

OBTENÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA TÊXTIL PERNAMBUCANA

Introdução

O limite tecnológico dos atuais micro-dispositivos tem estimulado uma ampla pesquisa visando diminuir seu tamanho em pelo menos uma ordem de magnitude e os nanomateriais são considerados uma das opções para atingir esse objetivo (WANG; CAO, 2006).

As indústrias têxteis são potenciais contaminantes de corpos hídricos, principalmente devido aos corantes utilizados durante o processo de tingimento. Esses são, na sua maioria, constituídos de estruturas químicas complexas, o que dificulta a identificação dos compostos contaminantes e sua adequada remoção. Existem mais de 100 mil marcas de corantes comerciais que produzem, anualmente, cerca de 700 mil toneladas do produto (RAO; CHEETHAM, 2001; ROBINSON et al., 2001), das quais, estima-se, até 10% são perdidas durante a sua aplicação (FORGACS; CSERHATI; OROS, 2004).

Métodos convencionais utilizados para tratamento de água, tais como precipitação, coagulação/floculação, ozonizador, método eletroquímico, troca iônica, adsorção etc, têm limitações inerentes por serem menos eficientes e levam à produção de lodo secundário. Fotocatálise heterogênea está ganhando muita importância no tratamento de águas residuais nas últimas décadas. Esta técnica pode ser utilizada eficazmente para a remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos da água, sendo o óxido de zinco um material promissor nesta área (KUSUMAM et al., 2016).

Os materiais à base de óxido de zinco (ZnO) são de grande interesse para a indústria de dispositivos optoeletrônicos, como células solares (CHOPRA; MAJOR; PANDYA, 1983), sensores de gás (BENDER et al., 2002), óxidos condutores transparentes (TCO) (LEE; KO; PARK, 2003), espelhos refletivos de calor (KOSTLIN; FRANK, 1982) entre outras aplicações, além da alta abundância natural e baixa toxicidade (KOSTLIN; FRANK, 1982). Entre essas aplicações, processos fotoquímicos para tratamento de água têm sido muito investigados, sendo que a fotocatálise heterogênea usando semicondutores inorgânicos provou ser uma ferramenta interessante para degradar contaminantes orgânicos aquáticos e atmosféricos (MILAO et al., 2012).

Neste contexto, esse projeto tem como objetivo a obtenção de nanopartículas de ZnO através do método hidrotérmico assistido por micro-ondas com diferentes morfologias e avaliar a sua eficiência como fotocatalisadores no tratamento de efluentes da indústria têxtil pernambucana. A caracterização estrutural e morfológica das amostras será realizada por difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura e BET (Brunauer Emmett Teller), a estrutura eletrônica determinada por espectroscopia UV-vísivel e ensaios de fotocatálise utilizando os efluentes têxteis serão realizados.

Objetivos

Geral

Esse projeto tem como objetivo a obtenção de nanopartículas de ZnO com diferentes morfologias e avaliar a sua eficiência como fotocatalisadores no tratamento de efluentes da indústria têxtil. As nanopartículas serão obtidas através do método hidrotérmico assistido por micro-ondas.

Específicos

- Avaliar a morfologia e as propriedades físicas e químicas através de técnicas convencionais de caracterização como difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, BET (Brunauer Emmett Teller) e espectroscopia UV-vísivel.
- Realizar testes de fotocatálise em escala de laboratório, sob iluminação UV e com amostras de corantes padrões e efluentes das indústrias de beneficiamento têxtil, inseridas no APL de Confecções do Agreste de Pernambuco.

Metodologia

A síntese será realizada pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas. Neste processo a radiação eletromagnética (micro-ondas) age diretamente sobre os dipolos permanentes da água (solvente), os quais oscilam e transferem energia em forma de calor para o soluto, auxiliando assim em seu processamento. Os

materiais utilizados como precursores para síntese pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas serão nitratos e acetatos de zinco. Para a síntese 0,02 mol dos precursores serão dissolvidos em 50 ml de água destilada a 80°C sob agitação constante até completa dissolução. Após essa etapa, 50 ml de hidróxido de sódio (10 mol.L⁻¹) será adicionada sob agitação intensa e rapidamente a suspensão será transferida para o reator hermeticamente fechado de Teflon® e em seguida levado ao forno de Micro-ondas com razão de aquecimento de 140°C/min até atingir a temperatura de 140°C onde será mantida por 10min. Após esse processo o precipitado formado será lavado com água destilada e álcool isopropílico e seco em uma chapa aquecedora por 24 horas a 60°C. Em seguida, os pós obtidos serão calcinados a 600°C/2h.

