

ISBN 978-65-00-22350-7

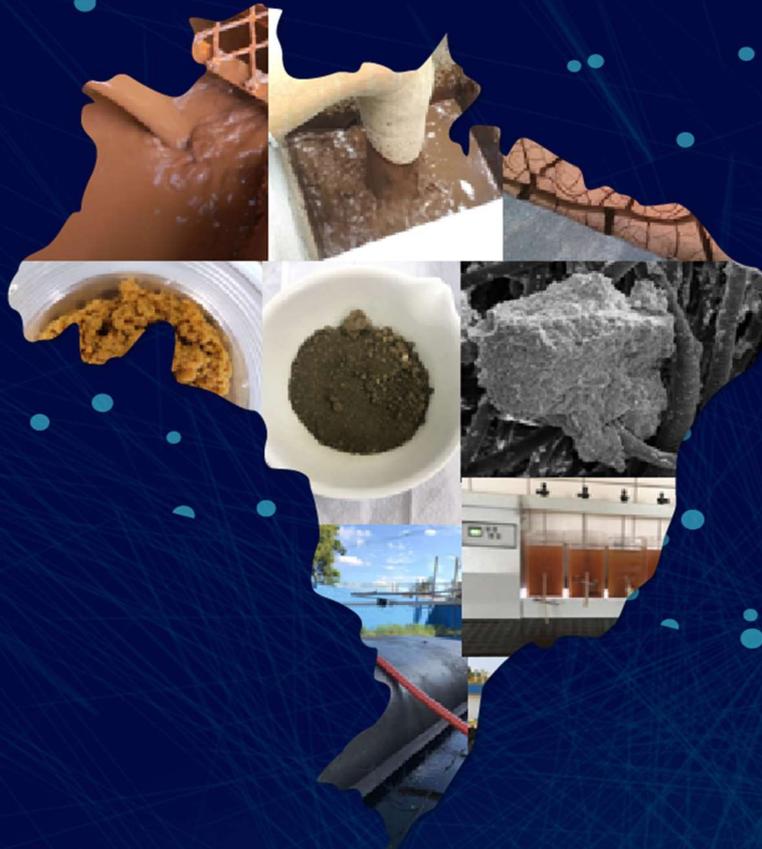
<https://www.doi.org/10.28927/2021.leta-1>



# LETA 2021

1º ENCONTRO NACIONAL DE LODO DE  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

CONEXÕES PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA



Online

17 a 19 de junho de 2021

Editor-chefe: Delma Vidal



unesp

USP

# ANÁLISE TÉCNICO-FINANCEIRA DE ALTERNATIVAS DE PROCESSOS DE DESIDRATAÇÃO DE LODOS DE ETA

*Thais Braga Frota, Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS, thais\_bragafrota@yahoo.com.br*

*Gino Roberto Gehling, Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS, grgehling@gmail.com*

*Salatiel Wohlmuth da Silva, Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS, salatiel.silva@ufrgs.br*

**Palavras-Chave:** Lodo, ETA, Desidratação, Modelagem de custos

## 1. INTRODUÇÃO

Durante o processo de tratamento de água, são gerados resíduos, também chamados de lodos. De maneira geral, são constituídos de água e sólidos suspensos, que estavam originalmente presentes na água bruta, acrescidos dos produtos resultantes dos reagentes aplicados nos processos unitários (Di Bernardo et al., 2012). Por ser considerado um resíduo sólido, em diversos países, existem legislações vigentes que exigem o seu tratamento adequado, assim como sua disposição final de forma segura para o meio ambiente e para a saúde pública. Porém, como pode ser observado nos países em desenvolvimento, como o Brasil, esta não é uma prática comumente encontrada nas estações de tratamento de água (ETA) municipais, sendo, muitas vezes, adotado o encaminhamento dos resíduos, sem qualquer tratamento, diretamente aos cursos d'água. O tratamento do lodo envolve a separação sólido-líquido, isto é, a aplicação de um método de desidratação (Richter, 2001).

Diante dessa problemática, o objetivo desse trabalho foi fornecer um roteiro metodológico para avaliação da viabilidade técnica e financeira de alternativas de processos para tratamento de lodos de ETA, auxiliando e identificando os requisitos indispensáveis para a tomada de decisão de projetistas e gestores quanto ao mais adequado e viável método de tratamento para o resíduo gerado.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia de trabalho seguiu duas etapas: a primeira, para subsidiar a análise técnica, foi identificar, selecionar e caracterizar, os fatores, variáveis e/ou indicadores que impactam

diretamente na exequibilidade do tratamento. A segunda, para a análise financeira, foi modelar os custos com investimento e operação/manutenção desses processos.

