

Remoção do íon metálico cádmio (Cd^{2+}) utilizando resíduo da indústria alcooleira

M. F. C. S. Canuto, J. M. Ferreira*, F. L. H. da Silva, O. L. S. Alsina, L. S. C. Oliveira, E. B. Cavalcante, W. C. Gomes, M. R. Medeiros

Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, 58109-970 Campina Grande - PB

(Recebido em 19/07/2007; revisado em 10/08/2007; aceito em 22/08/2007)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo:

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool etílico via processo fermentativo, utilizando-se da *Saccharomyces cerevisiae* (levedura) como o microrganismo agente da fermentação. É prática comum nas indústrias de produção de álcool etílico, no Brasil, a sangria do creme de levedura. A necessidade de uma utilização dos resíduos da indústria alcooleira estimulou inúmeras pesquisas, através das quais verificou-se que estes microrganismos, além de apresentar um potencial nutricional incorporado na alimentação animal, também se destacam na capacidade de remoção de metais pesados em efluentes líquidos. Os metais pesados não podem ser destruídos e são altamente tóxicos mesmo em concentrações baixas. As leveduras são capazes de retirar metais pesados do meio aquático contaminado, através de mecanismos de adsorção ou pela atividade metabólica. Neste trabalho utilizou-se a *Saccharomyces cerevisiae* na remoção do Cd^{2+} em efluentes sintéticos, observando-se que esse resíduo apresentou uma boa capacidade de adsorção para uma ampla faixa de concentração.

Palavras-chave: Metais pesados; biomassa; *Saccharomyces cerevisiae*

Abstract:

Brazil is the world-wide major producer of ethyl alcohol by fermentative process using the *Saccharomyces cerevisiae* (ferment) as the microorganism. It is a common practice in the industries of alcohol to remove the excess of the ferment cream by centrifuging. The excessive *Saccharomyces cerevisiae* can be used for different processes; among them, as a biosorbent for the purification of effluents contaminated by metallic ions. Heavy metals are used in various industries due to their technological importance and wastewaters from these industries include metal ions having a permanent toxic effect. The disposal of industrial effluents containing heavy metals into natural water systems is a cause of serious environmental concern. Beyond certain limits, heavy metals are toxic to living organisms and may cause serious hazard to public health. In this work it was used *Saccharomyces cerevisiae* in the removal of the Cd^{2+} in synthetic effluent, observing that this industrial waste presented a good adsorption capacity for a broad concentration range.

Keywords: Heavy metals; biomass; *Saccharomyces cerevisiae*

* E-mail: joelmamf@yahoo.com.br (J. M. Ferreira)

1. Introdução

Os avanços das questões ambientais nas últimas décadas, face aos intensos processos de degradação generalizada do ambiente e dos recursos naturais no âmbito industrial têm propiciado uma grande preocupação no que diz respeito ao descarte de resíduos tóxicos.

Dos 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos gerados anualmente no Brasil, somente 850 mil toneladas recebem tratamento adequado, conforme estimativa da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE); os 72% restantes são depositados indevidamente em lixões ou descartados em cursos d'água sem qualquer tipo de tratamento [1].

Dentre os resíduos gerados nas indústrias, os metais pesados merecem toda a atenção, pois quando lançados na água como resíduos industriais podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais. Grandes proporções de metais pesados têm sido liberadas no ambiente juntamente com os resíduos industriais e efluentes contaminados pelas atividades industriais.

Os metais pesados lançados no meio ambiente causam maiores impactos ambientais do que a poluição causada por pesticidas, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono, pelo fato de não serem degradados [2]. O problema da contaminação do meio ambiente por esses metais, alcança atualmente dimensões mundiais, sendo observado tanto nos países desenvolvidos como naqueles subdesenvolvidos [3].

Os metais pesados podem causar muitas doenças e sérios problemas fisiológicos, já que são acumulativos no corpo humano. Os resíduos contendo cádmio, cromo, chumbo, manganês e níquel possuem alto poder de contaminação e, com facilidade, atingem os lençóis freáticos ou mesmo reservatórios e rios, que são as fontes de abastecimento de água das cidades. O contato com a pele pode causar dermatite alérgica e, provocar ulcerações na pele formando cicatrizes, perfurações do septo nasal, câncer, distúrbios afetivos, irritação neuromuscular, cefaléia, náuseas e desmaios. Há também suspeitas de que possam afetar o sistema imunológico de seres humanos. A alimentação é, portanto a principal fonte de contaminação, cerca de 70% da exposição ocorre via oral. Esta contaminação pode ocorrer durante o uso de águas contaminadas na irrigação ou pelo solo contaminado [4].