A morfologia e as propriedades físicas e químicas serão avaliadas através de técnicas convencionais de caracterização como difração de raios X (Rigaku Geigerflex (Goniômetro horizontal), com incidência normal, radiação de CuK α e com monocromador de LiF100, instalado no departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte), microscopia eletrônica de varredura (FEG-MEV, Zeiss modelo Supra 35, disponível no INCTMN), BET (Brunauer Emmett Teller) (Micromeritics, modelo ASAP 2000, utilizando N₂ como gás de adsorção/desorção, instalado no Grupo Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos da Universidade de São Paulo), espectroscopia UV-vísivel (UV-2600 (Shimadzu) na região de 200-800 nm, instalado no CENAPESQ - UFRPE).

Os testes de fotocatalise utilizando corantes padrões assim como amostras de efluentes da indústria têxtil, serão realizadas no departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Aderência aos critérios de priorização

I. Reserva de bolsas para Cursos Novos

O programa de pós-graduação em Engenharia Física foi aprovado na 181ª reunião do CTC-CAPES em dezembro de 2018, iniciando suas atividades em janeiro de 2019.

II. Apoio diferenciado à pós-graduação em Engenharias

O projeto está vinculado ao programa de pós-graduação em Engenharia Física, sediado na Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho-UFRPE, pertencente à grande área de Materiais da CAPES.

III. Projeto em temas estratégicos para o desenvolvimento do Estado:

b) Desenvolvimento de arranjos produtivos locais (APLs) do Estado

O Arranjo Produtivo Local (APL) de Confecções do Agreste de Pernambuco é formado pelos municípios de Santa Cruz do Capibaribe, Toritama, Caruaru e outros do entorno com menor representatividade (ANDRADE, 2008). Nas cidades do APL de confecções a economia é voltada para a atividade. Segundo os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-MTE), em 2009 cerca de 81% dos estabelecimentos da indústria têxtil e de confecção do Agreste Pernambucano estavam sediados em um desses três municípios (SILVA et al., 2012).

c) Políticas públicas de impacto social ou ambiental

O uso de fotocatalisadores nanométricos para tratamento de efluentes provenientes da indústria têxtil serve como instrumento auxiliar para que as empresas do setor possam atender as legislações importantes de impacto ambiental, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional de Meio Ambiente, Política Nacional de Educação Ambiental, bem como suas contribuições legais a nível estadual, e resoluções Conama e ABNT pertinentes.

Resultados esperados

As principais contribuições podem ser avaliadas em função dos impactos científicos e tecnológicos e dos resultados esperados:

I. Impacto científico e tecnológico:

- Estruturação da pesquisa científica no Grupo de Nanotecnologia Aplicada e Ambiental (NanoA) da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho.

- Publicação e apresentação de trabalhos em eventos nacionais e internacionais.

- Publicação de artigos em periódicos nacionais e internacionais.
- Otimização do método hidrotérmico assistido por micro-ondas para produção de nanocristais com potencial aplicação para fotocatalise.
- Desenvolvimento de produtos com efetiva aplicação tecnológica para empresas da área.
- Desenvolver ciência aplicada em áreas estratégicas do estado de Pernambuco.
- Geração de patente, produtos de inovação e parcerias com empresas e institutos de pesquisa nacionais e internacionais.
- Fortalecer a interação científica e tecnológica entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco e as indústrias do Arranjo Produtivo Local (APL) de Confeções do Agreste de Pernambuco.

II. Contribuição ao desenvolvimento econômico e social de Pernambuco:

O Arranjo Produtivo Local (APL) de Confeções do Agreste de Pernambuco é formado pelos municípios de Santa Cruz do Capibaribe, Toritama, Caruaru e outros do entorno com menor representatividade (ANDRADE, 2008). Nas cidades do APL de confeções a economia é voltada para esta atividade. Segundo os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-MTE), em 2009 cerca de 81% dos estabelecimentos da indústria têxtil e de confecção do Agreste Pernambucano estavam sediados em um desses três municípios (SILVA, 2012).

