

## NANOPARTÍCULAS DE ZnO SUPORTADAS EM ESPUMA VÍTREA PARA UTILIZAÇÃO EM PROCESSO FOTOCATALÍTICO HETEROGÊNEO

EDUARDA MEDRAN RANGEL<sup>1</sup>; CAIO CESAR NOGUEIRA DE MELO<sup>2</sup>; DANIEL LUCAS COSTA RODRIGUES<sup>3</sup>; FRANCINE MACHADO NUNES<sup>4</sup>; RUBENS CAMARATTA<sup>5</sup>; FERNANDO MACHADO MACHADO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>UFPEl – [eduardamrangel@gmail.com](mailto:eduardamrangel@gmail.com)

<sup>2</sup>UFPEl – [caio12cnm@hotmail.com](mailto:caio12cnm@hotmail.com)

<sup>3</sup>UFPEl – [daniel.l.c.rodrigues@gmail.com](mailto:daniel.l.c.rodrigues@gmail.com)

<sup>4</sup>UFPEl – [francinemachadonunes@gmail.com](mailto:francinemachadonunes@gmail.com)

<sup>5</sup>UFPEl – [rubenscamaratta@yahoo.com.br](mailto:rubenscamaratta@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>UFPEl – [fernando.machado@hotmail.com.br](mailto:fernando.machado@hotmail.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A geração total de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil em 2015 foi de aproximadamente 79,9 milhões de toneladas (ABRELPE, 2015), entre os resíduos gerados, estão aqueles advindos de lâmpadas fluorescentes que segundo a Associação Brasileira da Indústria da Iluminação, das 100 milhões de lâmpadas fluorescentes consumidas por ano no Brasil, sendo 94% são descartadas em aterros sanitários. O mercúrio contido nestas lâmpadas representa uma ameaça para o meio ambiente global, pois a cada 60 mg mercúrio descartado de forma inadequada, pode poluir, pelo menos, 3 m<sup>3</sup> de água (PANT E SINGH, 2014; GUO et al., 2013). A reciclagem deste vidro e/ou seu uso como matéria prima para materiais mais nobres são de grande interesse. Neste sentido, uma alternativa atraente para reciclagem de vidro é a produção de espumas vítreas, feitas a partir de agente espumante e vidro moído em temperaturas acima do seu ponto de amolecimento (LOW, 1981).

Além dos RSU, a geração e tratamento de efluentes se apresentam como problemas de grande magnitude a serem resolvidos. Dentre os mais diversos tipo de efluente se destacam os da indústria têxtil, apresentando-se como um dos maiores consumidores industriais de água do mundo. Esse setor é responsável pelo descarte de grandes volumes de efluentes com uma alta concentração de corantes (SILVA, 2015). Uma opção para o tratamento destes efluentes é a fotocatalise heterogênea, uma técnica avançada de oxidação (TAO), considerada uma tecnologia de baixo custo operacional e sustentável (RIBEIRO, 2016), mas apresenta como problema a separação dos catalisadores no final do tratamento.

Neste contexto presente trabalho tem como objetivo utilizar espuma vítrea, obtida a partir do resíduo de vidro de lâmpadas fluorescentes e casca de ovo como agente espumante, como suporte para nanopartículas de óxido de zinco (ZnO) como catalisador, visando o uso em processo fotocatalítico na degradação do corante Rodamina B (RB), reutilizando resíduos sólidos no material suporte e eliminando a filtração em fotocatalise heterogênea.

### 2. METODOLOGIA

Para a produção da espuma vítrea, utilizou-se o vidro de lâmpada fluorescente, previamente descontaminado e casca de ovo sem a película interna. Ambos precursores foram moídos em moinho de bolas, separadamente, e peneirados em peneira 200 ABNT com abertura 74 µm (#200). Após foi feita a formulação para produção da EV com 7% em massa de AE (casca de ovo). A

mistura preparada foi conformada em prensa uniaxial, marca Ribeiro modelo RP0003, e após secagem foi sinterizada em forno elétrico a 750°C.

As nanopartículas de ZnO (Synth, PA.) tiveram a sua área superficial específica e estrutura cristalina elucidadas através do método B.E.T. (Brunauer - Emmet - Teller) e da técnica de difração de raios X (DRX), respectivamente. Vale ressaltar que esse óxido, um semicondutor de band gap de ~3,3 eV, foi escolhido devido as suas conhecidas características fotocatalíticas (THI; LEE, 2017).

