TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA POR PROCESSO H_2O_2/UV

Cauê Inácio da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Edmilson Cesar Bortoletto (Orientador). E-mail: ra138773@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo
Palavras-chave: processo oxidativo avançado; matéria orgânica; efluente.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o tratamento de efluente de abatedouro avícola, após a etapa de floculação, utilizando o processo oxidativo avançado H_2O_2/UV artificial. A metodologia consistiu no emprego de uma lâmpada UV-C dentro de uma câmara fechada revestida com papel alumínio, operando com recirculação constante de 1,5 L de efluente. Foi delineado um planejamento fatorial 2^3 sem réplicas para analisar os efeitos do pH (3 e 6), tempo de processo (1 e 4 h) e razão DQO:H_2O_2 (1:6 e 1:2) sobre a variável resposta de remoção de DQO. Os resultados indicaram que a maior eficiência de remoção de DQO alcançou 94,4% na condição de pH 3, tempo de 4 h e razão DQO:H_2O_2 de 1:2. O cálculo dos Efeitos Reais demonstrou que o aumento do pH reduz drasticamente a eficiência. Verificou-se que o aumento na adição de H_2O_2 não promoveu maior remoção, evidenciando a necessidade de controle da concentração do oxidante para evitar teores residuais elevados. Conclui-se que o processo H_2O_2/UV indicou as melhores condições experimentais em menor pH, maior tempo e menor razão DQO:H_2O_2, sendo sugeridos ensaios adicionais no ponto central para otimização do sistema.

INTRODUÇÃO

O processamento industrial de aves gera efluentes líquidos com elevada concentração de matéria orgânica, tornando necessário o emprego de técnicas eficientes para seu tratamento. Entre os parâmetros utilizados para avaliar a carga orgânica desses efluentes, destaca-se a Demanda Química de Oxigênio (DQO), que permite verificar a quantidade de matéria oxidável presente na água residuária (HILARES et al., 2021).

Os Processos Oxidativos Avançados (POAs) são alternativas empregadas no tratamento de efluentes devido à capacidade de promover a degradação de compostos orgânicos por meio da formação de espécies altamente oxidantes, especialmente o radical hidroxila (•OH). Nesse contexto, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) apresenta importância por atuar como agente oxidante e participar da geração dessas espécies durante o processo (PIGNATELLO; OLIVEROS; MACKAY, 2006).

A aplicação de processos baseados em H_2O_2 também apresenta potencial no tratamento de efluentes provenientes de abatedouros avícolas. Leitão et al. (2017) avaliaram o processo foto-Fenton aplicado a esse tipo de efluente e obtiveram redução de 89,5% da DQO, demonstrando a possibilidade de utilização de processos oxidativos para redução da carga orgânica.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do processo H_2O_2/UV no tratamento de efluente de abatedouro avícola, considerando diferentes condições de pH, tempo de tratamento e razão DQO:H_2O_2, utilizando a remoção da DQO como parâmetro de avaliação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para tratamento do efluente de abatedouro avícola, após o floculador, foi utilizado o processo H_2O_2/UV artificial, com o reator mantido dentro de uma câmara fechada, confeccionada em estrutura de madeira, com a presença de uma lâmpada UV-C (15 W; Comprimento de onda com pico em 253,7 nm) acima do reservatório de efluente. A superfície interior da câmara foi revestida com papel alumínio para promover a reflexão dos raios UV. Em todos os ensaios foi utilizado o volume 1,5 L de efluente no reator. Uma bomba peristáltica realizou a recirculação constante do efluente durante o processo, permanecendo aproximadamente 1L dentro do reator sob a ação de luz UV e 0,5 L em reservatório externo. A adição de Peróxido de Hidrogênio e a coleta de amostras eram realizadas neste reservatório, o qual ficou protegido da luz ambiente para não interferir no efluente em tratamento.
Ensaios preliminares foram realizados para estabelecer uma faixa de trabalho quanto à razão [DQO]:[H_2O_2] (m/m), pH e tempo de processo. Os parâmetros avaliados no efluente ao longo do processo foram o H_2O_2 residual e o teor de DQO. A partir desses resultados foi delineado um planejamento fatorial 2^3, sem replicas e sem ponto central, totalizando 8 experimentos executados de forma aleatória, conforme Tabela 1. A DQO inicial do efluente era de 700 mg/L e o H_2O_2 utilizado possuía 600 mg/L. Para iniciar o experimento foi adicionado no vaso de mistura 50% do volume de H_2O_2 calculado, sendo posteriormente realizada duas adições com o volume restante.
A DQO no efluente tratado foi utilizada como variável resposta, sendo realizada a análise dos resultados pelo software R.