Arelado a esse setor, têm-se as indústrias de beneficiamento têxtil, as quais são as lavanderias industriais, isto é, as lavanderias de jeans. A disseminação dessas lavanderias, no Agreste pernambucano mudou a economia local, citando a cidade de Toritama como exemplo, Almeida (ALMEIDA, 2013) relata que a cidade despontou na década de 1970, antes cidade com grandes concentrações de fábrica de calçados, iniciou a sua vocação atual de capital do jeans, com a introdução das lavanderias, pois não necessitavam mais levar as roupas para o Recife para realizar a lavagem.

Dessa maneira, se fazem necessários estudos sobre o processo de síntese de nanoestruturas eficientes como fotocatalisadores, possibilitando sua obtenção de forma simples, controlada e reprodutível. Diante disso, a importância deste projeto está baseada não somente nas possíveis aplicações dos materiais a serem obtidos, mas também pelo desenvolvimento de um estudo fundamental com o objetivo de caracterizar as propriedades químicas e físicas dessas amostras, possibilitando um estudo comparativo com outros resultados já presentes na literatura.

Cronograma de atividades

Atividades	1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Revisão e atualização bibliográfica	X	X	X	X
Disciplinas	X	X		
Síntese nas nanopartículas com diferentes morfologias pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas		X	X	
Caracterização estrutural, morfológica e óptica das nanopartículas		X	X	
Testes fotocatalíticos com corantes padrões e efluentes industriais reais		X	X	X
Análise dos resultados			X	X
Elaboração de artigos			X	X
Relatório	X	X	X	X
Defesa da Dissertação				X

Referências

ALMEIDA, A. M. B. Roupas sujas se lavam em casa: A seca no agreste Pernambucano e a Gestão Ambiental na Lavanderia Água Limpa. Administração Pública e Gestão Social, v. 5, p. 134–138, 2013.

- ANDRADE, T. S. A estrutura institucional do APL de confecções do agreste Pernambucano e seus reflexos sobre a reoperação e inovação: O caso do município de Toritama. Dissertação—João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2008.
- BENDER, M. et al. Production and characterization of zinc oxide thin films for room temperature ozone sensing. *Thin Solid Films*, v. 418, n. 1, p. 45–50, 1 out. 2002.
- CHOPRA, K. L.; MAJOR, S.; PANDYA, D. K. TRANSPARENT CONDUCTORS - A STATUS REVIEW. *Thin Solid Films*, v. 102, n. 1, p. 1–46, 1983.
- FORGACS, E.; CSERHATI, T.; OROS, G. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment International*, v. 30, n. 7, p. 953–971, set. 2004.
- KOSTLIN, H.; FRANK, G. OPTIMIZATION OF TRANSPARENT HEAT MIRRORS BASED ON A THIN SILVER FILM BETWEEN ANTIREFLECTION FILMS. *Thin Solid Films*, v. 89, n. 3, p. 287–293, 1982.
- KUSUMAM, T. V. A. et al. Morphology controlled synthesis and photocatalytic activity of zinc oxide nano structures. *Ceramics International*, v. 42, n. 3, p. 3769–3775, 15 fev. 2016.
- LEE, J. H.; KO, K. H.; PARK, B. O. Electrical and optical properties of ZnO transparent conducting films by the sol-gel method. *Journal of Crystal Growth*, v. 247, n. 1–2, p. 119–125, jan. 2003.
- MILAO, T., M. et al. Microwave Hydrothermal Synthesis and Photocatalytic Performance of ZnO and M:ZnO Nanostructures (M = V, Fe, Co). *Science of Advanced Materials*, v. 4, n. 1, p. 54–60, 2012.
- RAO, C. N. R.; CHEETHAM, A. K. Science and technology of nanomaterials: current status and future prospects. *Journal of Materials Chemistry*, v. 11, n. 12, p. 2887–2894, 2001.
- ROBINSON, T. et al. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*, v. 77, n. 3, p. 247–255, maio 2001.
- SILVA, M. V. A. . S., A. L. ..BRITO, D. J. M. ..BRANCO, D. K. S. ..FERREIRA, M. O. A questão ambiental no pólo de confecções de Caruaru: Um primeiro ensaio à luz dos instrumentos econômicos de proteção ambiental. *Revista Estudos do CEPE*, v. 35, p. 108–132, 2012.
- WANG, Y.; CAO, G. Synthesis and Enhanced Intercalation Properties of Nanostructured Vanadium Oxides. *Chemistry of Materials*, v. 18, n. 12, p. 2787–2804, 2006.