Alternativas de pré e pós-oxidação em tratamento de águas superficiais para abastecimento público, conjugando Ultrassom com ClO_2 e $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaClO}$: Determinação de subprodutos via GC-MS/MS

Eric Augusto de Medeiros Rodrigues*, Maria Aparecida Carvalho de Medeiros (orientadora)

Resumo

A pré-oxidação e a desinfecção (pós-oxidação) são as etapas do processo de tratamento da água para abastecimento público responsáveis pela remoção de matéria orgânica e dos microrganismos patogênicos. No Brasil e no mundo, o cloro é o oxidante químico mais utilizado para a realização destas etapas. Nos estudos sobre a aplicação de cloro em água superficial têm sido determinado a formação de subprodutos de desinfecção (SPDs), como os trihalometanos (THMs), e os ácidos haloacéticos (HAAs) que são potencialmente cancerígenos. Tecnologias alternativas ao cloro têm sido um caminho para a minimização desses SPDs nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). O ultrassom (US) tem sido uma tecnologia alternativa eficiente por não gerar resíduos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos otimizar os processos de pré e pós-oxidação, aplicando-se o US sozinho e os oxidantes alternativos ao cloro: ClO_2 e H_2O_2 na pré-oxidação e hipoclorito de sódio (NaClO) na pós-oxidação. Neste estudo foi utilizado o US de baixa frequência (42 KHz) e potência de 100 W. O estudo foi realizado com coleta de água bruta no manancial de captação do município de Campinas: o rio Atibaia. Após as etapas do tratamento em ciclo completo, foram analisados os principais THMs: Triclorometano (Clorofórmio), Bromodiclorometano, Dibromoclorometano e Tribromometano (Bromofórmio) via Cromatografia Gasosa com detector de espectrometria de massas utilizando metodologia de extração e pré-concentração headspace estático (HS-GC-MS). Para as análises de THMs via HS-GC-MS tem-se os seguintes resultados das tecnologias alternativas: ClO_2 ($3,0 \mu\text{g L}^{-1}$), H_2O_2 (< limite de detecção), US ($1,0 \mu\text{g L}^{-1}$), todos apresentaram uma elevada redução na formação de SPDs, em comparação ao cloro (aplicado como NaClO ($40,0 \mu\text{g L}^{-1}$)). Estão em andamento as conjugações do US com ClO_2 e H_2O_2 .

Palavras-chave: Ultrassom, Pré-oxidação, Subprodutos

Palavras-chave:

Introdução

Nos estudos sobre a aplicação de cloro em água superficial têm sido determinado a formação de subprodutos de desinfecção (SPDs): trihalometanos (THMs, valor máximo de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ (Portaria 2914(2011))), que são potencialmente cancerígenos. Tecnologias alternativas ao cloro têm sido um caminho para a minimização desses SPDs nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). O ultrassom (US) tem sido uma tecnologia alternativa eficiente por não gerar resíduos. o presente trabalho teve como objetivos otimizar os processos de pré e pós-oxidação, aplicando-se o US sozinho e os oxidantes alternativos ao cloro: dióxido de cloro (ClO_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) na pré-oxidação e hipoclorito de sódio (NaClO) na pós-oxidação. A remoção destes SPDs tem sido um grande desafio nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) para a potabilização da água (ZHOU, *et al.*, 2016).

Resultados e Discussão

O presente trabalho foi realizado em quatro etapas: 1) Caracterização físico-química da água bruta; 2), Otimização da dosagem do coagulante policloreto de alumínio (PAC); 3) Tratamento da água em ciclo

Tabela 1. Resultado do tratamento da água com os diferentes processos de pré-oxidação e US e com pós-oxidação com hipoclorito de sódio (2 mg L^{-1}).

Ensaio	TOC	TC	IC	Cor	Turbidez	UV ₂₅₄	THMs
Bruta (06/02/17)	7,095	14,82	7,725	174	74,2	0,283	nd
NaClO	3,563	11,71	8,150	3,0	0,34	0,039	40,0
ClO_2	4,755	10,14	5,388	5,0	0,31	0,046	3,0
H_2O_2	3,933	11,79	7,861	4,0	0,13	0,048	nd
US	3,722	11,64	7,921	4,0	0,24	0,042	1,0

TOC= Carbono Orgânico Total (mg L^{-1}), TC= Carbono Total (mg L^{-1}), IC= Carbono Inorgânico (mg L^{-1}), UV₂₅₄= Absorbância no comprimento de onda $\lambda = 254 \text{ nm}$, Cor(mg PtCo L^{-1}), Turbidez(NTU), THMs ($\mu\text{g L}^{-1}$), = Triclorometano (Clorofórmio), Bromodiclorometano, Dibromoclorometano, Tribromometano (Bromofórmio), Trihalimetanos Total, nd = Não detectada.

Conclusão

Para as análises de THMs via HS-GC-MS tem-se os seguintes resultados das tecnologias alternativas: ClO_2 ($3,0 \mu\text{g L}^{-1}$), H_2O_2 (< limite de detecção), US ($1,0 \mu\text{g L}^{-1}$), todos apresentaram uma elevada redução na formação de SPDs, em comparação ao cloro (aplicado como NaClO ($40,0 \mu\text{g L}^{-1}$)). Os estudos com as conjugações do US com ClO_2 e H_2O_2 estão em andamento.

Agradecimentos

À empresa SANASA pela parceria e a PRP-UNICAMP/PIBITI/CNPq pelo apoio financeiro.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS Nº 2914 DE 12 de Dezembro de 2011, v. 2011, p. 32, 2011.

ZHOU, X. *et al.* Influence of ultrasound enhancement on chlorine dioxide consumption and disinfection by-products formation for secondary effluents disinfection. *Ultrasonics sonochemistry*, v. 28, p. 376–381, 2016.

completo; e 4) Análises dos SPDs.

Na Tabela 1 é mostrada a caracterização físico-química da água após o tratamento em ciclo completo com os diferentes pré-oxidantes, US e os dados de THMs.