

# ÁGUAS DE RETROLAVAGEM DOS FILTROS DE ETAs: UMA REVISÃO SOBRE POSSÍVEIS RISCOS ASSOCIADOS À RECIRCULAÇÃO DA ÁGUA

Andréia Cintra Braga Frota (UFT) E-mail: [andreia.cintra@uft.edu.br](mailto:andreia.cintra@uft.edu.br)

Iryslene Alves Pimenta (UFT) E-mail: [iryslene@uft.edu.br](mailto:iryslene@uft.edu.br)

Horranna Rythyelle Martins Costa Barbosa (UFT): [eng.horranna@gmail.com](mailto:eng.horranna@gmail.com)

Giulliano Guimarães Silva (UFT): [giulliano.silva@iftto.edu.br](mailto:giulliano.silva@iftto.edu.br)

Cláudia da Silva Aguiar Rezende (UFT): [claudia@iftto.edu.br](mailto:claudia@iftto.edu.br)

## Resumo:

A qualidade da água em mananciais tem diminuído devido aos crescentes impactos provenientes de ações antrópicas no meio ambiente. Assim, para alcançar padrões de potabilidade tornando-a própria para consumo humano, métodos e técnicas de tratamento são necessários. A recirculação de água de retrolavagem dos filtros das estações de tratamento de água (ETAs) se tornou uma prática comum, em função da indisponibilidade hídrica para algumas regiões possibilitando a devolução da água utilizada para o processo. Entretanto, o uso de água de retrolavagem tem apresentado alterações na qualidade das águas de chegada das estações em função de elevadas concentrações de compostos orgânicos, microrganismos e metais, dificultando os processos de tratamento e colocando em risco a potabilidade da água destinada ao abastecimento público. Este trabalho de revisão de literatura analisou pesquisas de âmbito global que avaliam a qualidade da água que retorna para o início do tratamento dentro das ETAs e quais são os riscos que esse processo representa.

**Palavras-chave:** Filtros; Recirculação de água de retrolavagem; Matéria orgânica; Microrganismos; Estações de tratamento de água.

## BACKWASH WATERS FROM WTP FILTERS: A REVIEW ON POSSIBLE RISKS ASSOCIATED WITH WATER RECIRCULATION

### Abstract:

The quality of water in water resources has been decreasing due to the increasing impacts of human actions on the environment. Thus, to achieve potability standards making it appropriate for human consumption, treatment methods and techniques are necessary. The recirculation of backwashing water from the filters of water treatment plants (WTPs) has become a common practice in most of these stations, due to water unavailability in some regions, allowing the return of the water used for the process. However, the use of backwashing water has shown changes in the quality of the water arriving at the stations due to high concentrations of organic compounds, microorganisms and metals, hindering the treatment processes and putting at risk the potability of the water that will be distributed to the community. This literature review work analyzed researches throughout the world that evaluate the quality of the water that returns to the beginning of the treatment inside the WTPs and what are the risks that this process represents.

**Keywords:** Filters; Backwashing water recirculation; Organic matter; Microorganisms; Water Treatment plants.

## 1. Introdução

As Estações de Tratamento de Água abastecem a população com água potável e como qualquer indústria, geram resíduos que necessitam ser tratados (LOPES, 2018). Nesta visão é preciso se preocupar não apenas com a qualidade da água tratada, mas também com a da água bruta, insumos empregados, otimização do processo produtivo, reuso e disposição final dos resíduos gerados (DI BERNARDO *et. al.*, 2017).

O processo de filtração é amplamente utilizado em estações para assegurar a clarificação da água, proporcionando retenção de sólidos em suspensão e outros contaminantes presentes na água bruta. Os filtros, formados majoritariamente por materiais granulares, precisam ser lavados em intervalos de tempo, a depender de fatores específicos de cada ETA, gerando como resíduo uma mistura, caracterizada como o lodo com elevadas concentrações de partículas retidas em leito filtrante juntamente com coagulantes empregados para formação dos flocos para clarificação.

Segundo Shafiquzzaman (2018), os volumes de água de retrolavagem dos filtros correspondem de 2 a 10% do total do fluxo de água produzido pelas estações de tratamento. Nessas águas são encontradas grandes quantidades de sólidos em suspensão, matéria orgânica, subprodutos de desinfecção, bactérias e metais inorgânicos, fazendo com que as características das águas de retrolavagem sejam diferentes da água bruta na qual a ETA foi projetada para tratar (CHEN *et al.*, 2015).

Segundo Lopes (2018), o efluente dos filtros de areia da Estação de Tratamento de Água apresenta um alto potencial poluidor devido à presença de impurezas removidas da água bruta. A recirculação da água de retrolavagem acontece na maioria das ETAs sem um acompanhamento adequado das consequências que podem acarretar à água para consumo humano. Essa prática pode constituir introdução de perigos no processo de tratamento da água e implicar risco à saúde da população consumidora, associado, principalmente, à presença de cistos e oocistos de protozoários (FREITAS *et al.*, 2010). A filtração é a principal etapa do tratamento responsável pela remoção de protozoários, a água de retrolavagem dos filtros contém concentrações mais altas de cistos ou oocistos que a água bruta. “Adicionalmente, em decorrência das dimensões reduzidas e da forma encistada, os protozoários, principalmente os oocistos de *Cryptosporidium* spp. podem passar pelos filtros e são pouco suscetíveis às doses de cloro utilizadas nas estações de tratamento de água” (AROTA *et al.*, 2001).

