

## EFEITOS DOS PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS NA DEGRADAÇÃO DE PARACETAMOL

**JULIA MENDES<sup>1</sup>, JOSÉ ANDRÉ FERREIRA BATISTA<sup>2</sup>, LUÍSA ANGELO DOS ANJOS<sup>3</sup>, CAROLINE MENEZES PINHEIRO<sup>4</sup>, CICERO COELHO DE ESCOBAR<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, mndsjulix@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestrando em Ciências ambientais, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Química, Professor Adjunto do Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022  
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** O presente estudo analisou a eficiência da degradação fotocatalítica na presença do fármaco Paracetamol comercial, visto que é comumente encontrado em efluentes de amostras reais por sua ampla utilização. O trabalho verificou a decomposição por três variações de processos oxidativos ativos: fotocatalise, fotólise e fotocatalise juntamente com a utilização de ozônio (O<sub>3</sub>). Sendo assim, os dados obtidos por meio de análises laboratoriais foram comparados, assim como seus parâmetros físico-químicos, deste jeito o tratamento com o ozônio oferece os melhores resultados com 75% de degradação. Concluindo, a importância desta pesquisa para o saneamento ambiental propõe a melhoria da qualidade da água e a retirada de fármacos nos efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** fotocatalise heterogênea, tratamento de efluentes, fármacos

### EFFECTS OF ADVANCED OXIDATIVE PROCESSES ON PARACETAMOL DEGRADATION

**ABSTRACT:** This study aims to evaluate the efficiency of photocatalytic degradation on the presence of the drug “commercial paracetamol”, since it is commonly found in real samples of effluents, due to its wide use. The analysis verified the decomposition by three variations of active oxidative processes: photocatalysis, photolysis and photocatalysis, as well with the use of ozone (O<sub>3</sub>). Therefore, the data obtained from the laboratory analyses was compared, even as its physico-chemicals parameters, so the ozone treatment offers the best results with 75% degradation. Concluding, the significance of this research to environmental sanitation proposes improvement in water quality and the withdrawal of drugs in effluents.

**KEYWORDS:** heterogeneous photocatalysis, wastewater treatment, drugs

**INTRODUÇÃO:** Agrotóxicos e fármacos são denominados de contaminantes emergentes por se referirem a substâncias persistentes no meio ambiente. Estes, podem ser prejudiciais a saúde de organismos vivos, podendo causar doenças desreguladoras endócrinas (DE), afetando por exemplo, na disfunção da tireóide, diminuição de fertilidade em aves e peixes,

deformidade em aves e tartarugas e anormalidades metabólicas (PERIN, 2021). Os efluentes hospitalares e agroquímicos possuem compostos químicos complexos que em geral não são tratados e/ou removidos nas estações de tratamento de água convencionais (ARAÚJO et al., 2016). Muitos estudos e implementações de tecnologias estão sendo testadas para a diminuição da toxicidade desses efluentes. Dentre eles, os Processos Oxidativos Avançados (POAs) com técnicas de fotocatalise heterogênea e ozonização têm se mostrado tecnologias promissoras no tratamento desses compostos. A vantagem dessas tecnologias é justamente a sustentabilidade a longo prazo na descontaminação ambiental (NOGUEIRA e JARDIM, 1998). O princípio da fotocatalise heterogênea é a utilização de um semicondutor para ativação e formação de sítios oxidantes e redutores auxiliados pela luz solar ou artificial. Já a ozonização tem um grande potencial de oxidação e formação de hidroxilas. Desta forma o ozônio combinado a luz ultravioleta e ao semicondutor apresenta resultados efetivos no tratamento de efluentes contaminados (ALMEIDA et al., 2004). Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de degradação do fármaco paracetamol em reator fotocatalítico alternando a utilização do semicondutor ( $\text{TiO}_2$ ) e Ozônio. Parâmetros como o pH, tempo, temperatura, concentração e absorbância são analisados.

**METODOLOGIA:** O reator fotocatalítico (Figura 1) foi produzido no laboratório de Análise de Águas e Efluentes, localizado na Universidade Federal de Pelotas e utilizado em todas as análises. Para a preparação do teste de degradação é colocado 250 ml de solução de 20 ppm de fármaco, além de 150 mg de semicondutor da marca Dinâmica Química Contemporânea em banho-maria e medido o pH inicial. A agitação é realizada em agitador magnético com borbulhador de oxigênio. Uma alíquota do material anterior à fotocatalise é coletada com uma seringa e armazenada em um eppendorf devidamente indicado. Após a organização do complexo, o banho-maria é vedado com uma folha de alumínio e o sistema de refrigeração “coolers” é ligado. Ao fim, a lâmpada ultravioleta é acionada e fecha-se o sistema por 30 minutos até que a mesma aqueça e atinja a temperatura máxima. Após esse intervalo de tempo, outra amostra é coletada e a folha de alumínio é retirada para iniciar a degradação pela lâmpada ultravioleta. A duração total do processo é de 2 horas e a coleta das alíquotas é realizada a cada 1 hora de processo. A medição do pH final é aferida e o material coletado é centrifugado a fim de separar o material de análise do catalisador. A última etapa é a leitura no fotespectômetro de absorbância para definição do percentual de degradação atingido. Para o teste de fotólise não é necessária a centrifugação, tendo em vista que neste o material não apresenta semicondutor influenciado pela ação da radiação ultravioleta.



