



## Degradação de Metformina e Atrazina por Fotocatálise Heterogênea

### Metformin and Atrazine degradation by Heterogeneous Photocatalysis

Carlos Yordan Almeida Rodrigues<sup>1</sup>, Ana Maria Ferrari<sup>2</sup>

#### RESUMO

O tratamento adequado e uso consciente de água é um dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, e como tal deve ser observado com mais atenção, em vista disto, se faz necessário avaliar novas técnicas de tratamento que visam eliminar micro poluentes (MP) vigentes no cotidiano, como fármacos e pesticidas. Para o tratamento destes novos contaminantes em fase aquosa, um dos mais eficientes métodos de tratamento são os Processos Oxidativos Avançados (POAs), que apresentam elevado custo operacional e logístico, sendo necessários estudos de efetividade e desempenho. O trabalho visa testar um catalisador suportado em zeólita, solucionando problemas de perda da amostra, e estudar suas aplicações na degradação de soluções de Metformina e Atrazina. A eficácia na remediação pelo catalisador foi avaliada a partir do processo de fotocatalise heterogênea em reator com lâmpada UV-Vis de 125W. Elevados percentuais de degradação dos MP foram alcançados quando as amostras sintetizadas foram aplicadas como fotocatalisador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotocatálise, Poluentes, Zeólita.

#### ABSTRACT

Adequate treatment and conscious use of water is one of the Objectives for Sustainable Development, and as such it must be observed more carefully, in view of this, it is necessary to evaluate new treatment techniques that aim to eliminate new pollutants in everyday life, such as pharmaceuticals and pesticides. For the treatment of these new contaminants in the aqueous phase, one of the most efficient treatment methods is Advanced Oxidative Processes (POAs), which in turn, present high operational and logistical costs, requiring effectiveness and performance studies. The work aims to test a zeolite-supported catalyst, solving sample loss problems, and studying its applications in the degradation of Metformin and Atrazine solutions. The effectiveness of catalyst remediation was evaluated using the heterogeneous photocatalysis process in a reactor with a 125W UV-Vis lamp. High MP degradation percentages were obtained when the synthesized catalysts were applied.

**KEYWORDS:** Photocatalysis, pollutants, Zeolite.

## INTRODUÇÃO

O tratamento de água vem se tornando um dos principais objetos de estudo da comunidade científica. Alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs), a intenção de amenizar a elevada demanda deste recurso em meios industriais bem como se adequar ao surgimento de novos contaminantes de difícil detecção e tratamento, os chamados poluentes emergentes, se mostra cada vez mais relevante (ARAUJO, 2016).

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: carlosr.2000@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5398615123233777.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.. E-mail: anamferrari@utfpr.edu.br. ID Lattes: 1004365765417771.



Dentre os principais poluentes emergentes podemos citar os grupos compostos pelos fármacos e pelos pesticidas, que surtem efeitos indesejados em organismos por exposição crônica, mesmo em quantidades muito baixas e de difícil detecção (RICHARDSON, 2016).

A Metformina é comumente utilizada como fármaco para tratamento de diabetes em pacientes não dependentes de insulina. Contudo, nem toda a dose do medicamento ingerida é metabolizada no organismo do paciente, sendo naturalmente excretada pela urina. Existem estudos que apontam concentrações deste fármaco em água de esgoto e em plantas de estações de tratamento de água (KOSMA ET AL., 2015).

A Atrazina é um insumo agrícola altamente utilizado para controle de pragas no milho, contudo a exposição a este composto mesmo em baixas concentrações causa problemas respiratórios e redução da atividade enzimática, sendo necessário observar sua utilização (CORREA, 2020).

O trabalho em questão teve como objetivo avaliar a capacidade do catalisador Dióxido de Titânio ( $TiO_2$ ) suportado em zeólitas na degradação fotocatalítica do fármaco metformina (MTF) e do insumo agrícola Atrazina (ATZN) presente em efluentes em fase aquosa.