De acordo com (Freitas, A.G *et al.*, 2010), no Brasil não há normas técnicas ou legislações específicas para o tratamento e recirculação de águas de retrolavagem de filtros, tornando necessária maior apropriação técnica do problema, incluindo a perspectiva dos riscos potenciais à saúde humana. Sendo assim, essa revisão sistemática de literatura objetiva prospectar os estudos que tratam sobre a recirculação de água de retrolavagem dos filtros em ETAs e os possíveis riscos à saúde humana.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Protocolo adotado para o estudo**

Para o presente estudo, o método adotado foi a revisão sistemática de literatura de artigos científicos seguindo as etapas do protocolo apresentadas no fluxograma da Figura 01:

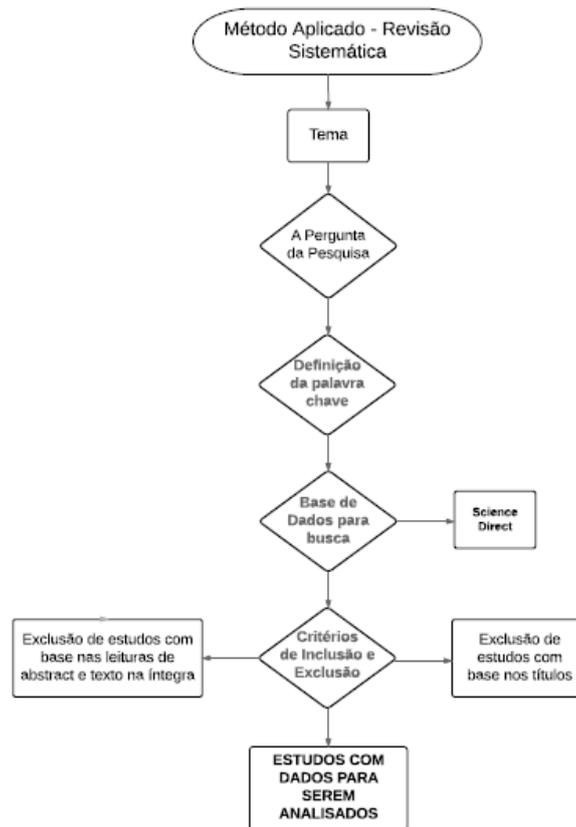


Figura 1 – Protocolo para a revisão sistemática

Para assegurar a perspectiva da pesquisa dentro do tema definido, considerando a ausência de normas específicas no Brasil para o tema de recirculação e a amplitude relacionado ao tema reúso de água foi elaborada a pergunta “Quais são os riscos presentes na recirculação de água usada na lavagem de filtros em ETAS? É possível minimizá-los?”

Seguindo o fluxograma, após a definição da pergunta da pesquisa foram testadas palavras chaves dentro do tema para avaliar a quantidade de material disponível na plataforma acadêmica Science Direct Elsevier, não foram testadas outras plataformas em função da quantidade de material disponibilizado na base utilizada. As palavras que trouxeram resultados mais relevantes foram: Reutilização de Água, Retrolavagem de Filtro, Água para consumo humano.

### 2.1 Critérios para inclusão e exclusão de estudos

O processo de inclusão ou exclusão dos artigos encontrados nas etapas anteriormente descritas foi realizado em três momentos, sendo o primeiro baseado na leitura do título, o segundo na leitura do abstract, já no terceiro momento foi realizado através da leitura na íntegra dos estudos aprovados nas seleções anteriores.

Dentro dos artigos encontrados utilizando as palavras chaves determinadas no protocolo da pesquisa, definiu-se como critérios para inclusão de estudo aqueles na língua inglesa para dar amplitude na busca e não a restringir apenas a publicações nacionais que abordassem os assuntos:

- Reutilização de água utilizadas nos processos de tratamento de ETAS;
- Retrolavagem de filtros em estações de tratamento de água;

- Qualidade da água produzida em ETAs que fazem reutilização da água de lavagem dos filtros.

Como critério de exclusão, os artigos excluídos da avaliação dos resultados foram aqueles que:

- Abordam o processo de tratamento de águas residuárias;
- Tratamento de águas que não são destinadas ao consumo humano;
- Reuso de água residuárias para diversas finalidades;
- Publicações que não estão em inglês.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão na etapa de seleção do material encontrado na busca por palavras chaves, foi realizado o levantamento de quais são os contaminantes presentes no efluente produzido nas estações de tratamento de água dentro do processo de clarificação, da interferência na qualidade da água de entrada nas ETAS quando se faz recirculação (reuso), do tipo de tratamento que o efluente gerado nas unidades é submetido para ser reutilizado, da qualidade da água produzida nas ETAS quando se tem contribuição de recirculação, da segurança da água distribuída quando se faz reuso em ETAS.

