

ESTUDO CINÉTICO DA DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO SALICÍLICO EM REATOR FOTOCATALÍTICO UVC

Aline Ribeiro

Vilma Sousa

Evandro Balestrin

Resumo

O ácido salicílico (AS) é um composto amplamente utilizado na indústria farmacêutica, mas classificado como poluente emergente devido à sua presença recorrente em recursos hídricos. Este estudo teve como objetivo avaliar a degradação do AS por fotocatalise heterogênea em um reator com radiação UVC e peróxido de hidrogênio. A prática foi conduzida em sistema batelada, com amostras coletadas a cada 15 minutos. Por meio da espectrofotometria, foi possível acompanhar a redução da concentração do AS ao longo de 105 minutos, atingindo uma degradação de 46%. Os resultados evidenciam a eficácia da fotocatalise na remoção de compostos orgânicos, embora melhorias no processo possam ser obtidas com ajustes na concentração do H_2O_2 e tempo de exposição. A atividade reforçou conceitos fundamentais de processos oxidativos avançados e técnicas analíticas aplicadas ao tratamento de efluentes.

Palavras-chave: ácido salicílico, fotocatalise, radiação UVC, degradação, espectrofotometria.

1 INTRODUÇÃO

O ácido salicílico (AS) é um composto orgânico de fórmula molecular $C_7H_6O_3$, pertencente à classe dos ácidos hidroxibenzóicos. Este composto apresenta-se como um sólido cristalino branco, com ponto de fusão entre 158-161°C e solubilidade moderada em água (2,48 g/L a 25°C) (PAÍGA et al., 2020). Estruturalmente, caracteriza-se pela presença de um grupo carboxílico (-

COOH) e um grupo hidroxila (-OH) ligados a um anel benzênico, conferindo-lhe propriedades ácidas e capacidade de formar ligações de hidrogênio.

Na indústria farmacêutica, o ácido salicílico é amplamente utilizado como precursor na síntese do ácido acetilsalicílico (aspirina), um dos medicamentos mais consumidos mundialmente devido às suas propriedades analgésicas, antipiréticas e anti-inflamatórias (PAULA; HUGGLER, 2019).

Nos últimos anos, o ácido salicílico tem recebido atenção crescente como um poluente emergente em ambientes aquáticos. Segundo estudos recentes, o AS é frequentemente detectado em águas superficiais, efluentes de estações de tratamento e até mesmo em águas para consumo humano (VIERO et al., 2023). Sua presença no meio ambiente deve-se principalmente à excreção humana após o consumo de medicamentos contendo ácido acetilsalicílico, que é metabolizado no organismo e convertido em ácido salicílico.

A persistência do ácido salicílico em ambientes aquáticos representa uma preocupação ambiental significativa, pois mesmo em baixas concentrações (na ordem de ng/L a µg/L), pode afetar organismos aquáticos e potencialmente interferir em processos ecológicos (VIERO et al., 2023). Além disso, os métodos convencionais de tratamento de água e efluentes muitas vezes não são eficientes na remoção completa deste composto, o que tem motivado o desenvolvimento de tecnologias avançadas de tratamento, como os processos oxidativos avançados, entre os quais se destaca a fotocatalise.

O presente estudo tem como objetivo principal investigar a degradação do ácido salicílico em um reator fotocatalítico, avaliando a eficiência do processo em função do tempo de reação.

2 DESENVOLVIMENTO

Para o experimento, foi utilizada uma unidade experimental que consiste em (conforme figura 1):

1. Uma câmara fechada e uma lâmpada UVC como fonte de radiação.

2. Um béquer de 300 mL simulando um reator em batelada, contendo a solução de ácido salicílico e o catalisador;

3. Um agitador magnético para garantir a homogeneidade da suspensão e promover o contato adequado entre o H_2O_2 , o poluente e a radiação.

A metodologia experimental envolveu a preparação de uma solução de ácido salicílico com concentração conhecida, à qual foi adicionada uma quantidade predeterminada de peróxido de hidrogênio como catalisador. A mistura foi submetida à radiação UVC sob agitação constante, e alíquotas foram coletadas em intervalos de tempo definidos para análise espectrofotométrica.

