

## ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA A PRODUÇÃO DE PEÇAS POROSAS DE ZnO PARA FOTOCATÁLISE

Paula Guimarães Neves<sup>1</sup>

Rodrigo Amorim Munhoz<sup>2</sup>

Sergio Andres Villalba Morales<sup>3</sup>

Sylma Carvalho Maestrelli<sup>4</sup>

### Educação Ambiental

#### *Resumo*

Corantes são substâncias muito utilizadas em processos industriais e se configuram como uma classe de resíduos perigosos ao meio ambiente se descartados de maneira inadequada, sobretudo em recursos hídricos. Os Processos Oxidativos Avançados (POAs) baseiam-se na fotocatalise heterogênea, a qual consiste na ativação, pela radiação, de um semicondutor para que ocorram transições eletrônicas entre a banda de valência e condução, gerando sítios oxidantes e redutores capazes de desencadear reações de mineralização de compostos poluentes, como os corantes. Pesquisas utilizando peças sólidas para fins fotocatalíticos são ainda pouco encontradas, sendo importante que essa peça possua elevada porosidade, para que a luz nela penetre, promovendo a fotocatalise e que apresente resistência mecânica suficiente para ser utilizada sem ruptura prematura. Esta pesquisa envolveu a obtenção de cerâmicas porosas de ZnO com boa resistência mecânica através da técnica de consolidação por conformação por amido, pouco estudada para tal fim. Foram investigadas formulações contendo ZnO com adições de 10, 20, 30, 40 e 50% em massa de amido comercial, além de água. As amostras foram caracterizadas através de medidas de propriedades físicas (densidade aparente, massa específica e porosidade aparente) e fotocatalíticas. A viabilidade da técnica para a obtenção das peças porosas foi comprovada com os melhores resultados obtidos para adições de 30% de amido, observando-se uma degradação de 73,8% do corante Rodamina B e porosidade maior que 52%.

**Palavras chave:** ZnO; Fotocatalise; Consolidação por conformação por amido; Porosidade aparente.

<sup>1</sup>Mestranda. UNIFAL – MG, Campus de Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, paulagneves@gmail.com.

<sup>2</sup>Graduando. UNIFAL – MG, Campus de Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, rodrigomunhoz97@gmail.com

<sup>3</sup>Prof. Dr. UNIFAL – MG, Campus de Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, sergio.morales@unifal-mg.edu.br.

<sup>4</sup>Profa. Dra. UNIFAL – MG, Campus de Poços de Caldas. Instituto de Ciência e Tecnologia, sylma.maestrelli@unifal-mg.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Durante gerações, os produtos gerados pelos processos de produção de bens e serviços contribuiu e ainda contribui para a degradação do meio ambiente (DEZOTTI, 2008). As indústrias têxteis eliminam cerca de vinte por cento de todo corante utilizado em tecidos (LOPES et al, 2013). Essas substâncias se configuram como uma classe de resíduos bastante nocivos ao meio ambiente se descartados inadequadamente, apresentando uma grande toxicidade, mesmo encontrada a baixas concentrações (BRITES; MACHADO; SANTANA, 2011).

Os processos oxidativos avançados (POA) é um dos mais estudados atualmente para o tratamento de corantes. Neste, destaca-se a fotocatalise heterogênea, a qual se baseia na oxidação química dos poluentes utilizando um semicondutor ativado por irradiação luminosa (AKPAN, HAMEED, 2009; MELO et al., 2014). A pesquisa acerca da utilização da fotocatalise heterogênea aplicada ao tratamento de efluentes têxteis, se mostra promissora, uma vez que esse método promove a destruição da molécula do corante eliminando-o do meio (RIBEIRO; TAVARES, 2018).

Os semicondutores baseados em pós nanométricos de óxido de zinco (ZnO) são empregados nos processos fotocatalíticos para ajudar na degradação de compostos orgânicos, porém, a utilização desses pós é de baixa praticidade e, se não fixados de maneira correta, podem ser arrastados durante o processo. Assim, a produção de peças porosas vem sendo estudado. A presença de porosidade controlada na peça cerâmica ajuda a estabelecer maiores possibilidades de aplicações (MARÇAL 2014).

O objetivo é investigar e otimizar as condições de produção de peças cerâmicas porosas baseadas em Óxido de Zinco, obtidas através das técnicas de colagem por amido, com subsequente avaliação de suas propriedades físicas, mecânicas e fotocatalíticas e do potencial de produção dessas peças em larga escala, para uso comercial.