## 2.2 Recorte temporal

Para esse protocolo foi estabelecido recorte temporal como item de exclusão dos estudos em virtude da amplitude de abordagem que o tema Reuso de Água apresenta, considerando as publicações entre os anos de 2017 e 2020. A definição desse intervalo veio da quantidade de material localizado em uma única plataforma de pesquisa, como pode ser observado na Figura 02.

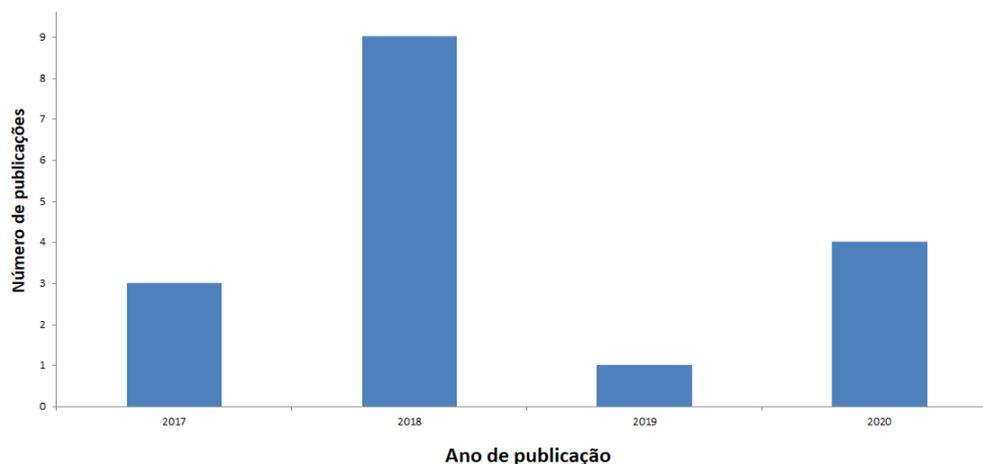


Figura 2 – Número de pesquisas publicadas entre os anos de 2017 e 2020

## 3. Resultados e Discussões

### 3.2 Resultados da busca

As estratégias de busca recuperaram 185 referências. No primeiro critério de seleção (leitura dos títulos) foram excluídos 156 artigos que não estavam de acordo com o tema de pesquisa. Restando 28 estudos que foram avaliados através da leitura de abstract e texto na íntegra, nessa etapa ainda foram eliminados outros 11 estudos por não atender os critérios de inclusão previamente definidos, que fugiam ao tema de definição da pergunta. Na Figura 03 apresenta-

se o fluxograma de seleção de artigos obtidos através da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

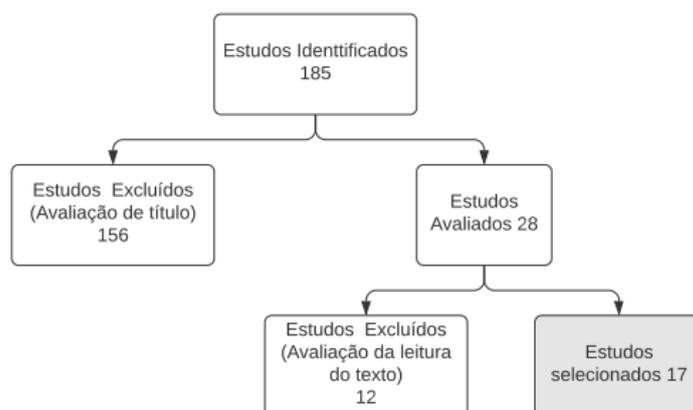


Figura 3 – Fluxograma de seleção de textos seguindo os critérios de inclusão e exclusão

Na Tabela 1 é possível verificar todos os contaminantes identificados na revisão sistemática seguindo as diretrizes do protocolo elaborado para o tema. Neste levantamento é possível verificar quais elementos possuem maior número de estudos no universo acadêmico, como pode ser verificado na Figura 04.

Tabela 1 - Condições de ensaio para água bruta.

Contaminante Identificado	Tecnologia utilizada p/ tratamento do contaminante	Título do artigo (inglês)	Local da Pesquisa
Haloacetoneitrilas e Haloacetamidas	Precipitação induzida por espessante	Haloacetoneitriles and haloacetamide precursors in filter backwash and sedimentation sludge water during drinking water treatment	China
Dicloroacetoneitrila	Aplicação de ozônio e carvão ativado granular	The shadow of dichloroacetoneitrile (DCAN), a typical nitrogenous disinfection by-product (N-DBP), in the waterworks and its backwash water reuse	China
Microrganismos presentes em biofilmes	Não avaliado	Microbial community characterization of ozone-biofiltration systems in drinking water and potable reuse applications	Estados Unidos
Carbono orgânico dissolvido	Tratamento para regeneração de membrana	Micro-flocculation/sedimentation and ozonation for controlling ultrafiltration membrane fouling in recycling of activated carbon filter backwash water	China
Micropoluentes orgânicos e ainda mais diminuir o nível de carbono orgânico dissolvido (DOC) na água	Carvão ativado biológico	Leakage of soluble microbial products from biological activated carbon filtration in drinking water treatment plants and its influence on health risks	China
		Removal of natural organic	

