

SÍNTESE VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINCO PARA APLICAÇÃO EM REATORES DE FOTOCATÁLISEInocencio, Eduardo¹ (IC), Oliveira, Adhimar (PQ)¹¹Universidade Federal de Itajubá.**Palavras-chave:** Descontaminação. Hidrocatalise. Óxido de Zinco. Síntese verde.**Introdução**

A fotocatalise, que consiste em acelerar reações químicas por meio da luz, tem se consolidado como uma ferramenta promissora no tratamento de águas contaminadas [1]. O óxido de zinco (ZnO), um semicondutor eficiente, é capaz de absorver luz e gerar pares elétron-buraco, promovendo reações oxidativas que degradam compostos orgânicos. Além disso, esse material é amplamente explorado em processos sustentáveis como a geração de hidrogênio por meio da quebra da molécula de água [2].

Inspirando-se em práticas tradicionais da ciência, como a utilização de extratos vegetais para obtenção de compostos bioativos [3], esta pesquisa optou pela rota verde na síntese de nanopartículas de ZnO (NPsZnO), empregando extrato de *Salix babylonica* (salgueiro-chorão). O objetivo é aplicar nanopartículas em reatores fotocatalíticos voltados à degradação de contaminantes hormonais [4].

As NPsZnO apresentam propriedades atrativas como estabilidade química, elevada capacidade de fotodegradação e custo acessível [5]. Quando aplicadas na forma de filmes finos sobre superfícies vítreas, essas partículas promovem a quebra de poluentes orgânicos sob exposição à luz solar, contribuindo para o desenvolvimento de soluções ambientais sustentáveis [6].

Neste trabalho, foi realizada a produção de NPsZnO por meio da síntese verde, utilizando o extrato aquoso da planta *Salix babylonica*. As nanopartículas foram analisadas por técnicas como espectroscopia UV-Vis, termogravimetria (TGA) e difração de raios X (DRX) [7], que evidenciaram uma estrutura cristalina do tipo wurtzita, absorção óptica por volta de 370 nm e estabilidade térmica, confirmando sua eficácia na fotodegradação de compostos orgânicos em meio aquoso.

Metodologia

A amostra foi sintetizada por meio da rota verde. Para isso, foram utilizadas 70 g de casca de salgueiro-chorão (*Salix babylonica*) com aproximadamente 500 mL de água destilada. A mistura foi submetida à agitação magnética com aquecimento gradual, iniciando a 40°C, depois elevando para 45°C, 50°C e finalizando a 65°C. Após esse processo, realizou-se a filtragem do extrato para separar o precipitado. Finalmente, a solução foi armazenada a 5°C por aproximadamente 24 horas.

Para a preparação do precursor, adicionou-se 30 g de Nitrato de Zinco ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) da marca Sigma-Aldrich, com pureza > 99%, a 20 mL de água destilada. A seguir a solução verde foi acrescida a solução de Nitrato de Zinco em agitação magnética com aquecimento de 50°C. A solução obtida foi transferida para um funil de decantação e armazenada a 5°C para permitir a decantação do óxido de zinco (ZnO).

O material obtido foi caracterizado opticamente por espectroscopia UV-Vis, utilizando o equipamento modelo K37-UVVIS da marca KASVI, na faixa de comprimento de onda entre 190 e 1100 nm. Em seguida, o material obtido foi caracterizado por análise termogravimétrica (TGA), para obtenção da correta temperatura de calcinação. O ZnO proveniente do processo de calcinação foi caracterizado estruturalmente, através da difração de raios-x, e através da

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

microscopia eletrônica de varredura (MEV), e Espectroscopia por energia dispersiva (EDS). Além disso, o ZnO obtido foi caracterizado opticamente através Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), e por espectroscopia UV-Vis, utilizando o equipamento modelo K37-UVVIS da marca KASVI.

Após as etapas de caracterização o ZnO obtido foi avaliado para a aplicação da fotodegradação de corantes orgânicos. Para isso, foi utilizado como corante a ser degradado o Azul de Metileno (AM), que é empregado para a tintura de roupas e é um agente cancerígeno presente na água em algumas regiões, e como fonte de radiação, uma lâmpada UVC da marca xxx, com potência de 25W. O processo de fotocatalise foi avaliado ao longo de 3h sendo coletada alíquotas da solução com o corante em degradação para análises no UV-Vis ao longo do tempo.

Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta a análise termogravimétrica (TGA) da amostra, utilizada para identificar a temperatura adequada de calcinação, com o objetivo de obter a fase cristalina desejada. A curva de TGA indica uma perda gradual de massa com o aumento da temperatura, exibindo um pico próximo a 520 °C, correspondente à decomposição dos compostos orgânicos presentes no extrato vegetal.

