

SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE FERRO PARA MAGNETIZAÇÃO DE LEVEDURAS

SYNTHESIS OF IRON NANOPARTICLES FOR MAGNETIZATION YEAST

RESUMO

Gabriela Parol
parolgabi@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Giselle Maria Maciel
gisellemariam@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

A base da nanotecnologia de materiais envolve o desenvolvimento e uso de nanopartículas, as quais devido ao seu tamanho nanométrico, apresentam características mecânicas, ópticas, térmicas e eletromagnéticas diferenciadas. Muitos estudos referentes as aplicações e otimizações do preparo de nanopartículas de óxido de ferro, são realizados por conta de vantagens como a baixa toxicidade, baixo custo, magnetização permanente, biocompatibilidade, alta capacidade de adsorção e fácil sintetização destas, em relação aos demais óxidos que poderiam ser sintetizados. As nanopartículas de óxido de ferro foram obtidas por meio da síntese assistida por micro-ondas, as quais foram utilizadas para a realização da magnetização de células de *Saccharomyces cerevisiae* por meio da suspensão destas em água deionizada sob agitação durante 2 horas em temperatura ambiente em um shaker; seguido pela lavagem destes com auxílio de um separador magnético e água deionizada. A síntese das nanopartículas de óxido de ferro e magnetização de leveduras foram bem sucedidas. As leveduras magnetizadas foram aplicadas em um processo de bioadsorção do corante Acid Red 361 em solução aquosa, apresentando remoção de aproximadamente 16% do corante.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharomyces cerevisiae*. Biotecnologia. Nanotecnologia.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The basis of nanotechnology of materials involves the development and use of nanoparticles, which due to their nanometric size, have mechanical, optical, thermal and electromagnetic characteristics. Many studies regarding the applications and optimizations of the preparation of iron oxide nanoparticles are performed due to advantages such as low toxicity, low cost, permanent magnetization, biocompatibility, high absorption capacity and easy synthesis, compared to the other oxides that could be synthesized. The iron oxide nanoparticles were obtained by microwave assisted synthesis, which were used to magnetize *Saccharomyces cerevisiae* cells by suspending them in deionized water while stirring for 2 hours at room temperature in shaker; followed by washing with the aid of magnetic separator and deionized water. The magnetized yeasts were applied in biosorption process of the Acid Red 361 dye in aqueous solution, with removal of approximately 16% of the dye.

KEYWORDS: *Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnology. Nanotechnology.

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia, definida como a ciência de materiais que estuda o domínio de partículas e interfaces com dimensões da ordem de um a cem nanômetros (denominadas como nanopartículas); vem sendo amplamente aplicada em diversas áreas, tais como biotecnologia, biomedicina, ressonância magnética, catálise e no tratamento de águas residuárias. Devido ao tamanho reduzido que as nanopartículas possuem, estas apresentam grande área superficial, que resulta em alta reatividade e propriedades químicas, mecânicas, óptica ou magnéticas que diferem das observadas nas partículas e superfícies macroscópicas. Desta forma, sendo o aproveitamento dessas propriedades diferenciadas em aplicações tecnológicas a base da nanotecnologia de materiais (MATOS, 2016; QUINA, 2014).

Uma das importantes aplicações da nanotecnologia se encontra no tratamento ou remediação de poluentes, em decorrência das excelentes propriedades de adsorção de metais e substâncias orgânicas que a maioria das nanopartículas apresentam, ocasionada principalmente pela grande área superficial que estas possuem. Além disso, se ao início do processo forem utilizadas nanopartículas magnetizadas, estas proporcionariam uma maior facilidade as etapas subsequentes de coleta das partículas e remoção dos poluentes, ocasionadas pelas propriedades magnéticas que estas possuem. Devido as propriedades redox e/ou de semiconductor que algumas nanopartículas apresentam, possibilitam também o aproveitamento destas em processos de tratamento de efluentes industriais e de águas e solos contaminados baseados na degradação química ou fotoquímica de poluentes orgânicos (QUINA, 2014).

Devido à baixa toxicidade, magnetização permanente, biodegradabilidade, biocompatibilidade e alta eficiência na remoção de íons metálicos que as nanopartículas de óxidos de ferro apresentam, adjunto a sua obtenção por rotas sintéticas simples e de baixo custo, que o tornam um material muito promissor para diversas aplicações como (MATOS, 2016; SOUZA, 2016), na adsorção de poluentes e também para atuarem na modificação magnética de leveduras. A modificação magnética pode ocorrer por meio da imobilização de células em nanopartículas magnéticas, método de operação rápida e barata, que tem se mostrado uma perspectiva promissora de se tornar um método geral de captura, separação e reciclagem de células como um processo eficaz para a indústria em grande escala, bem como para o tratamento de poluentes (ZHAO et al., 2018).