Foram avaliados, como alternativa no tratamento dos resíduos das ETA, os seguintes métodos: leitos de secagem, leitos de drenagem, filtração em geotêxtil, decanter centrífugo e prensa parafuso.

### 2.1. Análise Técnica

O levantamento dos fatores, variáveis e/ou indicadores decisivos em uma etapa de análise técnica foi realizado com o auxílio da literatura, juntamente com os fornecedores de equipamentos, operadores das ETA e engenheiros atuantes na área.

Foi elaborado um procedimento de avaliação de aspectos técnicos e ambientais que devem ser atendidos para que o método de tratamento possa ser considerado viável para implantação na ETA avaliada.

### 2.2. Análise Financeira

A análise de viabilidade financeira de um investimento, deve ser considerada como uma etapa subsequente a da análise técnica.

Foram desenvolvidos modelos matemáticos de estimativa de custos dos métodos de tratamento, tanto para os custos envolvidos na implantação, quanto na operação/manutenção anual, por meio de regressões lineares dos dados levantados. Nos modelos, a variável independente escolhida foi a vazão diária de lodo produzida na ETA, ou seja, lodo úmido que será desidratado.

Os dados relativos aos custos utilizados na modelagem foram obtidos mediante de contato com a companhia de saneamento, visitas às ETA,

contato com fornecedores, pesquisa de mercado, orçamentos de referência e relatório de referências de insumos e composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Todos os custos levantados foram trazidos para uma mesma base temporal. Dessa forma, todos os valores são referentes a dezembro de 2019. Para isso, foi utilizado o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M/FGV) como índice para correção.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi elaborada uma estrutura metodológica com base em fatores, variáveis e/ou indicadores que possam subsidiar uma análise técnica inicial e sequencial análise financeira dos métodos de tratamento de lodo.

#### 3.1. Análise Técnica

Os fatores, variáveis e/ou indicadores que foram levantados como primordiais para justificar a escolha técnica por um método, são apresentados na tabela 1 e estão divididos entre as fases do projeto em que devem ser considerados: implantação ou operação/manutenção.

Tabela 1. Fatores, variáveis e/ou indicadores essenciais na realização de uma análise técnica de processos de tratamento de lodo.

Implantação	Operação/Manutenção
Área necessária	Tempo de operação
Necessidade de condicionamento do lodo	Demanda de energia elétrica
Impactos ambientais sonoros	Frequência de manutenções
Destinação final	Recursos humanos

#### 3.2. Análise Financeira

Os modelos matemáticos desenvolvidos para embasar uma análise financeira de um investimento em sistema de tratamento de lodo em ETA são apresentados na tabela 2.

A validação dos modelos foi realizada por análise dos resíduos, tanto do histograma de resíduos

quanto do gráfico dos resíduos padronizados em função do valor ajustado. Ficou demonstrado que o ajuste linear foi adequado nessa situação.

Tabela 2. Funções de estimativa de custos de sistemas de tratamento de lodo.

Processo	Funções de custo
Prensa parafuso	$\text{Custo}_{\text{implant}} = 904661,37 + 2806,11 \cdot Q$
	$\text{Custo}_{\text{manut}} = 66243,54 + 12813,98 \cdot Q$
Decanter centrífugo	$\text{Custo}_{\text{implant}} = 666448,29 + 3033,51 \cdot Q$
	$\text{Custo}_{\text{manut}} = 96447,41 + 17035,42 \cdot Q$
Leito de drenagem	$\text{Custo}_{\text{implant}} = 258219,93 + 2371,14 \cdot Q$
	$\text{Custo}_{\text{manut}} = 30768,21 + 6574,67 \cdot Q$
Leito de secagem	$\text{Custo}_{\text{implant}} = 258219,93 + 2814,80 \cdot Q$
	$\text{Custo}_{\text{manut}} = 30768,21 + 8290,21 \cdot Q$
Leito com bags	$\text{Custo}_{\text{implant}} = 314341,30 + 6039,57 \cdot Q$
	$\text{Custo}_{\text{manut}} = 30740,77 + 11445,58 \cdot Q$

$\text{Custo}_{\text{implant}}$  = custo total com investimentos iniciais [R\$]

$\text{Custo}_{\text{manut}}$  = custo anual com operação e manutenção [R\$/ano]

Q = vazão de lodo úmido [m<sup>3</sup>/dia]

Os fluxogramas das figuras 1 e 2 resumem a metodologia que foi elaborada durante a pesquisa para subsidiar a tomada de decisão sobre o método de desidratação de lodo apropriado para implantação na ETA avaliada.

