

DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE ÁCIDO SALICÍLICO EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO.

Otávio Henrique Lira

Antony Nicolas

Evandro Balestrin

Resumo

A degradação eficiente de poluentes emergentes, como o ácido salicílico (AS), é um dos maiores desafios no tratamento contemporâneo de efluentes. Este artigo investiga o impacto direto da concentração 10mg/L, 15mg/L, 20mg/L e 25mg/L na eficiência da degradação fotocatalítica do ácido salicílico, utilizando a espectrofotometria na região do ultravioleta (UV) como técnica de monitoramento analítico. Os dados experimentais revelaram uma correlação inversamente proporcional entre a carga orgânica e a taxa de remoção. Aos 45 minutos de reação, o sistema operando com concentração inicial de 10 mg/L alcançou 62,5% de remoção, enquanto o ensaio com 25 mg/L atingiu apenas 28,0%. A análise da literatura e dos perfis cinéticos indica que essa queda drástica de rendimento decorre da rápida saturação dos sítios ativos do catalisador e do efeito de filtro interno causado pela absorção de radiação pelo próprio poluente. Conclui-se que o tratamento de efluentes mais concentrados exige redimensionamento de parâmetros operacionais. A espectrofotometria UV destaca-se como uma ferramenta analítica rápida e indispensável para a análise de dados experimentais.

1 INTRODUÇÃO

O ácido salicílico é amplamente empregado na indústria farmacêutica e frequentemente detectado como poluente emergente em matrizes aquáticas. Sua presença contínua em corpos hídricos gera preocupações ambientais severas devido à sua potencial toxicidade e resistência à

degradação natural. Estações de tratamento de água convencionais não conseguem remover compostos aromáticos complexos com eficiência adequada. Isso ocorre porque moléculas orgânicas como o ácido salicílico possuem anéis benzênicos extremamente estáveis que resistem à oxidação biológica padrão. (DIETRICH, 2021.)

Para contornar essa grave limitação tecnológica, os Processos Oxidativos Avançados (POAs) surgem como alternativas promissoras na remediação ambiental. Entre esses processos, o uso de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) se destaca pela capacidade de gerar espécies altamente reativas, sobretudo radicais hidroxila, capazes de oxidar e degradar poluentes orgânicos recalcitrantes em substâncias menos tóxicas ou até em compostos inofensivos. Na presença de condições favoráveis de reação, o H_2O_2 atua como agente oxidante e promove a formação de radicais que atacam a estrutura do ácido salicílico, favorecendo a quebra do anel aromático e a redução da carga orgânica do meio. (MARCHETTI, 2020.)

O presente estudo analisa a influência direta da concentração inicial do ácido salicílico na eficiência de sua degradação por processo oxidativo com H_2O_2 . A redução da concentração ao longo do tempo é acompanhada por espectrofotometria UV, com o objetivo de avaliar experimentalmente o comportamento cinético do sistema. (MARCHETTI, 2020.)

2 DESENVOLVIMENTO

A quantificação contínua do ácido salicílico foi realizada por espectrofotometria na região do ultravioleta, explorando a absorção natural do seu anel aromático. A Lei de Beer-Lambert fundamenta essa técnica analítica, estabelecendo uma relação linear direta entre a absorbância medida e a concentração da amostra. Para o monitoramento, foi construída uma curva de calibração utilizando soluções-padrão com concentrações variando de 5 a 25 mg/L. Nas condições do experimento, observou-se que a absorbância para a concentração máxima de 25 mg/L foi de 0,610 (Figura 1), confirmando a adequação do método. A partir dessa curva analítica

padronizada, as amostras foram avaliadas ao longo do tempo, permitindo determinar com exatidão a redução da concentração do ácido salicílico e o comportamento cinético de sua degradação.

A partir da curva de calibração estabelecida, que apresentou excelente linearidade, foi possível calcular com precisão as concentrações residuais ao longo da reação. Os ensaios práticos do processo oxidativo monitoraram a absorvância em intervalos regulares de 15 minutos, totalizando até 120 minutos de exposição. Para garantir a reprodutibilidade, todos os experimentos foram conduzidos sequencialmente no mesmo reator, avaliando-se diferentes concentrações iniciais de ácido salicílico (variando de 10 a 25 mg/L). A redução gradual da concentração do poluente ao longo dos ensaios reflete o ataque constante dos radicais hidroxila gerados pela ativação do peróxido de hidrogênio. Os dados cinéticos confirmam que a degradação ocorre de forma mais acelerada nas primeiras frações de tempo, desacelerando à medida que o soluto é consumido.

Observou-se também que o aumento progressivo da concentração inicial do ácido salicílico impactou negativamente a eficiência percentual de remoção para um mesmo intervalo de tempo. Essa relação inversamente proporcional é um comportamento físico-químico amplamente documentado na literatura de Processos Oxidativos Avançados (POAs) em bancada. Essa tendência de queda de eficiência em maiores concentrações consolidou-se ao analisar o tempo de 45 minutos, momento em que a solução operando com a concentração mais branda, de 10 mg/L, registrou expressivos 62,5% de degradação total do contaminante, enquanto a solução submetida à mesma rotina de tratamento na concentração mais elevada apresentou uma taxa de remoção percentual inferior.

