

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM DOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA GAVIÃO/CE.**

*Juliana Alencar Firmo de Araújo<sup>1</sup>; Ivan Randal Pompeu Moreira da Justa<sup>2</sup>; Maria Patrícia Sales Castro<sup>3</sup>; Sílvia Helena Lima dos Santos<sup>4</sup>; Rejane Félix Pereira<sup>5</sup>; Paula Nobre de Andrade<sup>6</sup>; Wesceley de Sousa Fernandes<sup>7</sup>; Flávia Telis de Vilela Araújo<sup>8</sup> César Bündchen Zaccaro de Oliveira<sup>9</sup>*

**RESUMO** – A água é um recurso escasso na região Nordeste do Brasil. Com isso, a busca por tecnologias que evitem o desperdício é uma necessidade. A Estação de Tratamento de Água (ETA) do Gavião, localizada em Pacatuba-CE, é responsável pelo abastecimento dos municípios de Fortaleza, Eusébio e Maracanaú. A ETA possui um sistema de reaproveitamento de água de lavagem dos filtros responsável por mais de 600.000 metros cúbicos por mês retornado ao sistema de tratamento e com uma perda de 450.000 metros cúbicos por mês. O presente trabalho buscou, através de um estudo de caso, demonstrar os procedimentos operacionais dos filtros descendentes da ETA do Gavião-CE. Por meio da coleta de dados fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), no período de 1 ano, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas. Nas análises quantitativas, foi possível analisar como esse volume, anteriormente perdido por não possuir um sistema de retorno, influencia no abastecimento de outros municípios na sua quase totalidade. Já nas análises qualitativas, verificou-se que a qualidade da água de lavagem é melhor que a água bruta, pois a água de lavagem é a água tratada captada em uma estação elevatória e direcionada aos filtros em fluxo inverso ao fluxo de filtração. Por fim, foram verificados se os valores da análise de qualidade estavam em conformidade com a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde.

**ABSTRACT**– Water is a scarce resource in the northeast region of Brazil. With that, the search for technologies that avoid the waste is a necessity. The Water Treatment Plant (WTP) of Gavião, located in Pacatuba-CE, is responsible for supplying the cities of Fortaleza, Eusébio and Maracanaú. The WTP has a water reuse system of washing filters responsible for over 600.000 cubic meter per month returned to the treatment system and with a loss of 450.000.cubic meter per month. The present study sought through a case study, demonstrate the operational procedures of descendants filters of the WTP of Gavião-CE. Through the collection of data provided by the Company of water and sewer of Ceará (CAGECE), in the period of 1 year, quantitative and qualitative analyses were undertaken. The quantitative analysis, was possible to analyze how this volume, previously lost by not owning a return system influences on the supply of other cities in almost their entirety. In the qualitative analysis, it was found that the quality of the waste water is better than the raw water, because the waste water is treated water collected in a pump station and directed to the filters in reverse flow of filtration flow. Finally, if the values were verified quality analysis were in accordance with the Consolidation Ordinance No. 5 of the Ministry of health.

**Palavras-Chave** – Água de lavagem de filtro. Filtro descendente. ETA.

1) Engenheira Civil, Professora Doutora do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Email: [julianaafaraju@yahoo.com](mailto:julianaafaraju@yahoo.com)

2) Engenheiro Civil (Centro Universitário Christus). Email: [ivanjusta6@gmail.com](mailto:ivanjusta6@gmail.com)

3) Engenheira Química, Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Email: [patricia.sales@gmail.com](mailto:patricia.sales@gmail.com)

4) Professora Doutora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). E-mail: [silvia.santos@unilab.edu.br](mailto:silvia.santos@unilab.edu.br)

5) Professora Doutora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). E-mail: [rejanefp@gmail.com](mailto:rejanefp@gmail.com)

6) Engenheira Civil, Professora Mestre do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Email: [paulanobreandrade@gmail.com](mailto:paulanobreandrade@gmail.com)

7) Engenheiro Químico, Professor Mestre do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Email: [wescley\\_ufc@hotmail.com](mailto:wescley_ufc@hotmail.com)

8) Professora Doutora do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Email: [flaviatvilela@gmail.com](mailto:flaviatvilela@gmail.com)

9) Professor Doutor do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Email: [cesarbundchen@hotmail.com](mailto:cesarbundchen@hotmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional urbano nos últimos anos, as elevadas perdas de água nas redes de distribuição, somados aos recursos hídricos limitados pela má distribuição de precipitações e pela poluição, intensificam o problema de escassez de água. De acordo com Capaz e Nogueira (2015), a escassez tende a ser agravada devido ao efeito de mudança climática global, que pode tornar as chuvas mais prolongadas em regiões onde a precipitação anual é maior e causar estiagens mais frequentes e prolongadas nas regiões de seca.

