

OBTENÇÃO DE FERRITAS NANOESTRUTURADAS PARA PROCESSOS AVANÇADOS DE OXIDAÇÃO

Laiza Gabrielle Silva¹ (IC), Fabrício Vieira de Andrade (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira.

Palavras-chave: Contaminantes. Ferrita de cobalto. Ferrita de manganês. Fotocatalisador. Síntese.

Introdução

As práticas inadequadas da população humana, as contínuas alterações no meio ambiente e o de despejo de efluentes domésticos e industriais acabaram gerando grandes impactos os quais desencadearam um desequilíbrio ecológico, bem como o constante crescimento da poluição hídrica. A água é um recurso natural renovável, mas pode acabar se tornando cada vez mais escasso, devido a presença desses efluentes em águas residuais que podem conter em sua composição contaminantes orgânicos como os corantes. Diante disso, tornou-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias como os processos oxidativos avançados (POA's) vem se mostrando muito efetivos na remoção desses contaminantes orgânicos persistentes. Diante desses problemas, o presente trabalho tem como objetivo sintetizar e estudar a efetividade da ferrita de cobalto (CoFe_2O_4), e da ferrita de manganês (MnFe_2O_4) na remoção de contaminantes orgânicos, como o corante azul de metileno presente em solução aquosa. As ferritas atuam como catalisadores promovendo a remoção do corante durante o processo de fotocatalise heterogênea, realizado em um fotoreator por um período de 5 horas com a incidência de luz ultravioleta (UV-C) sendo que a cada uma hora foram retiradas alíquotas para posteriores análises de remoção do corante.

Para obtenção das ferritas foi utilizado a síntese via método dos precursores poliméricos (Pechini), a resina polimérica obtida foi depositada em corpos de prova de concreto celular autoclavado (CCA), a fim de otimizar o processo degradativo dispensando a necessidade de agitação reduzindo custos, além de propiciar a obtenção de um fotocatalisador flotante e magnético que pode ser removido facilmente da solução ao final do processo. Após recobertos com as ferritas o CCA foi levado e tratamento térmico a 600°C a taxa de aquecimento igual a $10^\circ\text{C}/\text{min}$ por 3 horas. O CCA impregnado com a ferrita apresenta dimensões de aproximadamente $3\text{cm} \times$

$3\text{cm} \times 1\text{cm}$, eles foram utilizados nos testes de fotocatalise juntamente com o azul de metileno (AZM). É importante ressaltar que CCA's diferentes foram recobertos com a ferrita de cobalto e ferrita de manganês para que se estude as suas propriedades fotocatalíticas separadamente, proporcionando um estudo comparativo entre a efetividade de cada ferrita sintetizada.

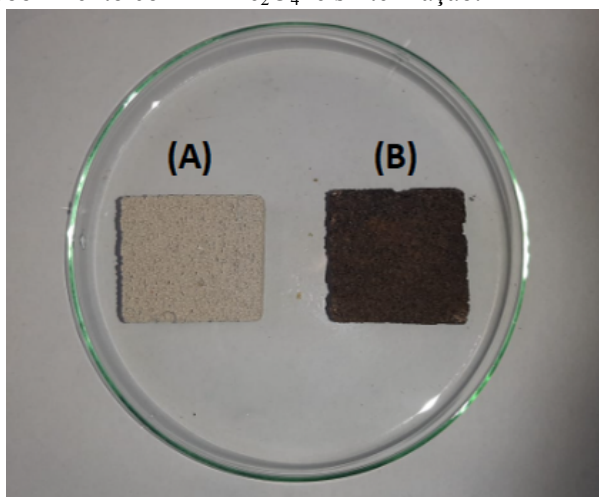
Os percentuais de degradação do AZM contido em solução foram obtidos e analisados a partir de análises realizadas em um espectrofotômetro UV-Vis, levando em consideração o valor de absorção em comprimento de onda (λ) igual a 665 nm , valor esse referente ao λ em que ocorre a absorção máxima do corante azul de metileno. Uma vez que o mesmo possui sua banda de adsorção máxima entre 664 nm (KRAY, 2016) e 665 nm (FERREIRA, 2016).