## METODOLOGIA

### SÍNTESE DOS CATALISADORES

Zeólitas do tipo analcima foram sintetizadas a partir de resíduos industriais para a aplicação como suporte dos catalisadores que foram sintetizados em sua superfície. Uma solução de Álcool Isopropílico e Isobutóxido de Titânio, na proporção 16:1 (80 mL de Álcool e 5 mL de Isobutóxido), foi agitada inicialmente por 30 min, em seguida foi adicionado volume de água gota a gota até a mudança de fase para um gel ser observável. As amostras do suporte foram adicionadas à solução, que permaneceu em agitação por mais 1 h. O resultante deste processo passou inicialmente por uma digestão à temperatura ambiente por 24 horas, e posteriormente por uma secagem em estufa a 85°C, também por 24 horas. As amostras foram calcinadas em mufla a 500°C por 2 h. Foram sintetizados 2 catalisadores, um deles utilizando zeólitas cuja areia foi calcinada por 1 hora, chamado ZN1, e zeólitas cuja areia foi calcinada por 5 horas, chamado ZN5.

### ENSAIOS FOTOCATALÍTICOS

Os catalisadores foram submetidos a testes fotocatalíticos, onde inicialmente foram realizados ensaios de equilíbrio de adsorção/dessorção sob agitação constante por 30 min. Em seguida, a suspensão foi exposta a radiação em reator UV-Vis com lâmpada de vapor de mercúrio de 125W sem bulbo, sob agitação, bombeamento de oxigênio e controle de temperatura, para análise de potencial de degradação das soluções de MTA e ATZN a 10 ppm, utilizando a proporção de 1g de catalisador por litro de solução. A absorbância dos poluentes tratados foi determinada em espectrofotômetro UV-Vis (BEL UV-M51) no comprimento de onda de 232 nm (MTA) e 222 nm (ATZN), que corresponde aos respectivos comprimentos de onda de maior absorção dos compostos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

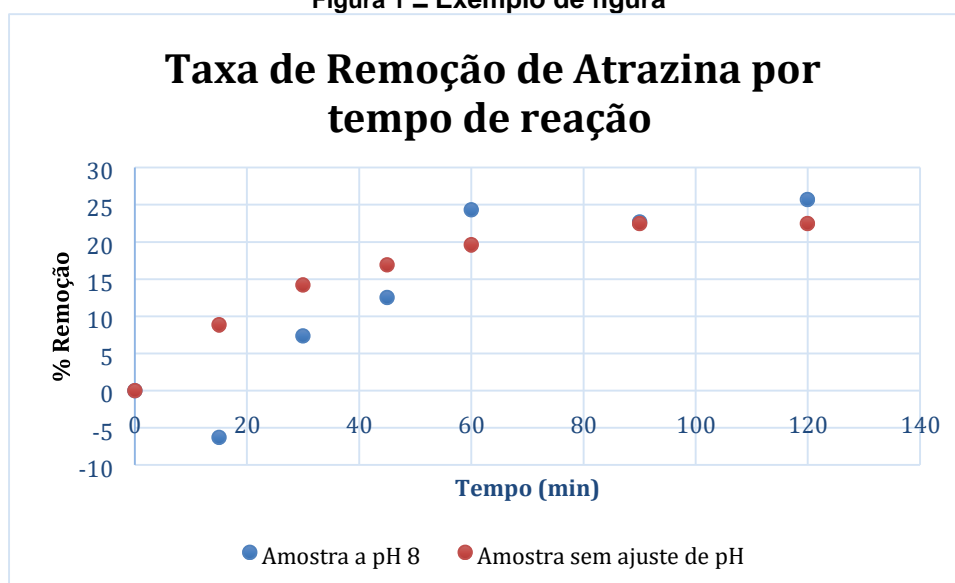
O teste fotocatalítico foi realizado utilizando as amostras ZN1 e ZN5, ambas analisadas comparando a solução com pH sem alteração e em pH 8, determinado pelo ponto de carga zero do catalisador. O teste ocorreu utilizando 250 mL de solução a 10 ppm do contaminante, adicionando 1g/L de catalisador, sob constante agitação por um período de 2 horas. Os resultados podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Percentual de degradação fotocatalítica da Metformina e Antrazina**