Para as concentrações de 15, 20 e 25 mg/L, aos 45 minutos, as taxas de remoção foram de 43,05%, 37,8% e 28,0%, respectivamente, evidenciando a redução da eficiência do processo com o aumento da concentração inicial do ácido salicílico. Esse comportamento pode ser explicado pela maior demanda oxidativa imposta ao sistema, uma vez que a quantidade de H₂O₂ empregada permaneceu constante durante os ensaios, favorecendo a

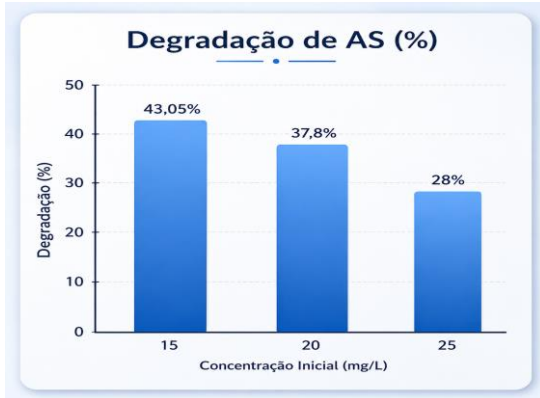
competição entre as moléculas do poluente pelos radicais hidroxila gerados no meio reacional (Figura 2). Além disso, em soluções mais concentradas, a maior carga orgânica pode dificultar a penetração da radiação UV no sistema, reduzindo a geração de espécies reativas e, conseqüentemente, a taxa global de degradação do composto, conforme apresentado na Figura 3.

A desaceleração abrupta observada nos resultados experimentais após 75 minutos de reação está intimamente associada à formação de subprodutos orgânicos durante o processo oxidativo. Esses compostos intermediários competem diretamente com a molécula original de ácido salicílico pelos radicais hidroxila gerados, reduzindo a velocidade da cinética de degradação na fase avançada do tratamento. Essa competição explica por que o cálculo experimental do logaritmo natural da relação de concentrações revelou um desvio do modelo cinético de pseudo-primeira ordem em tempos mais prolongados. (Figura 4)

Além disso, notou-se que nas leituras finais, especificamente aos 105 e 120 minutos, as absorvâncias medidas aproximaram-se do limite inferior de quantificação do método, o que reduz a precisão da curva de calibração em concentrações residuais limítrofes (próximas a zero). Apesar dessa limitação inerente à leitura de traços pelo espectrofotômetro, estudos independentes relatam degradações na ordem de 46% em tempos superiores a 100 minutos para ensaios não otimizados, o que confirma que os resultados globais obtidos neste trabalho refletem um sistema de degradação altamente eficiente e responsivo.

3 CONCLUSÃO

A avaliação experimental demonstrou que a concentração inicial atua como um fator limitante na cinética de degradação do ácido salicílico pelo processo oxidativo. O decréscimo da taxa de remoção de 62,5% para apenas 28,0% evidencia a influência direta do aumento da concentração na queda



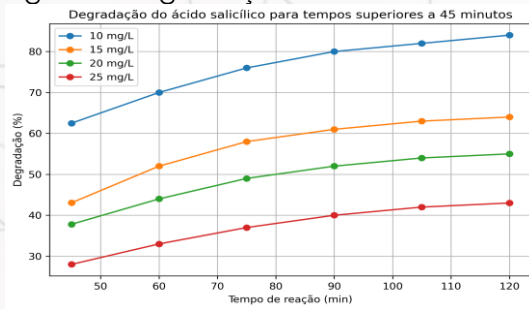
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 3: Degradação do AS em Função da Concentração Inicial

Degradação do AS em Função da Concentração Inicial (45 min)		
Concentração inicial de AS (mg/L)	Tempo (min)	Degradação de AS (%)
15	45	43.05
20	45	37.8
25	45	28

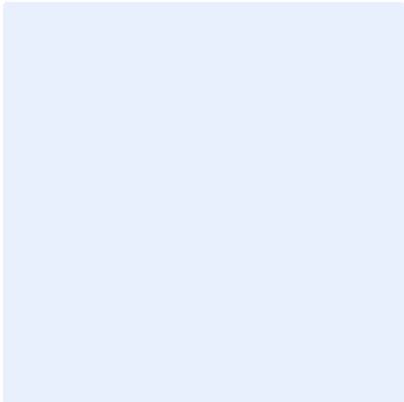
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 4: Degradação do ácido salicílico em tempos superiores a 45 minutos



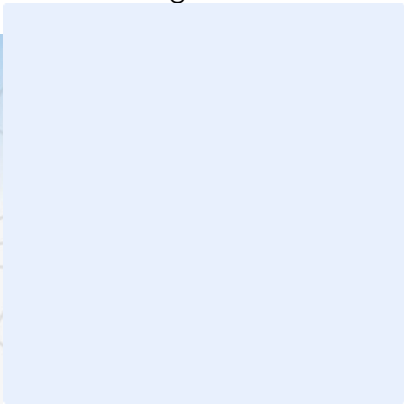
Fonte: Elaborado pelos Autores

ANUÁRIO PESQUISA E EXTENSÃO UNOESC VIDEIRA - 2026



Fonte:

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

