

Influência da Alteração das massas nos experimentos de Cinética da descoloração do Corante Reativo Preto B pelo método de Fotocatálise Heterogênea

DIVISÃO TEMÁTICA:

DT 2 – Meio ambiente, sustentabilidade e sociedade

Autores: Camilly Bianca. DOMINGUES¹; Gabrielle Torres. CHAVES²; Guilherme Correia. SILVA³; Laísa Feustel. BUDINHESKI⁴; Luana Camile. HORNBURG⁵; Fernando Manzotti de. SOUZA⁶.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da variação da massa do catalisador de óxido de zinco (ZnO) na cinética de descoloração do corante Reativo Preto B (RPB) pelo método de fotocatalise heterogênea. O estudo foi desenvolvido como uma continuidade da pesquisa principal sobre a descoloração de corantes têxteis por fotocatalise, buscando compreender como a quantidade de catalisador interfere na eficiência do processo. Os experimentos foram realizados sob radiação ultravioleta, mantendo constantes o volume da solução, a concentração inicial do corante e a intensidade da luz. A massa do catalisador foi modificada entre 25 mg e 100 mg, e a concentração residual do corante foi determinada por espectrofotometria em intervalos de tempo definidos. Observou-se que, com 25 mg de ZnO, a descoloração atingiu 83,06% após 50 minutos de reação, enquanto com 50 mg obteve-se aproximadamente 99% no mesmo intervalo de tempo. No entanto, ao utilizar 100 mg, a eficiência diminuiu para 95,14%, indicando que o aumento excessivo da massa pode gerar aglomeração das partículas, reduzindo a atividade fotocatalítica. Assim, conclui-se que a massa de 50 mg apresentou o melhor desempenho, representando uma condição ideal de equilíbrio entre a área superficial ativa e a penetração da luz, o que evidencia a importância da otimização da quantidade de catalisador no tratamento de efluentes têxteis.

Palavras-chave: Fotocatálise Heterogênea; Corante Reativo Preto B; Cinética de Descoloração; Catalisador; Variação de massa.

¹ Estudante do curso técnico em química integrado ao ensino médio - IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. , camilly.bibi290@gmail.com.

² Estudante do curso técnico em química integrado ao ensino médio - IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. Gabrielletorreschaves11@gmail.com.

³ Estudante do curso técnico química integrado ao ensino médio - IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. guy27072006@gmail.com.

⁴ Estudante do curso técnico em química integrado ao ensino médio - IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. laisa.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso técnico em química integrado ao ensino médio - IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. luana.ch2006@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Servidor do IFSC, Jaraguá do Sul - Centro. fernando.manzotti@ifsc.edu.br

Introdução

A poluição causada por efluentes têxteis representa um dos mais urgentes desafios ambientais globais. A indústria, essencial para a produção de vestuário, gera grandes volumes de resíduos contendo corantes sintéticos (Marinho *et al.*, 2013). Estes corantes, como o Reativo Preto B (RPB), são altamente preocupantes devido à sua alta solubilidade, persistência ambiental e toxicidade (Marinho *et al.*, 2013 *apud* Pinheiro, 2011). Diante da necessidade de tecnologias de tratamento eficazes e sustentáveis, os Processos Oxidativos Avançados (POAs), como a Fotocatálise Heterogênea, emergem como uma solução promissora. Utilizando semicondutores não tóxicos, como o Óxido de Zinco (ZnO), e a luz como fonte de energia, este método promove a descoloração e degradação de poluentes complexos. O objetivo central deste trabalho é investigar a cinética de descoloração do Corante Reativo Preto B (RPB) por meio da fotocatalise heterogênea, avaliando: O efeito da massa do catalisador na eficiência do processo; A viabilidade de aplicação da tecnologia em efluentes têxteis reais. A relevância deste estudo reside na busca por soluções eficientes e economicamente viáveis para a despoluição de corpos d'água.

Fundamentação teórica

O óxido de zinco (ZnO) é um catalisador de destaque por suas características de não toxicidade, insolubilidade em água, fotoestabilidade, estabilidade química, baixo custo e viabilidade de ativação pela luz solar. Sob irradiação com energia adequada, o ZnO é ativado pela transição de elétrons entre bandas, gerando sítios que catalisam a oxidação de compostos orgânicos e a redução de outras espécies. Entre as vantagens, destacam-se a ampla mineralização de poluentes, a possibilidade de reutilização do catalisador e o uso da radiação solar como fonte de luz (Daniel; Ferreira, 2004).

O processos de fotocatalise, é um método dentro da categoria mais ampla de POAs, têm sido amplamente associada à eliminação eficaz de corantes de soluções à base de água (Bhaduri *et al.*, 2014 *apud* Batista, 2022). Esses processos funcionam acelerando a taxa de uma fotorreação química, mantendo constante a energia livre de Gibbs. A fotocatalise heterogênea envolve "a estimulação de um semicondutor óxido através de luz artificial ou solar" (Batista, 2022 p. 15).

Procedimentos metodológico

A velocidade de descoloração dos contaminantes tende a aumentar com o aumento da concentração do catalisador, até atingir um valor máximo. Esse limite é determinado, por dois fatores: a agregação das partículas do catalisador em concentrações elevadas, o que reduz o número de sítios ativos na superfície, e o aumento da opacidade do meio reacional, que reduz a passagem da radiação no interior do reator (Chen e Ray, 1998 *apud* Machado, 2011).

Foram realizados experimentos com o objetivo de determinar a concentração ideal de catalisador para a descoloração do corante RPB nas condições experimentais adotadas.

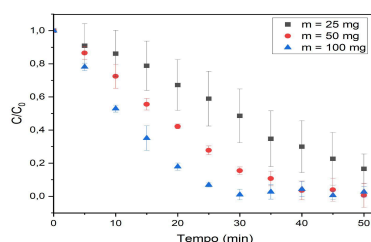
Resultados e discussões

A velocidade de descoloração aumenta com a concentração do catalisador até atingir um limite, determinado pela aglomeração das partículas, que reduz os sítios ativos, e pelo aumento da opacidade, que diminui a penetração da radiação no reator. (Chen e Ray, 1998 *apud* Machado, 2011).

A concentração ideal do catalisador depende da geometria do fotorreator, das condições operacionais e do tipo de lâmpada UV utilizada (Konstantinou e Albanis, 2004 *apud* Machado, 2011). Com isso, foram realizados experimentos com o objetivo de determinar a concentração ótima de catalisador para a descoloração do corante RPB nas condições experimentais adotadas neste estudo.

A massa do catalisador foi modificada na faixa entre 25 mg a 100 mg. Inicialmente foram realizados experimentos utilizando uma massa do catalisador de óxido de zinco, igual a 50 mg, no qual apresentou uma descoloração do RPB em 50 minutos de reação de aproximadamente 99%. Com 25 mg de ZnO, o percentual de descoloração do corante foi de 83,06%. Utilizando 100 mg, foi observado que a descoloração do corante foi de 95,14 %. Conforme a figura 1, que mostra o resultado da influência de massa do catalisador.

Figura 1 - Influência da massa do catalisador.



Fonte: Autores (2025).

O uso de maior quantidade de catalisador acelera a reação no início, como observado para 100 mg. Contudo, ao comparar 50 mg e 100 mg, ambas atingem o mesmo percentual de remoção do corante após 40 minutos, indicando que não é necessário dobrar a massa para obter os mesmos resultados no equilíbrio isso ocorre segundo a cinética química, que ao atingir certa quantidade de catalisador, a reação não acelera mais, pois os sítios ativos já são suficientes, indicando que o processo se aproxima do equilíbrio dinâmico.

Considerações finais

O estudo confirmou o alcance integral dos objetivos ao validar a alta eficácia (>95%) e a viabilidade da descoloração do corante RPB via fotocatalise heterogênea com ZnO. A investigação dos procedimentos mostrou que o tratamento térmico não melhorou significativamente a eficiência. Em relação à variação da massa do catalisador (25 mg, 50 mg e 100 mg), observou-se que, embora as massas maiores acelerassem a reação no estágio inicial, os resultados finais de descoloração foram semelhantes, um achado crucial para a otimização de custos. A análise cinética confirmou o modelo de primeira ordem (R ao quadrado de 0,99), fornecendo base sólida para o design de reatores. A atividade contribuiu significativamente para a formação profissional na aplicação de engenharia de reações e química ambiental, sendo o principal alcance a validação de um método promissor e seguro para efluentes têxteis.

Referências

BATISTA, Isabela dos Reis. **Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais**. 2022. 26 f. Tese (Doutorado) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Ceres (Go), 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2591/1/TCC%20-%20Isabela%20Reis.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

DANIEL, Luiz Antonio; FERREIRA, Ivete Vasconcelos Lopes. Fotocatálise heterogênea com TiO₂ aplicada ao tratamento de esgoto sanitário secundário. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 335-342, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522004000400011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/dpKYfKq7pXMYWRrdZbJLkbv/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 24 abr. 2024.

MACHADO, Tiele Caprioli. **Degradação Fotocatalítica de rosuvastatina em solução aquosa empregando ZnO em suspensão: Cinética, subprodutos e toxicidade**. Mestrado de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36407/000817632.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 7 abr. 2025.

MARINHO, Gloria; PEIXOTO, Fabia Pinho; RODRIGUES, Kelly. CORANTES TÊXTEIS: UMA REVISÃO. HOLOS, [S. l.], v. 5, p. 98–106, 2013. DOI: 10.15628/holos.2013.1239. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1239>. Acesso em: 9 maio. 2024. MARTINS, Leonardo Madeira. Estudo da aplicação de processos oxidativos avançados no tratamento de efluentes têxteis visando seu reuso. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente-Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2011. Disponível em: *DISSERTACAO-LEONARDO-MADEIRA.pdf (embrapa.br). Acesso em: 15 abr. 2024.

PINHEIRO, Alessandro de Sá. Avaliação da toxicidade e genotoxicidade dos corantes azo reativos Remazol Preto B e Remazol Alaranjado 3R e da eficácia da radiação com feixe de elétrons na redução da cor e efeitos tóxicos. 2011. 139 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Nuclear - Aplicações, Universidade de São Paulo, São Paulo (Cidade), 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-02032012-135231/en.php>. Acesso em: 31 mar. 2024.

SANTOS, Raí Marcel Malikoski dos. Avaliação dos efeitos da temperatura de calcinação do Nb₂O₅ na degradação de ácido acetilsalicílico via fotocatalise heterogênea. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Química - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26498/1/fotocataliseheterogeneaniobio.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2025.