

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA DESINFECÇÃO DE EFLUENTE HOSPITALAR SINTÉTICO

Camila Vieira Arasaki (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Arisa Koga (PEQ/UEM), Benício Alves de Abreu Filho (Coorientador), Cláudia Telles Benatti (Orientadora), e-mail: camila.v.a@outlook.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharia Química/Tecnologia Química

Palavras-chave: Cloração, Métodos de desinfecção, Subprodutos da desinfecção.

Resumo:

No presente trabalho foi avaliada a eficiência da pré-cloração na desinfecção de efluente hospitalar sintético. Os testes realizados demonstraram que o tratamento elevou a DQO e reduziu o pH das amostras, além disso a cloração demonstrou eficiência na redução da *Escherichia coli*. O cloro residual livre e total assim como o subproduto formado na forma de clorofórmicos foram quantificados, apresentando valores acima e abaixo do padrão de lançamento estabelecido pela Resolução CONAMA 430/2011, respectivamente. Apesar de que, para o efluente sintetizado, a concentração de clorofórmio atender as exigências impostas, é válido ressaltar a possibilidade da formação de outros subprodutos, especialmente na desinfecção de efluente real complexo. Mais pesquisas a respeito da possibilidade de cloração como pré-tratamento de efluentes hospitalares, bem como outros métodos de desinfecção, são fundamentais para evitar o cotratamento desses efluentes diretamente em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), e a possível disseminação de poluentes emergentes e organismos resistentes no ambiente.

Introdução

Os efluentes hospitalares podem oferecer risco químico, físico e biológico para o ambiente e para saúde pública, mas apesar disso, na maioria das vezes, são encaminhados para a rede de esgoto sem um tratamento prévio, sendo tratados junto aos efluentes urbanos em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) (CARRARO et al., 2016). O indicado seria que ocorresse um pré-tratamento por meio de um método descentralizado, que realiza o tratamento no próprio hospital, efetuando medidas de desinfecção no efluente antes de liberá-lo para a rede de esgoto (KATAKI et al., 2021). O cloro é um dos métodos mais utilizados na desinfecção de águas residuais hospitalares, no entanto, além de inativar microrganismos patogênicos, o cloro também reage com compostos precursores, como matéria orgânica natural gerando subprodutos de desinfecção. Esses subprodutos podem prejudicar os ecossistemas aquáticos e a qualidade da água. Portanto, o presente trabalho objetiva apresentar os resultados do estudo da pré-

cloração em efluente hospitalar sintético avaliando a taxa de decaimento microbiano e a formação de subprodutos organoclorados.

Materiais e Métodos

Devido à situação no início deste estudo (setembro de 2021) relacionada à Covid-19, optou-se em elaborar um efluente hospitalar sintético conforme metodologia proposta por (TIWARI et al., 2019). A pesquisa foi realizada em duas etapas sendo a primeira sem a adição de fármaco e a segunda com adição de amoxicilina. A bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) foi inserida no efluente sintético na concentração 10^5 UFC mL⁻¹, valor usualmente encontrado no efluente hospitalar. Com base na revisão bibliográfica, foram estabelecidas as concentrações de 5 e 15 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio e os tempos de 5 e 15 minutos. O efluente sintético bruto foi caracterizado por meio das análises de pH, e Demanda Química de Oxigênio (DQO) de acordo com a metodologia do *Standard Methods* (APHA, 2017), além de quantificação da *E.coli* por contagem de colônias. Realizou-se as mesmas caracterizações no efluente tratado com hipoclorito de sódio, além de cloro residual livre de acordo com o método 4500-Cl2-G (APHA, 2017), cloro residual total com o método 4500I (APHA, 2017), e concentração de clorofórmio com o método 6232-B-THM (APHA, 2017), este último realizado por laboratório externo acreditado.