Materia Orgânica e subprodutos de desinfecção	Adsorventes em nanoescala fotocataliticamente regenerável	matter and disinfection byproduct precursors from drinking water using photocatalytically regenerable nanoscale adsorbents	Canadá
Contaminantes orgânicos e inorgânicos, micróbios e metais pesados de águas subterrâneas para consumo humano	Membrana, teste de valor M, teste de pH e teste de cloro. A remoção de micróbios foi feito usando NaOCl para fins de desinfecção antes filtragem de areia. Os flocos gerados no decorrer do tratamento (usando FeCl <sub>3</sub> ) foram removidos no processo de filtração em areia e polimento de água. Odores, testes questionáveis e cloro residual foram removidos através do mecanismo de adsorção de carbono.	Pilot study of in-line continuous flocculation water treatment plant	Malaysia / Nigéria
Matéria Orgânica, remoção de Mg <sup>2+</sup> , sílica	Cristalização em leito fluidizado	Pretreatment for water reuse using fluidized bed crystallization	Estados Unidos
As substâncias perfluoroalquil e polifluoroalquil (PFASs)	Membrana com osmose reversa e oxidação avançada por UV (RO-UV / AOP) e dois ozônio usado, ativado biológico filtração de carvão e adsorção de carvão ativado granular (O <sub>3</sub> -BAC-GAC).	Removal of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in potable reuse systems	Estados Unidos
Lodo de tratamento de água (DWTS)	Ultra-sonicação em condições variáveis comparando dois tipos de no reator (banho e sonda), quatro frequências (25, 40, 68, 160 kHz)	Optimizing dewaterability of drinking water treatment sludge by ultrasound treatment: Correlations to sludge physicochemical properties	China
Matéria Orgânica carvão ativado granular (GAC), ozônio biologicamente ativado	Carvão ativado granular (GAC), ozônio biologicamente ativado	A pilot-scale investigation of disinfection by-product precursors and trace organic removal mechanisms in ozone-biologically activated carbon treatment for potable reuse	Estados Unidos
Aspergillus fumigatus	Reator de membrana fotocatalítica recém-projetado combinando filtração com fotólise UV / fotocatalise sob uma lâmpada de mercúrio de baixa pressão, usando cerâmica modificada. Membranas foram usadas para tratar água de superfície filtrada inoculada com Aspergillus fumigatus	Treatment of a real water matrix inoculated with Aspergillus fumigatus using a photocatalytic membrane reactor	Portugal
Matéria Orgânica	Microfiltração membranas; sistemas iônicos	Impact of removal of natural organic matter from surface water by ion exchange: A case study of pilots in Belgium, United Kingdom and the Netherlands	Netherlands
Microrganismos	Filtração biologicamente ativa para	Biologically active filtration	

carbono orgânico	refluxo de fraturamento e água produzida tratamento	for fracturing flowback and produced water treatment	Estados Unidos
Trihalometanos (clorofórmio, bromodichlorometano, dibromoclorometano e bromofórmio), Ácido haloacético (ácido monochloroacético, ácido dichloroacético, ácido trichloroacético, ácido monobromoacético e ácido dibromoacético) e carbono orgânico total	Biofiltração de ozônio	Use of ozone-biofiltration for bulk organic removal and disinfection byproduct mitigation in potable reuse applications	Estados Unidos
Micropoluentes orgânicos	Combinação de carvão ativado em pó com membranas de ultrafiltração	Hybrid sorption and pressure-driven membrane technologies for organic micropollutants removal in advanced water reclamation: A techno-economic assessment	Espanha
Subprodutos da desinfecção (halogenados) - apresentaram alto teor de brometo e nitrogênio orgânico dissolvido	Ozonização	Removal of disinfection byproduct precursors and reduction in additive toxicity of chlorinated and chloraminated waters by ozonation and up-flow biological activated carbon process	China

Fonte: Autor, 2021.

Nos estudos selecionados de acordo com os critérios para inclusão foi observado que a nível mundial as pesquisas predominaram nos Estados Unidos e China como pode ser visto na Figura 05 correspondendo 33,3% dos estudos em cada um dos países supracitados. Nota-se que na Europa diversos países também desenvolveram pesquisas dentro do tema, sendo eles Espanha, Holanda, Portugal e Itália.

Nos Estados Unidos, em 2002, a Agência de Proteção Ambiental U.S. EPA regulamentou a prática de recirculação de água de lavagem de filtros, considerando a deterioração na qualidade da água envolvida nesse processo e risco à saúde humana que representa.

