



EFEITO DA DOSAGEM DE CATALISADOR TiO_2 NA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DO ACESSULFAME-K

Jociane Fernanda Bohn dos Santos¹, Lucas Ávila do Nascimento¹, Gabriel Emiliano Motta¹, Ana Paula Spezia Darif¹, Luiz Jardel Visioli^{1,2}, Heveline Enzweiler^{1,2}

¹ Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, Santa Catarina
(lucas.avila.nascimento.13@gmail.com)

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, Santa Catarina

Resumo: Este estudo avaliou a influência da carga catalítica de diferentes quantidades de TiO_2 na degradação fotocatalítica do acessulfame-K. Os resultados indicaram que a menor massa (0,125 g) obteve a maior constante cinética, enquanto a maior carga apresentou limitações ópticas por turbidez e sombreamento. Conclui-se que o desempenho não é linear, sendo essencial otimizar a massa para maximizar a penetração de fótons e a eficiência do processo.

Palavras-chave: Fotocatálise heterogênea; Dióxido de titânio; Edulcorante; Degradação.

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas alimentares saudáveis é uma constante na saúde pública, impulsionando o consumo de edulcorantes em substituição à sacarose (Dietrich et al., 2021). Nesse cenário, o acessulfame de potássio (acessulfame-K) consolidou-se no mercado global, sendo amplamente utilizado em bebidas carbonatadas, produtos de panificação e confeitaria (Yue et al., 2023). Contudo, a intensificação de seu uso industrial resultou em uma detecção crescente deste composto em águas superficiais e subterrâneas, configurando um desafio ambiental emergente (Meena et al., 2025). Diante desse impacto, torna-se imperativo o desenvolvimento de tecnologias eficazes para a remediação desses efluentes.

Nesse contexto, a fotocatálise heterogênea destaca-se como um método promissor para a degradação de micropoluentes. O dióxido de titânio (TiO_2) é o semiconductor de referência na área, devido à sua notável estabilidade química, baixa toxicidade e elevada eficiência na geração de espécies reativas de oxigênio sob radiação ultravioleta (Anucha et al., 2022).

A dosagem do catalisador constitui um parâmetro crítico no processo, pois governa a disponibilidade de sítios ativos para a adsorção do poluente e a subsequente formação de radicais hidroxila ($-\text{OH}$) (Zhang et al., 2024). Em sistemas dispersos, entretanto, o desempenho catalítico não apresenta uma relação linear estrita com a massa de semiconductor; concentrações excessivas podem induzir efeitos de blindagem (sombreamento) e espalhamento de luz

(*light scattering*), o que reduz a penetração de fótons no meio reacional e compromete a eficiência do sistema (Reza et al., 2015).

Desta forma, o presente estudo visa avaliar o efeito da variação da carga catalítica de TiO_2 sobre a cinética e a eficiência de degradação do acessulfame-K em meio aquoso, buscando determinar a concentração ideal do catalisador visando a degradação do poluente.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação das cargas, as soluções foram preparadas com uma concentração inicial de 15 mg L^{-1} de acessulfame-K em água destilada. Após, foram realizados ensaios individuais utilizando 600 mL da solução de acessulfame-K, previamente preparada, com massas de 0,125 g, 0,250 g e 0,500 g de TiO_2 dispersas sob agitação magnética.

O experimento utilizou um reator tipo batelada equipado com uma lâmpada de vapor de mercúrio em uma câmara com circulação de ar para manter a temperatura próxima a 25°C .

Para a análise cinética, o percentual de remoção foi monitorado por espectrofotometria a 226 nm ao longo de 8 horas. Os dados foram ajustados ao modelo cinético de pseudo-primeira ordem (Equação 1) para determinar a velocidade específica de degradação (k).

$$\ln C_a = -kt + \ln C_{a0} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de k , demonstrados a seguir na Tabela 1, refletem diretamente o equilíbrio entre dois fatores que controlam a fotocatalise em suspensão: a quantidade de área ativa disponível e a capacidade do meio de permitir que a luz atinja o catalisador de forma eficiente

Tabela 1. Constantes cinéticas de pseudo-primeira ordem (k) para diferentes massas de TiO_2 na fotodegradação do acessulfame-K.

Massa de TiO_2 (g)	Constante cinética k ($\text{mg L}^{-1} \text{h}^{-1}$)
0,125	$0,636 \pm 0,048$
0,250	$0,333 \pm 0,030$
0,500	$0,452 \pm 0,099$

Os resultados obtidos indicam que o tratamento com 0,125 g de TiO_2 apresentou maiores valores de k , indicando cinética inicial mais rápida do estudo. Já com 0,250 g de TiO_2 ofereceu melhor equilíbrio entre rapidez inicial e manutenção da conversão ao longo do tempo. Enquanto 0,500 g de TiO_2 não evidenciou ganho significativo de eficiência e apresentou valor de k inferior à menor massa devido às limitações ópticas, comprovado na Figura 1.

