

## I-083 - ESTUDO DE VIABILIDADE PARA DESTINAÇÃO FINAL DO LODO DA ETA LARANJAL/RJ

### **Juliana Jerônimo Smiderle<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Poli/UFRJ). Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da Poli/UFRJ. Pesquisadora do Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getúlio Vargas (FGV CERJ).

### **Iene Christie Figueiredo<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Doutora em Engenharia Civil – Tecnologia de Saneamento Ambiental pela COPPE/UFRJ. Professora Adjunta da Poli/UFRJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Centro de Tecnologia, Bloco D, sala 202 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 21941-972 - Brasil - Tel: +55 (21) 2562-7982 - Fax: +55 (21) 2562-7994 - e-mail: [julianasmiderle@poli.ufrj.br](mailto:julianasmiderle@poli.ufrj.br)

### **RESUMO**

Com o aumento da demanda por água potável devido ao crescimento populacional, principalmente nas cidades, há também o aumento da geração de resíduos nas estações de tratamento de água (ETA). Um dos resíduos gerados é o lodo que atualmente caracteriza-se como um passivo ambiental das ETAs, pois em sua maioria é lançado diretamente em corpos hídricos. O lançamento em geral é feito sem que haja avaliação do impacto na qualidade do corpo receptor em função do volume e das características do lodo, podendo causar assoreamento, aumento da concentração de metais na água, redução da concentração de oxigênio dissolvido, dentre outros impactos. Somado a isso, aspectos legais reforçam a necessidade de repensar esta maneira de gerenciar o lodo. De acordo com a atual legislação brasileira, os efluentes só poderão ser lançados diretamente em cursos d'água caso estejam enquadrados nas condições e padrões definidos pela Resolução CONAMA 430, além de outras exigências que órgãos locais venham a definir.

Sendo assim, o presente trabalho realiza estudo de viabilidade econômica de três alternativas de destinação ambientalmente adequado do lodo da ETA Laranjal/RJ, sendo elas: disposição em aterro sanitário, reciclagem na produção de material cerâmico e reciclagem na produção de bloco de concreto. O estudo concluiu que o encaminhamento para indústria cerâmica é a alternativa com menor custo de destinação final do lodo da ETA Laranjal. Além disso, ficou clara a necessidade de manejo adequado do lodo e tanto a reciclagem do lodo na indústria de material cerâmico como na de material de concreto mostram-se viáveis economicamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo, ETA, Manejo de Lodo, Viabilidade Econômica.

### **INTRODUÇÃO**

Com o crescimento populacional, principalmente nas cidades, há o aumento da demanda por água potável. Por outro lado, a falta de serviço de saneamento eficiente faz com que os mananciais superficiais tenham sua qualidade reduzida. Consequentemente, para tornar a água bruta em potável é necessário otimizar a operação das estações de tratamento de água (ETAs). Essas condições podem proporcionar aumento na geração de lodo nas ETAs.

A operação de uma estação de tratamento de água para sua potabilização, dada a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes, produz resíduo (lodo) durante o processo. A disposição final do lodo de ETA, no Brasil, é quase sempre um corpo hídrico.

Pode-se citar como impactos no corpo d'água que recebe o lodo de ETA como destino final o aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, consequentemente, diminuição da atividade fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, entre outros. Portanto, o lodo caracteriza um passivo ambiental da indústria do saneamento.

Há alguns anos a preocupação com a preservação do meio ambiente vem aumentando, com isso a legislação brasileira começou a exigir mudança de postura da indústria do saneamento com relação às questões ambientais relativas a este passivo, como, por exemplo, com a Lei 9.433/97, que determina que o lançamento em corpo hídrico de resíduos líquidos, tratados ou não, para diluição, transporte ou disposição final está sujeito a outorga. Outro exemplo é a Lei 9.605/98, que exige licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes para instalar e operar estabelecimentos ou serviços potencialmente poluidores.

Além disso, a partir da Política Nacional de Saneamento entende-se que há a necessidade de manejo integral do resíduo gerado em unidades de tratamento de água. No Estado do Rio de Janeiro, a AGENERSA deliberou que, para a prestação de serviços públicos de saneamento básico, as concessionárias serão responsáveis pela disposição dos lodos residuais e subprodutos do tratamento considerando a minimização dos impactos ambientais.