Já a China nos últimos 40 anos alcançou um crescimento econômico e desenvolvimento social em função de suas reformas e aberturas de mercado, porém o meio ambiente foi significativamente afetado com sua expansão industrial e enfrenta forte pressão internacional para reduzir as emissões de poluentes (Zhou, A., Li, J., 2020).

Informações apresentadas pelo Ministério da Ecologia e Meio Ambiente da China (MEEC, 2018) demonstram que a poluição ambiental vem reduzindo desde 2018, porém a poluição da água ainda é alta (Zhou, A., Li, J., 2020).



Figura 4 – Localização dos Estudos

De acordo com Di Bernardo, *et al.* (2017), as três principais fontes de compostos orgânicos na água são de origem natural, atividades antrópicas ou de reações químicas que acontecem dentro das estações de tratamento de água. Nota-se que nesta pesquisa 59,1% dos estudos identificados fazem referências a compostos orgânicos, que na presença de um agente desinfetante a base de cloro ou cloraminas utilizados para inativação de microrganismos patogênicos produzem substâncias que representam risco à saúde humana em função de citotoxicidade e genotoxicidade. (Krasner *et al.*, 2006; Chu *et al.*, 2009).

Estudos já identificaram mais de 600 compostos orgânicos geradas a partir de reações entre agentes de desinfecção e matéria orgânica presente na água filtrada de diferentes estações de tratamento de água para abastecimento público, conhecidos como subprodutos de desinfecção, na qual estão inseridos os tri-halometanos (THM), ácidos haloacéticos (Haas), haloacetoneitrilas (Hans) e haloacetamidas (Hams) (Chen *et al.*, 2010; Plewa *et al.*, 2008 ;Richardson *et al.*, 2007, 2011; Vu *et al.*, 2018).

Na pesquisa apresentada por TAN *et. al* (2017), o potencial de formação de Dicloroacetoneitrilas (DCAN) na água de retrolavagem dos filtros de areia foi maior que na água bruta, de modo que a taxa de reciclagem deveria ser inferior a 5% a fim de evitar acúmulo de DCAN.

É importante compreender que dentro das operações unitárias de uma estação de tratamento de água, entre 2 e 10% do volume de água produzida é utilizada para limpeza dos filtros e que nesse processo tem-se a geração de lodo rico em sólidos em suspensão, matéria orgânica natural, subprodutos de desinfecção, bactérias e metais inorgânicos (Fe, Al, Mg) (Chen *et al.*, 2015; McCormick *et al.*, 2010).

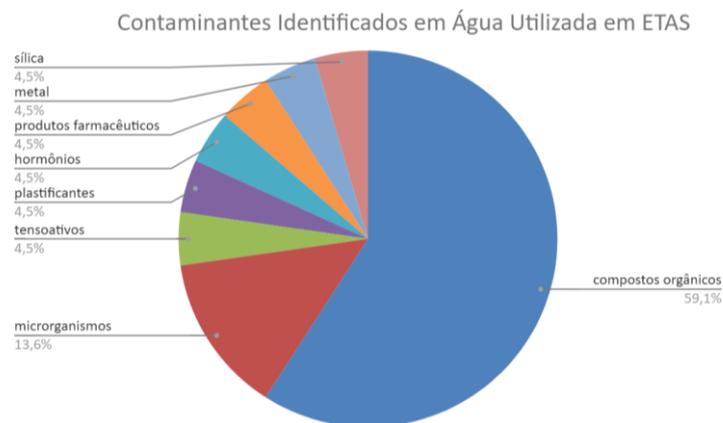


Figura 5 – Contaminantes Identificados em Água Utilizada nas Limpeza dos Filtros das Unidades Avaliadas

Na pesquisa sistemática realizada também foi possível identificar estudos sobre a presença de fármacos e hormônios nas matrizes avaliadas. Mesmo se tratando de compostos de origem orgânica, esses compostos são tratados separadamente, pois a presença de micropoluentes, como fármacos e ingredientes de produtos de higiene pessoal, no meio ambiente provou causar efeitos nocivos no meio aquático (Ternes e Joss, 2006).

Tais micropoluentes se originam principalmente de produtos de higiene pessoal e domésticos, que contêm fragrâncias, surfactantes, conservantes, filtros UV, plastificantes e biocidas (Hernández Leal *et al.*, 2010a, Hernández Leal *et al.*, 2010b). Vale ressaltar que muitos desses compostos são desreguladores endócrinos.

O segundo grupo de contaminantes mais avaliados dentro dessa pesquisa sistemática são os microrganismos, de acordo com Heller (2004), nas ETA, a remoção de oocistos de *Giardia* e *Cryptosporidium* (protozoários patogênicos excretados por animais de sangue quente que tem contato com a água nos mananciais na qual se faz a captação de água) pode ocorrer juntamente com a remoção de sólidos ou serem inativados pelo processo de desinfecção.