Todos esses fatos geram a necessidade crescente de estudos, no que diz respeito ao manejo dos recursos hídricos, a conservação, operação e manutenção dos sistemas hídricos como também ao uso de águas residuárias tratadas ou não como águas de reuso.

Segundo Marcus (2008, *apud.* EPA, 2008) a administração dos recursos hídricos é fundamental para a conservação do meio ambiente e ainda obter um desenvolvimento sustentável e uma economia viável através da reciclagem da água. A *Environmental Protection Agency* (EPA), define a reciclagem de água como a reutilização de águas residuais para propósitos beneficiários e tem-se que a reciclagem oferece recursos e economias financeiras, adaptando o tratamento de água para atender os requerimentos de qualidade da água.

Em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), tem-se como principais geradores de resíduos, a água proveniente da lavagem de filtros, considerada água residuária, e o lodo dos decantadores, considerado um resíduo sólido. Os resíduos eram descartados *in natura* nos cursos de água gerando impactos socioeconômicos ao meio ambiente. Diante desse cenário, com a implementação das leis n° 11445/2007 e n° 12305/2010, os resíduos gerados nas ETAs passaram a ter disposições finais adequadas.

Devido à escassez hídrica e à preocupação com meio ambiente, a busca por novas tecnologias se fazem necessárias para evitar o desperdício e reciclar ao máximo os produtos e subprodutos gerados no processo de tratamento de forma que haja um desenvolvimento sustentável.

No Brasil, não há normas técnicas que especifiquem o tratamento e recirculação de água de lavagem de filtros (ALF), logo, a implantação e os estudos contínuos desse processo são indispensáveis para formação de uma técnica apropriada para evitar riscos à saúde da população.

Neste trabalho foi realizado uma análise de forma quantitativa e qualitativa a água residuária resultante do processo da lavagem de filtros de forma que seja comparada com a água tratada que segue para o abastecimento, em termos de qualidade.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

### 2.1 *Ambiente da pesquisa*

A ETA Gavião, localizada no município de Pacatuba/CE, foi construída em 1981 com método de tratamento convencional que constitui as etapas de captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reservação e distribuição, com capacidade de tratamento de 3,0 m<sup>3</sup>/s. Em 1995, passou a utilizar a filtração direta descendente (CAGECE, 2018).

Em 2007 construíram-se mais 8 filtros, totalizando 16 filtros e passando a aumentar a capacidade de tratamento de 3,0 m<sup>3</sup>/s para 10,0 m<sup>3</sup>/s. Em 2017, fez-se a implementação de um sistema de recirculação de água resultante da ALF para a reentrada no sistema de tratamento, pois essa água residuária era descartada como efluente em um corpo hídrico próximo a ETA (CAGECE, 2018). A Figura 1 representa a ETA Gavião já ampliada.



Figura 1 – ETA Gavião/CE.  
Fonte: CAGECE (s.d.).

Com o levantamento de dados relacionados aos padrões de qualidade de água, foi realizado um comparativo entre a qualidade da água residual recirculada (ALF) e água tratada através da coleta de amostras e ensaios realizados pela CAGECE no laboratório da ETA Gavião, consequentemente comparado aos padrões de qualidade do Ministério da Saúde.

A análise dos dados consistiu de estudos feitos através de fontes de pesquisa documental, como a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (Capítulo V - Padrão de potabilidade de água). Através de pesquisas foi realizado um levantamento da demanda de água com alguns municípios do Nordeste para comparação com o volume de retorno da ALF fornecido pela CAGECE.

