trata-se de uma coleta de grande relevância, devido ao fato de que o lodo ali presente encontrava-se em sua maior concentração e quantidade, resultante do acúmulo de partículas sedimentadas durante todo período chuvoso, correspondente a seis meses.

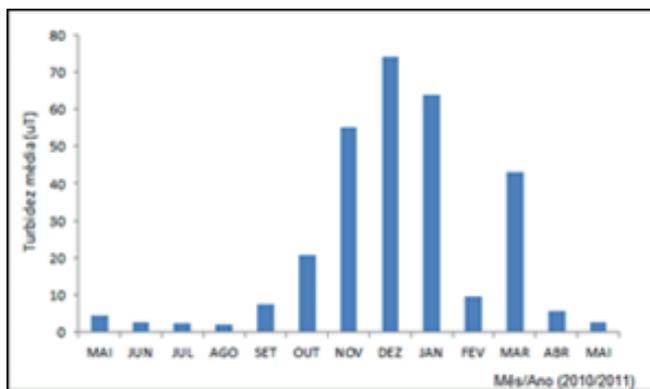


Figura 3 – Turbidez afluyente à ETA em estudo e dosagens de coagulante: dados médios registrados no período entre as duas últimas lavagens dos decantadores.

Fonte: Ferreira, B. O; Vianna, M.R., 2011

O lodo foi coletado em pontos distintos e simétricos ao longo dos dois decantadores da estação de tratamento de água (Figura 4), com auxílio de uma draga (Figura 2) e armazenado em galões de 5L, para posterior análise. Maiores detalhes sobre esse estudo experimental, bem como sobre os resultados obtidos, são discutidos por Ferreira e Vianna (2011). Novos estudos encontram-se em curso, referentes à qualidade da água originária da lavagem dos filtros, e serão oportunamente divulgados. Ao mesmo tempo, encontram-se em curso ensaios a respeito da decantação dessa água, do adensamento do lodo resultante e sua posterior desidratação em geotêxteis.

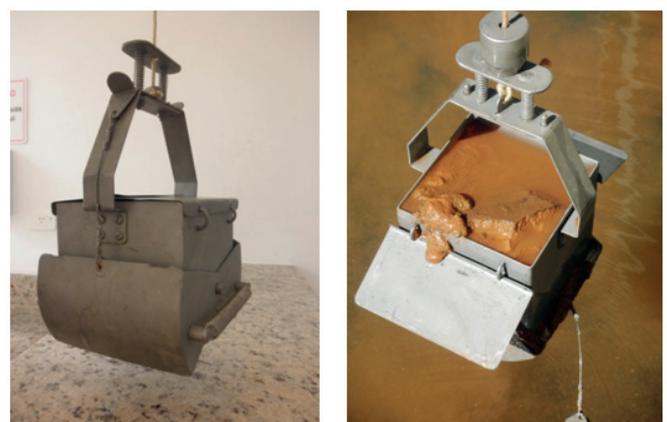


FIGURA 5 – Draga coletora e lodo coletado no decantador

Fonte: Ferreira, B. O; Vianna, M.R., 2011

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que existem várias opções de concepção de unidades para o tratamento de resíduos.

A escolha da técnica a adotar não deve ser feita de forma independente à empregada na ETA; o problema deve ser abordado de forma sistemática, considerando que o grau de tratamento do lodo depende, diretamente, do método de aproveitamento e de disposição do resíduo, junto com a qualidade desejada para a parcela líquida a ser recirculada no início da ETA (se esta possibilidade for considerada).

Os estudos experimentais atualmente em curso na FUMEC têm mostrado que os resíduos produzidos na estação de tratamento em estudo apresentam variações sazonais. Além disto, o processo de lavagem dos decantadores e a existência ou não de recursos para a lavagem auxiliar dos filtros podem conduzir a efluentes cuja qualidade afasta-se daquelas tradicionalmente indicadas na literatura técnica especializada.

O destino final do lodo desidratado ainda constitui uma incógnita. Seu aterro ainda parece ser o caminho natural, desde que executado levando em conta as peculiaridades referentes a cada lodo em particular. Sua incorporação à argila utilizada na fabricação de cerâmica vermelha vem sendo estudada por Madureira (2012), entre outros autores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA – a autorização da divulgação dos dados e fotos divulgados neste artigo e à Tecminas Saneamento Ltda. pelo apoio financeiro aos estudos atualmente em curso.

REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna et al. Geração e destinação de

lodos de estações de tratamento de água na sub-bacia do rio Piracicaba – Brasil. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10.004 – Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, Brasil, em sua segunda edição de 31.05.2004. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 13 de setembro de 2009.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS – ASCE; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA. (1996). Technology Transfer Handbook: Management of Water Treatment Plant Residuals. New York. 1996. 294p.

CORDEIRO, João Sérgio. Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Lodos de ETAs. In: PROSAB (Org.). Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água. São Paulo. ABES. 1999.

FERREIRA, Bernardo Ornelas, VIANNA, Marcos Rocha. Caracterização qualitativa e quantitativa do lodo originário dos decantadores de uma estação de tratamento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte tratando água de baixa turbidez. Construindo. Belo Horizonte, v.3, n.2, p. 17-20. Jul/dez. 2011

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO – 2000. ABASTECIMENTO DE ÁGUA – AA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: fev/2010.

MADUREIRA Raquel Rohr et al. Estudo da concentração viável do lodo de ETA para incorporação em cerâmica vermelha. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.

MOREIRA FILHO, José Caetano (2010). Estações de tratamento de água na preservação do meio ambiente.

Dissertação de Mestrado: Universidade FUMEC. Belo Horizonte: FUMEC. 132p.

OLIVEIRA, Fernanda de Cássia et al. Avaliação da viabilidade da disposição e do reaproveitamento do lodo de estações de tratamento de água (ETA): estudo de caso da ETA de Itaguara – Minas Gerais. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.

RIBEIRO, Flávia Alice Borges Soares et al. Projeto piloto: caracterização do lodo da ETA Bom Jardim de Uberlândia-MG. Trabalho apresentado no XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SILUBESA. Belo Horizonte, 2012.

SABOGAL PAZ, L. P. Modelo Conceitual de Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água para Abastecimento de Comunidades de Pequeno Porte. Tese Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 509p. 2007.