Para a impregnação das nanopartículas de ZnO na EV, foi utilizada uma solução de 170 mg L<sup>-1</sup>, onde cinco espumas com uma área de 3,8 cm<sup>2</sup> ficaram sob agitação por 1h, após foram levadas ao microondas por 15 min sob pressão de 5 kgf cm<sup>-2</sup> e temperatura de 160 °C. Após, foram levadas a estufa por 90 min a 200°C. Para confirmar a impregnação da nanopartículas nas Evs, foram feitas imagens via microscopia eletrônica de varredura (MEV, SHIMADZU / SSX-550).

Para os testes de fotocatalise, foi montado um reator fotocatalítico com capacidade volumétrica de 200 mL, de vidro transparente, revestido externamente com aparato de PVC assistido com lâmpada de mercúrio 180 W. O corante utilizado foi a RB (Synth) e a solução foi de 50 mg L<sup>-1</sup> em pH 6. Foram feitos três testes em triplicata para fotodegradar o RB contido na solução: o primeiro feito somente com a lâmpada, o segundo com a lâmpada e o ZnO nanoparticulado e a terceira utilizando as EVs impregnadas com ZnO nanoparticulado (ZnO/EV) e lâmpada. Alíquotas de 2 mL da solução de RB foram coletadas após 0, 5, 10, 20, 40 e 60 min de contato com os sistemas citados acima e a concentração dessas foram determinadas através de espectrofotometria com auxílio de espectrofotômetro UV-VIS, Molecular Devices modelo SpectraMax 190, no comprimento de onda máximo do corante (554 nm).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de área superficial específica (via BET) apresentaram o valor de 8,868 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Utilizar nanopartículas se torna interessante devido ao aumento significativo da área superficial, sendo que a atividade catalítica é um exemplo sobejamente conhecido dos químicos (MARTINS; TRINDADE, 2012).

A Figura 1 apresenta o difratograma das amostras de nanopartículas de ZnO. Foi possível observar os padrões de difração característicos da fase cristalina Zincita (PDF 00-036-1451), que possui sistema cristalino Hexagonal. Ainda, através da equação de Scherrer, foi possível verificar que as nanopartículas de ZnO possuem tamanho médio de domínios cristalinos de 75 nm.

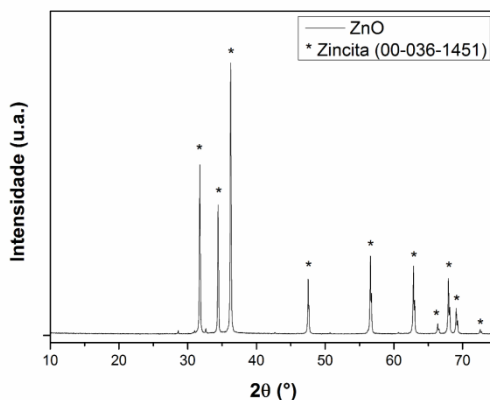


Figura 1. Difratograma de raios X das nanopartículas de ZnO.

As micrografias obtidas via MEV (Figura 1) comprovaram a presença das nanopartículas de ZnO na superfície (1A) e no interior (1B) das espumas vítreas. Como é possível verificar, partículas do óxido nanoestruturado recobriu toda a superfície porosa da amostra e também, penetrou nos poros internos da estrutura da EV.

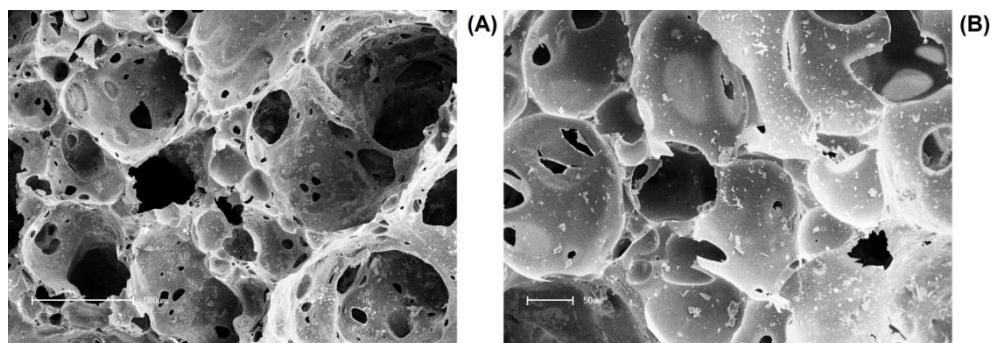


Figura 2: Micrografias: (A) superficial e (B) da parte interna da espuma vítrea impregnada com nanopartículas de ZnO.

Os resultados de fotodegradação do corante RB obtidos através dos testes utilizando somente a lâmpada, a lâmpada e o ZnO nanoparticulado em dispersão e a lâmpada com o sistema ZnO nano/EV são apresentados na Figura 3.