Para a quantificação do ácido salicílico remanescente nas amostras, foi utilizado um espectrofotômetro. Inicialmente, foi construída uma curva de calibração utilizando padrões de ácido salicílico com concentrações conhecidas, estabelecendo a relação entre absorvância e concentração. Em seguida, foram coletadas amostras do béquer e analisadas as absorvâncias das amostras a cada 15 minutos, permitindo determinar a concentração de ácido salicílico ao longo do tempo de reação e, conseqüentemente, avaliar a eficiência do processo fotocatalítico.

Os resultados obtidos nesta aula prática contribuem para a compreensão dos princípios fundamentais da fotocatalise homogênea e sua aplicação na degradação de poluentes emergentes, além de proporcionar uma experiência prática com técnicas analíticas e processos de tratamento avançado de efluentes.

Os dados das curvas de calibração foram plotados em um gráfico (Figura 2), e a equação da reta foi determinada. Os dados da curva de calibração estão apresentados na Tabela 1, os resultados das absorvâncias das amostras coletadas no reator a cada 15 minutos, bem como a concentração calculada através da equação obtida na curva de calibração e a taxa de degradação do ácido salicílico, estão apresentados na Tabela 2.

Com base na análise dos dados de degradação do ácido salicílico, foi determinada a ordem da reação e calculada a constante de velocidade utilizando o método integral.

Foram testadas as seguintes ordens de reação:

- Ordem Zero: $R^2 = 0.8985$
- Primeira Ordem: $R^2 = 0.9471$
- Segunda Ordem: $R^2 = 0.9797$

A ordem de reação que apresentou o melhor ajuste linear (maior coeficiente de determinação, R^2) foi a Segunda Ordem. A constante de velocidade k da reação de segunda ordem foi calculada com base no gráfico da linearização de $1/C$ versus tempo (Figura 3).

Através dos resultados obtidos é possível notar que a taxa de degradação em 1h45min foi de 46% do ácido salicílico e constante de velocidade $k = 2.5711 \times 10^{-4}$ mg/L/min, para alcançar uma maior taxa de degradação, recomenda-se o aumento da concentração do catalisador.

3 CONCLUSÃO

A prática experimental permitiu avaliar a eficiência do processo de fotocatalise heterogênea na degradação do ácido salicílico, um poluente emergente frequentemente encontrado em ambientes aquáticos. Os resultados mostraram que, ao longo de 1 hora e 45 minutos de exposição à radiação UVC, houve uma redução de 46% na concentração inicial do ácido salicílico, evidenciando o potencial da fotocatalise como uma alternativa viável para o tratamento de efluentes contendo contaminantes orgânicos.

Apesar da degradação significativa observada, os dados também indicam que a eficiência do processo pode ser melhorada. A baixa taxa de degradação nas etapas finais sugere que fatores como a concentração do catalisador, o tempo de exposição e a intensidade da radiação podem ser otimizados para aumentar o desempenho do sistema. Portanto, futuros estudos devem considerar a variação desses parâmetros com o objetivo de

maximizar a remoção do poluente e ampliar a aplicabilidade do processo em escala real.

A atividade também proporcionou uma compreensão prática dos conceitos envolvidos na fotocatalise e no uso de técnicas analíticas, como a espectrofotometria, reforçando a importância do conhecimento teórico aliado à experimentação na formação de profissionais da engenharia química.

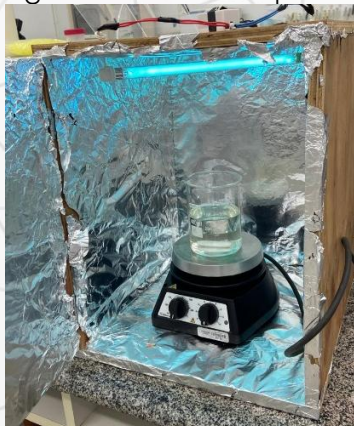
REFERÊNCIAS

- FERNANDES, F. M. et al. Degradação fotocatalítica de ácido salicílico utilizando o compósito Bi₂S₃/TiO₂/Xerogel de carbono como catalisador. Repositório USP, 2021.
- PAÍGA, P. et al. Degradação de ácido salicílico, cetoprofeno, diclofenaco e outros compostos farmacêuticos em meio aquoso. Teses USP, 2020.
- PAULA N.; HUGGLER, S. L. Degradação do ácido acetilsalicílico utilizando TiO₂ como catalisador. Repositório UTFPR, 2019.
- VIERO, L.; ZINI P.; SCHUCK A.; MORES R. (2023). AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR ÁCIDO SALICÍLICO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/247867/VOLUME%202%20163%20-%20168.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