Os processos de tingimento das indústrias têxteis, devido as grandes quantidades de corantes utilizados, resultam na contribuição significativa da poluição de recursos hídricos que captam esses efluentes industriais, responsáveis por prejudicar o metabolismo fotossintético de algumas espécies. Através da demanda cada vez maior por produtos têxteis, os quais resultam no crescimento da geração resíduos provenientes da indústria têxtil, de forma que maiores quantidades de corantes e demais produtos químicos sejam despejados nas águas superficiais; sendo que alguns dos corantes utilizados nestes processos apresentam propriedades recalcitrantes e com características potencialmente cancerígenas, ocasionando riscos a saúde pública. Desta forma, tratamentos que visem a remoção da coloração destes corantes utilizados na indústria têxtil são práticas cada vez mais necessárias, as quais possam evitar ou até reduzir os impactos ambientais e os associados a saúde pública ligados ao lançamento dessa matriz poluidora em corpos receptores (SILVA e COSTA, 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar a técnica de magnetização mais simples e de baixo custo frente as técnicas já existentes para a magnetização de células de *S. cerevisiae*; assim como a realização de testes frente a eficiência destas para a aplicação na remoção de coloração de corantes empregados na indústria têxtil.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para a síntese assistida por micro-ondas das nanopartículas de óxido de ferro foi baseada na utilizada por Pospiskova e colaboradores (2013). Em um becker de 1000 mL foram dissolvidos 1 g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ em 100 mL de água destilada. Em seguida, a este foi adicionado lentamente, sob constante agitação uma solução preparada de NaOH (1 mol L^{-1}) até o pH da solução atingir o valor entre 10 e 12; processo este que resulta na formação de um precipitado de hidróxido de ferro. Posteriormente, o volume da solução contendo o precipitado foi ajustado com água deionizada até atingir 200 mL, sendo então colocado num forno micro-ondas de cozinha comum (700 W, 2450 MHz) durante 10 minutos. A suspensão formada de nanopartículas de óxido de ferro magneticamente responsivas foram enfim lavadas com água destilada e o auxílio de um ímã.

Para a realização da magnetização de células de *Saccharomyces cerevisiae* foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Pospiskova e colaboradores (2013). Inicialmente foi preparada uma suspensão de 6 g de *S. Cerevisiae* em 30 mL de água destilada, seguida pela adição de 400 mg de nanopartículas de óxido de ferro (peso úmido); a qual foi imediatamente levada a agitação em um shaker em temperatura ambiente durante 2 horas. Ao final da agitação as leveduras magnetizadas foram repetidamente lavadas com água destilada (usando um separador magnético) até as células de levedura não magnetizadas serem lavadas e removidas. As ligações de células de levedura ao redor das nanopartículas de óxido de ferro foram analisadas com auxílio de um microscópio óptico.

A eficiência de remoção do corante Acid Red 361 foi realizada adicionando 0,05 g de leveduras magnetizadas em frascos Erlenmeyers de 125 mL, seguidos pela adição de 10 mL de solução do corante na concentração 50 mg L^{-1} com pH corrigido para 5, os quais permaneceram sob agitação a 160 rpm em shaker a 40°C durante tempos variáveis de 0, 5, 15, 30, 60, 120 e 180 minutos. As concentrações de leveduras magnetizadas presentes em cada Erlenmeyer foram obtidas através da curva padrão do corante Acid Red 361, e por meio das absorbâncias obtidas por meio das leituras de cada tempo em espectrofotômetro à 511 nm, sendo enfim calculada a eficiência de remoção da coloração em porcentagem.

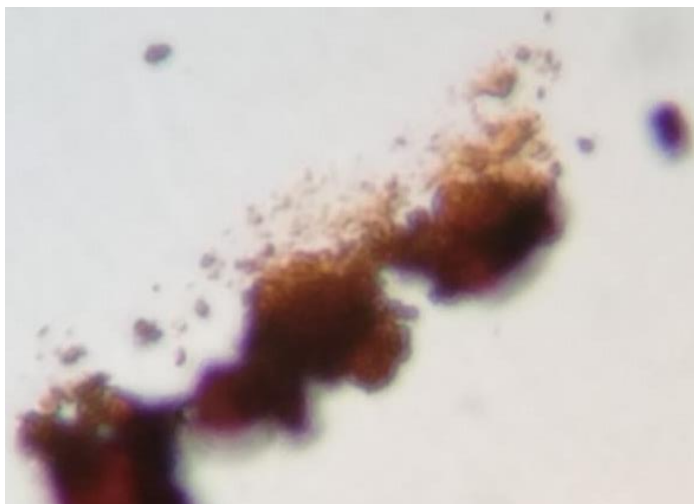
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando a avaliação da efetividade da magnetização das leveduras pelas nanopartículas magnetizadas de óxido de ferro sintetizadas por irradiação micro-ondas, as quais tem se mostrado um procedimento mais simples e de menor custo, comparados com os métodos existentes de imobilização ou modificação magnética de células; que fundamentaram a análise por microscopia óptica assim como da aplicação destas na verificação da eficiência na remoção de coloração do corante Acid Red 361.

