
PROJETO DE PESQUISA

Programa de Iniciação Científica e Tecnológica – CBPF

Nome do Orientador e Coordenação (Pesquisador/Tecnologista/Pós-doc):

Evelyn Christyan da Silva Santos

Nome do pesquisador ou tecnologista e Instituição de Pesquisa Externa: (Coorientador ou Colaborador externo, se houver): **N/A**

Nome do Supervisor e Coordenação: (Pesquisador/Tecnologista): **N/A**

Título do Projeto: **Desenvolvimento de nanocatalisadores magnéticos para a fotodegradação de corantes assistida por campo magnético alternado**

Palavra-chave: **nanopartículas magnéticas, fotodegradação, hipertermia magnética.**

Área de conhecimento: **Química de materiais e Nanotecnologia**

Pré-requisitos desejáveis (se houver): **Alunos de graduação em física, química, nanotecnologia e áreas afins partir do 4º período.**

Pré-requisitos obrigatórios (se houver): **N/A**

Possibilidade de orientação remota:

() Sim

(x) Não

PROJETO: (Máximo de 3 páginas)

1- *Motivação*

A crescente preocupação com a preservação ambiental e a sustentabilidade tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o tratamento de efluentes industriais. Nesse contexto, a fotocatálise surge como uma abordagem promissora, devido à sua eficiência na degradação de compostos orgânicos recalcitrantes, como os corantes utilizados na indústria têxtil, alimentícia e de outros setores.¹

A fotocatálise heterogênea faz parte dos processos oxidativos avançados (POA) e baseia-se na ativação de um material semiconductor pela luz resultando na geração de espécies reativas capazes de degradar contaminantes presentes em águas residuais. Neste processo, há a absorção de fótons com energia maior que o bandgap do semiconductor. Dessa forma, os elétrons da banda de valência (BV) são promovidos para a banda de condução (BC) do semiconductor resultando na geração concomitante de uma vacância (h^+) na banda de valência (Fig. 1). Os elétrons na BC podem se recombinar com as vacâncias formadas na BV ou migrarem para a superfície do semiconductor, reagindo com as espécies adsorvidas.² Tanto as vacâncias da BV, quanto os elétrons da BC são capazes de produzir espécies reativas de oxigênio (EROs), espécies capazes de oxidar/degradar as moléculas orgânicas, levando à mineralização desses poluentes (Fig.1). Dentre alguns exemplos de óxidos de metais semicondutores muito estudados estão o TiO_2 , $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ e o ZnO .³

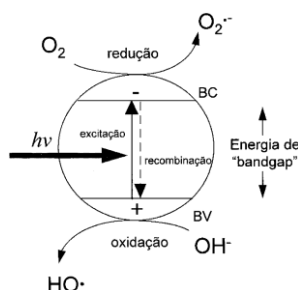


Figura 1. Esquema representativo da partícula de um semiconductor. BV: banda de valência; BC: banda de condução.

Este projeto visa investigar a aplicação da fotocatálise na degradação de corantes modelo (rodmina b e azul de metileno), contribuindo para o desenvolvimento de processos mais sustentáveis e eficazes no tratamento de efluentes, alinhando-se às demandas atuais por soluções ambientais inovadoras e de baixo impacto. Pensando nisso, o uso de nanopartículas magnéticas (NPMs) de óxido de ferro magnético em fotocatálise oferece benefícios como fácil recuperação do catalisador, maior eficiência na degradação de poluentes e processos mais sustentáveis. A aplicação do campo alternado pode gerar um aumento de temperatura local, acelerando reações químicas (conforme a Lei de Arrhenius) e melhorando a eficiência da fotodegradação.^{4,5} No entanto, é importante controlar esse aquecimento para evitar danos ao catalisador e garantir a sustentabilidade do processo.

2- Objetivos

2.1 Objetivos gerais

Desenvolver e caracterizar nanopartículas magnéticas semicondutoras, e avaliar sua capacidade de fotodegradação de corantes na presença e ausência de campo magnético alternado.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar revisão bibliográfica sobre nanopartículas magnéticas com aplicações em fotocatalise.
- Sintetizar e caracterizar os fotocatalisadores magnéticos.
- Investigar a eficiência dos fotocatalisadores na degradação de corantes com e sem aplicação do campo magnético alternado.
- Investigar a reciclabilidade do melhor fotocatalisador.
- Divulgar os resultados em eventos científicos e elaborar artigo/resumo técnico.