Sobre o(s) autor(es)

Aline Ribeiro - Graduanda em Eng. Química
Email: alineribeiro130@gmail.com
Vilma Sousa- Graduanda em Eng. Química
Email: vilmasousa559@gmail.com

Figura 1: Unidade Experimental do Reator Fotocatalítico



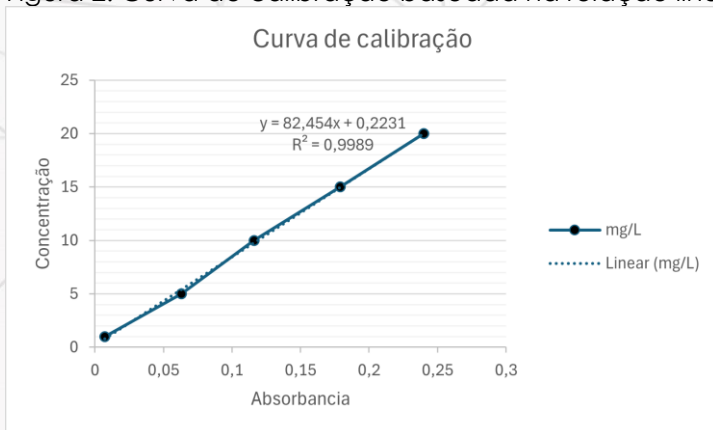
Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 1: Resultados da curva de calibração

Abs	mg/L
0,007	1
0,063	5
0,116	10
0,179	15
0,240	20

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 2: Curva de calibração baseada na relação linear entre concentração e absorvância



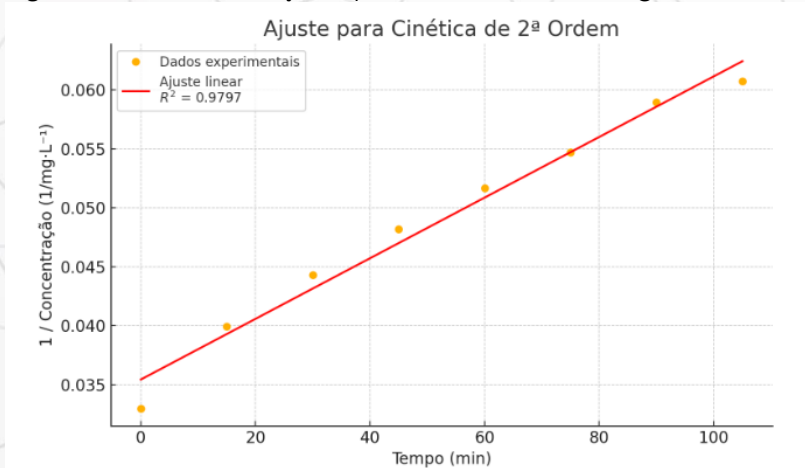
Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2: Resultados obtidos

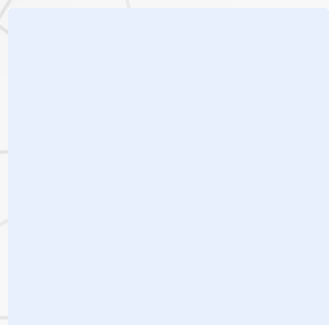
Tempo (min)	Abs.	Concentração (mg/L)	Degradação
0	0,365	30,32	
15	0,301	25,04	17%
30	0,271	22,57	26%
45	0,249	20,75	32%
60	0,232	19,35	36%
75	0,219	18,28	40%
90	0,203	16,96	44%
105	0,197	16,47	46%

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 3: Gráfico de ajuste para a cinética de Segunda Ordem



Fonte: Elaborada pelos autores



Fonte: