V Workshop de Química Inorgânica
Panorama da Pesquisa em Química Inorgânica no Brasil
09 a 11 de novembro 2022

Zincita porosa (ZnO) aplicada na remoção de corantes e seu uso como pigmento híbrido

Silvia Jaerger[1] (PQ)*, Julia de O. Primo[1] (PG), Nayara Balaba[1] (PG), Fauze J. Anaissi[1] (PQ)

* sjaerger@gmail.com

[1] Laboratório de Materiais e Compostos Inorganicos, LabMat/CIMPE, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838, CEP 85040-167, Guarapuava, PR.
Palavras Chave: zincita porosa, adsorção, pigmento híbrido

Introdução

Estudos mostram que o uso de óxidos porosos de zinco como um eficiente adsorvente de baixo custo depende diretamente de sua área superficial, tamanho do cristalito e morfologia.[1] Isso demonstra que esses materiais atuam como potenciais adsorventes de partículas poluentes, corantes de indústrias têxteis. Sistemas híbridos baseados na combinação de óxido metálico e moléculas de corante orgânico, devido ao seu fenômeno interfacial de interação, vem sendo amplamente estudado devido à possibilidade de melhoria de propriedades funcionais, tornando-as adequadas e desejáveis para aplicações em diversas áreas, como: energia solar, optoeletrônica, detecção química e biológica, remediação ambiental, catálise e materiais híbridos[2,3].

Como alternativa aos processos de adsorção de corantes atualmente utilizados na indústria têxtil, apresentamos a preparação e caracterização de óxido de zinco poroso aplicado na remoção de corantes têxteis, o qual será reutilizado como pigmento híbrido colorido em tintas comerciais à base de água[4,5].

Material e Métodos

Amostras coloridas de óxido de zinco foram preparadas adicionando 1,0 g de zincita porosa (ZP) a 25 mL de soluções de corantes 3 g L^{-1} em tubos de ensaio cônicos e com tampa. A suspensão foi mantida em banho de ultrassom por 8 min, em seguida mantida sob agitação magnética por 30 min., a 25 ºC, e centrifugadas. O sobrenadante foi utilizado para análise em um espectrofotômetro de absorção da Shimadzu, modelo IV-1800 UV-Vis. Soluções diluídas em água destilada foram preparadas e as absorbâncias foram medidas nos comprimentos de onda de 606 (corante azul) e 561 nm (corante vermelho), e uma curva analítica gerada a partir do gráfico de concentração versus absorbância foi utilizada para calcular a concentração de pigmento e a quantidade adsorvido pela ZP. Após o estudo de adsorção, a fase sólida foi recuperada por centrifugação e seca a 70°C por 24 horas, para uso como pigmento híbrido.

Os novos pigmentos híbridos (PH) coloridos (PH-A e PH-V, para azul e vermelho, respectivamente) foram dispersos na proporção de 10% (m/m) em tinta branca comercial e aplicados em corpos de prova de gesso. Em seguida, as amostras foram avaliadas pelo sistema Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) usando as coordenadas L*a*b*[6]. De acordo com este método, L* é a luminosidade da cor, variando do preto (L* = 0) ao branco (L* = 100), valores negativos de a* correspondem ao eixo verde, enquanto valores positivos de a* correspondem ao eixo vermelho. Enquanto que, os valores negativos de b* correspondem ao eixo azul e os valores negativos de b* correspondem ao eixo amarelo.

Resultados e Discussão

Antes e após os ensaios de adsorção foi possível observar bandas de absorção em 606 nm para o corante azul e 561nm para o corante vermelho em relação à absorção máxima de cada grupo cromóforo, as quais foram monitorados para avaliar o efeito de remoção de corante pela ZP.

As concentrações finais das soluções foram medidas após adsorção, obtendo 0,0049 g L^{-1} e 0,0083 g L^{-1} para corantes azul e vermelho, respectivamente, ou seja, ZP removeu 99,87% de corante azul, e 99,76% de corante vermelho. Removeu substancialmente todo o corante da solução, deixando o líquido sobrenadante límpido (Figura 1). Como mostrado na Figura 1(b), a remoção dos corantes ocorre rapidamente em alguns minutos após a adição de ZP. Esses resultados denotam a eficiência no uso do ZP sintetizado como adsorvente para corantes têxteis, devido à rápida interação eletrostática, levando à formação de zincita colorida como pigmento híbrido.