No Brasil, a Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, 2017 recomenda o monitoramento de *E.coli*, *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp nas captações superficiais de água e estabelece que se tenha monitoramento da concentração de cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* spp quando a média geométrica anual de *Escherichia coli* for maior ou igual a 1.000cel/100mL. Nos casos em que a média aritmética da concentração de cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* spp maior ou igual a 3,0 oocistos/L deve-se assegurar que a turbidez da água em processo seja abaixo de 0,3 uT em 95% das amostras monitoradas dentro da estação de tratamento de água.

D. Gerrity *et al.* / Water Research 135 (2018) 207 e 219, desenvolveu estudos avaliando a comunidade microbiana em água potável bem como em sistemas de águas residuais e observou que as atividades biológicas dentro de sistemas de biofiltração resulta por vezes no aumento de fluorescência associada a matéria orgânica em função da liberação de substâncias poliméricas, identificadas como importantes precursores de subprodutos de desinfecção.

Foi observado que o filo *Proteobacteria* encontra-se em abundância em estações de tratamento de água potável e se desenvolvem em sistemas com baixa concentração de carbono orgânico dissolvido. Nas estações de tratamento de águas residuais de ETAs também foi observada a abundância desses microrganismos para determinadas condições operacionais, a exemplo dos sistemas com ausência de rotinas de retrolavagem.

Outro filo que apresentou em abundância nos filtros foram as cianobactérias e sua concentração tem relação direta com a água de origem. A elevada concentração dessa comunidade na água tratada é capaz de expor os consumidores a grandes riscos de contaminação. O tipo mais comum de intoxicação envolvendo cianobactérias é ocasionado por hepatotoxinas, destacando-se as microcistinas, cuja estrutura química está sendo representada na Figura 06.

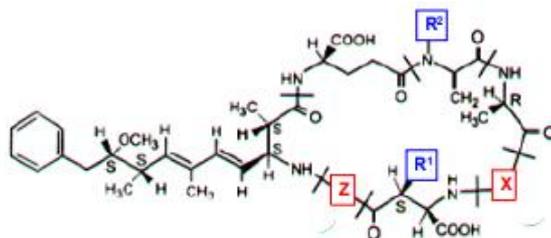


Figura 6 – Estrutura química das microcistinas.

Para remoção dos contaminantes identificados e detalhados nos parágrafos anteriores dentro dessa pesquisa sistemática observa-se que o uso de carvão ativado, em diversas formas e ozônio se destacam como alternativas de tratamento, como pode ser visto na Figura 07.

O carvão ativado é um tipo de material carbonáceo que possui elevada área superficial interna e porosidade altamente desenvolvida (COUTINHO *et al.*, 2000), que possibilita a adsorção de moléculas em fase líquida ou gasosa. É comercialmente encontrado pode se apresentar na forma granular ou pulverizado, sendo o primeiro utilizado como leito filtrante e o segundo é preparado em mistura e aplicado na água em processo de tratamento, de modo que fica retido no processo de filtração e compõe o lodo gerado na estação de tratamento de água.

O ozônio é um oxidante poderoso ( $E^0 = 2,076 \text{ V}$ ) que pode ser usado em estações de tratamento de água para desinfecção primária, exigindo um tempo de contato muito menor ( $0,5\text{--}40 \text{ mg min} \cdot \text{L}^{-1}$ ) do que o cloro ( $25\text{--}245 \text{ mg min} \cdot \text{L}^{-1}$ ) para inativação de 2 log de protozoários (OMS, 2017). Como pode ser visto na Figura 07, a maioria dos estudos sobre tratamento de contaminantes empregam essa tecnologia com objetivo de reduzir o grau de contaminação da água por apresentar maior eficiência que compostos clorados e não gerar subprodutos tóxicos.

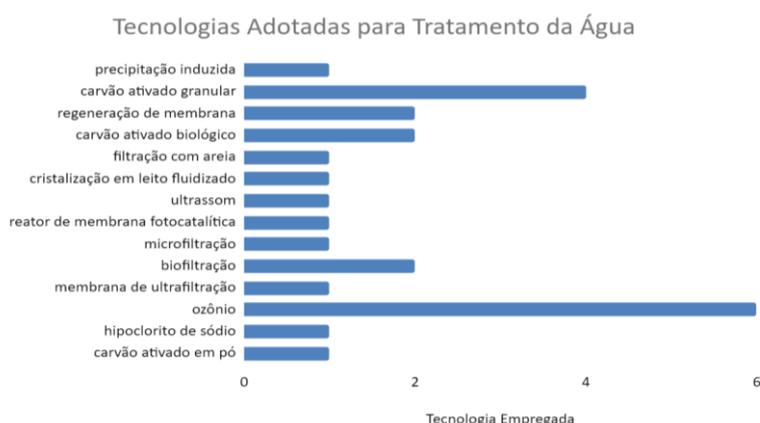


Figura 7 – Tecnologias Empregadas Para o Tratamento da Água Com Contaminantes.

### 3. Conclusões e Recomendações

Seguindo os critérios adotados para o protocolo desta revisão sistemática foram selecionados 18 estudos, contemplando 8 tipos de contaminantes identificados na água utilizada para manutenção dos módulos de tratamento dentro das ETAS (estações de tratamento de água).