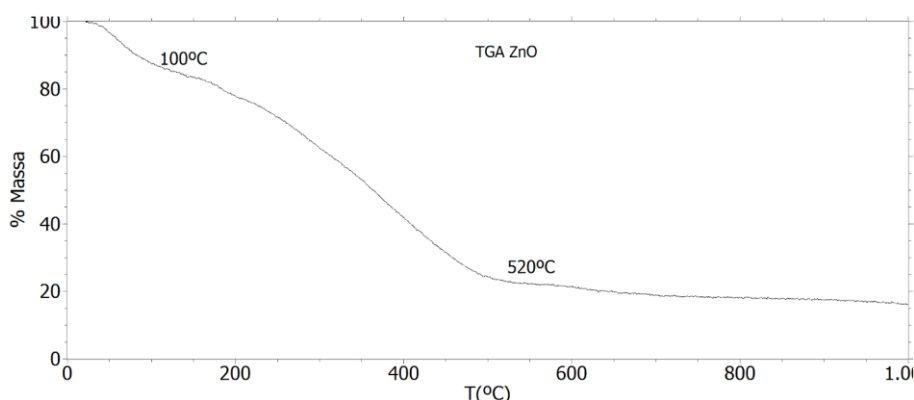


Figura 1 – TGA das NPs ZnO

A Figura 2 mostra o gráfico de Tauc, utilizado para estimar a largura da banda proibida, que foi determinada em aproximadamente $3,7 \pm 0,1$ eV. Esses resultados indicam que a técnica aplicada promoveu uma redução significativa no band gap óptico, tornando o material mais promissor para aplicações fotocatalíticas que visam o aproveitamento eficiente da radiação solar.

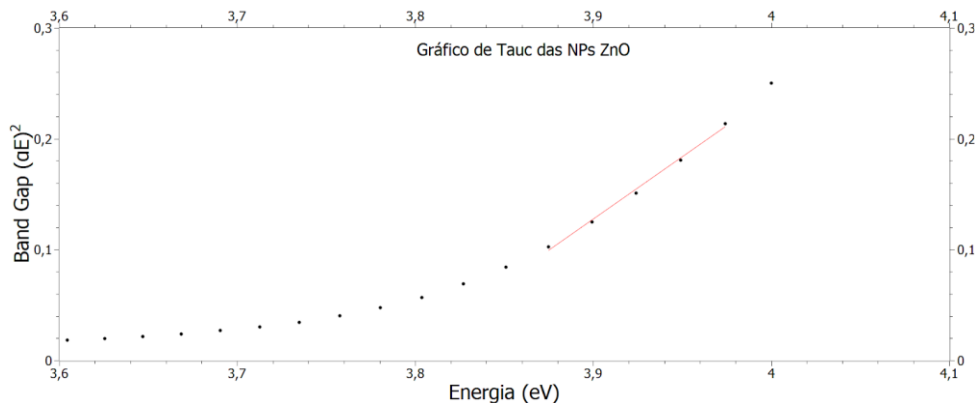


Figura 2 – Gráfico de Tauc com fit linear das NPs ZnO

No gráfico da Figura 3, temos o padrão de difração de raios X (DRX) da amostra E1 (linha azul), comparado

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

com os picos esperados para o ZnO na fase wurtzita (linhas vermelhas tracejadas).