Assim, além da qualidade do seu produto final, água potável, os gestores de estações de tratamento de água devem preocupar-se também com o gerenciamento do lodo, visando sua destinação final adequada sem risco de passivo ambiental. Esse é o desafio que toda a indústria de saneamento está passando.

Uma opção de destinação final adequada para o lodo de ETA é a disposição em aterro sanitário, que tem alto custo. Outra opção é reciclar o lodo, utilizando-o como matéria-prima no processo produtivo de alguns materiais, como cerâmica e cimento (Di Bernardo e Paz, 2008). Além do benefício financeiro devido a melhora na eficiência energética do tratamento, a reciclagem do lodo traria também benefício ambiental ao processo. Portanto, torna-se necessário verificar a viabilidade econômica dessas possibilidades de manejo.

## **OBJETIVO**

O trabalho tem como objetivo comparar a viabilidade econômica de três opções de destinação final do lodo produzido na ETA Laranjal sob a ótica da indústria do saneamento. As opções estudadas são: disposição em aterro sanitário, reciclagem na produção de material cerâmico e reciclagem na produção de material de concreto.

## **ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO FINAL**

Esse estudo selecionou três opções de destinação final do lodo da ETA, a saber: disposição em aterro sanitário, reciclagem na produção de material cerâmico e reciclagem na produção de material de concreto. Na Tabela 1 são apresentadas as vantagens e desvantagens para cada uma das opções.

**Tabela 1: Vantagens e desvantagens das diferentes alternativas de destinação final do lodo**  
**Fonte: Andreolli (2006); Di Bernardo e Paz (2008); Hoppen (2004); Morita (2016); Tsutiya e Hirata (2001)**

<b>Alternativa de destinação final</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Disposição em aterro sanitário</b>	Alternativa viável em regiões com disponibilidade de área economicamente acessível	Alternativa cara devido aos altos custos de transporte e disposição no aterro
	Responsabilidade do gerenciamento dos impactos do lodo é transferida para a administração do aterro	Necessidade de tratar o lodo para reduzir gastos com transporte e disposição final
		Possibilidade do lodo migrar para vazios e colmatar os drenos
		Possibilidade do lodo acomodar-se na base do aterro e gerar zona de fraqueza
<b>Reciclagem na produção de material cerâmico</b>		A codisposição do lodo de ETA que usa coagulante a base de alumínio com resíduos orgânicos pode favorecer a lixiviação do alumínio
	Composição do lodo de ETA é similar a composição da argila (sílica, alumina e óxido de ferro)	Presença de carvão ativado ou antracito no lodo causa rachaduras nos tijolos
	Cor dos tijolos se torna mais avermelhada	Presença de alto teor de areia, matéria orgânica e cal prejudica a qualidade final do tijolo
	Tijolos se tornam mais leves e, conseqüentemente, reduz custo de transporte	Teor de sólidos indicado de 20% para essa solução, então há a necessidade de tratar o lodo
	Aumento da vida útil da jazida de argila	Para atender especificações de retração para tijolos cerâmicos, indica-se dosagem de até 10% de lodo
	Redução das emissões atmosféricas	Possibilidade de adaptações no processo produtivo da cerâmica vermelha para viabilizar a incorporação do lodo
	Custo com transporte do resíduo pode inviabilizar esta solução	
<b>Reciclagem na produção de material de concreto</b>	Controle da concentração de álcali, que provoca expansão e fissuras, devido a presença de óxidos de potássio e de sódio	Alta concentração de matéria orgânica, antracito, carvão ativado, sulfato, cloretos, permanganato de potássio e metais pesados prejudica a qualidade final do cimento
	Redução do déficit de sílica, ferro e alumínio na fabricação do cimento	Quanto maior a dosagem, maior a absorção, o que afeta a durabilidade do material em ambientes agressivos
	Blocos de cimento tornam-se mais leves	Custo com transporte do resíduo pode inviabilizar esta solução
	Resistência dos blocos de concreto para vedação obtiveram resultado satisfatório com dosagens entre 4% e 8% de lodo	

## UNIDADE DE ESTUDO - ETA LARANJAL

A Estação de Tratamento Laranjal é responsável pelo abastecimento de água potável de cerca de 1,5 milhões de pessoas, atendendo os municípios de São Gonçalo e Niterói, além do distrito Ilha de Paquetá, no município do Rio de Janeiro, e do distrito de Itaipuaçu, no município de Maricá. A Figura 1 apresenta a área de atendimento da ETA.