Resultados e Discussão

Na caracterização físico-química e microbiológica do efluente sintético foram encontrados os valores médios de 9,38 de pH com desvio padrão de 0,19, DQO de 1044,31 mg L⁻¹ com desvio de 5,3 e concentração de *E. coli* de $5,37 \times 10^5$ UFC mL⁻¹ com desvio de $8,35 \times 10^4$. O efluente hospitalar sintético apresentou pH um pouco elevado quando comparado com os efluentes reais, devido principalmente ao valor de referência de pH na metodologia utilizada ser maior. Apesar da literatura apresentar diferentes valores de DQO para os efluentes hospitalares reais (CARRARO et al., 2016), o valor medido no efluente sintético foi condizente com o observado no efluente do Hospital Universitário de Maringá (ABREU, 2008). A quantidade de *E. coli* adicionada no efluente foi determinada a partir dos valores encontrados em efluentes reais (CARRARO et al., 2016) e os resultados medidos na caracterização microbiológica foram próximos do valor determinado. Portanto o efluente hospitalar sintético apresentou características semelhantes ao efluente real podendo, desta forma, ser utilizado para o estudo como representação de um efluente hospitalar real.

A figura 1 apresenta os resultados de pH e DQO do efluente sintético tratado. O pH do efluente foi reduzido em todas as amostras tratadas (figura 1a), variando de 8,1 a 8,6. A figura 1b demonstra que a DQO aumentou após o efluente ser tratado, o que pode ser devido ao hipoclorito de sódio ser um agente oxidante resultando na formação de subprodutos pela reação do cloro com a matéria orgânica, que também contribuem para a DQO. Os valores de DQO foram ainda maiores nos efluentes com presença de amoxicilina.

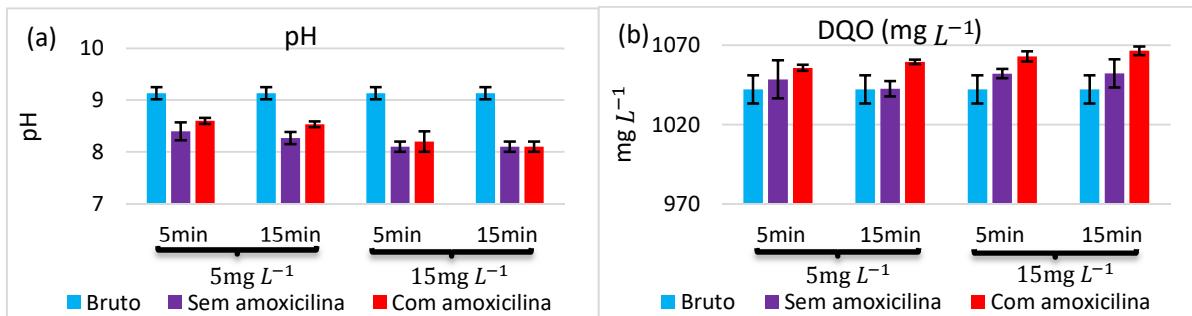


Figura 1 – pH e DQO do efluente.

Todas as amostras de efluente (tabela 2) apresentaram uma eficiência de redução em até $3 \log_{10}$ UFC mL^{-1} ($>99,9\%$ de redução). Logo o tratamento demonstrou capacidade de desinfecção, sendo as maiores eficiências de redução observadas nas amostras tratadas com 15 mg L^{-1} em 15 min de tempo de contato, com e sem a presença de fármaco. Para a análise das condições de operação, no entanto, serão realizados em trabalhos futuros análises estatísticas dos resultados para verificar se estatisticamente existe diferença entre o tratamento realizado com 5 ou 15 minutos.

Tabela 2 – Eficiência de remoção de *E.coli*.

Conc./Tempo de Contato	Ausência de amoxicilina		Presença de amoxicilina	
	<i>E. coli</i> (UFC mL^{-1})	Eficiência de Redução (\log_{10} UFC mL^{-1})	<i>E. coli</i> (UFC mL^{-1})	Eficiência de Redução (\log_{10} UFC mL^{-1})
Bruto	$5,69 \times 10^5$	-	$5,69 \times 10^5$	-
5mg/L – 5min	$3,95 \times 10^2$	3,158	$4,35 \times 10^2$	3,116
5mg/L – 15min	$3,77 \times 10^2$	3,178	$4,30 \times 10^2$	3,121
15mg/L – 5min	$3,00 \times 10^1$	4,278	$8,67 \times 10^1$	3,817
15mg/L – 15min	$3,00 \times 10^0$	5,278	$2,67 \times 10^1$	4,329

Pela figura 2 nota-se que as amostras tratadas apresentaram ao final da desinfecção concentrações residuais cloro residual livre e total, sendo essas maiores nos testes realizados com 15 mg L^{-1} de hipoclorito de sódio.

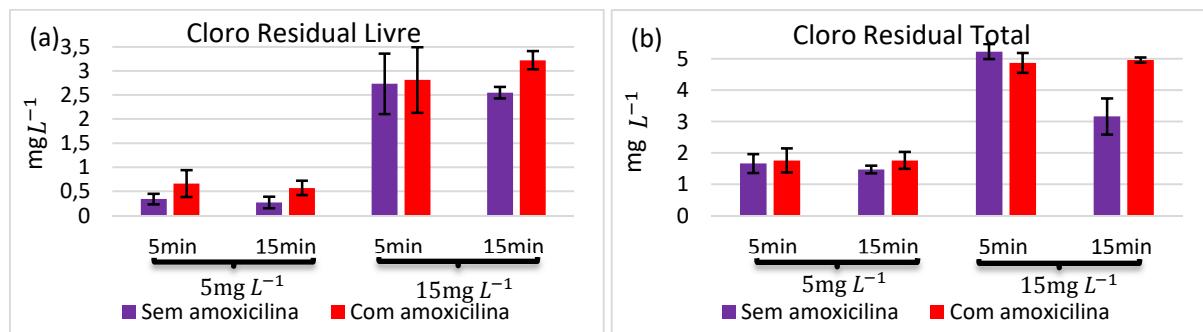


Figura 2 – Cloro Residual Livre e Cloro Residual Total.

Como o cloro residual livre, ao reagir com a matéria orgânica, gera subprodutos e o cloro residual total ultrapassa os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA

430/2011, são resultados que requerem atenção. Para análise de subprodutos foi quantificada a presença de clorofórmio. Foram observadas concentrações menores que 0,005 mg L⁻¹ nos efluentes com e sem presença de amoxicilina. Visto que pela Resolução CONAMA 430/2011 se determina o limite de 1 mg L⁻¹ de clorofórmio, os resultados atendem a exigência, no entanto ressalta-se que há possibilidade de formação de outros subprodutos na cloração.

Conclusões

A realização de uma pré-desinfecção por meio de cloração do efluente hospitalar sintético apresentou eficiência na remoção de *E.coli*, sendo os melhores resultados obtidos para maiores concentrações de hipoclorito de sódio. No entanto é necessário considerar a formação de subprodutos tóxicos que podem prejudicar os ecossistemas aquáticos. É, portanto, fundamental realizar mais estudos a respeito da desinfecção de efluentes hospitalares, com uma análise mais ampla dos subprodutos formados, das condições de operação e de outros meios de desinfecção. Objetiva-se evitar o cotratamento de efluentes hospitalares junto aos efluentes urbanos nas ETE's sem tratamento prévio adequado, visto que os efluentes hospitalares apresentam composição complexa e compostos tóxicos que não são removidos por processos secundários de tratamento, podendo oferecer, portanto, riscos ao meio.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES - Código de Financiamento 001 e PIBIC/CNPq-Fundação Araucária-UEM.

Referências

- APHA, 2017. Standard methods for the examination of water and wastewater. In Standard Methods, 23rd edition. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington D.C.
- ABREU, E. T. **Proposta de gerenciamento de efluentes de serviços de saúde, gerados no hospital universitário regional de Maringá (HUM)**. 2008. 183f. Tese (Doutorado)-Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- CARRARO, E. et al. Hospital effluents management: Chemical, physical, microbiological risks and legislation in different countries. **Journal of Environmental Management**, v. 168, p. 185–199, 1 mar. 2016.
- KATAKI, S. et al. **Concerns and strategies for wastewater treatment during COVID-19 pandemic to stop plausible transmission. Resources, Conservation and Recycling**. Elsevier B.V., 1 jan. 2021.
- TIWARI, B. et al. The bacterial community structure of submerged membrane bioreactor treating synthetic hospital wastewater. **Bioresource Technology**, v. 286, 1 ago. 2019.