Amostra	Percentual (%)
ZN1 em MTA	68,1
ZN5 em MTA	45,4
ZN1 em ATZN	25,7
ZN5 em ATZN	17,3
ZN1 em MTA (ajuste de pH)	22,5

Foi possível observar inicialmente que a variação de pH para o ponto de carga zero da zeólita não apresentou variação significativa no processo de degradação do contaminante, podemos observar o comportamento da reação na Figura 1.

**Figura 1 – Exemplo de figura**



Fonte: Autoria própria, 2023



ARAÚJO (2014) alcançou resultados de 98% de remoção para Atrazina 10 ppm utilizando o dióxido de titânio comercial (P25), o que pode indicar que a baixa remoção obtida é consequência da morfologia do catalisador suportado sintetizado. Quanto a metformina, o trabalho anterior utilizando o mesmo tipo de material resultou em uma taxa de remoção de 32,3%, explicitando que a mudança nos reagentes utilizados durante a síntese do catalisador foi satisfatória em termos de eficiência.

A estabilidade observada nos resultados pode indicar que no pH testado, os sítios ativos do catalisador são mais dificilmente preenchidos, dificultando o processo de transporte de massa que é fundamental para a reação de mineralização do contaminante.

Também foi possível observar que a MTA apresentou altos índices de remoção em comparação à ATZN, isso pode ser explicado pela discrepância em seus pH ótimos, onde a metformina possui este valor em torno de 6,8 (SANTOS, 2006) e a Atrazina em torno de 4 (HERNANDES, 2022).

É possível verificar também que a calcinação da zeólita durante a etapa de fusão alcalina de seu processo de síntese é mais favorável em tempos menores, resultando em melhores potenciais de remoção em ambos os poluentes testados, possivelmente devido à maior área superficial do catalisador.

## CONCLUSÃO

As taxas de remoção de contaminantes obtidas no trabalho se mostraram adequadas para o tratamento de MTA, no entanto, não como forma única de tratamento de efluentes, sendo potencialmente aplicável como modelo de tratamento terciário. Já para a ATZN os resultados não se mostraram satisfatórios em comparação aos obtidos em relação ao catalisador comercial, sendo necessária análises mais complexas de sítios ativos ou pH da superfície para otimizar o processo catalítico, não sendo aplicáveis para o presente trabalho.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a UTFPR Apucarana por disponibilizar as instalações do campus para execução dos testes.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

Ana Flávia Oliveira Santos. **Desenvolvimento de métodos analíticos para associação de Metformina + Glibenclamida em comprimidos**. 2006. Tese (Mestrado em Farmácia), Recife: UFPE, 2006.



Araújo, Leandro Goulart. **Modelagem Cinética da Degradação do Pesticida Atrazina por meio do Fotocatalisador TiO2 P25**. XX Congresso de Engenharia Química, Florianópolis, SC. 2014

Correa, Viviane da Silva Martins Lopes. **Investigação experimental sobre o impacto do herbicida atrazina sobre a interação neuromuscular**. 2020. Tese (Doutorado em Medicina Translacional ), Botucatu: UNESP, 2020.

Hernandes, Paola Rosiane Teixeira. **Adsorção de herbicidas utilizando biochar obtido a partir de resíduos de madeira**. 2022. Tese (Mestrado em Engenharia Química), Santa Maria: UFSM, 2022.

Kosma, C.I., Lambropoulou, D.A., Albanis, T.A., 2015. **Comprehensive study of the antidiabetic drug metformin and its transformation product guanylurea in Greek wastewaters**. *Water Res.* 70, 436–44

K.S. de Araújo, R. Antonelli, B. Gaydeczka, A.C. Granato, G. R.P. Malpass., *Ambiente e Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science* (2016) 387.

Richardson, S. D.; Kimura, S. Y.; *Anal. Chem.* 2016, 88, 546.