Dentre vários processos utilizados na remoção de metais pesados em efluentes industriais, um dos mais promissores é a biossorção que envolve a utilização de microrganismos na recuperação e remoção desses metais, tornando-se uma alternativa viável por apresentar baixos custos de operação e alta eficiência na desintoxicação de efluentes.

A biossorção é um importante componente no tratamento de efluentes líquidos e no desenvolvimento de bioprocessos com a possibilidade de reutilização de biomassa industrial (de panificação, cervejarias e de destilarias) tornando este estudo atrativo.

O uso de biossorventes como efetivos meios para o acúmulo de espécies metálicas é favorecido pelo amplo espectro de potenciais vias de sorção e o baixo custo na produção. Entre suas principais vantagens encontram-se a diversidade de sítios ativos, a uniformidade e tamanho das partículas das biomassas, assim como não estarem sujeitos à interferência de metais alcalinos e alcalino-terrosos, o que geralmente ocorre em resinas convencionais de troca iônica.

A *Saccharomyces cerevisiae* é um dos microrganismos que pode ser utilizado no processo biossorção, pois possui grande capacidade de retirar metais pesados da água, além de ser um resíduo facilmente obtido em grandes quantidades como subproduto de processos industriais e a baixo custo, suprimindo uma fonte viável para aplicação em larga escala nos processos de remediação, a exemplo das destilarias, onde ela é obtida a partir do processo de fermentação do álcool. A produção brasileira anual de álcool é de aproximadamente 15 bilhões de litros, o resíduo de biomassa está perto de 450 mil toneladas [4]. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem sido amplamente utilizada em produção de etanol, combustível, bebidas e pães. Como produto residual de fermentações industriais, a *Saccharomyces cerevisiae* pode ser obtida em grandes quantidades.

As vantagens que torna a levedura microrganismo interessante para processos industriais são: capacidade de desenvolvimento em substrato barato e facilmente disponível, facilidade de obtenção e de multiplicação, utilização de nutrientes nas suas formas mais simples, possibilidade de cultivo independente do ambiente, pequena exigência de água e de área e formação de produtos de valor nutritivo [5].

Estudos já realizados demonstraram que a biomassa viva ou morta de *Saccharomyces cerevisiae* diferem em relação à capacidade de acumular íons [6]. Existe uma maior eficiência no uso da biomassa *Saccharomyces cerevisiae* inativa (morta) na remoção de íons de metais pesados assim como também uma fácil recuperação posterior da mesma [7].

Nesse sentido esse trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de adsorção da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (inativa) na retenção do íon metálico cádmio em efluentes sintéticos.

2. Materiais e métodos

2.1. Biomassa

A biomassa utilizada nesse trabalho foi o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* proveniente do fermento comercial da Fleischmann Royal ® cuja umidade é de 72% (base úmida) e proteína bruta 45% (base seca).

A biomassa em estudo foi inativa, sendo utilizada 0,01g em base seca, devido esta quantidade de biomassa ser suficiente para se obter uma capacidade máxima de adsorção, condições estas verificadas na literatura [6].

O procedimento para inativar a levedura foi baseado em colocar a biomassa em estufa a uma temperatura de 70°C por 24 horas [6].

Os resultados de capacidade de adsorção foram expressos em base seca. Colocou-se a biomassa *Saccharomyces cerevisiae* em estufa a 105°C por 24 horas para obter a umidade.

Efluentes sintéticos

Os ensaios foram realizados com efluentes sintéticos preparados com água deionizada e a partir de soluções padrões titrisol (Merck) diluídas do cloreto de cádmio.

2.2. Determinação do teor de metais pesados

Utilizou-se efluentes sintéticos para determinação do efeito da concentração do metal na capacidade de biossorção.

As concentrações dos íons metálicos presentes nas amostras foram analisadas e quantificadas pela técnica de polarografia ASV utilizando um Polarógrafo modelo POL 150 acoplado a uma célula de mercúrio modelo MDE 150, ambos da marca Radiometer – Analytical.

2.3. Avaliação da capacidade de biossorção de cádmio

O estudo da capacidade máxima foi realizado pelos métodos estático e dinâmico (tanques agitados) utilizando-se efluentes sintéticos. As condições adotadas para a obtenção dos dados experimentais foram: temperatura constante de 30°C, pH 6 e concentração de biomassa inativa igual a 0,01g, valores que maximizam a quantidade adsorvida do íon cádmio⁽⁴⁾⁽⁸⁾. As concentrações iniciais do íon metálico variaram de 1,5 a 100 mg/L para o método estático, enquanto que para o método utilizando tanques agitados trabalhou-se com concentrações de 30 e 175 mg/L. Para o método estático, as soluções de íon metálico mais a biomassa contidas em erlenmeyers de 250 mL, foram mantidas em estufa por um período de 72 horas. Na etapa do estudo dinâmico os experimentos foram realizados em tanques agitados de capacidade de 10 mL contendo a solução de íon metálico mais a biomassa, os quais foram mantidos sob uma agitação de 70 rpm, onde foram coletadas amostras em diferentes intervalos de tempo (10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos). Após os ensaios todas as amostras foram centrifugadas a uma rotação de 1000 rpm por 2 minutos e em seguida analisadas através da técnica de polarografia.