Metodologia

A síntese foi feita via método dos precursores poliméricos, conhecido também como Pechini na qual foi utilizado como precursores o nitrato de ferro, o nitrato de cobalto e o nitrato de manganês. Quantidades adequadas dos nitratos foram diluídos em água destilada e levados à agitação e aquecimento à 50°C , ao alcançar essa temperatura foi adicionado ácido cítrico e mantendo esses parâmetros por 30 min. Após se passado esse tempo foi necessário elevar a temperatura até aproximadamente 90°C , temperatura essa que será colocado o etilenoglicol em uma quantidade também calculada. A solução foi mantida a 90°C por mais 30 minutos. Após decorrido este tempo, foi necessário desligar o aquecimento e manter a agitação até que a mistura alcançasse a temperatura ambiente, para que posteriormente seja utilizada na impregnação dos corpos de prova de concreto celular autoclavado (CCA). O recobrimento foi feito imergindo o CCA na solução por 1 minuto e logo após levando-o para a estufa a 115°C para secagem. Esses passos foram repetidos até totalizar

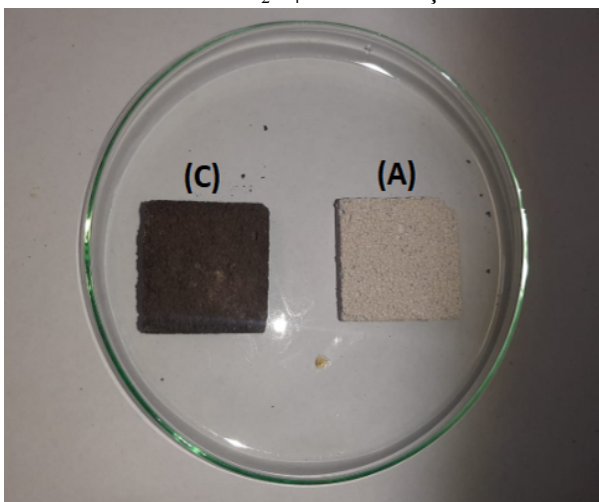
seis vezes de recobrimento em cada um dos corpos de prova. Após finalizado o recobrimento e secagem os corpos de prova, os CCA foram levados para o forno para tratamento térmico a 600°C, com duração de 3h a uma taxa de aquecimento de 10°C/ min para eliminar a resina polimérica e as fases indesejadas, deixando somente a fase principal, ou seja, deixando somente as ferritas de manganês e de cobalto depositadas sobre os corpos de prova de CCA. (GOMES, 2021). As Figuras 1 e 2 mostram os catalisadores antes e depois dos recobrimentos e sinterização.

Figura 1 – Concreto celular autoclavado (A) antes do recobrimento e sinterização e (B) depois do recobrimento com $MnFe_2O_4$ e sinterização.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Concreto celular autoclavado (A) antes do recobrimento e sinterização e (B) depois do recobrimento com $CoFe_2O_4$ e sinterização.



Fonte: Autoria própria.

Foram feitos testes de fotocatalise utilizando um

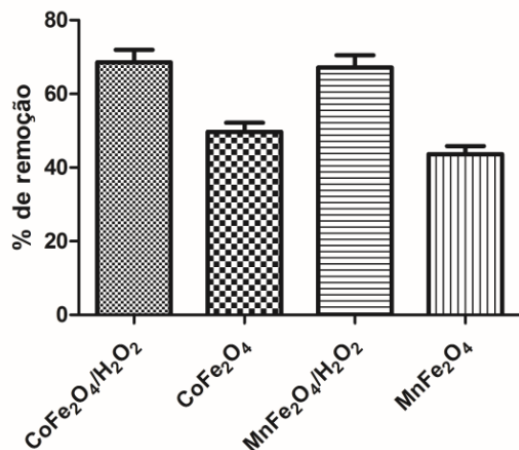
fotoreator com incidência de luz UV-C e sem a incidência da luz para as ferritas em duas condições. A primeira condição diz respeito a utilização do catalisador flotante, ou seja, do CCA recoberto com as ferritas juntamente com 50 ml de solução de corante azul de metileno com concentração inicial de 50 mg.L⁻¹ e 10µl de peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Já na segunda condição foi utilizado somente 50 ml de corante azul de metileno também contendo concentração inicial de 50 mg.L⁻¹ juntamente com o catalisador flotante, sem H₂O₂. Os testes foram feitos por um período de 5 horas, e durante este tempo foram retiradas alíquotas de 1 ml a cada 1 hora em cada uma das condições para o catalisador flotante de $CoFe_2O_4$ e de $MnFe_2O_4$. Essas alíquotas foram diluídas em 3 ml de água destilada e analisadas no UV-Vis para estudo dos percentuais de remoção.