## METODOLOGIA

Peças porosas de ZnO (Synth, 99,5% pureza), na forma de partículas micrométricas foram obtidas a partir da técnica de conformação por amido. Foram investigadas diferentes

relações mássicas de ZnO e amido e água. Após homogeneização da mistura (amido, ZnO e defloculante) em água, a mesma foi levada lacrada à estufa até 75°C por 60 minutos. Após esse tempo deixou-se esfriar as amostras dentro da estufa até a temperatura ambiente e então retirou-se o lacre das amostras. Assim, foi realizado um novo aquecimento aumentando a mesma de 15°C em 15°C até atingida a temperatura final de 120°C. Após os 60 minutos, a estufa foi desligada e as amostras foram resfriadas dentro dela. Por esse método foram produzidas 5 peças e suas proporções estão indicadas na tabela 1.

**Tabela 1:** Composições das peças fabricadas de 20 mL. **Fonte:** Próprio autor.

Amostras	Volume (ml)		Teor (%)		Massa (g)		
	Sólido	líquido	Amido	ZnO	Amido	Zno	Água
1	6,0	14,0	10	50	0,914	30,294	14,0
2	6,0	14,0	20	40	1,829	26,928	14,0
3	6,0	14,0	30	30	2,743	23,562	14,0
4	6,0	14,0	40	20	3,658	20,196	14,0
5	6,0	14,0	50	10	4,572	16,830	14,0

A etapa seguinte consistiu na queima da peça, com uma taxa de aquecimento de 1°C/ min; o patamar de queima de 120 minutos e a temperatura de queima a 800°C.

Após a obtenção das peças sinterizadas, as mesmas foram caracterizadas através de medidas de propriedades físicas (massa específica e porosidade aparente, utilizando-se o princípio de Arquimedes) e fotocatalíticas. Para as propriedades fotocatalíticas, foi aplicado método de absorção no UV-Vis. Espectro de absorção do corante no UV-A e visível foi realizado com base na solução aquosa do corante (Rodamina B) a 5 mg.L<sup>-1</sup> em água deionizada (3μS.cm<sup>-1</sup>). A varredura foi efetuada entre 400 e 800 nm a fim de se obter o comprimento de onda de máxima absorção. A análise foi executada no espectrofotômetro HACH DR3900, presente no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal de Alfenas, campus Poços de Caldas/MG. Os béqueres foram colocados em um reator e expostos a radiação de luz UV para a análise de degradação no espectrofotômetro, analisando a absorbância de cada peça.

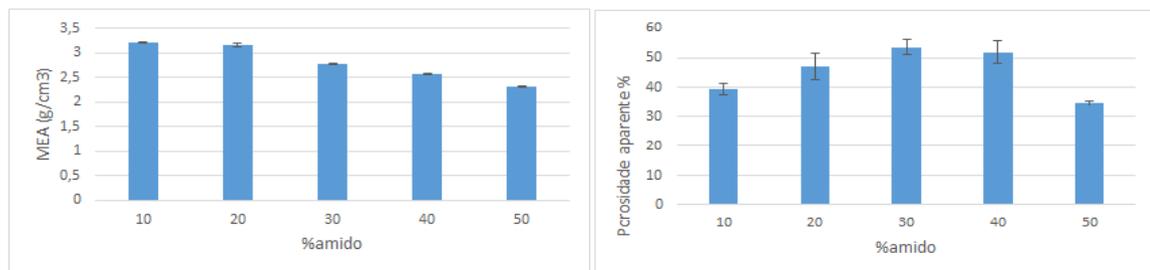
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a conformação das peças, foram tiradas suas medidas para o cálculo da densidade verde (tabela 2). De acordo com as especificações do fabricante da marca Maisena®, a densidade do produto é de 1,524 g/cm<sup>3</sup>. A partir dessa informação, calculou-se a densidade a verde das peças.

**Tabela 2:** Densidade a verde e Absorção de água (%) das amostras de 20ml. **Fonte:** Próprio autor

Amostras	% amido	Densidade a verde (g/ cm <sup>3</sup> )	AA (%)
1	10	4,424 ± 1,3x10 <sup>-2</sup>	12,45 ± 4,35
2	20	3,652 ± 8,7x10 <sup>-3</sup>	15,14 ± 0,84
3	30	3,109 ± 6,3x10 <sup>-3</sup>	18,77 ± 4,82
4	40	2,707 ± 4,8x10 <sup>-3</sup>	20,23 ± 7,05
5	50	2,397 ± 3,7x10 <sup>-3</sup>	14,75 ± 2,94

Com a realização da queima a 800°C durante 2 h a uma taxa de aquecimento e resfriamento de 1°C/min, foram determinadas as massas específicas aparente (MEA) e porosidade aparente (PA) dessas peças, como indicados na figura 1.