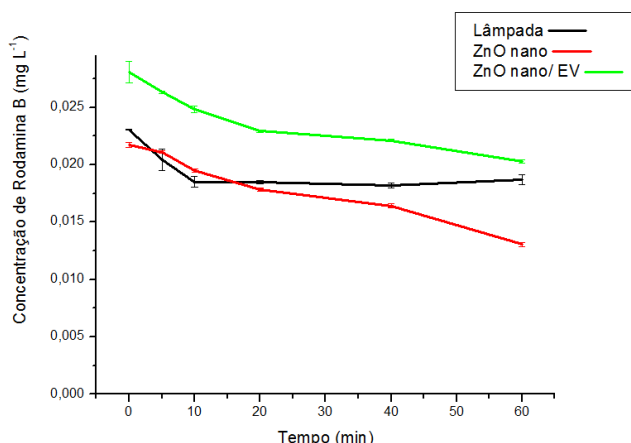


Figura 3: Fotodegradação do RB com: somente a lâmpada, ZnO nanoparticulado em dispersão e espumas vítreas impregnadas com ZnO nanoparticulado.

Os resultados mostram que o ZnO em suspensão apresentou maior fotodegradação do RB, de 37%, seguindo pelo sistema ZnO/EV, que apresentou eficiência de degradação do corante RB de 27,5%. A lâmpada apresentou de 7% de eficiência de degradação. O ZnO em suspensão apresentou eficiência de degradação 34% superior àquela apresentada pelo sistema ZnO/EV. No entanto, para fins práticos, a utilização de partículas em suspensão se tornam problemáticas, devido a etapa adicional de filtração, gerando assim, mais custo para o processo. Sendo assim, o sistema ZnO/EV se torna atraente por apresentar, para o sistema estudado, atividade fotocatalítica similar e também, por não necessitar de uma etapa adicional de filtração para a remoção o agente fotocatalítico.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que foi possível produzir espumas vítreas contendo fotocatalisador impregnado para fins fotodegradativos. A fotodegradação com ZnO em suspensão é um método tradicional e largamente usado no tratamento de efluentes por sua eficiência, porém se torna oneroso devido a necessidade da etapa de filtração para remoção do semiconductor em suspensão. Os resultados obtidos na degradação do corante Rodamina B utilizando espumas vítreas com ZnO nanoparticulado impregnado foram satisfatórios pela proximidade com os resultados de ZnO nanoparticulado em suspensão, uma vez que fazendo uso de um suporte para o semiconductor é possível eliminar a etapa de filtração no processo. Fazer o uso de resíduos de vidro de lâmpadas fluorescentes e casca de ovo para a fabricação do suporte e eliminar a etapa de filtração em fotoprocessos heterogêneos são os diferenciais desta pesquisa, eliminando custos adicionais ao sistema de tratamento do efluente final e minimizando os impactos negativos gerados pela disposição incorreta de lâmpadas fluorescentes e casca de ovos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em: <[www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf](http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf)> Acesso em: 20 de setembro de 2017.

LOW, N. M. P. Formation of cellular – structure glass with carbonate compounds and natural mica powders. **Journal of Materials Science**, v. 16, p. 800-808, 1981.

GUO, X.; YOSHITOMI, H.; GAO, M.; QIN, L.; DUAN, Y.; SUN, W.; XU, T.; XIE, P.; ZHOU, J.; HUANG, L.; LIU, T. Guava leaf extracts promote glucose metabolism in SHRSP.Z-Leprfa/lzm rats by improving insulin resistance in skeletal muscle. **Bmc Complementary And Alternative Medicine**, v. 13, n. 1, p.52-54, 1 mar. 2013.

MARTINS, M. A.; TRINDADE, T. Os nanomateriais e a descoberta de novos mundos na bancada do químico. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p.1434-1446, 2012.

PANT, D.; SINGH, P. Pollution due to hazardous glass waste. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 21, n. 4, p.2414-2436, 27 nov. 2013.

RIBEIRO, C. S. **Síntese de catalisadores à base de bismuto e suas aplicações em fotocatalise heterogênea sob radiação visível**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Ufrgs, Porto Alegre, 2016.

SILVA, E. C. e. **Remoção de azo-corantes de efluente aquoso modelo por adsorção em carvão ativado**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, V. F. da. **Tratamento fotocatalítico de efluente têxtil empregando TiO<sub>2</sub> em pó e suportado**. 2011. 233 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de pós-graduação em Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

THI, V. H.; LEE, B. Effective photocatalytic degradation of paracetamol using La-doped ZnO photocatalyst under visible light irradiation. **Materials Research Bulletin**, p.1-12, abr. 2017.