## **2.2 Procedimento operacional dos filtros da ETA Gavião**

A água coagulada é direcionada aos filtros descendentes que realizam a filtração da água em fluxo descendente. A ETA é composta por 16 filtros descendentes, com 155 m<sup>2</sup> de área filtrante cada e com uma taxa de filtração igual a 375 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. A operação de filtração consiste no controle da mesa de comando, onde abre-se a válvula afluente. Com a entrada do fluxo de água na calha central, e com a válvula efluente aberta, enquanto mantêm-se fechadas as válvulas de descarga de água de lavagem e a válvula de lavagem ascensional, a água coagulada se acumula no filtro na calha central até que atinja, em um nível superior, as calhas transversais.

Com a água acima do leito filtrante, ocorre a filtração por fluxo descendente, retendo as partículas no leito filtrante. A água é filtrada através de um fluxo descendente, onde a água filtrada é coletada por um fundo em falso, com vigas V invertidas, também denominado como fundo californiano. A água filtrada segue para a desinfecção final e adução, ou é utilizada para lavagem dos filtros. No fundo falso, encontra-se uma calha por onde a água é conduzida até os canais de água filtrada, onde existe uma derivação para a elevatória de lavagem dos filtros.

## **2.3 Processo de lavagem dos filtros da ETA Gavião**

Antes da realização da lavagem, o operador, através da mesa de comando, fecha primeiro a válvula afluente e abre a válvula de descarga para que o volume interno de água seja reduzido. Conforme o volume interno é reduzido pela coleta de água na calha central até o canal de descarga, a água bruta permanece nos leitos filtrantes para iniciar a lavagem dos filtros.

Com o volume interno reduzido, a válvula efluente é fechada e as válvulas de lavagem ascensional e descarga de água de lavagem são abertas para iniciar a lavagem do filtro. A água filtrada é coletada pelo seu respectivo canal que possui uma derivação que passa pela elevatória de lavagem de filtros, onde há duas bombas que realizam a sucção e o recalque de água e direcionam para os filtros em fluxo inverso, ou seja, um fluxo ascendente que permite a expansão do leito filtrante e a retirada do material formado no processo de floculação.

O fluxo ascendente atinge um nível um pouco acima da calha de coleta para que a água de lavagem possa verter e ser direcionada a calha central. Esse processo de lavagem do filtro ocorre por um período de 4 a 7 minutos, até que a água apresente um aspecto límpido. A água de lavagem coletada pela calha central é conduzida para o canal de descarga de água de lavagem onde segue para um poço de sucção com duas bombas que orienta a ALF aos decantadores, conforme esquema da figura 2.

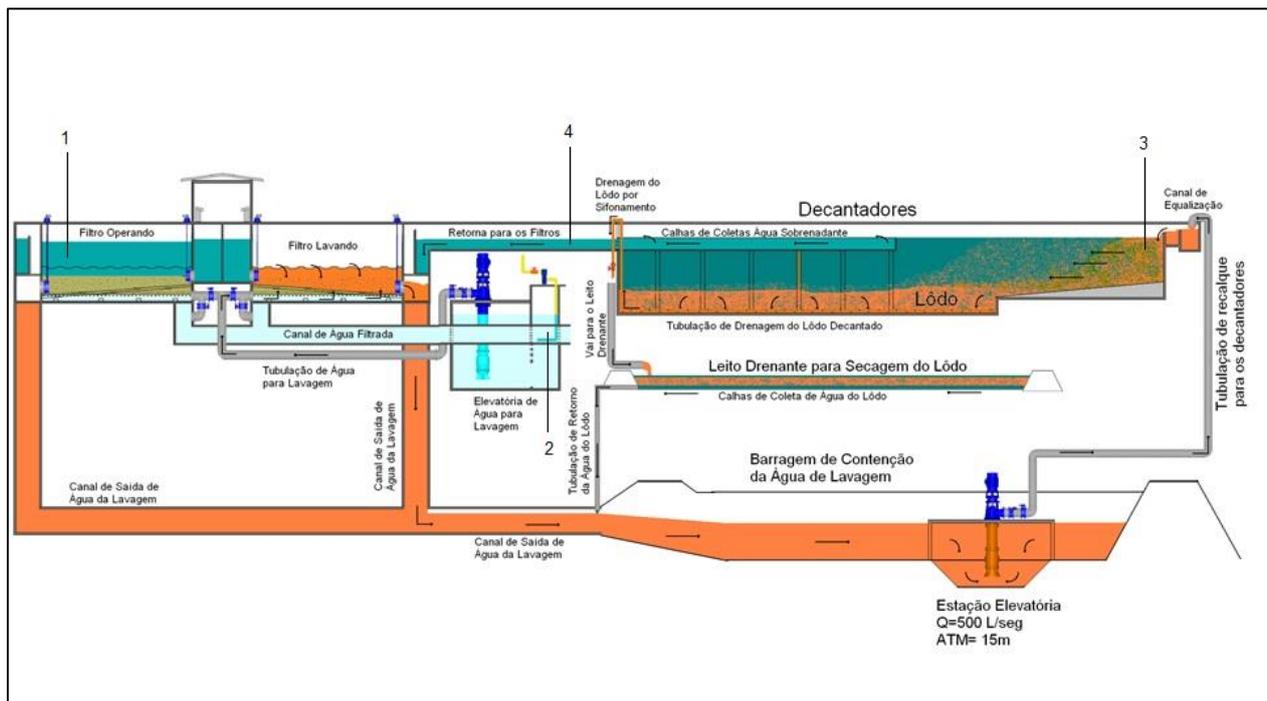


Figura 2 - Esquema de funcionamento da unidade de tratamento e reaproveitamento da água residual.  
Fonte: adaptado pela CAGECE (2017).

A ETA Gavião possui três decantadores, onde dois são para armazenamento da ALF e um para exercer a sua função de decantação em que o lodo decanta no fundo e a água de lavagem é coletada por calhas sobrenadantes que retornam aos filtros junto com a água bruta.

O lodo, com auxílio de comportas, é direcionado para o leito drenante, para secagem, que, dá mesma forma que os filtros, possui calhas de coleta para orientar a água do lodo, por tubulações, para os canais de água de lavagem, retornando ao processo de decantação.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Análise Qualitativa

Para a análise qualitativa, foi estudada a turbidez, devido ser o único parâmetro coletado para a água tratada como para a água de lavagem, e verificado se os valores de turbidez da água tratada estão em conformidade com a Portaria de Consolidação nº 5, como a comparação entre a qualidade da turbidez da água bruta e água de lavagem.

Na Figura 3, é possível analisar os valores obtidos de turbidez apresentados em três séries mensais: o valor máximo e mínimo obtido em todas as amostras coletadas no mês referente, e a média final de todas as amostras coletadas.

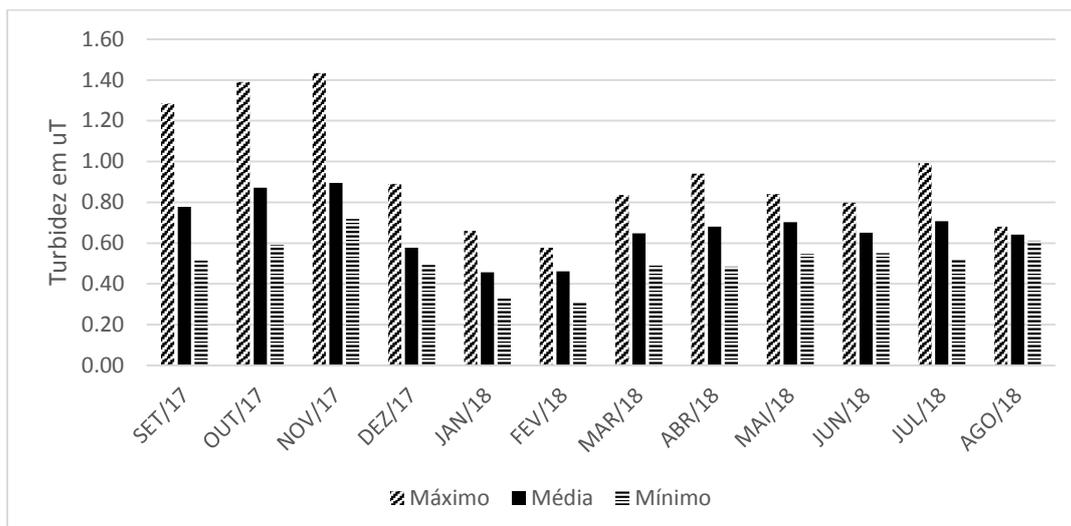


Figura 3 – Representação dos valores de Turbidez da água tratada.  
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

A Portaria de Consolidação nº 5 (origem: Portaria nº 2914/2011) define metas progressivas para análise de turbidez como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Metas progressivas para atendimento de 0,5 uT para filtração rápida.

Filtração rápida (tratamento completo ou filtração rápida)		
Período após a publicação da Portaria	Turbidez ≤ 0,5 uT	Turbidez ≤ 1,0 uT
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas	No restante das amostras mensais coletadas
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas	
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas	
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas	

Fonte: Adaptado pelo autor da Portaria de Consolidação nº 5 (2017).

Ao final do 1º ano somente 17% das amostras mensais foram abaixo ou igual a 0,5 uT, representado pela Tabela 6, em comparação com a Tabela 5, que determina a meta para o final do 1º ano deve ser de 25%, no mínimo, para turbidez abaixo ou igual a 0,5.

No entanto, a Portaria de Consolidação nº 5 define que o Valor Máximo Permitido (VMP) de turbidez para atendimento é igual a 5,0 uT, conforme o Art. 30 § 1º: “o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede)”. Logo, os valores de turbidez estão em conformidade com a Portaria, pois os valores da água tratada estão abaixo do VMP de 5,0.

A água de lavagem é coletada em dois pontos dos decantadores, o ponto 3, localizado na entrada do decantador, e o ponto 4, localizado na saída do decantador, de acordo com a Figura 2. A água de lavagem ao chegar nos decantadores está com várias partículas em suspensão, o que ocasiona os valores tão elevados na turbidez, porém, na saída do decantador, onde as partículas suspensas são decantadas, temos uma grande redução nos valores de turbidez. Como a água de lavagem volta para o sistema de tratamento juntamente com a água bruta, é feito um comparativo entre as qualidades de turbidez da água bruta e da água de lavagem, na saída do decantador, conforme a Figura 4.

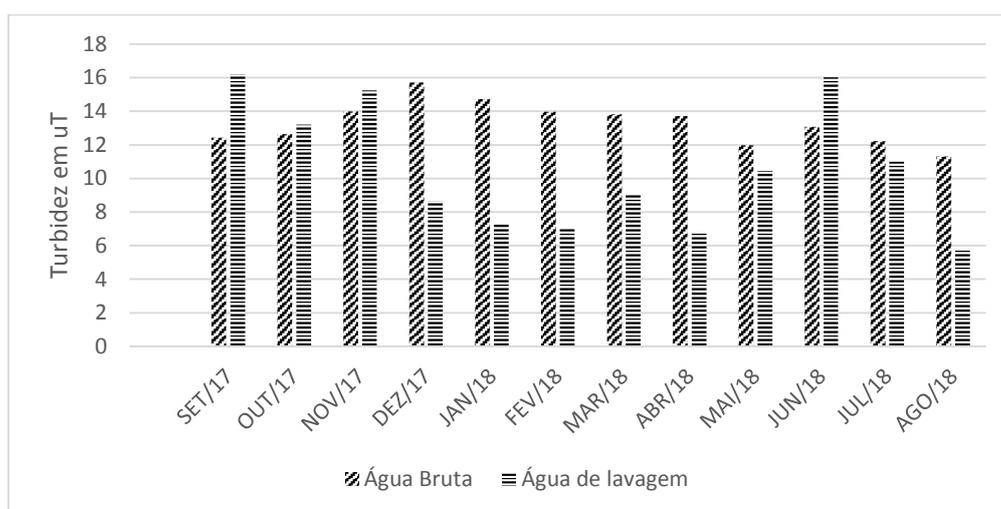


Figura 4 – Água bruta x Água de lavagem na saída do decantador.  
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Observa-se que em 8 dos 12 meses de estudo, correspondente a 67% do total, a qualidade da água de lavagem é melhor que a água bruta, pois a água de lavagem trata-se de uma água que já passou pelo tratamento.

### 3.2. Análise Quantitativa

Para a análise quantitativa, são apresentados os dados fornecidos pela CAGECE de volume de retorno da ALF, sendo reaproveitado no sistema de tratamento, onde o comparativo foi realizado com base no volume de água de lavagem (volume de retorno), quantas vezes o município pode ser abastecido com esse volume de água.