Foi feito também testes para verificar a influência do peróxido durante a reação descrita anteriormente, utilizando somente uma medida do corante azul de metileno e 10µl de peróxido de hidrogênio sem e com a presença de luz.

Resultados e discussão

Com os dados das alíquotas diluídas retiradas nos testes de fotocatalise obtidos pela leitura no UV-Vis foi possível plotar gráficos do percentual de remoção dos testes visando conseguir analisar a efetividade do catalisador durante os processos de fotocatalise utilizando as ferritas. A partir do gráfico da Figura 3 pode-se observar o percentual de remoção das duas ferritas sem e com a presença de H₂O₂ com incidência de luz UV-C. Analisando o gráfico é possível observar que a ferrita de cobalto ($CoFe_2O_4$) juntamente com o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) apresentou maior efetividade na degradação do corante do que a ferrita de cobalto pura, ou seja, sem peróxido em solução os percentuais de remoção atingiram aproximadamente 68,97% e 49,70% respectivamente. Para a ferrita de manganês ($MnFe_2O_4$) tal resultado se mostrou análogo removendo 67,14% e 43,65% para a primeira e segunda condição respectivamente. Esses resultados demonstram que o peróxido de hidrogênio não apresenta grandes influências sobre a degradação do corante, uma vez que os percentuais de remoção se comparados de maneira geral se mostram próximos. Se comparado a efetividade dos dois catalisadores, a ferrita de cobalto apresentou levemente maior efetividade que a ferrita de manganês em ambas as condições, contudo tanto ($CoFe_2O_4$) quanto ($MnFe_2O_4$) apresentaram resultados satisfatórios se mostrando catalisadores flotantes efetivos na degradação do corante azul de metileno.

Figura 3 – Degradação do AZM utilizando CoFe_2O_4 e MnFe_2O_4 com e sem peróxido (H_2O_2) sob incidência de luz.

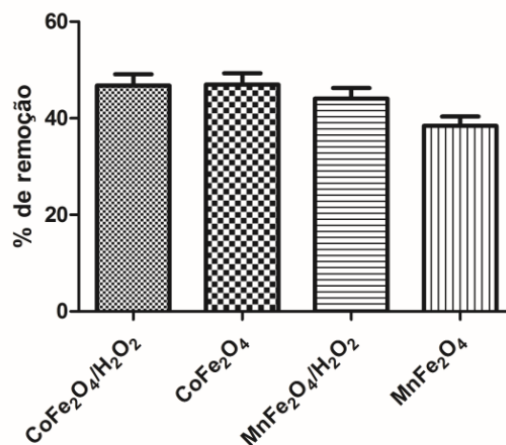


Fonte: Autoria própria.

No gráfico da Figura 4 pode-se observar o percentual de remoção das ferritas sem e com a presença de H_2O_2 , sem a incidência de luz UV-C. A ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) juntamente com H_2O_2 apresentou teve efetividade na degradação do corante bem próxima da remoção atingida da ferrita de cobalto sem o peróxido atingindo aproximadamente 47% em ambas as condições. Para a ferrita de manganês (MnFe_2O_4) tal resultado se mostrou análogo removendo aproximadamente 44% e 38% para a primeira e segunda condição respectivamente. O peróxido de hidrogênio também não apresenta grandes influências sobre a degradação do corante. Se comparado a efetividade dos dois catalisadores, a ferrita de cobalto apresentou levemente maior efetividade que a ferrita de manganês em ambas as condições.

Se comparados os resultados dos testes de fotocatalise obtidos sob e sem a incidência de luz, pode-se observar a partir dos gráficos da Figura 3 e da Figura 4 que os resultados utilizando a Luz UV-C mostram maior percentual de remoção em todas as condições.