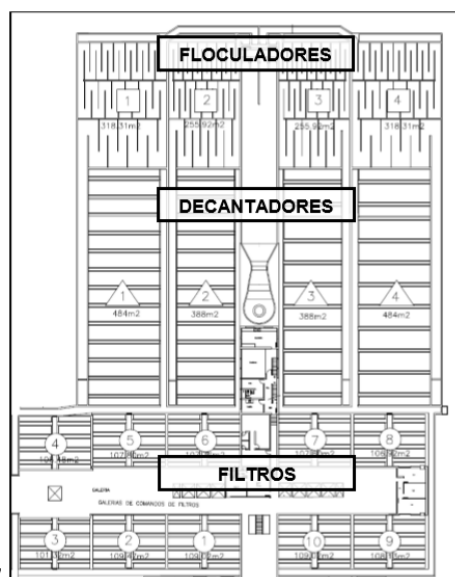


**Figura 1: Área de atendimento da ETA Laranjal**  
Fonte: adaptado de Google Earth, 2016

A estação pertence ao sistema de abastecimento chamado de Imunana-Laranjal, que é o segundo maior sistema de tratamento de água da CEDAE. A água é captada de maneira superficial e gravitória através do Canal de Imunana na confluência dos rios Macacu e Guapi-Açu, em Guapimirim. Atualmente, o complexo da ETA Laranjal é formado por 3 estações: ETA n<sup>o</sup>1, ETA n<sup>o</sup>2 e ETA n<sup>o</sup>3. A ETA n<sup>o</sup>1 tem a capacidade de tratar 3,0 m<sup>3</sup>/s, enquanto as ETAs n<sup>o</sup>2 e n<sup>o</sup>3 tratam 2,0 m<sup>3</sup>/s. Assim, o complexo da ETA Laranjal tem vazão nominal de 7,0 m<sup>3</sup>/s.

Segundo Silva (2015), os resíduos gerados nas unidades de decantação e filtração das ETAs do complexo estudado são atualmente direcionados a dois canais de descarga e descartados num riacho afluente do Rio Alcântara.

A ETA Laranjal foi escolhida como objeto de estudo pois Silva (2015) fez um estudo de caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados nos decantadores e filtros da ETA n<sup>o</sup>1 do complexo da ETA Laranjal. A ETA n<sup>o</sup>1 possui tratamento de água por ciclo completo convencional, ou seja, engloba as etapas de mistura rápida/coagulação, floculação, decantação, filtração rápida, desinfecção, correção do pH e fluoretação. Ela é composta de quatro sistemas independentes, ilustrados na planta baixa da ETA na Figura 2.



**Figura 2: Planta baixa ETA n°1 do complexo da ETA Laranjal**  
Fonte: Silva (2015) – adaptado do arquivo da CEDAE

As principais linhas geradoras de resíduos na ETA n°1 são os decantadores e os filtros. Os resíduos provenientes dos decantadores são devido a dois tipos de limpeza nestas unidades: uma descarga diária de fundo com duração de três minutos para manter a espessura do lodo constante e não afetar o processo de sedimentação; e uma lavagem mensal para a limpeza interna e remoção total do lodo. Já para a limpeza do filtro, ocorre uma operação de retrolavagem com água tratada em fluxo ascendente. Os filtros são lavados em intervalos de aproximadamente 24 horas.

Atualmente não há nenhum tipo de tratamento do resíduo gerado na ETA, sendo assim, ele é lançado em um corpo hídrico próximo, como citado anteriormente. O lodo produzido tem volume total de aproximadamente 4.900 m<sup>3</sup> e teor de sólidos de cerca de 1,07%. Com isso, é inviável realizar o manejo adequado, pois acarretará no transporte de um volume muito grande.

Para solucionar este problema, Silva (2015) sugere que seja feito um tratamento com adensador e centrífuga nas águas de descarga e da lavagem dos decantadores. A torta centrifugada terá teor de sólidos de 22% e o sobrenadante do adensador e clarificado da centrifugação será recirculado para cabeceira da ETA. Portanto, para realizar o estudo de viabilidade econômica do adequado manejo do lodo gerado na ETA Laranjal será adotado as características do lodo após este tratamento.

