



AVALIAÇÃO DE TRIHALOMETANOS NA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE UM MUNICÍPIO DO ESTADO DO CEARÁ

Thiago de Norões Albuquerque¹

Enio Costa²

Francisca Daiane Almeida Gadelha³

Belarmino Ferreira de Albuquerque⁴

A desinfecção da água é necessária para a segurança sanitária do abastecimento, mas nesse processo podem ser gerados subprodutos indesejados, dos quais os Trihalometanos – originados pela reação do cloro ativo com a matéria orgânica. A avaliação desses é requerida pela Portaria MS 05/2017, que entre outros aspectos, consolidou os parâmetros de potabilidade. Nesse contexto, este estudo de caso buscou avaliar a concentração de THM nos pontos de controle de reservatórios e ao longo da rede do sistema de abastecimento de um município do Estado do Ceará. Para tanto, foram utilizados dados disponibilizados para o período entre janeiro de 2015 a setembro de 2016, pelo prestador de serviços de água e esgoto, a partir de solicitação por sistema de informação ao cidadão. Para fins comparativos, avaliou-se as concentrações de Cloro e COT nos pontos discutidos. Observou-se aumento da concentração de THM ao longo da extensão do sistema de distribuição em relação à ETA. Verificou-se correlação moderada entre a proporcionalidade das concentrações de COT e do somatório dos espécimes de THM. Comparando os resultados obtidos de THM Totais com o Valor Máximo Permitido, sob uma análise mais restritiva do padrão, houve desconformidade em 67% dos pontos monitorados na rede. A pesquisa contribuiu com apontamentos para a demanda de avaliação desses compostos, haja vista os riscos à saúde associados à sua presença. Destaca-se ainda que as características do manancial de captação influenciam na formação desses subprodutos, o que pode ser agravado com a vulnerabilidade ambiental dos corpos aquáticos na atualidade.

PALAVRAS CHAVE: Tratamento de água; Subprodutos; Desinfecção.

¹Prof. Me. Instituto Federal do Maranhão – Buriticupu, Thiago.noroes12@gmail.com.

²Prof. Dr. Instituto Federal do Ceará – Fortaleza.

³Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Instituto Federal do Ceará – Fortaleza.

⁴Geógrafo. Esp. Universidade Regional do Cariri.

INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Água (ETA) tem por finalidade potabilizar a água que será distribuída e consumida pelas economias estando presentes em zonas urbanas ou rurais. Para tanto, há diversos processos e operações a fins de remover partículas que tornam a água imprópria ao consumo. No entanto, com a utilização de soluções químicas auxiliares e a depender das características da água bruta, pode haver a formação de subprodutos indesejados.

Para Silva, Maracajá e Cruz (2014), diversas eventualidades existentes na rede de distribuição de água potável podem afetar de forma negativa o abastecimento, produzindo uma redução acentuada entre a qualidade da água tratada afluente ao reservatório e a final na chegada aos ramais de distribuição, sendo requeridos mecanismos que assegurem a conformidade quanto à potabilidade. Diante tal situação, a etapa de desinfecção é planejada para que haja um residual do agente desinfetante, sendo o cloro o mais comumente utilizado devido as suas características de fácil utilização, baixo custo e possibilidade de manutenção de concentração ativa na rede de distribuição (GOMEZ-LOPEZ, GIL, ALLENDE, 2017).

A utilização dos diferentes produtos químicos nos processos de desinfecção pode induzir reações com a consequente formação de subprodutos entre o agente desinfetante e substâncias dispersas na água como matéria orgânica natural com frações de ácido húmico, ácidos flúvicos, aminoácidos, hidratos de carbono, lipídios e ácidos orgânicos. Tais subprodutos podem apresentar variado risco a saúde mediante a concentração disponível no meio e o arranjo químico originário do composto.