2.4. Determinação do diâmetro médio da levedura

Através do método de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram realizados testes para a determinação do diâmetro médio da levedura.

3. Resultados e discussão

A Figura 1 representa os dados experimentais obtidos no estudo estático. Verificou-se que quanto maior a concentração do íon metálico (Cd^{2+}) na solução maior a quantidade adsorvida pela levedura, obtendo valores de até 130mg/g para a concentração inicial de 100 mg/L.

A Figura 2 representa o estudo comparativo da quantidade adsorvida do íon cádmio pela *Saccharomyces cerevisiae* em diferentes intervalos de tempo, utilizando tanques agitados. Foram utilizadas as seguintes condições: concentrações de 30 e 175 mg/L, temperatura de 30°C e pH igual a 6.

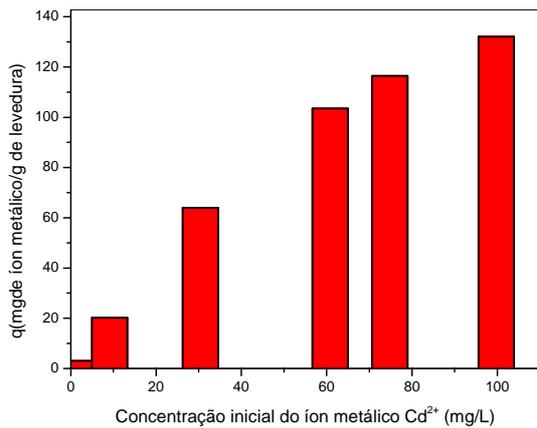


Figura 1 – Capacidade da remoção do Cd²⁺ utilizando a *Saccharomyces cerevisiae* inativa em um processo estático na temperatura de 30°C e pH 6.

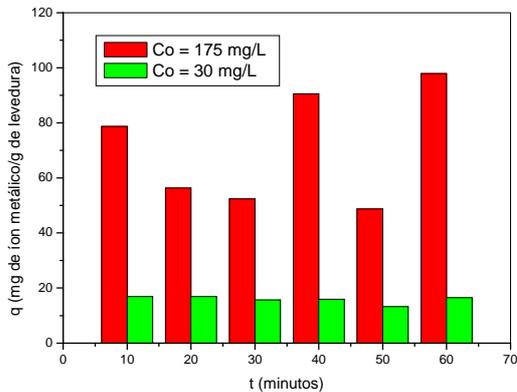


Figura 2 - Estudo comparativo da quantidade adsorvida do íon cádmio pela *Saccharomyces cerevisiae* para as concentrações de 30 e 175 mg/L na temperatura de 30°C e pH 6 em diferentes intervalos de tempo utilizando tanques agitados.

Em função dos resultados representados na Figura 2 foi possível verificar que utilizando o processo dinâmico ocorreu uma maior adsorção do íon metálico pela levedura na faixa de concentração elevada em todos os intervalos de tempo estudado. Em um tempo de 60 minutos a quantidade adsorvida de Cd²⁺ por unidade de massa foi de 97,87 mg/g e 16,51 mg/g para as concentrações iniciais de 175 e 30 mg/L respectivamente.

Após os resultados obtidos nos estudos realizados verificou-se que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresentou uma boa capacidade de adsorver o íon metálico Cd²⁺ quando comparado com outros tipos de biomassas encontrados na literatura como o *Sargassum sp* que adsorveu

120mg/g [9], o *Aspergillus niger* com 21,162 mg/g de íon adsorvido [2] e o bagaço da cana de açúcar tratado com NaOH que removeu 14,65 mg/g [10].

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentadas as microfotografias referentes a célula da levedura *Saccharomyces cerevisiae* inativa antes e depois do processo de biossorção, respectivamente. Após o processo de biossorção, embora as células não estejam vivas e funcionais, suas paredes continuam intactas e seu diâmetro médio permanece constante em 5 µm.

