

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA DE FILTRAGEM EM  
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**FLÁVIA TELIS DE VILELA ARAÚJO**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

**TIAGO CAVALCANTI LIMA**

**ALANA FIRMEZA COCHRANE**

**ARI HOLANDA JUNIOR**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

# IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA DE FILTRAGEM EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

## RESUMO

O trabalho analisa aspectos de viabilidade técnica e econômica para a implantação e operação de Estações de Tratamento de Rejeito Gerado (ETRGs), que se constituem de sistemas destinados ao reaproveitamento de águas de lavagens dos filtros de Estações de Tratamento de Água (ETAs), a partir do estudo realizado em duas estações do Ceará. A crise hídrica enfrentada na região Nordeste do Brasil, em especial no estado do Ceará, torna necessária a adoção de medidas para um melhor aproveitamento da água, considerando-se que o descarte de água de lavagem pode comprometer até 5% da água captada nos mananciais. Ademais, a legislação ambiental do Ceará legaliza a obrigatoriedade de não se descartar o rejeito da lavagem ao meio ambiente. Neste estudo analisa-se a viabilidade econômica de se promover à retirada do rejeito e a reutilização da água de lavagem dos filtros em municípios cujo abastecimento de água é de competência da CAGECE. Realizou-se um estudo de caso, no intuito de verificar a viabilidade econômica do reaproveitamento da água oriunda da lavagem de filtros nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Marco. Como resultado da pesquisa, constatou-se que o reaproveitamento da água pode ou não ser economicamente viável. Em São Gonçalo do Amarante, por exemplo, a economia com a captação de água justifica a implantação de uma Estação de Tratamento de Rejeito Gerado (ETRG). Já em Marco, a implantação mostrou-se economicamente inviável. Apesar disso, sugere-se que, do ponto de vista ambiental, sempre será importante realizar o reaproveitamento da água, de forma a maximizar a utilização do recurso natural.

**PALAVRAS-CHAVE:** ETA, Água de Lavagem, Filtros, Lodos, Estações de tratamento de rejeitos.

## INTRODUÇÃO

Em função do cenário de escassez hídrica em algumas regiões brasileiras, notadamente na Região Nordeste, e em particular no Ceará, analisar os processos que utilizam água e buscar alternativas para racionar a sua utilização, assim como adotar medidas que evitem desperdício e adotar práticas de reutilização é um tema em evidência.

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) opera, sob o regime de concessão firmada com a prefeitura de cada município, 154 Estações de Tratamento de Água no Estado do Ceará. A CAGECE é responsável pela operação e garantia de continuidade no abastecimento de água em tais municípios. No momento, a companhia

enfrenta dificuldades na captação de água para abastecimento da população, portanto uma vez captada deve-se garantir que toda esta água terá o seu melhor aproveitamento. Nas estações de tratamento de água que utilizam o sistema de filtração, um volume considerável de água potável é utilizado nas lavagens dos filtros e em muitas estações após a lavagem esta água retorna ao manancial voltando a correr riscos de poluição ou uso indevido. Devido ao volume de água necessário para lavagem dos filtros, uma ETA tem um potencial de reutilização de água que ainda é pouco explorado no Ceará.

Os principais resíduos gerados por uma ETA são provenientes da água de lavagem dos filtros, do lodo formado nos decantadores e dos rejeitos oriundos da lavagem de tanques com produtos químicos (SOUZA, 1999). Segundo a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) nº 02, de 02 de fevereiro de 2017, do Estado do Ceará, os efluentes de Lavagem de filtro de ETAs que passarem por desidratação, deverão receber o tratamento e disposição/destinação adequada do resíduo, conforme estabelecido pelo órgão ambiental competente (COEMA, 2017). Na tentativa de minimizar perdas em ETAs, é imprescindível o estudo que trata do retorno da água de lavagem dos filtros para o processamento de tratamento da água. Quando isto acontece à estação começa a trabalhar com perdas mínimas e aumenta a sua eficiência em termos de volume produzido (CHAVES, 2012).