Figura 1 - Reator de fotocatalise (fechado/aberto)

As soluções utilizadas para as análises foram preparadas a partir de uma “solução-mãe” de 1000 ppm e diluída para 20 ppm, assim não sofrem influência da margem de erro das balanças, visto que, 20 mg é uma baixa pesagem. Em seguida, 250 ml da solução são conferidos em um balão volumétrico e 150 mg são pesados na balança em eppendorf. Sua homogeneização é realizada através de um tubo de falcon com um volume aleatório da amostra original de fármaco e agitado em um misturador de laboratório. Por fim, o fluido é despejado no béquer de 500 ml acoplado ao recipiente de banho-maria do reator. A curva padrão e o pico de maior absorbância foram identificados através de uma varredura no espectrofotômetro. A análise do comprimento de onda iniciou-se em 190 nm e percorreu o intervalo de 10 em 10 nm, até encontrar a maior absorbância. Depois, o intervalo de varredura diminuiu para 5 em 5 nm, para uma busca mais minuciosa. Foram encontrados o pico de absorbância no comprimento de onda de 280 nm para o fármaco paracetamol. Dessa forma, cada alíquota é lida no espectrofotômetro em 280 nm.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos coletados dos experimentos realizados em laboratório ainda estão sendo analisados e testados, porém em testes iniciais verificou-se que a degradação de fármaco utilizando fotocatalise com o semicondutor  $TiO_2$  e Ozônio apresentaram os resultados mais promissores para o Paracetamol (Tabela 1). Apesar da fotólise apresentar resultados baixos de degradação, é considerada uma análise imprescindível pois funciona como um teste de controle e comparação com os demais. Sendo assim, no experimento combinado de ozônio e fotocatalise é possível observar uma degradação 1,24% superior de Paracetamol em comparação com a fotocatalise utilizado o semicondutor de  $TiO_2$  na ausência de ozônio. Comparando o teste combinado de ozônio e fotocatalise com o teste de fotólise é possível observar um valor superior a 21,4% mais despoluidor para o teste combinado. Na Tabela 2 é possível observar o pH final e inicial da solução de fármaco tratado nos diferentes processos. Pode-se verificar que o  $O_3$  acidificou a amostra, um comportamento considerado esperado. A Tabela 3 mostra os diferentes parâmetros estudados, dentre eles o tempo de degradação em minutos, sendo que o termo “-30” é considerado o tempo em que o catalisador entra em contato com a amostra sem a ação da radiação ultravioleta. A leitura das absorbâncias em cada intervalo de tempo foi lida e utilizada para o cálculo da eficiência de remoção de paracetamol.

TABELA 1. Degradação de paracetamol nos diferentes processos.

Processo	Adsorção (%)	Degradação (%)
Fotocatalise	0	60,58
Fotólise	3,52	3,52
Fotocatalise + Ozônio	0	75,34

Fonte: Autores.

TABELA 2. pH final e inicial dos processos.

Processo	pH inicial	pH final
Fotocatalise	7,10	7,14
Fotólise	7,86	7,38

Fonte: Autores.

TABELA 3. Parâmetros tempo, temperatura e absorvância dos processos.

Processo	Tempo (min)	Temperatura (°C)
Fotocatálise	-30	21,2
	0	22,2
	60	22,4
	120	23,4
Fotólise	-30	21,0
	0	22,0
	60	22,3
	120	23,0
Fotocatálise + Ozônio	-30	20,6
	0	21,9
	60	21,8
	120	22,8

Fonte: Autores.

**CONCLUSÕES:** Diante dos dados apresentados nesta pesquisa, conclui-se que foram encontradas boas porcentagens de degradação de fármacos nos testes iniciais, sendo a melhor degradação de aproximadamente 75% para o teste fotocatalise e ozônio combinados, nota-se também que a adição do ozônio deixa a solução mais ácida, na qual é um comportamento esperado. No entanto, ainda são necessários mais testes com outros tipos de catalisadores recorrentes e recomendados pela literatura. Por fim, ressalta-se a importância do estudo no âmbito sanitário no que diz respeito à eliminação de fármacos comerciais. Posteriormente, pretende-se verificar a eficiência de degradação em amostras de fármacos reais e agroquímicos presentes nos efluentes.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à FAPERGS pela concessão de apoio de apoio financeiro a projeto de pesquisa (TO 21/2551-0000748-6).

#### REFERÊNCIAS:

- ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A.; DURAN, N. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. *Química Nova*, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.
- ARAÚJO, K. S.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p. 387-401, 2016.
- NOGUEIRA R. F. P.; JARDIM, W. F. Heterogeneous photocatalysis and its environmental applications. *Química Nova*, v. 21, n. 1, p. 69-72, 1998.
- PERIN, M. **Avaliação quantitativa de fármacos, agrotóxicos e metais/metaloídes, e análise qualitativa de compostos suspeitos no Lago Guaíba: uma abordagem espacial e temporal.** Tese de Doutorado em Química. UFRGS, Porto Alegre, 2021.