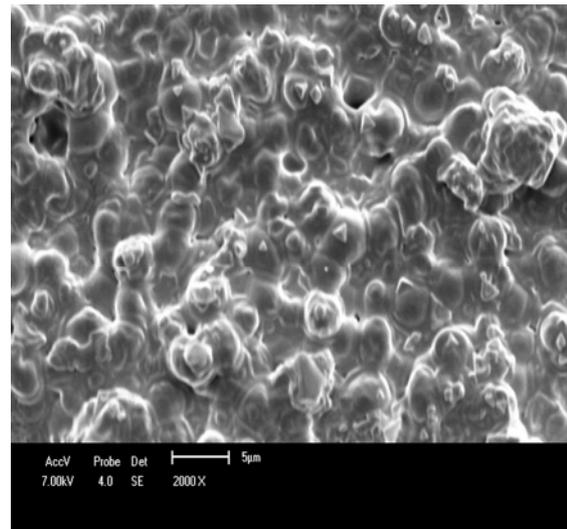


Figura 3 - Células de *Saccharomyces cerevisiae* inativa sem íons metálicos com um aumento de 2000 vezes (microscopia eletrônica de varredura).

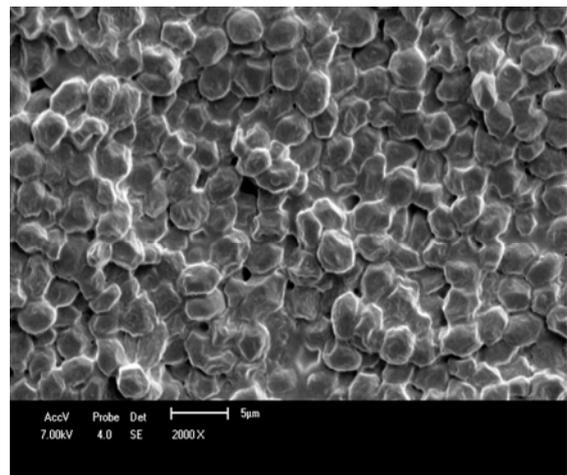


Figura 4 - Células de *Saccharomyces cerevisiae* inativa com íons metálicos com um aumento de 2000 vezes (microscopia eletrônica de varredura).

4. Conclusões

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* se destaca como uma alternativa eficiente para a descontaminação ambiental, quando comparada com outros tipos de biomassa microbianas, pelo seu desempenho na adsorção do íon metálico Cd²⁺.

A quantidade adsorvida do íon metálico cádmio pela *Saccharomyces cerevisiae* foi influenciada pela concentração inicial, pois para maiores faixas de concentrações foram obtidos maiores quantidades adsorvidas por unidade de biomassa.

Agradecimentos

Ao CNPq e CT-Hidro pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] Jimenez, R.S; Bosco, S.M.D.; Carvalho, W.A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolecita – influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. *Química Nova*, v. 27, n.1, 2004.
- [2] Barros Junior, L.M. Biosorção de metais pesados presentes em águas de produção de campos de petróleo. Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, 2001.
- [3] Prado-Filho, L.G. Silva, S.M.G. Acúmulo de cádmio *Saccharomyces cerevisiae* fermentado mosto de caldo de cana. Dissertação de Mestrado em Microbiologia Agrícola. São Paulo. USP. 1999.
- [4] Del Rio, D. T. Biossorção de cádmio por leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Dissertação de mestrado. Escola Superior de

A utilização de biomassa microbiana residual, produzida industrialmente, pode ser uma via econômica de material adsorvente de metal. Como produto residual de fermentações industriais, a *Saccharomyces cerevisiae* pode ser obtida em grandes quantidades e a baixo custo, suprimindo uma fonte viável para aplicação em larga escala nos processos de remediação.

As células das leveduras não foram danificadas após o processo de biossorção, e o diâmetro permaneceu o mesmo.

Agricultura “Luiz de Queiroz” .USP, São Paulo, 2004.

- [5] Oura, E. Biomass from Carbohydrates. In: Rehm, H.J.; Reed, G. *Biotechnology: a multi-volume comprehensive treatise*. Weimeim: Verlag Chemie. cap.1, v.3, p.3-41, 1995.
- [6] Ferreira, J. M.; Conrado, L. S.; Vilar, E. O; Cavalcanti, E. B; Alsina, O. L.S; Silva, F. L.H. Estudo da Biossorção do Cádmio em Efluentes de Indústrias Petroquímicas por *Saccharomyces Cerevisiae*. *Petro & Química*, 278, 66, 2005.
- [7] Domingos, R.N. Acúmulo de] cádmio por *Saccharomyces cerevisiae* fermentando mosto de melaço. Dissertação de mestrado . Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997
- [8] Ferreira, J. M.; Silva, F. L. H; Alsina, O. L. S; Conrado, L.S; Vilar, E.O; Cavalcanti, E.B. Estudo da remoção do Pb²⁺ por Biossorção utilizando a biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. 5^o Encontro Norte-Nordeste de Catálise, p. 208-209. Recife, 2004.