Foram identificados poucos estudos relacionados a reutilização da água oriunda das etapas existentes nas estações de tratamento, a maior parte dos textos avaliados apresentavam referências ao reuso de esgoto tratado. Os locais de estudo que ganham destaque são os Estados Unidos da América e China, país que alcançou um crescimento econômico e desenvolvimento social, porém o meio ambiente foi significativamente afetado com sua expansão industrial e enfrenta forte pressão internacional nas questões ambientais.

No Brasil não há legislação específica com diretrizes sobre a recirculação de água nas estações de tratamento para consumo humano, porém nos Estados Unidos esse tema é regulamentado e possui regras específicas na qual não se pode recircular vazão superior a 10% da vazão de operação da estação de tratamento de água e a turbidez é limitada a uT para tal procedimento.

Nota-se a preocupação com relação a perda de integridade da água que será disponibilizada, impactando na potabilidade visto que mesmo sendo clarificada a água destinada a recirculação pode apresentar elevadas concentrações de matéria orgânica, metais e microrganismos patogênicos, tornando a água produzida dentro das estações de tratamento inseguras.

### Referências

- AGUDOSI, E.S.; ABDULLAH, E.C.; MUBARAK, N.M.; KHALID, M.; PUDZA, M.Y.; AGUDOSI, N. P. & ABUTU, E.D.** *Pilot study of in-line continuous flocculation water treatment plant. Journal Of Environmental Chemical Engineering*, [S.L.], v. 6, n. 6, p. 7185-7191, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2018.11.001>.
- ARNOLD, M.; BATISTA, J.; DICKENSON, E. & GERRITY, D.** *Use of ozone-biofiltration for bulk organic removal and disinfection byproduct mitigation in potable reuse applications. Chemosphere*, [S.L.], v. 202, p. 228-237, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.085>.
- AROTA, H.; GIOVANNI, G. & LECHEVALLIER, M.** *Spent filter backwash water contaminants and treatment strategies. Journal AWWA*, v. 93, n. 5, p. 100-112, 2001.
- AZADIAGHDAM, M.; PARK, M.; LOPEZ-PRIETO, I. J.; ACHILLI, A.; SNYDER, S. A. & FARRELL, J.** *Pretreatment for water reuse using fluidized bed crystallization. Journal Of Water Process Engineering*, [S.L.], v. 35, p. 101226-101236, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101226>.
- CALTRAN, I.; HEIJMAN, S.G.J.; SHORNEY-DARBY, H.L. & RIETVELD, L.C.** *Impact of removal of natural organic matter from surface water by ion exchange: a case study of pilots in belgium, united kingdom and the netherlands. Separation And Purification Technology*, [S.L.], v. 247, p. 116974-116984, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116974>.
- CHEN, H.; LIN, T.; CHEN, W.; TAO, H. & XU, H.** *Removal of disinfection byproduct precursors and reduction in additive toxicity of chlorinated and chloraminated waters by ozonation and up-flow biological activated carbon process. Chemosphere*, [S.L.], v. 216, p. 624-632, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.052>.
- Chen, T.; Xu, Y.; Zhu, S. & Cui, F.** *Combining physico-chemical analysis with a Daphnia magna bioassay to evaluate a recycling technology for drinking water treatment plant waste residuais. Exotox*. 2015, 368-376.
- CHORUS, I. & BARTRAM, J.** *Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. 416p*, 1999.
- COUTINHO, A.R.; BARBIERI, F.C. & PAVANI, P.A.** *Preparação de carvões ativados a partir de fibras de cellulose*. In: 2º Encontro brasileiro de adsorção, maio de 1998, Florianópolis, Santa Catarina. Anais de trabalhos apresentados, Leonel T. Pinto (editor), p. 139-144, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Brasil, 2000.
- DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A. & VOLTAN, P.E.N.** *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água*. 3ª Edição. São Carlos: 2017.
- ECHEVARRÍA, C.; VALDERRAMA, C.; CORTINA, J.L.; MARTÍN, I.; ARNALDOS, M.; BERNAT, X.; LACAL, A. de; BOLEDA, M.R.; VEGA, A. & TEULER, A.** *Hybrid sorption and pressure-driven membrane technologies for organic micropollutants removal in advanced water reclamation: a techno-economic assessment. Journal Of Cleaner Production*, [S.L.], v. 273, p. 123108-123118, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123108>.
- FREEDMAN, D.E.; RILEY, S.M.; JONES, Z.L.; ROSENBLUM, J.S.; SHARP, J.O.; SPEAR, J.R. & CATH, T. Y.** *Biologically active filtration for fracturing flowback and produced water treatment. Journal Of Water Process Engineering*, [S.L.], v. 18, p. 29-40, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.05.008>.
- FREITAS, A.G et al.** *Recirculação de água de lavagem de filtros e perigos associados a protozoários*. Universidade de Viçosa. Minas Gerais. p. 37-46, 2010.
- GERRITY, D; ARNOLD, M; DICKENSON, E; MOSER, D; SACKETT, J.D. & WERT, E.C.** *Microbial community characterization of ozone-biofiltration systems in drinking water and potable reuse applications. Water Research*, [S.L.], v. 135, p. 207-219, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2018.02.023>.
- GLOVER, C.M.; QUIÑONES, O. & DICKENSON, E.R.V.** *Removal of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl*

*substances in potable reuse systems.* Water Research, [S.L.], v. 144, p. 454-461, nov. 2018. Elsevier BV.