A ETA Gavião, no período de 1 ano, teve um reaproveitamento de aproximadamente 13,07 hectômetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de água em que a média por mês foi de aproximadamente 1,09 hm<sup>3</sup>. Entretanto, o volume dos decantadores não é suficiente para suportar todo o volume de água de lavagem de forma a extravasar e perder em média 15.000 m<sup>3</sup> de água por dia, ou seja, 0,45 hm<sup>3</sup> de água por mês equivalente a 41,3% de 1,09 hm<sup>3</sup>.

Para fins comparativos, os dados dos 15 municípios escolhidos no Nordeste com maior demanda de abastecimento são representados na Tabela 2. Para estimar o volume de demanda, foram pesquisados dados a partir da previsão da população no ano de 2018, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e o consumo *per capita* de cada município foi obtido através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Tabela 2 – Demanda de água aproximado dos municípios em 2018.

Município	População	Consumo de água (L/hab.dia)	Consumo de água (L/dia)	Consumo de água (L/mês)
Aquiraz	79.563,00	78,2	6.221.826,60	186.654.798,00
Aracati	74.084,00	139	10.297.676,00	308.930.280,00
Canindé	78.049,00	74,2	5.791.235,80	173.737.074,00
Cascavel	71.499,00	85,6	6.120.314,40	183.609.432,00
Crateús	74.982,00	108,1	8.105.554,20	243.166.626,00
Crato	131.372,00	133,4	17.525.024,80	525.750.744,00
Itapipoca	128.135,00	135,7	17.387.919,50	521.637.585,00
Juazeiro do Norte	271.926,00	137,1	37.281.054,60	1.118.431.638,00
Maranguape	127.098,00	104,6	13.294.450,80	398.833.524,00
Morada Nova	62.069,00	114,4	7.100.693,60	213.020.808,00
Pacajus	71.193,00	103,2	7.347.117,60	220.413.528,00
Pacatuba	83.157,00	102,6	8.531.908,20	255.957.246,00
Quixadá	87.116,00	120,1	10.462.631,60	313.878.948,00
Russas	76.884,00	118,1	9.080.000,40	272.400.012,00
Sobral	206.644,00	121,4	25.086.581,60	752.597.448,00

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Com a média do volume de retorno, considerando a perda igual a 639.032.272,42 L/mês foi determinado a porcentagem necessária para abastecer o município com o volume de retorno da água de lavagem, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Porcentagem necessária para atendimento de cada município com o volume de retorno considerando a perda.

Município	Demanda de água (L/mês)	Volume retornado (L/mês)	Porcentagem necessária
Aquiraz	186.654.798,00	639.032.272,42	29,2%
Aracati	308.930.280,00	639.032.272,42	48,3%
Canindé	173.737.074,00	639.032.272,42	27,2%
Cascavel	183.609.432,00	639.032.272,42	28,7%
Crateús	243.166.626,00	639.032.272,42	38,1%
Crato	525.750.744,00	639.032.272,42	82,3%
Itapipoca	521.637.585,00	639.032.272,42	81,6%
Juazeiro do Norte	1.118.431.638,00	639.032.272,42	175,0%
Maranguape	398.833.524,00	639.032.272,42	62,4%
Morada Nova	213.020.808,00	639.032.272,42	33,3%
Pacajus	220.413.528,00	639.032.272,42	34,5%
Pacatuba	255.957.246,00	639.032.272,42	40,1%
Quixadá	313.878.948,00	639.032.272,42	49,1%
Russas	272.400.012,00	639.032.272,42	42,6%
Sobral	752.597.448,00	639.032.272,42	117,8%

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Em Juazeiro do Norte e em Sobral o volume de retorno fica acima de 100%, pois a demanda de abastecimento é superior à quantidade de volume de retorno. Enquanto que nos outros municípios o volume de retorno abastecerá mais de 1 vez o município.

Ao considerar a média do volume de retorno da água de lavagem sem perdas igual a 1.089.032.272,42 L/mês tem-se uma redução na porcentagem necessária para o abastecimento dos municípios. A Figura 5 faz uma comparação entre número de vezes que o volume de retorno abastece cada município com a perda e sem perda do volume.