Uma Estação de Tratamento de Rejeito Gerado (ETRG) tem como objetivo reter o rejeito proveniente das descargas de fundo e lavagem dos filtros de uma ETA, assim como recuperar esta água enviando para o início do processo de tratamento. No Ceará, a CAGECE já desenvolveu projetos para 38 ETRGs em ETAs.

Basicamente, a ETRG é formada por leitos de drenagem, estação elevatória de recirculação e Kit de dosagem de polímero. Em cada ETRG são instalados dois módulos de leito de drenagem, utilizados alternadamente. As águas de lavagem dos filtros e das descargas de fundo dos filtros ascendentes são encaminhadas para os leitos de drenagem por gravidade, através da tubulação. A tubulação e o tamanho do leito são dimensionados para atender à vazão necessária para a lavagem de um filtro. Sempre que for realizada uma lavagem dos filtros, antes de chegar no leito drenante a água recebe aplicação de polímeros para que o lodo sedimente no tempo previsto. Após o armazenamento da água de lavagem no leito drenante, após um determinado período, ocorre a sedimentação. Em seguida o registro é aberto e a água clarificada é encaminhada para a estação elevatória de recirculação, sendo então a água recuperada reencaminhada à ETA.

Este trabalho tem por objetivo analisar aspectos de viabilidade técnica e econômica, para a implantação e operação de Estações de Tratamento de Rejeito Gerado (ETRGs), que se constituem de sistemas destinados ao reaproveitamento de águas de lavagens dos filtros de Estações de Tratamento de Água (ETAs), a partir do estudo realizado em duas estações do Ceará.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para análise da implantação e operação do processo de reutilização da água de lavagem dos filtros em ETAs foi realizado um estudo de caso em duas ETRGs, operadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). As informações referentes a aspectos técnicos e custos para implantação e operação foram levantadas junto à Gerência

de Projetos. Foram selecionados os municípios de São Gonçalo do Amarante e de Marco, em função de serem estações nas quais os processos já se encontram em operação.

Foi realizada uma análise econômico-financeira a partir de métodos analíticos. Os métodos adotados foram o de Taxa interna de Retorno (TIR) e o de Valor Presente Líquido (VPL). A TIR de um investimento é o percentual de retorno obtido sobre o saldo do capital investido e ainda não recuperado, enquanto o VPL é igual ao valor presente do fluxo de caixa líquido.

O estudo de viabilidade econômico financeiro é baseado nas seguintes informações:

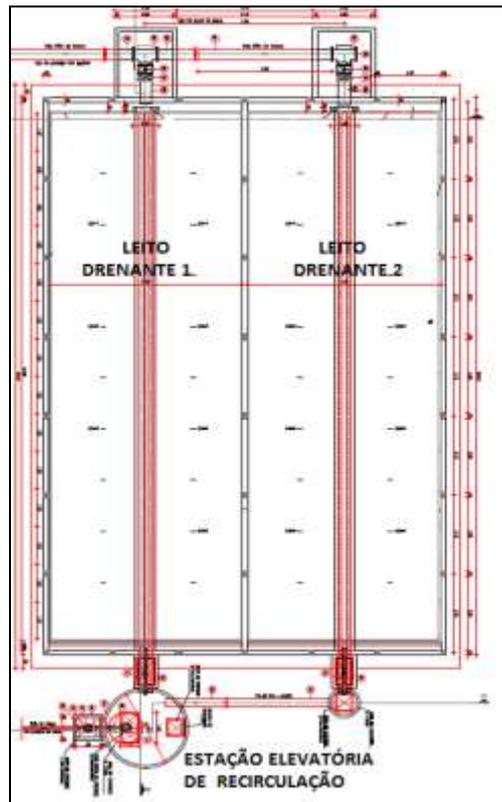
- Volume de água recuperada por ano;
- Necessidade de inclusão de aumento nos custos fixos, como contratação de mão de obra;
- Definição dos custos de implantação do projeto;
- Definição da origem do recurso financeiro empregado na execução da obra pode ser recurso próprio, contrapartida do governo ou financiamento.