Para fins de comparação, medidas CIELab (Tabela 1) foram realizados para os pigmentos em pó e dispersos na tinta branca. A coordenada L tem valores positivos maiores que 65 indicando que são pigmentos leves. Quando disperso em tinta e aplicado sobre os corpos de prova, o valor de L aumentou de 74,02 a 82,30 para o pigmento PH-A, e de 80,10 a 87,34 para o pigmento PH-V. A alta luminosidade é devido ao adsorvente (ZnO) ser branco, e a tinta usado para dispersar os pigmentos foi tinta branca. Portanto, ambos os fatores (ZnO+tinta) contribuem para o aumento valores L.

Assim, da soma dos parâmetros colorimétricos é possível determinar a diferença de cor total (ΔE) entre os pigmentos em pó e dispersos na tinta branca (CIE 1971; Quindici 2013). Os valores de ΔE para PH-A (14,07) e PH-R (14,96) indicam que a percepção da diferença de cor é muito forte (Quindici 2013). Em relação ao parâmetro, a*, valores negativos e positivos foram obtidos para os pigmentos azul e vermelho, respectivamente. Os valores negativos (PH-A) revelam uma tendência para uma tonalidade verde, e das contribuições de ZnO e a tinta, PH-V adquire um tom mais claro de azul. Os valores positivos (PH-V) revelam uma tendência para um vermelho cor que, juntamente com a contribuição da alta luminosidade (ZnO+tinta), resulta em pigmento rosa. O parâmetro b apresentou resultados positivos para PH-V, indicando uma ligeira tendência para uma tonalidade amarela, enquanto para PH-A, os valores estão próximos de uma tonalidade azul.

Figura 1: Fotografias digitais: (a) do processo de adsorção dos corantes vermelho e azul: (b) decantação ZP após adsorção.

Tabela 1. Parâmetros colorimétricos dos pigmentos na forma pó e dispersos em tinta branca

Amostra	Imagem	Parâmetros colorimétricos			
		L*	a*	b*	ΔE*
PH-A pó		74,02	17,35	25,90	14,07
PH-A em tinta		82,30	11,08	-6,41	
PH-V pó		80,10	24,37	11,26	14,96
PH-V em tinta		87,34	13,69	3,68	

Conclusões

As características da zincita mesoporosa foram ainda mais evidenciadas pela eficiência de remoção de cor dos corantes testados em solução, tornando a solução praticamente límpida (com remoção de 99,87% para o corante azul e 99,76% para o corante vermelho). Os valores calculados de ΔE para as amostras PH-A e PH-V confirmam que a cor do pigmento na tinta é o resultado de sua dispersão em uma matriz branca. Esta é uma característica única do pigmento/branco no processo de dispersão de tinta.

Agradecimentos

Os autores agradecem as agências de fomento Capes, CNPq, Finep e Fundação Araucária.

[1] YU, J., YU, X. Hydrothermal synthesis and photocatalytic activity of zinc oxide hollow spheres. *Environmental Science & Technology*, 42, p. 4902–7, 2008.
[2] CONG, H. P., YU, S. H. Hybrid ZnO–dye hollow spheres with new optical properties from a self-assembly process based on evans blue dye and cetyltrimethylammonium bromide. *Advanced Functional Materials*,17, p.1814–20,2007.
[3] Hou, X., Wang, L. Controllable fabrication and photocatalysis of ZnO/Au nanohybrids via regenerative ion exchange and reduction cycles. *RSC Advanced,* 4, p. 56945–51, 2014.
[4]Trentini, J.D., Jaerger, S., Balaba, N., Wypych, F., Anaissi, F.J. Adsorptive removal of Congo red by macroporous ZnO obtained from citrus pectin gelation and reuse as a hybrid pigment. *Particulate Science Technoloy*, p. 1-11, 2022.
[5]Primo, J.O., Trentini, J.D., Peron, D.C., Jaerger, S., Anaissi, F.J. (2021): Porous zincite prepared by the calcination of colloidal starch applied in the removal of dyes and its use as a hybrid pigment, *Particulate Science and Technology*, p. 1-10.
[6]CIE. 1971. *Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations, psychometrics colour terms. Supplement* No. 2 of CIE Publ. No. 715 (E1-131) Paris: Bureau Central de la CIE (1978).