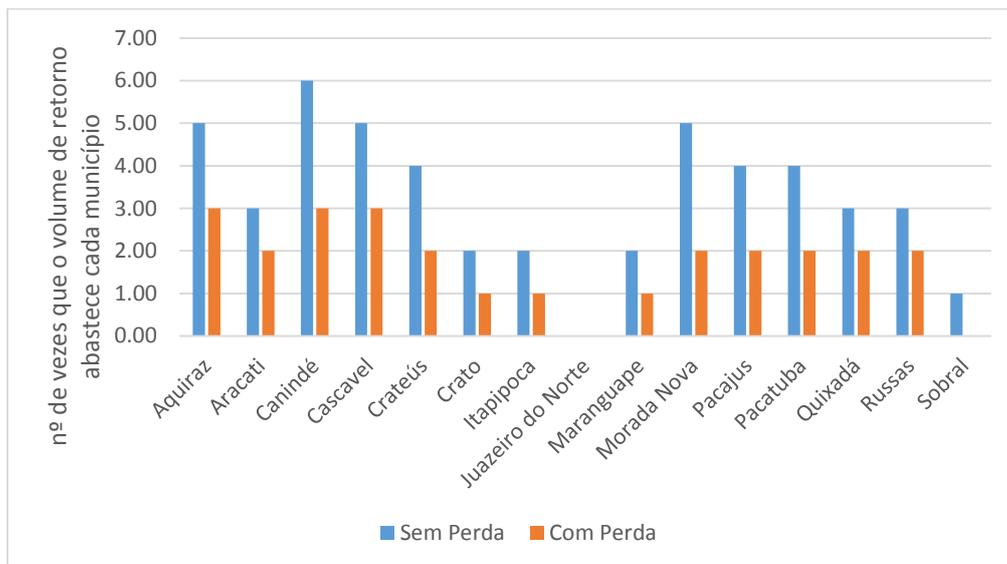


Figura 6 - Número de vezes que o volume de retorno abastece cada município (sem perda x com perda).  
Fonte: elaborado pelo autor.

## CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou a importância do aproveitamento da água, elemento indispensável e limitado na natureza. Esse aproveitamento deve ser feito utilizando técnicas que minimizem o desperdício e, ao mesmo tempo, mantenha a sustentabilidade do planeta.

Os dados de turbidez, apesar de não atingirem o valor de 0,5 uT como uma meta proposta pela Portaria, estão dentro do VMP de 5,0 uT definidos. Através da análise de turbidez é possível concluir que a água de lavagem com o sistema de retorno das ALF's, em muitos casos, tem uma qualidade superior por já ter sido tratada, enquanto a água bruta não passa por nenhum tipo de tratamento.

Antes da implementação do retorno das ALF's para o sistema de tratamento, havia bilhões de litros de água sendo desperdiçados com a lavagem dos filtros, considerando apenas uma fração do tempo de existência da ETA, em que a água de lavagem eram direcionadas para *wetland*.

O volume de água de lavagem tem em média 1.089.032.272,42 L/mês que retornam aos decantadores. Entretanto, apenas 639.032.272,42 L retornam ao sistema de tratamento. Os outros 450.000.000,00 L são levados para a *wetland* próxima à ETA. O volume perdido pelo extravasor no tanque de decantação é uma perda de grande proporção, em que é possível em alguns casos dobrar o abastecimento dos municípios.

São propostas duas soluções, uma relacionada à análise qualitativa referente a turbidez e outra à análise quantitativa referente ao volume da água de lavagem que é perdido.

Uma solução para evitar a perda de água é a construção de um tanque com capacidade superior ao volume de perda para armazenar as águas de lavagem e retornar ao sistema de tratamento.

Outra solução proposta para melhorar a qualidade de turbidez é a troca ou limpeza do material filtrante para retirar o lodo que ao longo da sua utilização, mesmo com a lavagem dos filtros, ficam retidos nos materiais. Dessa forma, é possível os valores da turbidez atingirem o 0,5 Ut propostos pela Portaria de Consolidação nº 5.

## REFERÊNCIAS

CAGECE, ETA Gavião. Disponível em: < <https://cagece.com.br/abastecimento-de-agua/eta-gavião>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

CAPAZ, Rafael Silda; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Ciências Ambientais para Engenharia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CONAMA. Resolução nº 340/11. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2ª ed. São Carlos: Rima, 2005.

EPA. Water recycling and Reuse: The Environmental Benefits. Disponível em <<https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/pdf/brochure.pdf>>. Acesso em: 23 de março de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914/11. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.