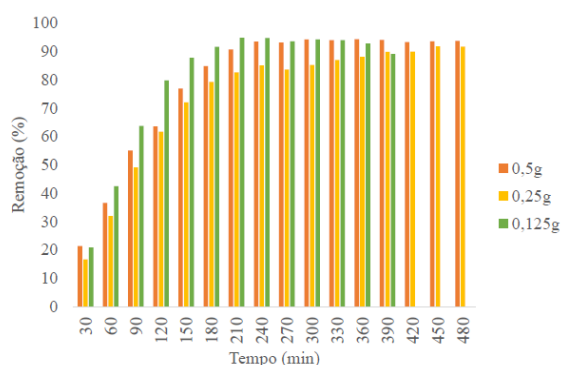


Figura 1. Fotodegradação do acessulfame-K ao longo do tempo (8 horas) com diferentes quantidades de catalisador (TiO_2).

As concentrações menores de TiO_2 favorecem a penetração da radiação na suspensão, pois reduzem as perdas por dispersão e sombreamento. A suspensão com 0,500 g de TiO_2 apresentou turbidez visivelmente superior (Figura 2), o que sugere menor penetração da radiação e reforça a hipótese de limitação ótica. Esse tipo de comportamento é relatado em sistemas fotocatalíticos dispersos, nos quais a eficiência depende simultaneamente da quantidade de catalisador e da luz efetivamente absorvida pela suspensão, conforme discutido por Calza et al. (2020).

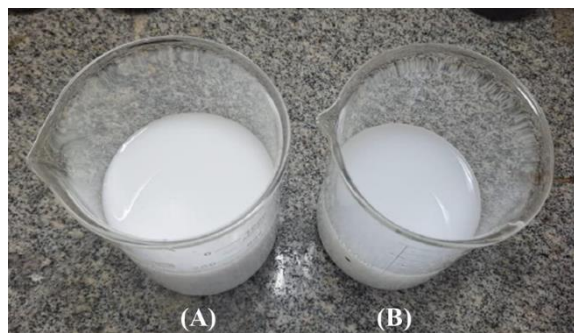


Figura 2. Solução para fotodegradação do acessulfame-K utilizando 0,500 g (A) e 0,125 g (B) de TiO_2 .

Já o aumento da massa das partículas em suspensões aquosas eleva o espalhamento de luz por meio de agregados, reduzindo o número de fótons que alcançam os sítios ativos (Reza et al., 2015).

Embora a massa de 0,125 g de TiO_2 apresente a maior velocidade inicial (k), ela pode não sustentar o desempenho final caso o número de sítios ativos seja reduzido frente à carga de contaminante. O sistema deixa de ser limitado pela disponibilidade de material e passa a ser dominado por restrições ópticas em massas elevadas.

CONCLUSÃO

A fotocatalise com TiO_2 é altamente eficaz. Existe uma relação não linear entre massa e eficiência, onde, cargas catalíticas menores apresentaram desempenho cinético superior devido à menor turbidez e maior aproveitamento da radiação incidente. O estudo demonstra que, acima de certo limite de massa, o processo é limitado por fatores fotônicos e pela dinâmica de dispersão das partículas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC, Brasil) pelo apoio financeiro (Processo nº 2025TR001579) e à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pela estrutura para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANUCHA, C. B. et al. Titanium dioxide (TiO_2) based photocatalyst materials activity enhancement for contaminants of emerging concern (CECs) degradation: In the light of modification strategies. *Chemical Engineering Journal Advances*, v. 10, p. 100262, 2022.
- CALZA, P. et al. Photocatalytic rate dependence on light absorption properties of different TiO_2 specimens. *Catalysis Today*, v. 340, p. 12–18, 2020.



DIETRICH, A. M. et al. Mini review: Will artificial sweeteners discharged to the aqueous environment unintentionally “sweeten” the taste of tap water?. Chemical Engineering Journal Advances, v. 6, p. 100100, 2021.

MEENA, V. et al. Selected Emerging Contaminants in Water: Global Occurrence, Existing Treatment Technologies, Regulations and Associated Risk. Journal of Hazardous Materials, v. 483, p. 136541–136541, 2024a.

REZA, K. M.; KURNY, A.; GULSHAN, F. Parameters affecting the photocatalytic degradation of dyes using TiO₂: a review. Applied Water Science, v. 7, p. 1569–1578, 2015.

YUE, Y. et al. Levels, consumption, and variations of eight artificial sweeteners in the wastewater treatment plants of Dalian city, China. Science of the total environment, v. 892, p. 163867–163867, 2023.

ZHANG, Q. et al. Insight into antibiotic removal by advanced oxidation processes (AOPs): Performance, mechanism, degradation pathways, and ecotoxicity assessment. Chemical Engineering Journal, p. 157134–157134, 2024b.