A concentração de matéria orgânica dissolvida, as características e concentrações do desinfetante, tempo de contato, a temperatura e outras variantes podem influenciar na geração de subprodutos indesejados, sendo as características do manancial de captação uma das de maior peso. As concentrações de cloro dosadas no sistema operacional de tratamento de água não são seletivas, apresentando um elevado grau de reatividade, reagindo assim com diferentes compostos presentes no meio (MONTEIRO et al., 2014). Os componentes formados podem apresentar composição variada e a depender de sua

Realização



Apoio Institucional



concentração podem oferecer riscos de contaminação ou não, caso haja seu consumo na água distribuída.

As reações de desinfecção podem se estender e se processar mais efetivamente ao longo da rede de distribuição de água afetando o microsistema de abastecimento e conseqüentemente as economias abastecidas. Na presença de matéria orgânica nas tubulações, reações de desinfecção irão se processar consumindo as concentrações residuais do desinfetante, que em sua maioria utilizam compostos a base de cloro. Os mecanismos de recloração ao longo da rede tem por objetivo a manutenção do residual de cloro para assegurar a qualidade sanitária, porém as dosagens podem agravar a produção de substâncias deletérias à saúde.

Estima-se que mais de 600 formas diferentes de subprodutos não regulamentados podem ser gerados através do consumo dos desinfetantes residuais presentes na água pela matéria orgânica incrustada ou dissolvida ao longo do sistema de distribuição, essas frações podem ainda apresentar reações secundárias produzindo novos compostos (YANG et al., 2015).

As principais formas de subproduto gerados no processo de reação entre matéria orgânica e cloro residual são os ácidos haloacéticos e Trihalometanos (THM) com diversas características particulares dependendo do arranjo dos compostos. Por se entender que alguns dos compostos de THM apresentam potencial cancerígeno em seres humanos, é verificada a importância na manutenção do monitoramento referente a esse parâmetro de modo a minimizar os riscos associados ao consumo dessas águas.

Diante do apresentado, o trabalho em questão buscou verificar os valores de Trihalometanos totais e suas respectivas frações existentes na rede de abastecimento de um município do Estado do Ceará de representativa urbanização e densidade demográfica.

FORMAÇÃO E REMOÇÃO DE THM

Desde a sua constatação, tornou-se claro que os trihalometanos são apenas alguns dos subprodutos da desinfecção sendo sua presença utilizada como um indicador da existência de outras substâncias (CESCO, 2007). Observa-se que a formação de

Realização



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Santos Dumont

Apoio Institucional



Trihalometanos tem relacionamento direto com a elevação da dosagem de cloro na presença de ácidos húmicos e fúlvicos (LARDINI e OLIVEIRA, 2010).

As moléculas estruturais de trihalometanos são formadas por carbono com fórmula CH_nX_m onde o X pode ser substituído por cloro, flúor, bromo ou iodo (AZAMAT et al., 2015). Na formação dos trihalometanos as reações de oxidação que se processa no meio se iniciam quando o cloro atua sobre os agentes percussores desencadeando a formação desses compostos tendo tempo de duração da reação variável ocorrendo enquanto existir reagente disponível, em sua maioria o cloro livre (MEYER, 1994). Segundo Bach et al., (2015), a variação dos parâmetros que interferem na formação dos trihalometanos podem favorecer ou inibir as concentrações dos espécimes produzidos. Segundo o mesmo autor espécimes de rápida ou de lenta formação pode ser gerado ou não dependendo do tempo de processamento da reação.

Diversas investigações têm sido elaboradas por acreditar que os subprodutos orgânicos gerados nos processos de desinfecção apresentam ações tóxicas e cancerígenas, especialmente aos seres humanos, assim necessitando de maior atenção por parte dos órgãos de saúde pública (RIGHI et al., 2014).

No contexto dos trihalometanos, devido à dificuldade na remoção destes apenas com o tratamento convencional passou-se a se estudar a incorporação de aditivos que permitissem sua maior remoção (XIAO et al., 2014). Quando utilizado o carvão ativado para otimização dos processos de coagulação e remoção de trihalometanos, foi observado que a eficiência do processo se encontra diretamente relacionada ao tamanho das partículas dispersas nas águas (HANSEN, 2012).