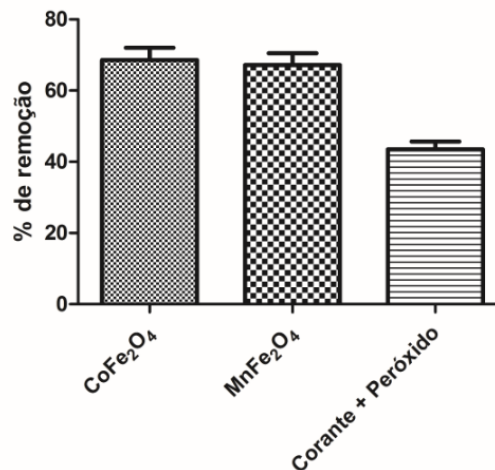
Figura 4 – Degradação do AZM utilizando CoFe_2O_4 e MnFe_2O_4 com e sem peróxido (H_2O_2) sem luz.



Fonte: Autoria própria.

A partir do gráfico da Figura 5 pode se observar, assim como nos gráficos anteriores que o peróxido de hidrogênio não tem grandes influências sobre o resultado final de degradação, uma vez que ao analisar os resultados do teste de fotocatalise em que foi utilizado somente o H_2O_2 mais a solução do corante sem os catalisadores apresentou somente 43,52% de degradação do corante. Outro dado muito importante que se pode obter é a influência das ferritas na degradação, uma vez que ao comparar os percentuais de degradação utilizando CoFe_2O_4 e MnFe_2O_4 e sem as ferritas (em roxo) foram respectivamente 68,57%, 67,17% e 43,52% demonstrando que ambas as ferritas se mostram tecnologias eficientes na degradação do AZM.

Figura 5 – Influência do H_2O_2 sozinho e dos catalisadores CoFe_2O_4 e MnFe_2O_4 com a presença de peróxido na degradação do corante sob incidência de luz UV-C.



Fonte: Autoria própria.

Conclusões

Conclui-se que as ferritas trazem benefícios com a sua utilização quando o assunto é remoção de contaminantes orgânicos persistentes em água, como os corantes, como foi visto nos testes com o corante azul de metileno. Com a necessidade de fazer os tratamentos em águas residuais e efluentes, este trabalho mostra que tanto a ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) quanto a ferrita de manganês (MnFe_2O_4) são potenciais catalisadores para ajudar na remoção do corante, uma vez que elas demonstraram percentuais de remoção efetivos como 68,57% e 67,17% respectivamente sob a incidência de luz. Já os resultados sem a incidência de luz se mostraram menores que os utilizando luz, porém também satisfatórios, removendo 46,79% e 44,09% para as ferritas de cobalto e manganês nesta ordem. Conclui-se ainda que o peróxido de hidrogênio não tem grandes influências sobre os processos degradativos e que ambas as ferritas se mostraram tecnologias interessantes para a remoção deste contaminante orgânico persistente. Além disso, os catalisadores flutuantes dispensam a necessidade de agitação e também são de fácil remoção do meio aquoso após o processo de catálise, contribuindo assim para a manutenção e preservação dos ecossistemas aquáticos, além de reduzir o custo do processo devido a falta de agitação.

Os próximos passos serão feitos ainda testes de demanda química de oxigênio (DQO) para analisar a taxa de mineralização ainda presente na amostra depois dos testes. Pelo fato da camada de recobrimento ser muito fina, menor que 5 mm, o detector do equipamento de DRX no qual foi feita a caracterização não conseguiu detectar as fases da ferrita de manganês e da ferrita de cobalto nos corpos de prova somente a do CCA. Dessa forma serão feitas novas caracterizações de DRX com o material em pó das duas ferritas com o intuito de analisar as fases do material.

Agradecimento

Agradeço a Universidade Federal de Itajubá- Campus Itabira, pela infraestrutura e ambientes propícios para o desenvolvimento do projeto, bem como à FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

Referências

FERREIRA, Luana Paula Gomes. **Adsorvente a base de MnFe_2O_4 para remoção de contaminantes em água**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira, Itabira - MG, 2021.

FERREIRA NETO, Jorge Eugênio. **Oxidação química do corante azul de metileno utilizando Processos Oxidativos Avançados (POAs)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos - GO, 2016

KRAY, Luciana Jacques. **Estudo cinético da fotodegradação de corantes comerciais utilizando semicondutores de óxidos de tântalo sintetizados a partir de líquidos iônicos**. 2016. Dissertação (Mestre em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre - RS, 2016.