Para o estudo da viabilidade são considerados alguns impostos que incidem na operação. Os principais impostos incluídos na análise de viabilidade são: Programa de formação do servidor público (PASEP), Contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS), Imposto de renda (IR) e Contribuição Social, juntos estes impostos representam uma alíquota de 43,25%. A viabilidade leva em consideração uma projeção do fluxo de caixa por um período de 20 anos a preços constantes com uma taxa de atratividade de 12 %.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Viabilidade técnica**

As ETRGs que estão sendo analisadas no presente estudo são formadas por leitos de drenagem, estação elevatória de recirculação e Kit de dosagem de polímero. Nas duas estações, localizadas nos municípios cearenses de São Gonçalo do Amarante e de Marco, foram instalados dois módulos de leito de drenagem que são utilizados alternadamente, recebendo as águas das lavagens dos filtros da ETA. Tais águas dos filtros e das descargas de fundo dos filtros ascendentes são encaminhadas para os leitos de drenagem por gravidade através de uma tubulação. A tubulação e o leito foram dimensionados para atender à vazão necessária para a lavagem de um filtro, e depende da capacidade de produção da ETA (FIGURA 1). Para ETAs de maior capacidade, a ETRG teria dimensões muito elevadas, inviabilizando sua implantação.



Fonte: CAGECE (2017).

O leito de drenagem apresenta três zonas de trabalho: a primeira zona é a de armazenamento do lodo; a segunda é a de transição, funciona como um tanque de equalização, regulando a vazão para que a sedimentação ocorra; A terceira zona é a zona de sedimentação, onde se concentra a água clarificada.

Sempre que for realizada uma lavagem dos filtros, a água retida no leito drenante recebe aplicação de polímeros para que o lodo sedimente no tempo previsto. O lodo retido na manta do leito é descarregado a disposição final. Após o completo armazenamento da água de lavagem no leito drenante deve-se esperar 20 minutos com o registro de saída fechado para que ocorra a sedimentação. Em seguida o registro é aberto e a água clarificada é encaminhada para a estação elevatória de recirculação. A água recuperada é bombeada para o início da ETA através de conjunto motor bomba submersa.

Um dos aspectos importantes que deve ser observado na implantação da ETRG é o perfil hidráulico do sistema que garantirá menor custo a ser dispendido com a operação de bombeamento. Alocar as unidades do leito drenante e estação elevatória de recirculação dentro da própria área da ETA existente evita custos com desapropriações.

Na ETA de São Gonçalo do Amarante foram implantados dois módulos de leito drenante, cada um com dimensões de 21,50 m de comprimento e 7,00 m de largura. Na ETA de Marco os dois módulos de leito drenante possuem, cada um, 15,30 m de comprimento e 5,10m de largura. Os módulos são constituídos basicamente de paredes em alvenaria com algumas cintas, pilaretes de amarração e fundo com manta geotêxtil e brita.

Um leito drenante é dimensionado para receber o volume da água de lavagem de um filtro. A taxa de filtração do município de Marco é de 33,33 l/s enquanto que São Gonçalo tem uma taxa de filtração de 48,00 l/s (ANA, 2107).

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos a partir da implantação das ETRGs nos municípios analisados, e demonstram que a recuperação de água é considerável nos dois sistemas, com taxa superior a 10%.

Tabela 1 – Resultados da implantação das ETRGs nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Marco, Ceará.

Sistema	Taxa média de filtração (l/s)	Tempo médio de funcionamento da ETA (h)	Volume médio de água produzida (m <sup>3</sup> /ano)	Volume médio de água recuperada (m <sup>3</sup> /ano)	Percentual de água recuperada sobre a produzida (%)
São Gonçalo do Amarante	48,00	18	1.132.185,60	186.624,00	16,48%
Marco	33,33	18	786.161,38	74.854,60	9,52%

Fonte: CAGECE (2017), adaptado pelo autor.

### Aspectos econômico-financeiros

Os custos de implantação da ETRG foram calculados com base na Tabela da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará (Tabela Seinfra-CE). A tabela 2 é subdividida em composições e insumos. Os itens que são de serviço tem como base a tabela de composição e para itens do tipo material foi adotada tabela de insumos da SEINFRA-CE.