**Figura 1:** (A) MEA para as peças queimadas. (B) Porosidade aparente das peças  
**Fonte:** Próprio autor.

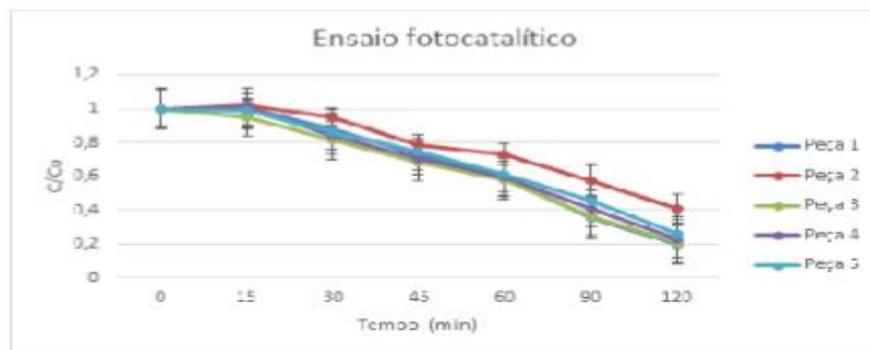
Pela tabela 2, nota-se que os maiores valores de densidade se encontram em peças que apresentaram maiores teores de ZnO. Este apresenta maior relação de massa por volume em relação ao amido, visto que para realizar o cálculo da densidade a verde, a fórmula considera o teor presente de cada material na peça, além de sua densidade, em que do ZnO é maior que do amido. Assim, a amostra com 90% de ZnO apresentou maior densidade a verde que as demais e, de acordo com a figura 1, essa amostra apresentou maior massa específica aparente (MEA).

Teoricamente, era de se observar que quanto maior a quantidade de amido na amostra, maior formação de poros. Entretanto isso não ocorreu visto que, as peças que

contem 30% de amido apresentaram maiores porosidades que as demais. Isso pode ser dado pelo tipo de poro que se forma nas amostras, ou seja, se esses poros são abertos ou fechados ou interconectados. Esses fatores contribuem para uma diminuição da porosidade.

Ao analisar a absorção de água das peças, a partir da tabela 2, prova-se que as peças que contem 30% de amido apresentaram ótimas condições de processamento. São peças que apresentam uma maior porosidade aparente e, conseqüentemente, ótima absorção de água. As peças que apresentaram menores resultados podem ter como justificativa a presença de poros que não se interconectam, e isso dificulta a entrada de água nessas peças.

Os resultados referentes à fotocatalise e degradação da Rodamina B para as diferentes amostras investigadas são indicados na figura 2. A amostra três apresentou uma maior degradação da Rodamina B em relação às outras composições (cerca de 74% de degradação). Portanto, tem-se que a composição 3 apresentou a melhor relação encontrada entre porosidade e resistência mecânica trazendo os melhores resultados em termos de fotocatalise.



**Figura 2:** Ensaio Fotocatalítico em função da composição das amostras.

**Fonte:** Próprio Autor.

## CONCLUSÕES

A técnica colagem por amido mostrou-se viável e possibilitou a obtenção de peças cerâmicas porosas de óxido de Zinco com boa relação entre as propriedades mecânicas e porosidade. Dentre as composições investigadas, a composição de partida contendo 70% de ZnO e 30% de amido obteve os melhores resultados fotocatalíticos, degradando 73,8% da Rodamina B, apresentando porosidade superior a 52%.

## REFERÊNCIAS

- AKPAN, U. G.; HAMEED, B. H. **Parameters affecting the photocatalytic degradation of dyes using TiO<sub>2</sub> - based photocatalysts: A review.** Journal of Hazardous Materials, Nibong Tebal, Penang, Malaysia, p. 520-529, May 2009.
- BRITES, F. F.; MACHADO, N. R. C.; SANTANA, V. S. **Effect on the photocatalytic degradation of textile effluents using Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and ZnO: Photocatalytic degradation of textile dyes.** Brazil: Springer Science Business Media, n.544, p. 264-269, Jan. 2011.
- DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos.** Rio de Janeiro-Brasil: ed. E-papers Serviços Editoriais Ltda, 2008.
- LOPES, O. F.; MENDONÇA, V. R.; RIBEIRO, C.; UMAR, A. **Alto desempenho fotocatalítico do Sn(OH)<sub>6</sub> na degradação da Rodamina B.** In: VII Workshop de Tecnologia, 7, 2013, São Carlos-SP. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2013. p.389-391.
- MARÇAL, R. L. S. B. **Combinação de “Freeze Casting” e colagem por barbotina para produção de alumina densa/porosa.** Tese de Doutorado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2014.
- RIBEIRO, V. A. S.; TAVARES, C; R; G. **Analysis of reuse of jeans laundry effluent treated by heterogeneous photocatalysis.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 395-404, out./dez. 2018.