## METODOLOGIA

Primeiro o lodo foi caracterizado para saber o volume produzido na ETA Laranjal e, assim, estudar seu manejo adequado. Após isto, três locais de destinação final do lodo foram selecionados, sendo eles: um aterro sanitário, uma indústria de material cerâmico e uma indústria de material de concreto. Por fim, os custos a serem considerados no estudo de viabilidade econômica foram definidos.

A caracterização do lodo produzido na ETA Laranjal foi estudada por Silva (2015). Atualmente, a estação não conta com tratamento para os resíduos gerados por ela. A caracterização do lodo é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2: Características do resíduo da ETA Laranjal - sem tratamento**  
Fonte: Silva (2015)

	<b>Perda Física (%)</b>	0,18
<b>Resíduo Descartado</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>/d)</b>	4.886,65
	<b>Massa (kg/d)</b>	53.325,58
	<b>Teor de Sólidos (%)</b>	1,08

Silva (2015) propõe a implantação de tratamento de resíduos por adensamento e centrífuga do lodo proveniente dos decantadores. Assim, as características do lodo seriam diferentes, como apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3: Características do resíduo da ETA Laranjal - com tratamento**

Fonte: Silva (2015)

<b>Volume (m<sup>3</sup>/d)</b>	29,05
<b>Massa (kg/d)</b>	6.796,49
<b>Teor de Sólidos (%)</b>	22

Os locais de destinação final do lodo produzido na ETA Laranjal foram selecionados visando o menor custo de transporte, que de acordo com Andreoli (2006) e Di Bernardo & Paz (2008) é um dos maiores entraves para a adequada gestão deste resíduo.

De acordo com SEA (2016), os aterros sanitários, também chamados de centrais de tratamento de resíduos (CTR), localizados no leste da RMRJ, sendo assim mais próximos da ETA Laranjal, são: CTR – São Gonçalo e CTR-Itaboraí. Com o auxílio do Google Maps foi avaliada a distância entre a ETA e os dois aterros possíveis (Tabela 4) e concluiu-se que o estudo será realizado para CTR – São Gonçalo.

**Tabela 4: Distância entre CTR e ETA Laranjal**

<b>CTR</b>	<b>Distância (km)</b>
São Gonçalo	9,8
Itaboraí	24

Segundo INT (2012), no Estado do Rio de Janeiro a indústria cerâmica concentra-se em três áreas: Campos, Itaboraí e Região Serrana – Médio Vale do Paraíba. Devido a proximidade com a ETA estudada, este trabalho focar-se-á na região de Itaboraí. Esta região possui 51 empresas, distribuídas entre os municípios conforme apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5: Distribuição das empresas cerâmicas no polo de Itaboraí**

Fonte: adaptado de INT (2012)

<b>Município</b>	<b>Quantidade de empresas</b>
Itaboraí	30
Rio Bonito	10
Tanguá	5
São Gonçalo	3
Silva Jardim	2
Maricá	1

Por conta da localização da ETA, foi avaliada a distância da estação até as 3 empresas localizadas no mesmo município, São Gonçalo. O resultado é apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6: Distância entre CTR e ETA Laranjal**

<b>Cerâmica</b>	<b>Distância (km)</b>
Monte Formoso	8
Monjolos	5
Marambaia	6,9

Portanto, a cerâmica Monjolos foi selecionada para fazer o estudo de viabilidade econômica desta opção de destinação final.

Já com relação a indústria de concreto, segundo PDE Brasil (2016), no Estado do Rio de Janeiro há 13 fabricantes de blocos de concreto. Destes 13, apenas 9 possuem o selo de qualidade emitido pela ABCP (2016)

para os fabricantes com o objetivo de atestar a conformidade dos produtos com as normas brasileiras. A distância entre a ETA e as empresas foi avaliada e o resultado é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7: Distância entre fábricas de blocos de concreto e ETA Laranjal**

<b>Cerâmica</b>	<b>Distância (km)</b>
CASALIT	60,3
CONSIST	12,4
FLG Blocos	242
MEGA	87,4
MULTIBLOCO	86,6
PAVIBLOCO	84,6
PEDRINCO	109
PENTÁGONO	36,9
TRELIBLOCO	61

Portanto, a empresa CONSIST foi selecionada para fazer o estudo de viabilidade econômica desta opção de destinação final.

