

PLANO DE TRABALHO

DADOS DO PLANO DE TRABALHO

Projeto de Pesquisa:	NPP3217-2023 - Filmes Finos baseados em Compostos de Coordenação e Nanopartículas
Orientador:	KARINE PRISCILA NAIDEK
Centro:	DIRECAO GERAL CCT
Departamento:	DEPARTAMENTO DE QUIMICA CCT
Discente:	2062511807 - LUCAS AUGUSTO FORCELLINI ALVES
Tipo de Bolsa:	PROBIC-AF/UDESC (IC)
Direcionamento(s) da bolsa:	Iniciação Científica Possui aderência a uma das áreas de tecnologias prioritárias do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)
Status do Plano:	EM ANDAMENTO
Editais:	EDITAL PIC&DTI 01.2024 (CICLO: 2024-2025)
Cota:	PIC&DTI 2024-2025 (01/09/2024 a 31/08/2025)
Período:	01/09/2024 a 31/08/2025

CORPO DO PLANO DE TRABALHO

Título

Remoção de Poluentes Emergentes Utilizando Nanopartículas Core-Shell Magnéticas

Introdução e Justificativa

A crescente industrialização e urbanização têm desencadeado um aumento alarmante na presença de poluentes emergentes, caracterizados por produtos farmacêuticos, substâncias químicas industriais e microplásticos, infiltrando-se nas águas tanto superficiais quanto subterrâneas. Estes agentes poluentes, muitas vezes negligenciados em processos de tratamento convencionais, representam uma ameaça significativa para a saúde humana e a integridade dos ecossistemas aquáticos devido à sua persistência e ao seu potencial impacto adverso.

Os produtos farmacêuticos, por exemplo, podem entrar nos sistemas hídricos através do descarte inadequado de medicamentos, esgotos domésticos e efluentes industriais de unidades farmacêuticas. Por sua vez, substâncias químicas industriais, como os disruptores endócrinos e os compostos perfluorados, são liberados durante processos de fabricação e descartados em águas residuais industriais, enquanto os microplásticos têm origem diversa, desde a degradação de resíduos plásticos até a abrasão de roupas sintéticas.

Esses poluentes emergentes apresentam desafios únicos devido à sua resistência à degradação, persistindo no ambiente por períodos prolongados e podendo se acumular nos organismos vivos ao longo da cadeia alimentar, com potenciais impactos na saúde humana e no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Nesse contexto, torna-se imperativo o desenvolvimento de métodos eficazes para a remoção desses poluentes emergentes, visando à proteção dos recursos hídricos e à promoção da qualidade da água. Soluções inovadoras, como o uso de nanotecnologia e materiais avançados, surgem como promissoras para enfrentar esse desafio, oferecendo métodos de remoção mais eficientes e sustentáveis para garantir a segurança e a preservação dos nossos recursos naturais.

No contexto atual, o emprego de nanopartículas core-shell magnéticas, particularmente aquelas constituídas por óxido de ferro recobertas com óxido de zinco, desponta como uma abordagem altamente promissora para enfrentar os desafios apresentados pelos poluentes emergentes. Essas nanopartículas apresentam uma combinação única de propriedades que as tornam excepcionalmente adequadas para a remoção eficiente desses contaminantes.

O óxido de ferro, conhecido por suas propriedades magnéticas, confere às nanopartículas a capacidade de serem facilmente manipuladas e recuperadas de sistemas aquosos por meio de um campo magnético externo. Essa característica é crucial para simplificar os processos de separação e recuperação das nanopartículas após a remoção dos poluentes, o que torna o sistema mais eficiente e economicamente viável.

Por outro lado, o óxido de zinco apresenta uma alta área superficial e uma capacidade excepcional de adsorção, o que possibilita a interação eficaz com uma ampla variedade de poluentes emergentes, incluindo produtos farmacêuticos, produtos químicos industriais e microplásticos. A presença da camada de óxido de zinco sobre as nanopartículas de óxido de ferro cria um ambiente propício para a adsorção dos poluentes, promovendo uma remoção seletiva e eficiente dessas substâncias nocivas da água.

Além disso, a combinação desses dois materiais em uma estrutura core-shell confere às nanopartículas propriedades sinérgicas que ampliam ainda mais sua eficácia na remoção de poluentes. A presença da camada de óxido de zinco não apenas aumenta a capacidade de adsorção das nanopartículas, mas também protege o núcleo de óxido de ferro contra a oxidação e a aglomeração, garantindo a estabilidade e a reutilização das nanopartículas ao longo do tempo.

Portanto, as nanopartículas core-shell magnéticas, especialmente aquelas compostas por óxido de ferro recobertas com óxido de zinco, representam uma solução altamente promissora para a remoção eficiente e seletiva de poluentes emergentes, contribuindo assim para a preservação e a qualidade dos recursos hídricos.

Objetivos

Objetivo Geral:

Investigar a aplicação de nanopartículas core-shell magnéticas, compostas por óxido de ferro recobertas com óxido de zinco, na remoção de poluentes emergentes presentes em soluções aquosas, visando contribuir para o desenvolvimento de métodos eficazes de tratamento de água e a preservação da qualidade dos recursos hídricos.

Objetivos:

1. Sintetizar nanopartículas core-shell magnéticas de óxido de ferro recobertas com óxido de zinco.
2. Avaliar a eficiência das nanopartículas sintetizadas na remoção de poluentes emergentes em soluções aquosas.
3. Investigar os mecanismos de adsorção e interações entre as nanopartículas e os poluentes emergentes.
4. Otimizar as condições de operação para maximizar a remoção de poluentes emergentes utilizando as nanopartículas.

Metodologia

1. Síntese das nanopartículas core-shell magnéticas: As nanopartículas serão sintetizadas pelo método de co-precipitação, seguido pela deposição do óxido de zinco na superfície das nanopartículas de óxido de ferro.
2. Caracterização das nanopartículas: As nanopartículas sintetizadas serão caracterizadas quanto à sua morfologia, tamanho de partícula, estrutura cristalina e composição química utilizando técnicas como microscopia eletrônica de transmissão, difração de raios-X e espectroscopia de absorção na região do infravermelho.
3. Avaliação da eficiência de remoção de poluentes emergentes: Serão realizados ensaios de adsorção utilizando soluções contendo poluentes emergentes, como fármacos e produtos químicos industriais, em diferentes concentrações. A concentração residual dos poluentes será determinada por técnicas analíticas adequadas.
4. Estudo dos mecanismos de adsorção: Serão realizados estudos para investigar os mecanismos de adsorção dos poluentes emergentes nas nanopartículas, incluindo análises de isotermas de adsorção e cinética de adsorção.
5. Otimização das condições de operação: Serão investigados os parâmetros operacionais, como pH da solução, tempo de contato e concentração das nanopartículas, visando maximizar a eficiência de remoção dos poluentes emergentes.

Habilidades Adquiridas

Durante o desenvolvimento deste projeto, o estudante terá a oportunidade de adquirir uma série de habilidades cruciais para sua formação acadêmica e profissional. Essas habilidades não apenas contribuirão para o avanço do projeto de pesquisa, mas também serão valiosas em sua trajetória futura na área científica. Algumas dessas habilidades incluem:

1. Síntese de Materiais Nanoestruturados:

O estudante aprenderá técnicas de síntese de nanopartículas core-shell magnéticas, utilizando óxido de ferro recoberto com óxido de zinco. Isso envolverá a manipulação de reagentes, controle de parâmetros de reação e otimização de processos para obter materiais nanoestruturados com as propriedades desejadas.

2. Caracterização de Materiais por Técnicas Analíticas:

Será desenvolvida a habilidade de caracterizar os materiais sintetizados por meio de técnicas analíticas, como microscopia eletrônica de transmissão (TEM), espectroscopia de dispersão de energia de raios-X (EDS), difração de raios-X (XRD) e espectroscopia de absorção na região do infravermelho (FTIR). Isso permitirá ao estudante entender a estrutura, composição e propriedades dos materiais nanoestruturados.

