

NANOMATERIAIS FERROMAGNÉTICOS NO ABATIMENTO DE POLUENTES ORGÂNCIOS¹

Rômulo Dias Dacttes Oliveira Júnior², Beatriz Silva Souza³, Mayana Silva Bessa Leite⁴,
Fábio Welligton Andrade de Jesus⁵

RESUMO

O uso de óxidos de ferro nanoestruturados como fotocatalisador para a remoção de poluentes tem, ao longo do tempo, se apresentado como uma abordagem promissora em diversas áreas tecnológicas, não apenas pelo fato de ter um alto desempenho e eficiência nestas, mas também devido a sua satisfatória relação custo-benefício, possuindo flexibilidade para aplicações *in situ* e *ex situ*. Quanto ao tratamento de efluentes industriais com carga orgânica complexa (por exemplo, corantes) têm destaque crescente tratamentos via Processos Oxidativos Avançados (POA's) – processos baseados na formação de radicais livres, principalmente radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que possuem alta poder oxidante, podendo levar compostos orgânicos poluentes à degradação de forma eficaz. Dentre os POA's, o processo Fenton heterogêneo – que utiliza um catalisador a base de Fe à geração de radicais hidroxila, tem ganhado destaque por, além da efetividade do processo, apresentar baixo custo na síntese dos materiais férricos. Ainda, os reagentes do processo Fenton são mais fáceis de operar do que os processos de tratamento com ozônio e luz UV, que requerem um gerador de O_3 e uma fonte de UV, respectivamente. No presente trabalho foram sintetizadas nanopartículas magnéticas de ferro (NPM-Fe) por co-precipitação de íons Fe^{2+} e Fe^{3+} em meio alcalino (com precipitantes distintos) para serem avaliados quanto a capacidade de degradação do corante azul de metileno (AM) via processo Fenton heterogêneo.

PALAVRAS-CHAVE: Fenton; Processos oxidativos avançados; Radicais livres.

REDUCE ORGANICAL POLLUTANTS BY FERROMAGNETIC CATALYSTS¹

ABSTRACT

The use of nanostructured iron oxides as photocatalysts for pollutant removal has, over time, proven to be a promising approach in several technological areas, not only because of its high performance and efficiency in these areas, but also due to its satisfactory cost-benefit ratio, with flexibility for *in situ* and *ex situ* applications. Regarding the treatment of industrial effluents with complex organic loads (e.g., dyes), treatments via Advanced Oxidative Processes (AOPs) have become increasingly important – processes based on the formation of free radicals, mainly hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$), which have high oxidizing power and can effectively degrade polluting organic compounds. Among the AOPs, the heterogeneous Fenton process – which uses an Fe-based catalyst to generate hydroxyl radicals – has gained prominence because, in addition to the effectiveness of the process, it presents a low cost in the synthesis of ferric materials. Furthermore, the

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB;

²Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga, bolsista de iniciação científica, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, romulodiasdacttesoliveirajunior@gmail.com;

³Mestranda em Química Analítica pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Jequié, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, beatrizdasilvasouza181@gmail.com;

⁴Professora Assistente DCEN/UESB, colaboradora. mayanabessa@hotmail.com

⁵Professor Assistente DCEN/UESB, orientador. fwandrade@uesb.edu.br

Fenton process reagents are easier to operate than the ozone and UV light treatment processes, which require an O₃ generator and a UV source, respectively. In the present work, magnetic iron nanoparticles (MNPs-Fe) were synthesized by co-precipitation of Fe²⁺ and Fe³⁺ ions in alkaline medium (with different precipitants) to be evaluated for their ability to degrade methylene blue (MB) dye via the heterogeneous Fenton process.

KEYWORDS: Advanced oxidative processes; Fenton; Free radicals.

INTRODUÇÃO

Ao longo da sua existência, a indústria têxtil tem mostrado potencial para crescimento e aperfeiçoamento das suas tecnologias visando ao atendimento da demanda com manutenção dos requisitos de qualidade (CORREIA et al., 2013). No processamento de fixação de cor às diversas estruturas, o setor têxtil faz uso de um elevado volume de água, gerando um grande volume de efluentes de composição complexa ao tratamento.

Entre as alternativas para o tratamento de efluentes contendo poluentes orgânicos recalcitrantes, destacam-se os Processos Oxidativos Avançados (POAs), que se baseiam na geração de radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$), espécies altamente oxidantes capazes de degradar e, em muitos casos, mineralizar contaminantes em subprodutos menos tóxicos (AMORIM et al., 2009).

