

DESINFECÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO POR IRRADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Daisy Cristina Monteiro dos Santos¹; Lídia Ferreira Assunção²; Fellipe Borges de Souza³
José Waldir Sousa Filho⁴
^{1,2,3,4}Universidade de Uberaba

daisyc.monteiro@gmail.com¹; josewaldir.engenharia@gmail.com⁴

Resumo

Os métodos para desinfecção de água são destinados a inativação de patógenos, minimizando assim os riscos de doenças transmitidas. Dentre estes métodos incluem o tratamento físico como o com luz ultravioleta e processos químicos, para o qual cloro, dióxido de cloro, hipoclorito e ozônio são comumente utilizados. Entretanto, os métodos analíticos modernos têm revelado que estes tratamentos de desinfecção da água podem levar a formação de produtos tóxicos e potencialmente cancerígenos. Sendo assim, existe a necessidade de se desenvolver métodos mais adequados para a desinfecção da água. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi descontaminar água para consumo humano por irradiação ultravioleta. No experimento laboratorial foram realizadas comparações das análises físico-químicas da água contaminada como a água obtida após o tratamento por irradiação UV. No que se refere à água descontaminada, foram analisados: turbidez e pH, além das análises microbiológicas. Para a contagem de microrganismos utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos para

Pseudomonas aeruginosa e a técnica do Número Mais Provável (NMP) para os coliformes termotolerantes. Para o método por ultravioleta, a potência de 125 W e tempo de exposição de 1min foram os mais indicados, onde as variações de pH não foram significativas, a turbidez sofreu redução significativa, não houve

contaminação por *P. aeruginosa*, sendo que o tratamento reduziu o NMP dos coliformes termotolerantes, além de ser levado em consideração os gastos. Tem-se que a desinfecção da água para consumo humano por irradiação ultravioleta é tecnicamente viável.

Palavras-chave: Coliformes Fecais; Controle Microbiológico; *Pseudomonas aeruginosa*.

1 Introdução

Dentre as mudanças de características que a água sofre durante seu percurso no ciclo hidrológico, está a contaminação por impurezas sejam elas orgânicas, inorgânicas ou microbiológicas. (RICHTER, 2009).

A portaria nº- 2.914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Assim adotando o Art. 5º desta portaria as definições quanto ao tipo de água e seus padrões. No Art. 24, esta portaria define que, para sistemas e soluções alternativas de tratamento para abastecimento coletivo de água para consumo humano toda água deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

São basicamente três fases de tratamento na potabilidade das águas naturais, fases nas quais processos e operações unitárias são classificados:

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

clarificação, filtração e desinfecção (LIBÂNIO, 2008).

A eliminação dos contaminantes biológicos é feita no processo de desinfecção. É um processo seletivo, ou seja, não elimina todas as formas vivas ou organismos patogênicos, a eliminação total destas formas vivas é chamada de esterilização (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

Nos sistemas convencionais de tratamento são utilizados agentes químicos, como o cloro gás, que reage com a água formando o hipoclorito que é o agente desinfetante (SOUZA; DANIEL, 2005).

Estudos realizados no Reino Unido e na Holanda, demonstraram que no processo de desinfecção tradicional, a cloração, o cloro é aplicado à água, reage com compostos orgânicos e forma uma série de subprodutos, sendo esses compostos organoclorados potencialmente prejudiciais à saúde humana como, ácidos haloacéticos, halocitronilas e outros (RICHTER, 2009), sendo assim, é viável o uso de novas tecnologias para o processo de desinfecção. Como é o caso da irradiação ultravioleta, que ao contrário dos demais desinfetantes, essa técnica não inativa o microrganismo por interação química, mas pela adsorção da luz causando uma reação fotoquímica que altera os componentes essenciais às funções celulares. Não há formação de subprodutos no método de desinfecção por irradiação UV e se mostra um método eficaz na desinfecção das águas, principal objetivo desta fase do tratamento (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

O intervalo de comprimento de onda de maior efeito é entre 245 e 285 nm, que é considerado a faixa germicida ótima para

a inativação de microrganismos (DANIEL et al. 2001).

Ao penetrar na parede celular dos microrganismos a irradiação UV é absorvida pelo material genético, que possui em suas paredes celulares moléculas com grupos funcionais tais como carbonila, carboxila, instaurações e grupos aromáticos, que são capazes de absorver a irradiação UV e conseqüentemente se decomporem (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

2 Materiais e Métodos

A água utilizada neste trabalho foi obtida de uma estação de tratamento após passar pelas etapas do tratamento antecessoras a desinfecção. Os procedimentos de coleta e armazenamento das amostras estão de acordo com o descrito no padrão de análises utilizado.

Os métodos empregados foram realizados de acordo com os padrões Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater e para a análise de turbidez foi utilizado um turbidímetro. A tabela a seguir mostra os métodos utilizados.

Tabela 1. Análises e métodos utilizados.

Análise	Método
Coliformes fecais	Técnica de tubos múltiplos
Coliformes termotolerantes	Técnica de tubos múltiplos
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Técnica de tubos múltiplos
pH	Método eletrométrico
Turbidez	Método nefelométrico

Unidade experimental

A unidade experimental foi construída em papelão. O interior é forrado com papel alumínio para promover a reflexão da irradiação UV de forma a não danificar

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

a unidade. É equipado com dois dispositivos independentes, em que cada um é constituído por uma lâmpada UV de vapor de mercúrio, um reator para alimentação de cada uma das lâmpadas. Foram realizadas comparações das análises microbiológicas da água proveniente da etapa de filtração com a água obtida pelos métodos de ultravioleta. Amostras foram separadas para a exposição da irradiação UV e estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Divisão das amostras para desinfecção.

Tratamento	Nº de amostras	Potência (W)	Tempo (min)
1	10	125	1
2	10	125	3
3	10	125	5
4	10	250	1
5	10	250	3
6	10	250	5

3 Resultados

Os parâmetros da água bruta antes do tratamento por irradiação ultravioleta estão descritos conforme Tabela 3.

Tabela 3. Dados da água antes de passar pela irradiação UV.

Variáveis	Valores
pH	8
Turbidez	20
Coliformes termotolerantes	5,1 NMP ⁽³⁾ /100 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<2,2 NMP/100 mL

4 Discussão

Após o tratamento com ultravioleta foi possível determinar qual o tratamento mais indicado para a desinfecção da água para consumo humano, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Determinação do melhor tratamento

Tratamentos	1	2	3	4	5	6
pH	X	X	X	X	X	X
Turbidez	X	X	X	X	X	X
NMP						
<i>P.aeruginosa</i>	X	X	X	X	X	X
NMP <i>E. coli</i>	X	X	X	X	X	

Parâmetros físico-químicos

Após as amostras serem submetidas à irradiação ultravioleta, os valores de pH não houve mudança significativa. Este resultado está dentro da legislação vigente, resultado também encontrado por Cantwell e Hofmann (2008), no estudo da inativação de coliformes em águas indígenas não filtradas através de irradiação UV; Sousa Filho (2014), na purificação de caldo-de-cana por irradiação UV.

A variável turbidez se apresentou com valores menores após o tratamento, a turbidez inicial da água foi de 20 NTU. Todos tratamentos reduziram a turbidez da água, tendo destaque o tratamento 4 com potência de 250 W e tempo de exposição de 1 min. A redução na turbidez também foi resultado encontrado por Sousa Filho (2014) na purificação de caldo-de-cana; Mcguigan et al. (2012), em testes de bancada na desinfecção de água com luz solar.

Parâmetros Microbiológicos

Com exceção do tratamento 6, houve redução significativa no número de microrganismos, resultado encontrado por

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Geveke e Torres (2012), para *Escherichia coli* ou *Saccharomyces cerevisiae*; Sousa Filho (2014), na purificação de caldo-de-cana por irradiação UV; Mcguigan et al. (2012), em testes de bancada na desinfecção de água com luz solar.

O tratamento 1 atende a todas as necessidades exigidas pela legislação, causando uma pequena alteração no pH, reduzindo a turbidez, mas principalmente eliminando os principais contaminantes da água. Nota-se que a etapa cloração, é uma etapa do processo de tratamento convencional da água passível de inovações, podendo ser substituída pela exposição à irradiação ultravioleta em um intervalo de 1 minuto.

5 Conclusão

A utilização de métodos não químicos para o tratamento da água pode simplificar o seu processo de desinfecção, após a realização do tratamento com ultravioleta, o que apresentou melhores condições para a desinfecção da água foi o tratamento 1, que corresponde a potência de 125 W e tempo de exposição de 1 minuto. E com relação a água contaminada, a variação de pH foi pequena, já sua turbidez sofreu uma redução significativa. Não houve contaminação por *Pseudomona aeruginosa* e reduziu significativamente o NMP de coliformes termotolerantes sendo um resultado significativo na desinfecção da água.

O processo seria automatizado, reduzindo possíveis erros, além da redução no custo de produção, pois, a mão de obra seria reduzida.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AWWA. WEF. **Standard methods for the examination of water**

and wastewater. 20.ed. Baltimore: APHA, 1998. 1v, il. ISBN 0875532357.

CANTWELL, Raymond E.; HOFMANN, Ron. Inactivation of indigenous coliform bacteria in unfiltered surface water by ultraviolet light. Elsevier. Toronto, p. 2729-2735. fev. 2008.

DANIEL, Luiz Antonio et al. **Métodos Alternativos de Desinfecção da Água**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2001. 139 p.

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

GEVEKE, D.J.; TORRES, D. Pasteurization of grapefruit juice using a centrifugal ultraviolet light irradiator. Journal of Food Engineering, Wyndmoor, p. 241-246. 22 fev. 2012.

LIBÂNO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008. LIBÂNO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

RICHTER, Carlo A. **Água métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009.

SOUSA FILHO, José Waldir de. Purificação do caldo de cana-de-açúcar por irradiação ultravioleta e micro-ondas para produção de açúcar e etanol. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2014.