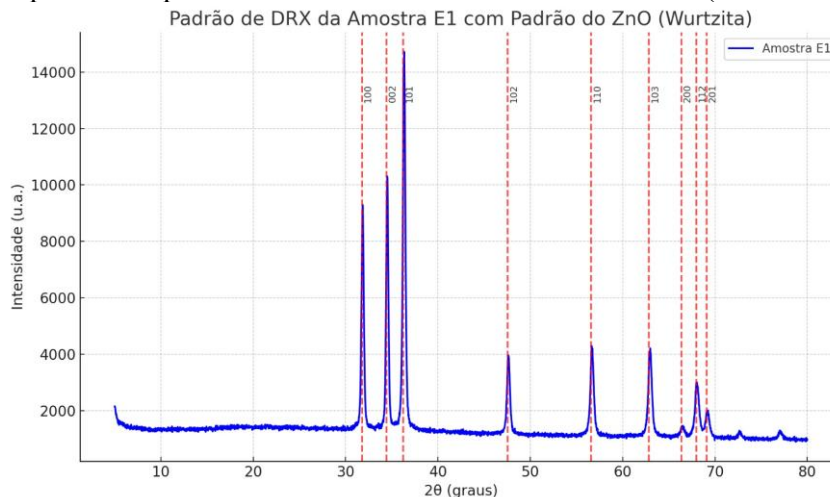


Figura 3 – DRX das NPsZnO

A caracterização estrutural da amostra E1 foi realizada por difração de raios X (DRX), com objetivo de identificar a presença e a cristalinidade do óxido de zinco (ZnO). A Figura 3 apresenta o difratograma obtido experimentalmente, juntamente com as posições dos picos padrão do ZnO na fase wurtzita, conforme os dados da ficha JCPDS nº 36-1451. Os principais picos observados no padrão experimental localizam-se nas proximidades dos ângulos 2θ correspondentes aos planos cristalográficos (100), (002), (101), (102), (110), (103), (200), (112) e (201). A Tabela 1 resume a comparação entre os ângulos 2θ esperados para o ZnO e os obtidos experimentalmente, bem como os respectivos deslocamentos angulares.

Plano (hkl)	2θ ZnO (padrão)	2θ Amostra	Deslocamento (°)
100	31,77	31,85	0,08
2	34,42	34,51	0,09
101	36,25	36,35	0,10
102	47,54	47,63	0,09
110	56,60	56,65	0,05
103	62,86	62,59	0,27
200	66,37	66,09	0,28
112	67,96	67,91	0,05
201	69,10	68,81	0,29

Tabela 1

Conclusões

A síntese verde de nanopartículas de óxido de zinco (ZnO) a partir do extrato de *Salix babylonica* mostrou-se uma abordagem eficiente, ecologicamente correta e economicamente acessível, resultando em nanomateriais com características estruturais e ópticas favoráveis à aplicação em processos fotocatalíticos. As NPsZnO obtidas apresentaram boa estabilidade térmica, com banda de absorção centrada em torno de 370nm e estrutura cristalina predominante na fase wurtzita, atributos que favorecem sua atuação na degradação de poluentes. Os testes em reatores demonstraram sua eficácia na descontaminação de corantes orgânicos, destacando o potencial dessas nanopartículas em tecnologias voltadas ao tratamento de águas residuais. Para trabalhos futuros, propõe-se o aperfeiçoamento dos

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

filmes finos depositados e a aplicação prática da metodologia em amostras reais de água.

Agradecimentos

Gostaria de registrar meus sinceros agradecimentos ao Doutor Adhimar Flávio Oliveira, orientador desta pesquisa, e à Doutora Maria Elena Leyva Gonçalves, coorientadora, pelo apoio constante, pela orientação precisa e pelo incentivo ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho. Suas contribuições foram essenciais para a concretização deste estudo.

Agradeço também à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) pelo ambiente acadêmico estimulante e pela infraestrutura que tornou possível a realização desta pesquisa. Em especial, ao Laboratório de Alta Tensão (LAT) e o Laboratório Interdisciplinar para Caracterização, Desenvolvimento e Inovação (LInCaDI), onde o projeto teve início, pelo suporte técnico e pelos recursos disponibilizados.

Estendo ainda meu agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de iniciação científica e pelo compromisso contínuo com o fomento à pesquisa no Brasil.

Referências

- [1] GOMES, Franciele da Silva et al. Fotocatálise Heterogênea usando Nanocompósito Celulose/TiO₂ para redução de impurezas e bioinvasões da Água de Lastro. 2017.
- [2] SILVA, Elson Santos da. Utilização da fotocatálise solar heterogênea no tratamento de efluentes industriais. 2016.
- [3] SILVA, Alex Cordeiro da. A Etnofarmacologia na Amazônia: um estudo de caso nas comunidades São Francisco e São José sobre o uso de plantas medicinais no município de Careiro Da Várzea Amazonas. 2024.
- [4] MELO, Amanda Lys Matos dos Santos. Estudo da degradação de propilparabeno através de fotocatálise utilizando compósito de TiO₂/Fe₃O₄. 2022.
- [5] SANCHES, Flávia Zumiani. Filmes de poli (ácido lático)-PLA, incorporados com quitosana e nanopartículas de ZnO, para aplicação em embalagens alimentícias: Propriedades microbiológicas e funcionais. 2024.
- [6] ENGEL, Juliana Both. Desenvolvimento de embalagens e vedantes biodegradáveis a partir de materiais renováveis e resíduos agroindustriais. 2022.
- [7] BERNARDI, Letícia Tizatto. Avaliação da atividade bactericida de microesferas de quitosana com nanopartículas de prata para a desinfecção de efluentes industriais.