3. Realização de Ensaio Experimentais em Laboratório:

O estudante terá a oportunidade de realizar uma variedade de ensaios experimentais em laboratório, seguindo procedimentos padronizados com precisão e cuidado. Isso incluirá a preparação de soluções, execução de reações químicas, operação de equipamentos de laboratório e manipulação segura de substâncias químicas.

4. Análise e Interpretação de Dados Experimentais:

Após a realização dos experimentos, o estudante aprenderá a analisar e interpretar os dados obtidos. Isso envolverá a aplicação de técnicas estatísticas, gráficos e outras ferramentas de análise de dados para extrair informações relevantes e tirar conclusões científicas.

5. Escrita Técnica e Elaboração de Relatórios Científicos:

O estudante desenvolverá habilidades de escrita técnica ao redigir relatórios científicos detalhados sobre os experimentos realizados, os resultados obtidos e as conclusões alcançadas. Isso incluirá a organização clara e lógica das informações, a utilização de linguagem técnica adequada e a referência a fontes bibliográficas relevantes.

6. Comunicação Oral de Resultados de Pesquisa:

O estudante terá a oportunidade de apresentar os resultados de sua pesquisa de forma oral em seminários, reuniões de grupo e conferências científicas. Isso envolverá a preparação de apresentações claras e concisas, bem como a capacidade de responder a perguntas e discussões sobre o trabalho realizado.

7. Trabalho em Equipe e Colaboração Interdisciplinar:

Durante todo o projeto, o estudante trabalhará em equipe, colaborando com outros membros do grupo de pesquisa, supervisores e, possivelmente, outros departamentos ou instituições. Isso desenvolverá habilidades de comunicação, cooperação e resolução de problemas em um ambiente interdisciplinar, essenciais para o sucesso na ciência e na pesquisa.

Aderência à Área Prioritária

O objeto do projeto de pesquisa "Remoção de Poluentes Emergentes Utilizando Nanopartículas Core-Shell Magnéticas" se alinha com duas áreas prioritárias do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), conforme a Portaria nº 1.122, de 19.03.2020.

Área II - Habilitadoras (artigo 4º) V. Nanotecnologia:

A utilização de nanopartículas core-shell magnéticas, compostas por óxido de ferro recobertas com óxido de zinco, representa uma aplicação direta da nanotecnologia. Esses materiais nanoestruturados possuem propriedades únicas que podem ser exploradas para desenvolver métodos avançados de remoção de poluentes. A nanotecnologia desempenha um papel habilitador ao oferecer ferramentas e técnicas inovadoras que podem melhorar significativamente os processos de tratamento de água, aumentando sua eficiência e reduzindo o impacto ambiental.

Área IV - para Desenvolvimento Sustentável (artigo 6º) V. Tratamento da Poluição:

O projeto visa contribuir para o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água mais eficientes e sustentáveis, focando especificamente na remoção de poluentes emergentes. Esses poluentes representam uma ameaça crescente para a qualidade da água e a saúde pública. Ao utilizar nanopartículas magnéticas para remover esses poluentes, o projeto está alinhado com os esforços para mitigar a poluição e promover o desenvolvimento sustentável, conforme destacado na área prioritária para o tratamento da poluição.

Referências

AHMED, S. N., & HAIDER, W. Heterogeneous photocatalysis and its potential applications in water and wastewater treatment: A review. Nanotechnology, p. 29-34, 2018.

ALI, H. M., ARABPOUR Roghabadi, F., & AHMADI, V. Solid-Supported Photocatalysts for Wastewater Treatment: Supports Contribution in the Photocatalysis Process. Solar Energy, v. 255, p. 99-125, 2023.

BILA, D. M., & DEZOTTI, M. Desreguladores Endócrinos no Meio Ambiente: Efeitos e Consequências. Quim. Nova, v. 30, n. 3, p. 651-666, 2007.