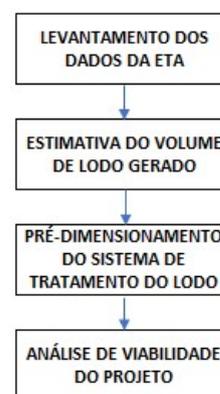


Figura 1. Fluxograma do início da análise de um projeto de tratamento de lodo de ETA

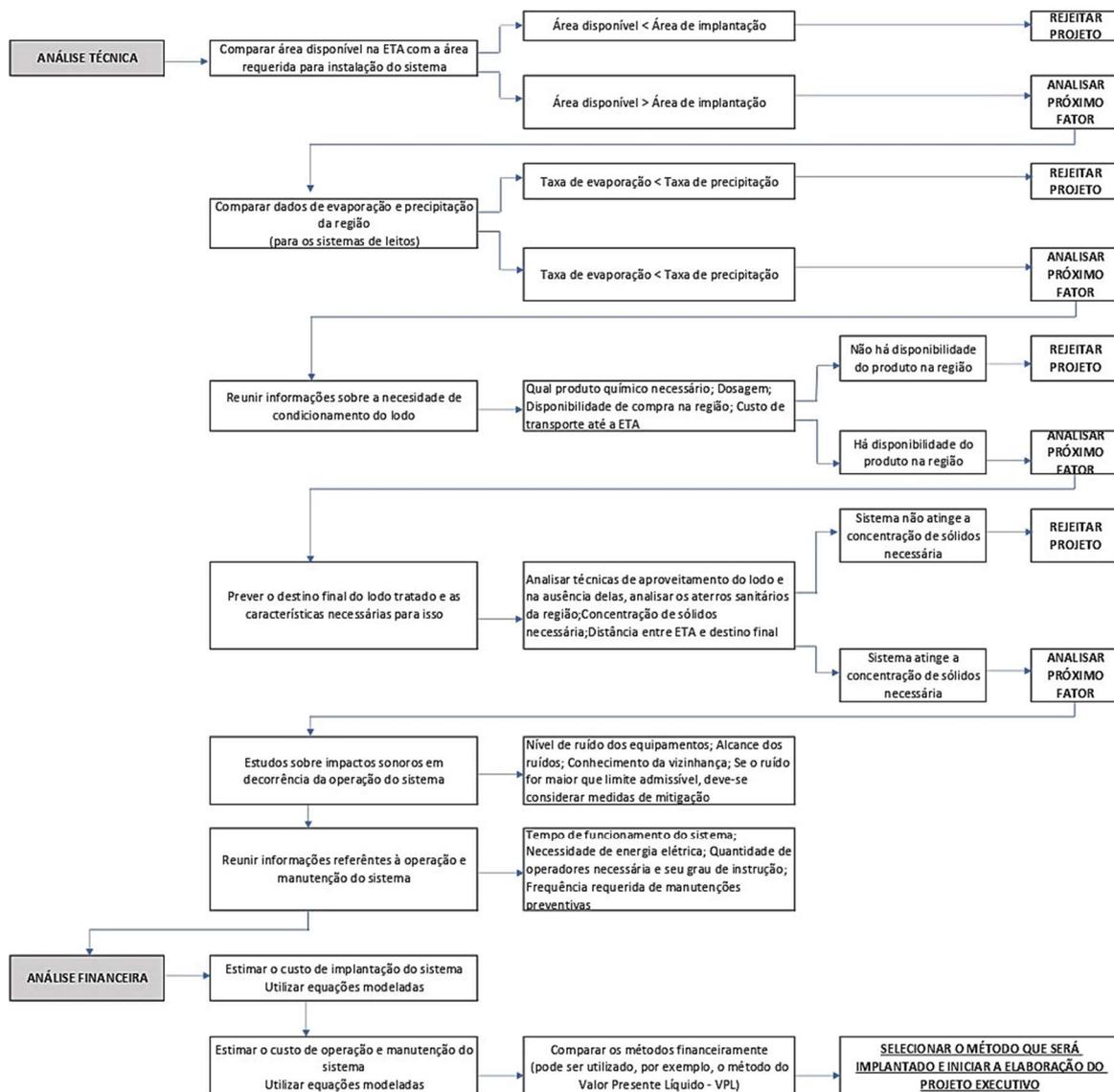


Figura 2. Fluxograma da análise técnica e financeira

## 4. CONCLUSÃO

A metodologia desenvolvida pode ser utilizada como base para um estudo de viabilidade de projetos para tratamento dos resíduos gerados em ETA. Buscou-se facilitar o processo de análise dos métodos de desidratação, de forma a prever fatores que podem dificultar, ou impossibilitar, sua implantação ou operação dentro da realidade da ETA. Assim como, estimar os custos necessários para isso.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## REFERÊNCIAS

- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em ETAs**. 1. ed. São Carlos: São Paulo, 2012.
- RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.