O uso de desinfetantes alternativos que não contenham cloro livre na sua composição para remoção de matéria orgânica também se torna eficiente por reduzir a formação de subprodutos decorrente da reação com a desinfecção, mas outras medidas como mudança da fonte de abastecimento de água bruta dos municípios e remoção de substâncias precursoras antes da utilização de desinfetantes com cloro são alternativas viáveis (DUDAMEL E RIVERO, 2015).

METODOLOGIA

Os dados para a pesquisa foram solicitados através do Serviço de Informação ao Cidadão (SIC) do prestador de serviços de água e esgoto. Foram solicitados os dados das análises de Trihalometanos, Cloro residual e Carbono Orgânico Total (COT) para a rede de abastecimento analisada. Para que seja evitado conflito de interesse, optou-se por não mencionar os nomes dos referidos bairros assim como o município pesquisado.

As análises de cloro residual e carbono orgânico foram disponibilizadas apenas para os reservatórios de pontos de controle e pontos específicos de verificação na rede, para os demais pontos de monitoramento foram disponibilizados apenas as concentrações de Trihalometanos totais.

Foram utilizados sete pontos de controle nos quais estão presentes a saída da estação de tratamento, o reservatório externo de distribuição de água para diversos município, reservatórios internos inseridos dentro do município analisado e pontos na rede de abastecimento, e quatro pontos para verificação das concentrações de THM na rede de abastecimento municipal (Tabela 01). As denominações dos pontos foram dispostas em ordem crescente de distância em relação à ETA e as informações para o ponto de controle datam do mês de fevereiro de 2015.

Tabela 1. Pontos de verificação

Pontos de Controle do reservatório	Pontos de monitoramento
A – Saída da estação de tratamento de água	1 - Rede
B – Reservatório Externo	2 - Rede
C – Rede	3 - Rede
D – Reservatório Interno	4 - Rede
E – Rede	
F – Reservatório Interno	
G – Rede	

Fonte: Adaptado da Concessionaria de Abastecimento (2021).

Foram utilizadas nove coletas para amostragem dos pontos de monitoramento

Realização

GSC
EVENTOS ESPECIAIS
a grite de sucesso em eventos



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



Grupo de Pesquisa
Ciências Ambientais
IFSULDEMINAS - Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Santos Dumont

Apoio Institucional

UninCor
tá no coração da gente

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
Ciências Ambientais



Unifal
Universidade Federal de Alfenas

entre os períodos de 2015 e 2016, as coletas e análises ocorreram por parte da concessionária de abastecimento. O padrão máximo permitido seguiu o proposto pela Portaria de Consolidação MS 05/2017 dentre outros parâmetros os limites máximos de THM para abastecimento humano. Para os pontos de controle foram especificadas as diferentes formas de THM produzidas, permitindo correlacionar com as possíveis causas de doença através das concentrações existentes.

Nos pontos de controle foram levantados os pontos mais críticos do sistema, as frações e períodos de maior concentração de THM e correlação de Pearson entre as variações de COT e THM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Bach (2015), embora possam haver nove formas diferentes de trihalometanos gerados nas reações de cloro com substâncias precursoras, em concentrações significativas na água de abastecimento, apenas algumas são comumente encontrados em águas tratadas. De acordo com Duarte e Pinto (2008), as principais formas de trihalometanos formados nas águas de abastecimento são o triclorometano denominado de Clorofórmio (TCM), Bromodiclorometano (BDCM), Dibromoclorometano (DBCM) e Tribromometano denominado Bromofórmio (TBM). Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos parâmetros analisados nos pontos de controle.

Ponto de Coleta	Parâmetros (mg.L-1)						
	COT	Cloro	TCM	BDCM	DBCM	TBM	THM Totais
A	7,526	3	0,011	0,018	0,039	0,014	0,08
B	7,35	3,5	0,011	0,02	0,043	0,016	0,09
C	7,84	2,5	0,017	0,025	0,057	0,017	0,12
E	7,43	2,5	0,023	0,03	0,056	0,019	0,13
F	8,17	2	0,045	0,044	0,069	0,021	0,18
D	7,51	3	0,034	0,037	0,067	0,022	0,16
G	7,8	1,5	0,059	0,045	0,066	0,017	0,19
Mínimo	7,35	1,5	0,011	0,018	0,039	0,014	0,08
Máximo	8,17	3,5	0,059	0,045	0,069	0,022	0,19

Fonte: Autor (2021).