**Tabela 2** - Resumo dos custos da ETRG implantadas pela CAGECE nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Marco, Ceará.

Descrição do custo	São Gonçalo do Amarante	Marco
	Custo (%)	Custo (%)
<b>Leito drenante</b>	60,84	47,34
<b>EE de água de recirculação</b>	18,70	21,71
<b>Projeto elétrico</b>	7,41	12,63
<b>Interligações</b>	6,32	8,31
<b>Instalação da obra</b>	3,84	6,16
<b>Administração local</b>	2,89	3,86
	100,00	100,00%

Fonte: CAGECE (2017), adaptado pelo autor.

Em função do porte, o custo de implantação, a preços correntes para o ano de 2015, quando foram elaborados os orçamentos, da ETRG de São Gonçalo do Amarante foi superior em 33,5 % em relação ao do Marco.

O leito drenante, a estação elevatória de recirculação e a interligação são as unidades que apresentam a maior diferença nos custos de implantação dos sistemas nos dois municípios. Em São Gonçalo a área dos dois módulos do leito drenante é de 304m<sup>2</sup> e no município de Marco a área dos dois módulos do leito drenante é de 156m<sup>2</sup>. A diferença entre as áreas das unidades implantadas em cada município é a causa para a diferença nos custos de implantação.

Na estação elevatória de recirculação a diferença no orçamento refere-se a profundidade dos poços de sucção e os demais serviços vinculados. No sistema de São Gonçalo foram instalados oito anéis pré-moldados com diâmetro de três metros e altura de meio metro. No sistema de Marco foram instalados seis anéis pré-moldados com diâmetro de três metros e altura de meio metro. Esta diferença de altura de um metro impacta nos custos e gerou a diferença apresentada nos custos de implantação.

Na interligação entre a ETA e a ETRG, o sistema de Marco apresentou um custo mais elevado, em função principalmente do fato do projeto do sistema de Marco utilizar tubos de ferro fundido na parte do barrilete das tubulações de descarga dos filtros.

Com base nas informações obtidas, os dois sistemas foram avaliados pelos métodos o VPL e TIR. Os resultados são mostrados na Tabela 3. O VPL está apresentando em função do montante dispendido na instalação do empreendimento.

Tabela 3 – Resultados da análise de VPL e TIR para os Municípios estudados.

Sistema	VPL	TIR
São Gonçalo do Amarante	13 % do valor inicial	14,53%
Marco	- 46% do valor inicial	3,07%

Fonte: CAGECE (2017), adaptado pelo autor.

Os resultados mostram que o sistema de recuperação das águas de lavagem dos filtros de São Gonçalo é economicamente viável para empresa, enquanto que o sistema de Marco, apesar de ter apresentado um menor custo de implantação, é inviável do ponto de vista financeiro, com VPL negativo em relação ao capital investido e TIR inferior a 12 %, Tal disparidade pode ser atribuída aos custos operacionais, notadamente mão de obra, que são necessários para a ETRG de Marco.

## CONCLUSÕES

O presente estudo mostra a viabilidade de recuperação de água de lavagem do filtros em ETAs, a partir da instalação de ETRGs, podendo chegar a uma economia de 16% do volume de água tratada.

Apesar de não haver padronização do retorno do investimento, a medida é necessária em função da escassez de água. Tais sistemas precisam ser melhor avaliados, de forma a tornarem-se viáveis também do ponto de vista econômico e financeiro.

As companhias de saneamento devem investir em tais sistemas, em função não só da sustentabilidade, mas por se tornar um requisito legal, como já ocorre no Estado do Ceará.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAGECE, Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará<<https://www.cagece.com.br/a-empresa/historia>>. Acesso em: 15nov.2017

CHAVES, K.O. Desenvolvimento e aplicação de sistema de floco-flotação por ar dissolvido para tratamento da água de lavagem do filtro da ETA Gavião. 2012. Dissertação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SUPERINTENDENCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMACE). Resolução COEMA Nº2/2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamentos de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Ceará, 2017.

SOUZA, A.G. *et al.* Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento