

UTILIZAÇÃO DE ZEÓLITAS CONTENDO CÁTIONS DE COBRE EM PROCESSOS DE DESINFECÇÃO DE ÁGUA

Larissa Cabral Azevedo Reis ¹; Jose Luiz Fejfar ²

¹ Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *Este trabalho tem por objetivo avaliar a cinética de redução bactericida de um alumínio silicato (zeólita) com cátions de cobre incorporados na estrutura cristalina a partir de soluções com cloreto de cobre nas concentrações 0,025M e 0,05M. O microrganismo estudado foi a Staphylococcus aureus. Com os resultados apresentados, conclui-se que, com a concentração de 0,05M obteve-se uma porcentagem de 72,2% de redução com sete minutos de agitação enquanto que com metade desta concentração foram necessários quinze minutos de procedimento, que foi o tempo máximo estudado, para obter o resultado de 70,5%. Ainda a título de comparação, no maior tempo (quinze minutos) e com a maior concentração (0,05M), o microrganismo foi praticamente exterminado, obtendo uma redução de 99,7% do mesmo.*

Introdução

As zeólitas são alumínio silicatos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos terrosos que possuem estrutura cristalina tridimensional infinita. Foram identificados em 1756 por Freiherr Axel Frederick Cronstedt, um mineralogista sueco, que nomeou o mineral a partir das palavras gregas *zéo* (ferver) e *lithos* (pedra) significando “pedras que fervem”, uma alusão à sua característica peculiar de borbulhar quando imerso em água e eram encontradas principalmente em zonas com atividade ou que no passado tiveram atividade vulcânica. No final da década de 1940, surgiram as primeiras zeólitas sintéticas com o objetivo de aplicação catalítica, pois para esta aplicação é exigido elevado teor de pureza, ao contrário das zeólitas naturais que são utilizadas no tratamento de efluentes, onde o teor de pureza não é significativo (BRAGA; MORGAN, 2007; RIBEIRO; FERNANDES, 2014).

Outra característica das zeólitas é a habilidade de perder e ganhar água reversivelmente e de trocar alguns de seus elementos constituintes sem maiores mudanças na estrutura. Isso é possível por serem formadas por cadeias de anéis tetraédricos de SiO₄ e AlO₄, ligadas pelos cátions intersticiais (Na⁺, Ca²⁺, K⁺, Ba²⁺, Sr²⁺) originando uma estrutura aberta, com grandes canais, nos quais a água e outras moléculas podem se alojar. Assim, a propriedade de troca catiônica das zeólitas ocorre quando passa uma solução aquosa através destes canais; nesse processo os íons em solução podem ser trocados por íons da estrutura.

Atualmente são conhecidos 67 zeólitas naturais e existem mais de 200 materiais com estrutura zeolíticas comprovadas pela IZA (International Zeolite Association), mas somente 10% são comercializadas e produzidas industrialmente (RIBEIRO; FERNANDES, 2014). Dentre os mais usuais estão: clinoptilolita (de origem natural), distribuída em jazidas de várias regiões do mundo, e as de origem sintéticas: A, X, Y, ZSM-5; todas com estrutura e tamanho de poros distintos entre elas.

Bactérias patogênicas são aquelas que atacam o organismo podendo causar infecções ou intoxicações em humanos. Podem ser naturalmente eliminadas pela ação do mecanismo de defesa do organismo, ou com tratamento por antibióticos em casos de deficiência imunológica ou elevada resistência do microrganismo. As bactérias patogênicas da família *Enterobacteriaceae*, composta pelos principais gêneros: *Citrobacter* sp., *Proteus* sp., *Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., *Escherichia* sp., *Serratia* sp., *Klebsiella* sp., *Shigella* sp., *Morganella* sp. e *Yersinia* sp., são encontradas no solo, na água e habitam os intestinos de humanos e animais como membros da microbiota natural ou como agentes infecciosos (PEREIRA, 2014). Estas bactérias são responsáveis por alto índice de internação hospitalar com sintomas de diarreia, causado após a ingestão de alimentos e água contaminados.

Para eliminar estes microrganismos da água são aplicados alguns processos de desinfecção como: a cloração por meio de dióxido de cloro ou ozônio no sistema de distribuição de água potável. Outros métodos de descontaminação como a aplicação de hipoclorito de sódio, ácido peracético e etanol 70% podem ser aplicados na descontaminação de superfícies, equipamentos da indústria alimentícia, farmacêutica e em ambiente hospitalar; processos físicos de descontaminação tais como aplicação ultravioleta, processo térmico e aplicação de radiação beta ou gama também podem ser utilizados para condições específicas. Além destes processos conhecidos, foi verificado por Niira et al. (1990) que íons metálicos como: prata, cobre, zinco, mercúrio, estanho, chumbo, bismuto, cádmio, cromo e tálio possuem atividade bactericida, neste contexto os íons de prata, cobre e zinco apresentam os melhores efeitos como agentes com propriedades antimicrobianas.

Material e Métodos

Materiais utilizados

Para o procedimento completo foram utilizadas vidrarias de laboratório como tubos de ensaios de 15 mL, pipetas de 1 mL e de 10 mL, placas de Petri, béquer de 0,5 L, erlenmeyer de 1 L, além de bico de Busen, tela de amianto, alça de platina, câmara de fluxo modelo BioSafe12 classe II tipo A, balança analítica METTET TOLEDO modelo PB303-L, agitador automático de tubos FANEM modelo 251, contador de colônias Global Trade modelo digital J3, espectrofotômetro HACH modelo DR 3900, autoclave FABBE PRIMAR modelo 103 e estufa de cultura FANEM modelo 002 CB. Junto a isso foram necessários zeólita 13XHP (Z) incorporada a cátions de cobre nas concentrações de 0,025M e 0,05M, solução salina peptonada 0,85%, o microrganismo *Staphylococcus aureus* e o meio de cultura plate count agar (PCA).

Procedimento para preparar o meio de cultura

Para o preparo do meio de cultura plate count agar (PCA), o qual é utilizado para a conservação e germinação de microrganismos em geral, foi pesado 14 g de PCA em um erlenmeyer de 1 L. Para a proporção pré-estabelecida de 17,5 g para 1 L, foi então adicionado 0,8 L de água destilada ao erlenmeyer com o PCA e misturado até completa homogeneização e fervura sobre uma tela de amianto e um bico de Bunsen. Concluído isso, o erlenmeyer foi tampado com um filtro de profundidade (rodilhão de algodão hidrofóbico e gaze) e papel alumínio, e então esterilizado na autoclave a 121°C por 15 minutos.

Procedimento para preparar a solução salina peptonada

Para obtenção da solução salina peptonada 0,85%, foi pesado 4,25 g de cloreto de sódio e 0,5 g de peptona num béquer e adicionado 0,5 L de água destilada. Feito isso, parte dessa solução foi distribuída nos tubos de ensaios, 9 mL em cada, e estes levados a autoclave por 15 minutos a 121°C para completa esterilização.

Procedimento para preparar a suspensão

O restante da solução salina foi separado em um tubo de ensaio de 10 mL e em um frasco para diluição. Este tubo de ensaio foi usado para calibrar o espectrofotômetro. Recolheu-se, com a alça de inoculação, colônias do microrganismo que se desejava estudar e estas foram transferidas para a solução salina contida no frasco para diluição até que, quando uma amostra fosse colocada num outro tubo de ensaio de 10 mL e levada ao espectrofotômetro, o espectrômetro apresentasse 70% de transmitância a um comprimento de onda de 540nm e assim, obtivéssemos a suspensão desejada.

Procedimento experimental

Primeiramente, foi necessário diluir a suspensão para fazer a contagem sem a influência do cobre (prova em branco). Num tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina peptonada, foi acrescentado 1 mL da suspensão, obtendo uma diluição de 10^{-1} , e recolhido então 1 mL deste último tubo de ensaio e repassado para outro para obter uma diluição de 10^{-2} . Assim foi feito até alcançar diluição 10^{-6} . A seguir, foi colocado 1 mL de cada uma das duas últimas diluições (10^{-5} e 10^{-6}) em placas de Petri, recoberto por meio de cultura PCA, e misturado levemente em movimento de ziguezague.

Em tubos de ensaio vazios de 15 mL, foi pesado 1 g de zeólita já incorporada com cobre nas concentrações 0,025M ou 0,05M e adicionado 5 mL de suspensão em cada. Cada tudo de ensaio foi agitado durante diferentes tempos (2 min, 5 min, 7 min, 10 min e 15 min) no agitador automático.

Para cada tudo de ensaio agitado a um respectivo tempo, 1 mL foi pego do sobrenadante e colocado em outro tubo de ensaio com 9 mL de solução salina peptonada e foi feita novamente as diluições, da mesma forma que explicada anteriormente.

No final, as placas de Petri, já solidificadas, foram colocadas na estufa a 36°C por 24 horas.

Transcorrido o período de incubação, as colônias foram contadas com o auxílio de um contador de colônias com lupa, e observado os resultados a seguir.

Resultados e Discussão

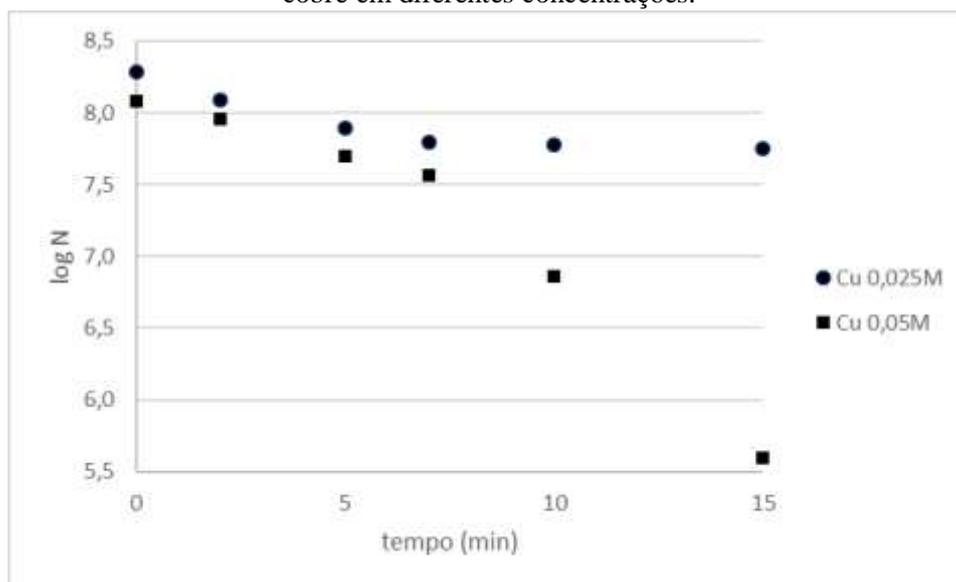
Feito todo o procedimento, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1. Observou-se, então, a melhor eficiência no procedimento com cobre 0,05M, com maiores percentuais de redução bactericida. Em comparação com o procedimento de menor concentração, o melhor resultado (70,5% de redução em 15 minutos de agitação) ainda foi inferior ao resultado de 72,2% em 7 minutos de agitação com cobre 0,05M.

Tabela 1 - Porcentagem de redução bactericida para os respectivos tempos de agitação.

Tempo (min)	Percentual de redução com Cu 0,025M	Percentual de redução com Cu 0,05M
0	0,0%	0,0%
2	36,1%	32,0%
5	59,3%	62,5%
7	67,8%	72,2%
10	68,6%	94,4%
15	70,5%	99,7%

Para cálculo dos resultados de redução apresentados acima, foram utilizados os resultados de concentrações de microrganismos restantes, e com isso, construídos o gráfico apresentado na Figura 1, que apresenta a concentração de 0,05M e 0,025M de cobre. Com o coeficiente de ajuste linear indicado por R^2 nos gráficos, foi possível afirmar a melhor linearidade quando utilizada a concentração 0,05M de cobre. Além disso, as concentrações de microrganismos apresentaram resultado inverso ao tempo em ambas as concentrações utilizadas de cobre.

Figura 1 - Gráfico da redução bacteriana em função do tempo de contato com a zeólita incorporada com cobre em diferentes concentrações.



Conclusões

Feito todo o procedimento experimental e obtidos os resultados apresentados acima, conclui-se, então, que quanto maior o tempo de contato entre o microrganismo e a zeólita incorporada ao cobre, menor será a concentração de microrganismos restantes. Isso confirma a teoria obtida na literatura (Niira et al., 1990) que afirma que o íon de cobre apresenta efeito antimicrobiano, assim como outros já estudados anteriormente (zinco e prata). Além disso, é possível complementar com o fato de que a maior concentração de cobre apresentou melhores resultados se comparado com os estudos feitos com uma menor concentração. Assim, então, conclui-se que o estudo atingiu seu objetivo e trouxe os resultados experimentais propostos de forma coerente.

Referências Bibliográficas

- BRAGA, A. A. C., MORGON, N. H. Descrições estruturais cristalinas de zeólitos. **Química Nova**, V.30, p. 178-188, 2007.
- Echo Water, Zeólito ou Zeólita. Disponível em: < <http://echowater.com.br/meio-filtrante/zeolito-meio-filtrante/>>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- Fábio Braz Machado, GRUPO DAS ZEÓLITAS. Disponível em: < <http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/silicatos/tectossilicatos/gzeolitas.html>>. Acesso em 15 de outubro de 2018.
- IZA - International Zeolite Association. Disponível em: < <http://www.iza-online.org>>. Acesso em 22 outubro 2018.