CAON, N. B. Nanopartículas Magnéticas Alquil-modificadas visando aplicação como fase extratora na pré-concentração de contaminantes emergentes presentes em amostras ambientais de águas naturais e tratada. 2020. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CHANDRA, R., & ANANTHARAMAN, G. Treating waste by waste: Remediation of methylene blue using core-shell MI@ZIF-11 nanocomposites from waste toner powder. Process Safety and Environmental Protection, v. 168, p. 189-204, 2022.

CHIAVENATO, F. F. Aplicação do Processo de Fotocatálise Heterogênea para Degradação do Triclosan. 2017. Dissertação (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

DAEKGHANI-DASHTABI, M., HETMATARA, H., & SEYED-YAZDI, J. Synthesis and Improved Photoactivity of Magnetic Quaternary Nanocomposites Consisting of Fe₃O₄@ZnO core@shell Nanoparticles Decorated on Graphene-oxide Grafted Poly-Citric Acid. Physica B: Condensed Matter, v.553, p.11-17, 2019.

29

DEE, G., SHAYOUB, H., MCNEILL, H., LOZANO, I. S., RAFFERTY, A., & GUN'KO, Y. K. MnFe₂O₄@SiO₂@CeO₂ core-shell nanostructures for applications in water remediation. RSC Advances, v.13 n.16, p.10513-10522, 2023.

FRANÇA, C. A. S. DE. Elaboração e Caracterização de Nanopartículas Magnéticas do Tipo Core-Shell Co₀,50 Cu₀,25 Zn₀,25 Fe₂O₄ @yFe₂O₃. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade de Brasília, Planaltina.

FU, J. R., ZHENG, J., FANG, W. J., CHEN, C., CHENG, C., YAN, R. W., HUANG, S. G., & WANG, C. C. Synthesis of porous magnetic Fe₃O₄/Fe@ZnO core-shell heterostructure with superior capability for water treatment. Journal of Alloys and Compounds, v.650, 463-469, 2015.

INAMBAR, A. K., RAJENIMALKAR, R. S., HULSURE, N. R., KADAM, A. S., SHINDE, B. H., PATOLE, S. P., SHELKE, S. B., & INAMBAR, S. N. A Review on Environmental Applications of Metal Oxide Nanoparticles Through Waste Water Treatment. Materials Today: Proceedings, p.1-10, 2023.

KEIJER, T., BAKKER, V., & SLOOTWEG, J. C. By expanding the scope of sustainability to the entire lifecycle of chemical products, the concept of circular chemistry aims to replace today's linear 'take-make-dispose' approach with circular processes. This will optimize resource efficiency across chemical value chains and enable a closed-loop, waste-free chemical industry. Circular chemistry to enable a circular economy, p. 1-6, 2019.

KERIN, H., NAGARAJ, K., & KAMALESU, S. Review on Aquatic Toxicity of Metal Oxide Nanoparticles. Materials Today: Proceedings, p. 1-8, 2023.

KOTZ, J. C., TREICHEL, P. M., & TOWNSEND, J. R. Química Geral e Reações Químicas, Cengage, Ed.; 4a , Vol. 1, 2023.