Com relação aos custos a serem avaliados no estudo de viabilidade, algumas considerações foram feitas:

- O custo de transporte é o principal condicionante no manejo do lodo de ETA, portanto, o estudo seria focado nisto;
- Como para encaminhar o lodo para qualquer uma das três opções de destino é necessário implementar o projeto da ETR na ETA, considera-se que este custo de implementação é equivalente em todas as rotas avaliadas neste trabalho, não interferindo, portanto, na escolha do destino final;
- O custo referente às possíveis adaptações necessárias ao processo produtivo dos blocos de concreto e blocos cerâmicos não foram considerados, pois depende do processo produtivo da fábrica a ser destinado o lodo e da infraestrutura já existente.

Portanto, supõe-se neste trabalho que os resíduos da ETA são tratados de acordo com a proposta de Silva (2015) e armazenados em caçambas tipo Dempster de 7 m<sup>3</sup>, que posteriormente serão transportadas até o seu destino final por caminhão poliguindaste (Figura 3).



**Figura 3: Caminhão poliguindaste com caçamba tipo Dempster de 7 m<sup>3</sup>  
Fonte: Mercado Hidráulico (2016)**

Então, o estudo de viabilidade econômica considerará para as três alternativas o custo de transporte e, para a opção de destinação em aterro sanitário, o custo da disposição também será considerado.

O custo de transporte será calculado conforme equação 1, onde o custo unitário é adotado sendo R\$ 3,50:

$$D_T = (P/M_e) \times L \times C_{Tu} / V_c$$

equação 1

Onde:

P = produção diária de lodo (t/d)

$M_e$  = massa específica do lodo (t/m<sup>3</sup>)

$V_c$  = volume da caçamba onde será transportado o lodo (m<sup>3</sup>)

L = distância entre a ETA Laranjal e o destino final (km)

$C_{Tu}$  = custo unitário de transporte do lodo (R\$/km)

Já o custo de disposição em aterro sanitário será calculado conforme equação 2, onde o custo unitário é adotado como R\$ 191,00,

$$D_A = P \times C_{Au}$$

equação 2

Onde:

P = produção diária de lodo (t/d)

$C_{Au}$  = custo unitário de disposição em aterro sanitário (R\$/t)

Assume-se tempo de projeto de 20 anos e a taxa de desconto anual de 12%. Portanto, o custo no valor presente é calculado conforme equação 3.

$$C = D_{Total} \times 365 \times \left\{ \frac{[(1+i)^t - 1]}{i \times (1+i)^t} \right\}$$

equação 3

Onde:

C = custo total do manejo do lodo em valor presente (R\$)

$D_{Total}$  = custo total diário (R\$/d)

i = taxa de desconto anual

t = tempo de projeto (anos)

## RESULTADOS

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam os resultados do estudo de viabilidade para as três alternativas de destinação final do lodo da ETA Laranjal.

**Tabela 8: Estudo de Viabilidade Econômica – destinação final: CTR São Gonçalo**

Distância	L =	9,80 km
Custo de transporte	$D_T$ =	R\$ 142,32 /d
Custo de disposição	$D_A$ =	R\$ 1,294,00 /d
Custo Total	$D_{Total}$ =	R\$ 1.436,32 /d
<b>Custo no Valor Presente</b>	<b>C =</b>	<b>R\$ 3.915.911,36</b>

**Tabela 9: Estudo de Viabilidade Econômica – destinação final: Cerâmica Monjolos**

Distância	L =	5,00 km
Custo de transporte	$D_T$ =	R\$ 72,61 /d
Custo Total	$D_{Total}$ =	R\$ 72,61 /d
<b>Custo no Valor Presente</b>	<b>C =</b>	<b>R\$ 197.956,70</b>

**Tabela 10: Estudo de Viabilidade Econômica – destinação final: CONSIST**

Distância	L =	12,40 km
Custo de transporte	$D_T$ =	R\$ 180,08 /d
Custo Total	$D_{Total}$ =	R\$ 180,08 /d
<b>Custo no Valor Presente</b>	<b>C =</b>	<b>R\$ 490.954,94</b>



## ANÁLISE

A Tabela 11 apresenta a comparação dos resultados do estudo de viabilidade para as três alternativas de destinação final.