Tabela 1 - Planejamento Fatorial 2^3 para o tratamento do efluente avícola.

Ordem	pH	Tempo (h)	Razão DQO:H_2O_2 (m/m)
1	3	4	1:6
2	6	1	1:6
3	3	4	1:2
4	3	1	1:2
5	6	1	1:2
6	6	4	1:6
7	3	1	1:6
8	6	4	1:2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos experimentos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados experimentais

Ordem	pH	Tempo (h)	Razão DQO:H_2O_2 (m/m)	H_2O_2 residual (mg/L)	DQO (mg/L)	% remoção DQO
1	3	4	1:6	3028	443	36,7
2	6	1	1:6	4097	775,8	-10,8
3	3	4	1:2	722,2	39,1	94,4
4	3	1	1:2	1173,6	356,9	49,0
5	6	1	1:2	361,1	462,7	33,9
6	6	4	1:6	1444,5	638,9	8,7
7	3	1	1:6	3777,8	755,6	-7,9
8	6	4	1:2	472,2	672,0	4,0

Como o planejamento fatorial 2^3 foi conduzido sem réplicas experimentais, o impacto de cada variável e de suas interações foi avaliado por meio do cálculo dos Efeitos Reais. O efeito real representa o impacto médio na porcentagem de remoção de DQO ao alterar um fator do seu nível baixo (-1) para o seu nível alto (+1). A Tabela 3 resume os efeitos calculados para o sistema.

Tabela 3 - Estimativa dos efeitos reais para o planejamento experimental.

Fator / Interação	Efeito Real (%)	Comportamento no Sistema
pH	-34,10	O aumento do pH reduz drasticamente a eficiência.
Tempo	+19,90	O aumento do tempo de tratamento favorece a remoção de DQO.
Razão (DQO:H_2O_2)	-38,65	A razão 1:2 apresenta maior remoção de DQO que a razão 1:6.
Interação pH x Tempo	-25,10	O efeito do tempo de tratamento depende do pH.
Interação pH x Razão	+18,65	O efeito da razão DQO:H_2O_2 depende do pH.
Interação Tempo x Razão	+12,15	O efeito do tempo de tratamento varia conforme a razão DQO:H_2O_2.

Os resultados indicaram maior remoção de DQO em pH 3, situação em que o ferro permanece solúvel em sua forma catalítica ativa, permitindo a decomposição eficiente do H_2O_2 e a geração mais eficiente de radicais hidroxila (•OH), que atacam e degradam a matéria orgânica. Em pH 6 ocorre a precipitação do ferro na forma de hidróxido férrico Amórfico [$Fe(OH)_3$], o que desativa a reação catalítica. Sem a ativação do ferro, o peróxido de hidrogênio residual permanece no meio sem reagir e a eficiência de remoção de DQO cai para valores nulos ou próximos de zero.
Verificou-se também que o aumento na adição de H_2O_2 não significa maior remoção de DQO, sendo fundamental o controle da concentração do H_2O_2 no processo, evitando teor residual elevado.

CONCLUSÕES

O processo H_2O_2/UV para tratamento do efluente avícola após o floculador indicou as melhores condições experimentais, dentre os níveis estabelecidos, em menor pH, maior tempo e menor razão DQO:H_2O_2. Ensaios adicionais no ponto central de cada parâmetro podem contribuir para otimizar ainda mais as condições experimentais para tratamento deste efluente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao CNPq/FA pelo apoio financeiro e concessão de bolsa PIBIC para a realização deste projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS.

HILARES, R. T. et al. Promising physicochemical technologies for poultry slaughterhouse wastewater treatment: A critical review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 9, 105174, 2021. DOI: 10.1016/j.jece.2021.105174. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343721001512?via%3Dihub

Leitão, N. P. P. de A., Dias, F. F. da S., Santos, A. F. de M. S., Souza, T. P. C., & Cavalcanti, J. V. F. L. (2017). TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA PELO USO DO PROCESSO FOTO-FENTON. *Revista Brasileira De Agrotecnologia*, *7*(2), 218–222. Recuperado de https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5172

PIGNATELLO, J. J.; OLIVEROS, E.; MACKAY, A. Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 36, n. 1, p. 1–84, 2006. DOI: 10.1080/10643380500326564. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10643380500326564?utm_source