Foi observado que as maiores concentrações de COT e das frações de THM

Realização



Apoio Institucional



ocorreram nos pontos mais distantes da rede de abastecimento em relação a saída inicial após o tratamento, é verificado também que as dosagens de cloro tendem a diminuir em pontos mais distantes da rede.

Houve redução do teor de Cloro ao longo da rede, com exceção do fato ocorrido nos pontos B e D que recebem recloração logo à montante do ponto monitorado. Isso pode ser justificado pela necessidade existente devido à redução elevada dos teores de cloro motivados pela reação com o biofilme presente nas paredes das tubulações, conforme evidenciado por Sarzedas (2009).

Os espécimes de rápida formação de trihalometanos estão associados a estruturas do tipo resorcinol representando até 30% da matéria orgânica dissolvida e as lentas a compostos fenolíticos (DUARTE e PINTO, 2008). Segundo Beleza (2005), entre as quatro principais formas de trihalometanos analisadas, na dinâmica reacional surgem inicialmente o Dibromoclorometano e o Bromodiclorometano, sendo a formação do Clorofórmio existente apenas após um maior tempo de contato entre os reagentes, fato esse verificado na situação analisada, onde as maiores concentrações dos compostos citados como de formação inicial logo após a saída da ETA.

As concentrações de COT não sofrem grande variação ao longo da rede de abastecimento. Segundo Hong et al. (2013), altas concentrações de COT influenciam diretamente na formação de THM, além disso, da fração orgânica passível de gerar subprodutos ocorre a seguinte divisão - frações hidrofóbicas como precursores originam principalmente clorofórmio e frações hidrofílicas geram outros subprodutos com mais facilidade. Quando realizada a correlação dos dados entre as concentrações de Carbono Orgânico Total e as diferentes frações de THM, expressas na Tabela 3, foi observado que a correlação foi positiva para as diferentes frações indicando que um acréscimo nesse parâmetro eleva a formação de subprodutos.

De acordo com Oliveira (2017), as mesmas constatações foram verificadas quando correlações entre COT e THM foram realizadas para manancial superficial estudado, se demonstrando moderada correlação para valores médios de COT entre 6 e 7 mg.L-1. Comparando ainda o comportamento do desinfectante dosado nas amostras dos dois tipos de água superficial, aquela com maior concentração de COT apresentou uma maior

degradação do cloro e maior correlação na produção de frações de THM (OLIVEIRA, 2018).

A maior correlação identificada foi para o Bromodiclorometano estando esse associado as características da matéria orgânica e da sua velocidade de formação no meio reacional em relação às demais, como anteriormente relatado.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre o COT e os THM

PARÂMETRO	TCM	BDCM	DBC	TBM	THM Totais
COT	0,5932	0,6277	0,6246	0,313	0,629

Fonte: Autor (2021).

Em relação às concentrações de THM totais, esses no ponto A (saída da ETA) e no ponto B (Reservatório externo) se demonstraram abaixo do valor máximo permitido para abastecimento humano, entretanto para os demais pontos observados as concentrações observadas foram superior ao valor permitido, atingindo no ponto G o maior valor para a data da coleta.

Quando a matéria orgânica adentra os sistemas de tratamento e é carregada para as redes de distribuição reage com o cloro residual livre produzindo diversos subprodutos elevando a concentração dos trihalometanos nas águas, sendo as máximas verificadas em pontos mais distantes da rede (MATSUMOTO, 2006).