**GORA, S.L. & ANDREWS, S.A.** *Removal of natural organic matter and disinfection byproduct precursors from drinking water using photocatalytically regenerable nanoscale adsorbents.* Chemosphere, [S.L.], v. 218, p. 52-63, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.102>.

**Hernandez, L.L.; Vieno, N.; Temmink, H.; Zeeman, G. & Buisman, C.J.N.** *Occurrence of xenobiotics in gray water and removal in three biological treatment systems.* Environ. Sci. Technol. 44, 6835e6842, 2010.

**HONG, S.; XIAN-CHUN, T.; NAN-XIANG, W & HONG-BIN, C.** *Leakage of soluble microbial products from biological activated carbon filtration in drinking water treatment plants and its influence on health risks.* Chemosphere, [S.L.], v. 202, p. 626-636, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.123>.

**LOPES, J. B. R.** *Reaproveitamento de retrolavagem de filtro de areia e modificação de ETE existente em estação de tratamento de água.* Recursos Hídricos. Instituto Federal do Ceará. 2010.

**MENG, Z.; ZHOU, Z.; ZHENG, D.; LIU, L.; DONG, J.; YANG, Y.; LI, X. & ZHANG, T.** *Optimizing dewaterability of drinking water treatment sludge by ultrasound treatment: correlations to sludge physicochemical properties.* Ultrasonics Sonochemistry, [S.L.], v. 45, p. 95-105, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.02.027>.

**OLIVEIRA, B.R.; SANCHES, S.; HUERTAS, R.M.; CRESPO, M.T. Barreto & PEREIRA, V.J.** *Treatment of a real water matrix inoculated with Aspergillus fumigatus using a photocatalytic membrane reactor.* Journal Of Membrane Science, [S.L.], v. 598, p. 117788-117798, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2019.117788>.

**OMS (Organização Mundial da Saúde).** *Diretrizes para a qualidade da água potável incorporando o Primeiro Adendo*, quarta edição. Organização Mundial da Saúde, Genebra, 2017.

**Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.** *Procedimentos de Controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.* Ministério da Saúde, Brasil, 2021.

**QIAN, Y.; HU, Y.; CHEN, Y.; AN, D.; WESTERHOFF, P.; HANIGAN, D. & CHU, W.** *Haloacetonitriles and haloacetamides precursors in filter backwash and sedimentation sludge water during drinking water treatment.* Water Research, [S.L.], v. 186, p. 116346-116357, 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2020.116346>.

**Shafiquzzman, M.; Al-Mahmud, A.; AlSaleem, S.S & Haider, H.** *Application of a low cost ceramic filter for recycling sand filter backwash water.* Water Basel, p. 150-165, 2018.

**SUN, Y; ANGELOTTI, B; BROOKS, M; DOWBIGGIN, B; EVANS, P.J.; DEVINS, B. & WANG, Z.W.** *A pilot-scale investigation of disinfection by-product precursors and trace organic removal mechanisms in ozone-biologically activated carbon treatment for potable reuse.* Chemosphere, [S.L.], v. 210, p. 539-549, 2018. Elsevier BV.

**TAN, Y.; LIN, T.; JIANG, F.; DONG, J.; CHEN, W. & ZHOU, D.** *The shadow of dichloroacetonitrile (DCAN), a typical nitrogenous disinfection by-product (N-DBP), in the waterworks and its backwash water reuse.* Chemosphere, [S.L.], v. 181, p. 569-578, 2017.

**Ternes, T. & Joss, A.** *Human pharmaceuticals, hormones and fragrances: the challenge of micropollutants in urban water management.* IWA, London, 2016.

**VALBONESI, P.; PROFITA, M.; VASUMINI, I. & FABBRI, E.** *Contaminants of emerging concern in drinking water: quality assessment by combining chemical and biological analysis.* Science Of The Total Environment, [S.L.], v. 758, p. 143624-143634, 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143624>.

**ZHANG, J.; LIN, T. & CHEN, W.** *Micro-flocculation/sedimentation and ozonation for controlling ultrafiltration membrane fouling in recycling of activated carbon filter backwash water.* Chemical Engineering Journal, [S.L.], v. 325, p. 160-168, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2017.05.077>.

**Zhou, A. & Li, J.** *Impact of income inequality and environmental regulation on environmental quality: Evidence from China.* Journal of Cleaner Production, Volume 274, 2020. <https://doi.org.ez6.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.jclepro.2020.123008>