No estudo realizado por Pospiskova e colaboradores (2013), foi verificado por meio de microscopia óptica, ligações de células de levedura ao redor de micropartículas magnéticas formando agregados compactos; o que também foi observado no presente estudo, como observado na Figura 1 (sendo as células de

leveduras representadas com a coloração amarelada na imagem, enquanto as nanopartículas são as superfícies mais escuras localizadas mais ao centro da estrutura).

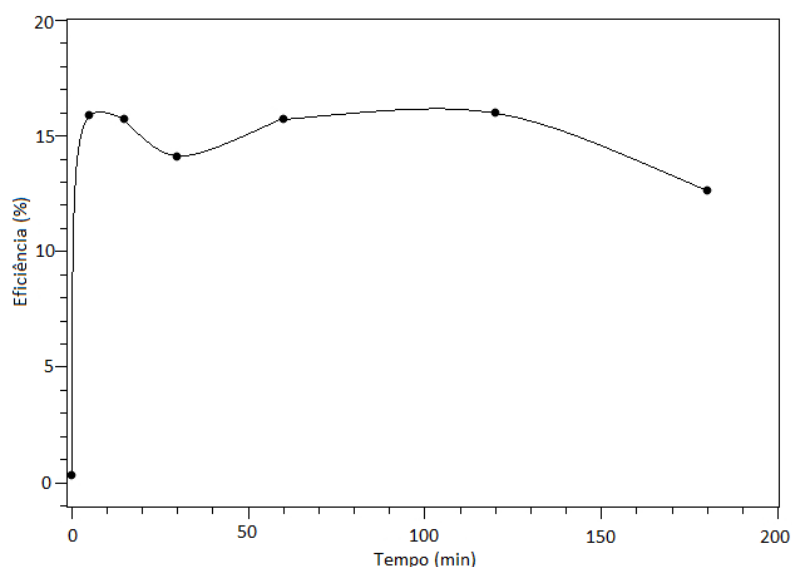
Figura 1 – Imagem de Microscópio óptico das leveduras magnetizadas.



Fonte: Autoria própria

Em termos da eficiência de remoção de cor ao longo do tempo foi possível observar pela Figura 2, que a máxima eficiência se deu em 5 minutos, sendo esta de 16,3%, indicando desta forma que a degradação do corante Acid Red 361 pelas leveduras magnetizadas ocorre até os primeiros 5 minutos de reação, verificando a tendência da estabilização da remoção de cor com o decorrer do tempo de agitação. Entretanto, o valor observado para as nanopartículas de óxido de ferro isoladas não apresentou nenhuma descoloração do corante, desta forma verificando que apenas as leveduras foram as responsáveis pela remoção de coloração do corante testado. Vale salientar também que o valor obtido para a eficiência de remoção das leveduras não magnetizadas foi de 58,6%, o que pode ser explicado devido a concentração superior de leveduras na solução em comparação às encontradas adsorvidas as nanopartículas; as quais tem como principal função facilitar sua remoção, possibilitando inclusive a reutilização das leveduras para o tratamento de efluentes provenientes de indústrias têxteis.

Figura 2 – Eficiência de descoloração do corante Acid Red 361 pelas leveduras magnetizadas



Fonte: Autoria própria

CONCLUSÃO

Por meio dos experimentos realizados foi possível avaliar a efetividade da magnetização das leveduras, além da eficiência de remoção para o corante testado que estas apresentaram; porém novos experimentos que visem a otimização dos parâmetros testados (como pH, temperaturas, corantes distintos e diferentes tempos de agitação) poderiam proporcionar melhores resultados para este promissor produto biotecnológico de síntese rápida e de baixo custo de operação para diversas aplicações.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao laboratório de Biotecnologia pelo fornecimento da estrutura e materiais necessários para a realização desta pesquisa; assim como a Prof^a Dr^a Giselle Maria Maciel, e as colegas de laboratório Tatiane Brugnari, Tatiani Andressa Modkovski e Camila Souza por todo auxílio durante a realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

MATOS, H. L. S. Síntese de nanopartículas de óxido de ferro funcionalizadas para remoção de Pb²⁺. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

POSPISKOVA, K. et al. One-step magnetic modification of yeast cells by microwave-synthesized iron oxide microparticles. Letters in Applied Microbiology, v. 56, p. 456 - 461, 2013.

QUINA, F. H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. Quím. Nova, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 1028-1029, Dec. 2004.

SILVA, D. H.; COSTA, M. C. AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO BIOLÓGICA DE COR DE CORANTES DA INDÚSTRIA TEXTIL. 2º Congresso Internacional RESAG 2015 – Gestão da água e monitoramento ambiental, Aracaju, Sergipe, Brasil, 2015.

SOUZA, A. R. C. Nanocompósitos biopoliméricos com nanopartículas de óxidos de ferro obtidos por automontagem. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ZHAO, J. et al. Facile recycling of Escherichia coli and Saccharomyces cerevisiae cells from suspensions using magnetic modification method and mechanism analysis. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, n. 169, p. 1-9, 2018.