Para os pontos de monitoramento foi identificado que os valores mais elevados de THM totais ocorreram no período de janeiro a junho, onde também foi identificado valor superior ao máximo permitido em todas as coletas nesse período (Tabela 2). Um fator interessante apresentado por Marina et al. (2010), consiste na maior concentração de THM em águas superficiais nos períodos de verão, em razão aos acréscimos na temperatura que passa a contribuir para o aumento da velocidade nas interações químicas entre cloro e a matéria orgânica.

Tabela 4. Valores de THM para os pontos de monitoramento entre 2015 e 2016

PONTO DE COLETA	jan/15	abr/15	jun/15	set/15	dez/15	mar/16	jun/16	set/16
	THM Totais (mg.L ⁻¹)							
1	0,1517	0,1375	0,1657	0,0942	0,0784	0,126	0,1386	0,0969
2	0,1463	0,1359	0,1328	0,097	0,0839	-	0,1427	0,099
3	0,1409	0,1294	0,1488	0,1004	0,0878	0,1491	0,1298	-
4	0,1474	0,1274	0,1759	0,0983	0,0832	0,1064	0,1563	0,0928

Fonte: Autor (2021).

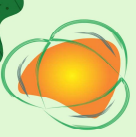
Acima do Valor Máximo Permitido (VPM) pela Portaria de Consolidação nº05/2017.

* Os valores utilizados como máximo permitido levam em referência de 0,100 mg.l⁻¹.

Investigações adicionais têm sido elaboradas por acreditar que os subprodutos gerados nos processos de desinfecção apresentam indicativo de toxicidade e potencial carcinogenico, especialmente aos seres humanos conforme os estudos produzidos (PHETRAK, LOHWACHARIN e TAKIZAWA, 2016). Para Rodrigues (2014), os efeitos da exposição prolongada a trihalometanos são: riscos de atraso de crescimento e formação congênitas. Já Sierra e Guerrero (2014), apresentam que a Agência Internacional de Pesquisa de Câncer (IARC) determinou em seus estudos a carcinogenicidade as principais formas de trihalometanos conhecidas, identificando o Clorofórmio e o Bromodiclorometano como possíveis causadores de câncer em humanos.

Decorrente do mencionado há a demanda por um controle mais efetivo desse parâmetro de modo a assegurar a manutenção das condições de saúde. Outros estudos como os de Lourencetti et al. (2012) afirmaram que os trihalometanos podem sofrer absorção dérmica ou serem inalados quando presentes em ambientes de recreação de contato primário.

Para Sierra e Guerrero (2014), segundo a classificação do IARC, o grupo 2B (Clorofórmio e Bromodiclorometano) retrata evidências limitadas de carcinogenicidade em humanos e existência de provas suficientes em animais experimentais. Como as concentrações para esses compostos presentes nos pontos de controle se demonstraram elevadas, ocorre a necessidade de adotar mecanismos que possam reduzir a formação desses subprodutos minimizando o risco a saúde pública e cumprindo o previsto na



legislação.

Os métodos utilizados para controle de formação de subprodutos podem ser classificados como: de redução das concentrações de precursores, utilização de desinfetantes alternativos e remoção dos compostos gerados (RODRIGUES, 2014).

Segundo Reguero et al. (2013), para a redução das concentrações de precursores nas águas de abastecimento a escolha de uma da tecnologia de tratamento de água adequada influência favorecendo ou minimizando a formação desses subprodutos. Outra ferramenta utilizada são os medidores de concentrações de fração orgânica e precursores de trihalometanos que podem ser utilizados na otimização do tratamento de água (MARHABA; BORGAONKAR e PUNBURANANON, 2009).

A incorporação de aditivos alternativos para remoção de THM tem se mostrado eficiente em pesquisas, a exemplo é possível mencionar o carvão ativado que apresentou significativa remoção dos teores dessas substâncias quando incorporados no processo de tratamento de água (XIAO et al., 2014).

CONCLUSÕES ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das frações de trihalometanos observadas nos pontos de monitoramento (TCM, BDCM, DBCM e TBM), houve consonância com demais trabalhos da literatura com a predominância de DBCM e BDCM nas amostragens mais próximas ao início da rede.