O método de Fenton é um dos POA's químico mais utilizado à aplicação e estudos, podendo ser homogêneo (catalisador e poluente na mesma fase) ou heterogêneo (catalisador sólido e poluente em fase fluida). Este método consiste na decomposição de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), gerando radicais hidroxila, catalisado por íons ferrosos (Fe²⁺) (Babu et al., 2019; Mazivila et al., 2019; Brillas, 2020).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi sintetizar nanopartículas magnéticas de Fe (NPM-Fe) utilizando-se diferentes agentes precipitantes e, posteriormente, analisar a eficiência do respectivo catalisador mássico na degradação do corante azul de metileno (AM), que foi utilizado como modelo de contaminante de indústrias têxteis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção das nanopartículas magnéticas de Ferro (NPM-Fe) dissolveu-se massas de FeSO₄ · 7H₂O e FeCl₃ · 6H₂O em 30 mL de água deionizada contendo 4 mL HCl concentrado – solução I. Em seguida, esta solução foi gotejada sob 500 mL de uma solução de NaOH (agente precipitante) em agitação mecânica vigorosa por 5 minutos. A mistura permaneceu sob agitação por mais 15 minutos após o contato da Solução I com a solução de NaOH. O sistema formado foi reservado à maturação por 24 horas. O precipitado magnético obtido foi separado do sobrenadante com auxílio de um ímã de neodímio; em seguida, foi lavado duas vezes com água deionizada e mais

uma outra lavagem com acetona. Em seguida, o material foi seco a 105 °C / 72 horas. Após, o material obtido (M1) foi macerado e reservado adequadamente.

A síntese do catalisador M2 seguiu a mesma metodologia de síntese até a obtenção da solução I. Após, esta solução foi colocada em contato com uma solução de Na_2CO_3 (agente precipitante), seguindo-se as demais etapas até a secagem, maceração e reserva desse catalisador.

Os materiais obtidos foram submetidos a ensaios cinéticos de degradação do AM via processo Fenton heterogêneo. Para estes, cada sistema monitorado em intervalos de tempo pré-determinados consistia de 10 mg de catalisador, 10 mL de solução de AM e 200 μL de H_2O_2 . Cada aplicação foi monitorada por medidas em espectrofotômetro UV/Vis em 665 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os resultados obtidos para os ensaios de degradação do azocorante azul de metileno via processo Fenton heterogêneo empregando-se os catalisadores M1 e M2, sintetizados nesse estudo.

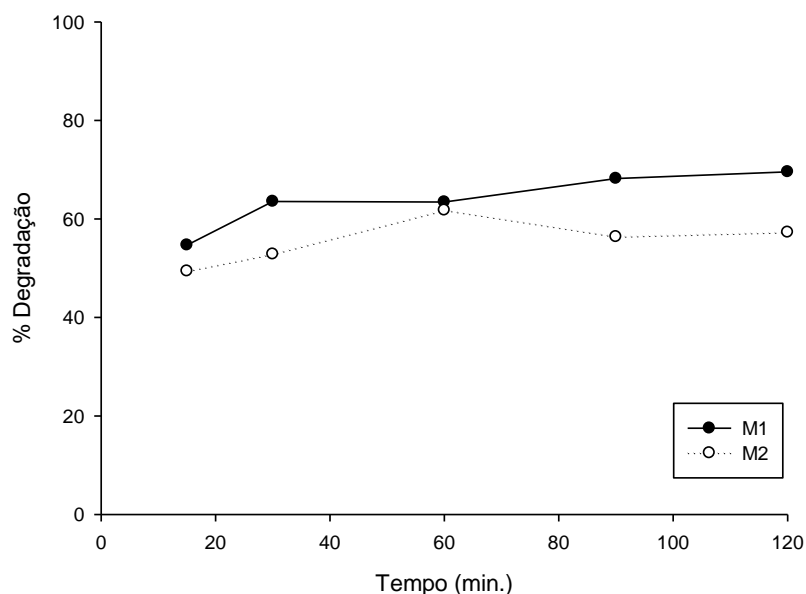


Figura 1. Resultado dos ensaios de degradação das amostras M1 e M2.

Fonte: Autores (2024).

Observando-se a Figura 1, verifica-se que o material com maior capacidade de oxidação do corante azul de metileno pelo processo Fenton heterogêneo foi M1, com uma capacidade crescente de degradação do AM de acordo com o tempo de contato do catalisador com o contaminante; sendo que a capacidade máxima de degradação foi de, aproximadamente, 70% com 120 minutos de contato.

O material M2 também foi efetivo à degradação do corante AM, com capacidade máxima de degradação de 63% com 60 minutos de contato.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Dado o exposto, constatamos que foi possível sintetizar catalisadores ferromagnéticos empregando-se agentes precipitantes distintos de acordo com a metodologia proposta neste estudo. Os resultados de degradação do AM evidenciam a eficiência dos materiais, destacando seu potencial como alternativa promissora, economicamente viável e ambientalmente sustentável para a degradação de contaminantes orgânicos com estruturas semelhantes em efluentes industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D.; MOREIRA, R. F. P. M. Comparação entre diferentes processos oxidativos avançados para degradação de corante azo. **Eng Sanit Ambient**, v. 14, n. 4, p. 543-550, 2009.
- BABU, D. S.; SRIVASTAVA, V.; NIDHEESH, P. V.; KUMAR, M. S. Detoxification of water and wastewater by advanced oxidation processes. **Science of the Total Environment**, p. 20, 2019.
- CORREIA, T. R., ANTUNES, B. P., CASTILHO, P. H., NUNES, J. C., PESSOA DE AMORIM, M. T., ESCOBAR, I. C., QUEIROZ, J. A., CORREIA, I. J.; MORÃO, A. M. A bi-layer electrospun nanofiber membrane for plasmid DNA recovery from fermentation broths. **Separation and Purification Technology**, 112, 20-25, seppur, 2013.