3- Metodologia

a) Preparo dos nanomateriais

As NPMs serão produzidas por duas rotas: I) coprecipitação⁶ e II) solvotérmica⁷. Na síntese de coprecipitação os sais de Fe^{2+} e Fe^{3+} , na proporção molar 1:2, serão coprecipitados na presença de uma base (NH_4OH 30%) durante aquecimento e agitação mecânica em um sistema aberto. Já na síntese solvotérmica será utilizado apenas o sal de Fe^{3+} em meio de etilenoglicol como o solvente, que agirá na redução do sal para formação da nanopartícula de óxido de ferro. Esta síntese será realizada por meio de aquecimento utilizando radiação de micro-ondas em um reator fechado.

b) Caracterização físico-química dos nanomateriais

Serão feitas as caracterizações químicas, óticas, coloidais, morfológicas e estruturais e texturais dos fotocatalisadores magnéticos. A espectroscopia na região do infravermelho (IV) será utilizada para averiguar a composição química da superfície das nanopartículas. A técnica de espalhamento de luz dinâmico (DLS) e potencial zeta (PZ) serão empregadas para avaliar o tamanho e a carga de superfície das nanopartículas em meio aquoso. As estruturas cristalinas das NPMs serão avaliadas pelo equipamento de difração de raios-X da Panalytical modelo Empyrean, localizado no Laboratório de Raios X do CBPF. A morfologia e tamanho das nanopartículas serão avaliados com o uso do microscópio eletrônico de transmissão (Jeol 2100F) de alta resolução localizado no LABNANO no CBPF. Serão feitos ainda mapeamento elementar por espectroscopia de raios X por energia dispersiva (EDS) para verificar a composição química das NPMs. A técnica de adsorção e dessorção de N_2 (equipamento ASAP 2020) será utilizada para averiguar a área de superfície, tamanho e volume de poros dos fotocatalisadores magnéticos.

c) Investigação da eficiência dos fotocatalisadores na degradação de corantes com e sem aplicação do campo magnético alternado

Para avaliar o desempenho das NPMs na fotodegradação de corantes como a rodamina B ou 6G, com e sem campo magnético, será utilizada a espectroscopia da região do ultravioleta-visível. Inicialmente, várias soluções do corante com diferentes concentrações serão preparadas com o objetivo de obter uma curva de calibração. Através dessa curva, será possível realizar a quantificação da concentração do corante em solução após incidência de luz e campo magnético na suspensão contendo o

fotocatalisador. Nesta etapa será também investigado parâmetros que podem influenciar na eficiência da fotodegradação, como temperatura, quantidade do fotocatalisador, intensidade e comprimento de onda da luz utilizada. Assim como a influência do campo magnético alternado.

4- Plano de atividades

Atividade	Descrição	Bimestre					
		1	2	3	4	5	6
1-Levantamento bibliográfico	Realizar revisão bibliográfica sobre nanopartículas magnéticas com aplicações em fotocatalise	X					
2-Síntese das NPMs	Síntese das NPMs pelos métodos de coprecipitação e solvotérmica.	X	X				
3- Caracterização físico-química das NPMs	Caracterização dos nanomateriais desenvolvidos na atividade #2.		X	X	X		
4- Investigação da eficiência dos fotocatalisadores na degradação de corantes	Avaliar a atividade fotocatalítica dos nanomateriais com e sem aplicação do campo magnético.				X	X	X
5-Investigar o reciclabilidade dos fotocatalisadores	Realizar mais de 3 ciclos fotocatalíticos com o mesmo fotocatalisador comparando o estado inicial com o final.					X	X
6-Apresentação em evento	Produção da escrita/relatório científica e apresentação do trabalho na Jornada de Iniciação Científica do CBPF						X

5- Referências Bibliográficas

- 1 E. N. Zare, S. Iftekhhar, Y. Park, J. Joseph, V. Srivastava, M. A. Khan, P. Makvandi, M. Sillanpaa and R. S. Varma, *Chemosphere*, 2021, **280**, 130907.
- 2 F. Opoku, K. K. Govender, C. G. C. E. van Sittert and P. P. Govender, *Adv. Sustain. Syst.*, 2017, **1**, 1–24.
- 3 R. F. P. Nogueira and W. F. Jardim, *Quim. Nova*, 1998, **21**, 69–72.
- 4 E. M. Rodrigues, C. M. Fernandes, O. C. Alves, E. C. S. Santos, F. Garcia, Y. Xing, E. A. Ponzio and J. C. M. Silva, *ACS Appl. Energy Mater.*, , DOI:10.1021/acsaem.4c01418.
- 5 S. R. Yassine, Z. Fattat, G. H. Darwish and P. Karam, *Catal. Sci. Technol.*, 2020, **10**, 3890–3896.
- 6 E. C. S. Santos, A. Watanabe, M. D. Vargas, M. N. Tanaka, F. Garcia and C. M. Ronconi, *New J. Chem.*, 2018, **42**, 671–680.
- 7 G. C. Concas, W. B. F. Jalil, R. J. Caraballo-Vivas, V. L. S. Gomes, M. A. Camarena, M. B. Fontes, S. K. Sharma, T. P. Almeida, E. C. S. Santos and F. Garcia, *J. Alloys Compd.*, 2025, **1010**, 16–18.