**Tabela 11: Comparação entre os resultados do estudo de viabilidade econômica das três alternativas de destinação final**

<b>Destino Final</b>	<b>Custo Total no Valor Presente</b>
CTR São Gonçalo	R\$ 3.915.911,36
Cerâmica Monjolos	R\$ 197.965,70
CONSIST	R\$ 490.954,94

De acordo com a Tabela 11, o encaminhamento do lodo para a Cerâmica Monjolos corresponde a 5% do custo relativo a disposição na CTR São Gonçalo e 40% da reciclagem em blocos de concreto na empresa CONSIST. Comparando o custo entre o encaminhamento do lodo para a CONSIST e para a CTR São Gonçalo, observa-se que a primeira corresponde a 13% da segunda.

## CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível perceber que existem opções de destinação final ambientalmente adequadas próximas a ETA Laranjal, tanto aterro sanitário quanto empresas de material cerâmico. Por outro lado, empresas de material de concreto há menos opções.

Com relação a análise dos custos para a indústria do saneamento, verifica-se que a destinação do lodo da ETA Laranjal para aterro sanitário é economicamente inviável. Conclui-se que a melhor opção de destinação final para esta ETA é a Cerâmica Monjolos.

De acordo com a pesquisa realizada, observa-se a dificuldade do reaproveitamento, pois as características do lodo variam de acordo com a qualidade da água bruta, produtos químicos utilizados no tratamento e tecnologia usada. De qualquer maneira, a reciclagem do lodo mostra-se viável tanto na indústria de material cerâmico como na de material de concreto, sendo necessário a realização de estudos de viabilidade técnica e econômica específicos para cada ETA e para cada alternativa de aproveitamento.

## RECOMENDAÇÕES

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se realizar o estudo em conjunto da viabilidade técnica e econômica da utilização do lodo de ETA em algum processo industrial. A seleção da indústria seria de extrema importância para avaliar as possíveis adequações do processo produtivo e a qualidade final do produto. Outra sugestão é estudar o impacto no custo de produção de blocos cerâmicos e/ou blocos de concreto com a incorporação do lodo de ETA no processo de fabricação. Ainda se recomenda a avaliação do benefício ambiental associado a cada uma das opções de destinação final do lodo da ETA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABCP. (2016). Associação Brasileira de Cimento Portland. Acesso em Agosto de 2016, disponível em Selo de Qualidade ABCP / Blocos de Concreto: <http://www.abcp.org.br/cms/selos-de-qualidade/blocos/selos-de-qualidade-blocos-de-concreto/>
2. Andreoli, C. V. (2001). Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: ABES.
3. Andreoli, C. V. (2006). Alternativas de uso de resíduo do saneamento. Rio de Janeiro: ABES.
4. Di Bernardo, L., & Paz, L. S. (2008). Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água (Vol. II). São Carlos, São Paulo, Brasil: LDiBe Editora.

5. Hoppen, C. (2004). Reciclagem de lodo de ETA centrifugado na construção civil, método alternativo para preservação ambiental. Curitiba, Brasil. Dissertação (Pós-Graduação), Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.
6. INT, I. (2012). Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil. Rio de Janeiro, RJ.
7. Mercado Hidráulico. (2016). Mercado Hidráulico. Acesso em Setembro de 2016, disponível em Poliguindaste Simples: <http://www.mercadohidraulico.com.br/busca-poliguindaste-simples>
8. Morita, D. M. (2016). Usos benéficos e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/25d9bb34f9e0fafc83257570004ec25e/\\$file/apresentacao\\_dione.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/25d9bb34f9e0fafc83257570004ec25e/$file/apresentacao_dione.pdf). Apresentação realizada na UniverCEDAE no dia 31/08/2016.
9. PDE Brasil. (2016). Programa de Desenvolvimento Econômico para a Indústria de Artefatos de Concreto. Acesso em Agosto de 2016, disponível em Fabricantes de blocos de concreto no Estado do Rio de Janeiro: <http://www.pdebrasil.com.br/default.asp>
10. SEA. (2016). Secretaria de Estado do Ambiente. Acesso em Agosto de 2016, disponível em Projeto Lixão Zero: <http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=926885>
11. Silva, E. R. (2015). Avaliação estratégica para a recuperação das águas residuais da ETA Laranjal/RJ. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental.
12. Tsutiya e Hirata. (2001). Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do Estado de São Paulo. Trabalho Técnico apresentado no 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.