30
KURIAN, M., & THANKACHAN, S. Structural diversity and applications of spinel ferrite core - Shell nanostructures. A review. In Open Ceramics, V. 8, p. 1-17, 2021.
LOPES, I. F. dos S. Nanopartículas Core-Shell de Fe3 O4@Ta2O5: Síntese, Caracterização e Aplicação em Reações de Fotodegradação de Corantes. 2015. Dissertação (Projeto Tecnólogo em Química Industrial) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
LUO, Y., GUO, W., NGO, H. H., NGHIEM, L. D., HAI, F. I., ZHANG, J., LIANG, S., & WANG, X. C. A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. Science of the Total Environment, p. 473-474, p. 619-641, 2014.
SEIDEL, A. Descoloração de Corantes utilizando Nanopartículas CoreShell. 2021. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) - Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Joinville.
SHRIVER, D. F., ATKINS, P. W., OVERTON, T. L., ROURKE, J. P., WELLER, M. T., & ARMSTRONG, F. A. Química Inorgânica, 4 a Ed. São Paulo: Editora Artmed S.A. 2006.
SILVA, E. S. da. Utilização da Fotocatálise Solar Heterogênea no Tratamento de Efluentes Industriais. 2016. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa.
SIVAKUMAR, R., & LEE, N. Y. Adsorptive removal of organic pollutant methylene blue using polysaccharide-based composite hydrogels. Chemosphere, p. 1-16, 2022.
SOARES, A. F. S., & SOUZA, e S. L. P.. Contamination of public water supply by emerging pollutants and the right to health. In Revista de Direito Sanitário (Vol. 20, Issue 2). 2019. Universidade de Sao Paulo.
31
SUN, Q., LI, Z., LI, J., LIU, N., ZHANG, M., & LE, T. Advances in photocatalysis for mycotoxins elimination: Engineering strategies in photocatalyst designing, practical applications and future prospects. Journal of Alloys and Compounds, p. 1-9, 2023.
TOMA, H. E. Nanotecnologia Molecular: Materiais e Dispositivos. 1 Ed. São Paulo: Editora E. BLUCHER Ltda, Vol. 6, 2018.
TOMA, H. E., SILVA, D. G. da, & CONDOMITTI, U. Nanotecnologia Experimental. 1 Ed. São Paulo: Editora E. Blucher Ltda, 2016.
VETTORELLO, G., BRANDT, V. V., DALLAZEN, M. C., KUHN, D., ETGETON, H. P., SPELLMEYER, J. G., CARLESSO, W. M., & HOEHNE, L. Micropoluentes em Água – O Novo Desafio Emergente. Revista Caderno Pedagógico, v.14 n.1, p. 1-12, 2017.
WOLFF, G. da S. Fotocatálise Heterogênea: Uma Revisão sobre os Métodos Promissores de Imobilização de Dióxido de Titânio. Revista Técnico Científica IFSC | v. 1, n, 12, p. 1-19, 2022.
YADAV, G., & AHMARUZZAMAN, M. New generation advanced nanomaterials for photocatalytic abatement of phenolic compounds. Chemosphere, n.304, p. 1-15, 2022.
ZHANG, Y., LIU, H., GAO, F., TAN, X., CAI, Y., HU, B., HUANG, Q., FANG, M., & WANG, X. Application of MOFs and COFs for photocatalysis in CO2 reduction, H2 generation, and environmental treatment. EnergyChem, v.4, n.4, p. 1-43, 2022.
ZHU, H., WU, J., FANG, M., TAN, L., CHEN, C., ALHARBI, N. S., HAYAT, T., & TAN, X. Synthesis of a core-shell magnetic Fe3O4-NH2@PmPD nanocomposite for efficient removal of Cr(VI) from aqueous media. RSC Advances, v.7, n.58, p.36231-36241, 2017.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES													
Atividade	2024				2025								
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
	X	X	X	X	X								
		X	X	X	X	X	X						
						X	X	X	X	X			
							X	X	X	X	X		
									X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
HISTÓRICO DE BOLSISTAS													
Discente						Data de Indicação		Início		Fim			
2062511807 - LUCAS AUGUSTO FORCELLINI ALVES						03/09/2024 17:20:48		03/09/2024		31/08/2025			
PARECER CONSULTORES													
Data/Hora		Parecer							Usuário				
04/07/2024 10:11		Aprovado.							(c92)				
HISTÓRICO DO PLANO DE TRABALHO													
Data/Hora		Situação		Tipo de Bolsa		Usuário							
10/06/2024 17:50		CONCORRENDO A COTA		A DEFINIR		KARINE PRISCILA NAIDEK (06179288941)							
25/06/2024 10:55		CONCORRENDO A COTA		A DEFINIR		ANA CAROLINA SCHARF DA SILVA (18078563809)							
04/07/2024 10:11		APROVADO		A DEFINIR		(c92)							