Houve uma razão de proporcionalidade moderada entre as concentrações de COT e THM. Foi verificada a redução do teor de cloro na extensão da rede, exceto no ponto onde é realizada a recloração.

As concentrações de THM totais, em sua maioria, estão acima do Valor Máximo Permitido, sendo um dado de alerta ao controle de tais compostos na água consumida pela população, considerando as medidas preventivas ainda na concepção do arranjo da ETA e das ações de conservação dos mananciais, bem como na manutenção da rede, em especial de pontos críticos, onde pode haver um maior acúmulo de matéria orgânica e a formação de limo. Ações atenuantes corretivas também são de importância, como a utilização de mecanismos para a remoção desses compostos em valores mais elevados.

Realização



Apoio Institucional



REFERÊNCIAS

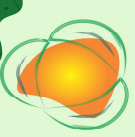
- AZAMAT, J.; KHATAEE, A.; JOO, S. W.; YIN, B. Removal of trihalomethanes from aqueous solution through armchair carbon nanotubes: A molecular dynamics study. **Journal of Molecular Graphics and Modelling**, [s.i], v. 57, p.70-75, 2015.
- BACH, L.; GARBELINI, E. R.; STETS, S.; PERALTA-ZAMORA, P.; EMMEL, A. Experimental design as a tool for studying trihalomethanes formation parameters during water chlorination. **Microchemical Journal**, Curitiba, v. 123, p.252-258, 2015.
- BELEZA, J. M. I de B. B. **Simulação das concentrações de cloro residual e trihalometanos em redes de distribuição de água para consumo humano**. 2005. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2005.
- CESCO, D. D. **Avaliação em escala real da formação de thms em águas de abastecimento**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.
- DUARTE, A. A. L. S.; PINTO, J. A. S. **Aplicação de modelos matemáticos no controle da formação de trihalometanos em águas de abastecimento**. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13. 2008, [s.i]. Anais.... Amazonas: Abes, 2008. p. 1 - 8.
- DUDAMEL, W; RIVERO, T. Adsorción de la materia orgánica natural del agua para reducir la formación de trihalometanos. **Revista Digital de Investigación y Postgrado**, [s.i], v. 5, p.820-834, 2015.
- GOMEZ-LOPEZ, V. M; GIL, M. I; ALLENDE, A. A novel electrochemical device as a disinfection system to maintain water quality during washing of ready to eat fresh produce. **Food Control**, Murcia, n. 71, p.242-247, 2017.
- HANSEN, K. M. S; WILLACH, S; ANTONIOU, M. G; MOSBAEK, H; ALBRECHTSEN, H. J; ANDERSEN, H. R.. Effect of pH on the formation of disinfection byproducts in swimming pool water e Is less THM better. **Water Research**, [s.i], v. 46, p.6399-6409, 2012.
- HONG, H. C. Properties of sediment nom collected from a drinking water reservoir in South China, and its association with thm and haas formation. **Journal of Hydrology**, [s.], v. 476, p.274-279, 2013.
- LARDINI, V; OLIVEIRA, E. C de. Determinação de trihlometanos em água por microextração em fase sólida no modo headspace. **Revista Destaques Acadêmicos**, [s.i], v. 4, p.25-32, 2010.
- LOURENCETTI, C. **Trihalomethanes in chlorine and bromine disinfected swimming pools: Air-water distributions and human exposure**. Environment International, Barcelona, v. 45, p.59-67, 2012.
- MARHABA, T. F.; BORGAONKAR, A. D.; PUNBURANANON, K. Principal component regression model applied to dimensionally reduced spectral fluorescent signature for the determination of organic character and THM formation potential of source water. **Journal of Hazardous Materials**, [s.i], v. 169, p.998-1004, 2009.
- MARINAA, L. S; AYERDIB, M; LERTXUNDIA, A; BASTERRETXEA, M; GOÑIA, F; ALVARED.J. I; ARRANZE, L; BLARDUNIE, E; IBARLUZEAA, J. M. Concentración de trihalometanos y de ácidos haloacéticos en el agua de consumo y esta durante el embarazo en la cohorte INMA-Gimación (Espanã). **Gaceta Sanitaria**, [s.i], v. 24, p.321-328, 2010.
- MATSUMOTO, T; CESCO, D. D. **Os efeitos da pré-oxidação da água bruta em eta de pequeno porte na produção de águas de abastecimento**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30. 2006, Ilha Solteira. Anais.... Punta del Este: Aidis, 2006. p. 2 - 10.
- MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos

Realização

INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus MuzambinhoINSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Santos Dumont

Apoio Institucional





Potenciais à Saúde Pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, p.99-110, 2016.

MONTEIRO, L; FIGUEIREDO, D; DIAS, S; FREITAS, R; COVAS, D; MENAIA, J; COELHO, S. T. Modeling of chlorine decay in drinking water supply systems using EPANET MSX. **Procedia Engineering**, Lisboa, n. 70, p.1192-1200, 2014.

OLIVEIRA, L. de. **Decaimento da concentração de cloro residual livre nas redes de abastecimento de água**. 2018. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

OLIVEIRA, R. R. de. **Estudo do potencial de formação de trihalometanos na água da lagoa de Extremoz-RN**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

PHETRAK, A; LOHWACHARIN, J; TAKIZAWA, S. Analysis of trihalomethane precursor removal from sub-tropical reservoir waters by a magnetic ion exchange resin using a combined method of chloride concentration variation and surrogate organic molecules. **Science of the Total Environment**, [s.], v. 539, p.165-174, 2016.

REGUERO, V; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, R; FERMOSO, J; PRIETO, O; POCOSTALES, P; GONZÁLEZ, R; IRUSTA, R; VILLAVERDE, S. Comparison of conventional technologies and a Submerged Membrane Photocatalytic Reactor (SMPR) for removing trihalomethanes (THM) precursors in drinking water treatment plants. **Desalination**, Valladolid, v. 330, p.28-34, 2013.

RIGHI, E. FANTUZZI. G; PREDIERI. G; AGGAZZOTTI. G. Bromate, chlorite, chlorate, haloacetic acids, and trihalomethanes occurrence in indoor swimming pool waters in Italy. **Microchemical Journal**, [s.i.], v. 113, p.23-29, 2014.

RODRIGUES, F. M. **Análise do risco da presença de trihalometanos em água para consumo humano, no distrito de Braga**. 2014. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, [s.i.], 2014.

SANTOS, M. S. dos; MARTENDAL, E; CARASEK, E. Determination of thms in soft drink by solid-phase microextraction and gas chromatography. **Food Chemistry**, Florianópolis, v. 127, p.290-295, 2011.

SARZEDAS, G. L. **Planejamento para substituição de tubulações em sistema de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da região metropolitana de São Paulo**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SIERRA, O. E. G.; GUERRERO. E. M. O. **Determinación de trihalometanos (THM's) en aguas tratadas de la ciudad de pereira mediante cromatografía de gases por microcaptura de electrones**. 2014. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, [s.i.], 2014.

SILVA, A. B. da; MARACAJÁ, M. L; CRUZ, P. S. **Qualidade da água utilizada no abastecimento público do município de Monteiro-PB**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 12., 2014, [s.i.]. Anais.... São Paulo: ABRH, 2014. p. 1 - 10.

XIAO, J; YUE, Q; GAO, B; SUN, Y; KONG, J; GAO, Y; LI, Q; WANG, Y. Performance of activated carbon/nanoscale zero-valent iron for removal of trihalomethanes (THMs) at infinitesimal concentration in drinking water. **Chemical Engineering Journal**, [s.i.], v. 253, p.63-72, 2014.

Yang, L.; Kim, D; Uzun, H; K, T; Hur, J. Assessing trihalomethanes (THMs) and N-nitrosodimethylamine (NDMA) formation potentials in drinking water treatment plants using fluorescence spectroscopy and parallel factor analysis. **Chemosphere**, [s.i.], n. 121, p.84-91, 2015.

Realização



Apoio Institucional

