



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

AVALIAÇÃO DO AZUL DE BROMOTIMOL COMO POLUENTE PERSISTENTE EM MEIO AQUOSO SOB FOTÓLISE ULTRAVIOLETA

Natali Amarante da Cruz¹; Alberto Adriano Cavaleiro²; Eduardo F. De Carli³

UEMS/CPTREN – R. Emilio Mascoli, 275 – CEP 79.950-000- Naviraí-MS

E-mail: nathalyamarante@hotmail.com

¹Bolsista de Iniciação Científica da UEMS. ²Orientador, Professor UEMS/Naviraí – PGRN, Bolsista PQ2 CNPq.

RESUMO

Os Processos de Oxidação Avançados (POAs) são intervenções físicas, químicas ou combinadas que visam destruir a estabilidade química de determinadas substâncias presentes em meio aquoso ou nas interfaces sólido líquido e sólido-ar. São métodos avançados que se valem de reagentes altamente oxidantes ou energia luminosa de alta energia para degradar compostos orgânicos em gás carbônico, água e sais minerais, substâncias consideradas não poluentes em baixa de escala de concentração. A investigação do dano causado por substâncias poluentes ao ecossistema está na área da Biologia, mas a remediação dos mananciais hídricos que a comportam são objeto de estudo da Química. Vários compostos podem ser usados para validar a eficiência de processos de remediação e o indicador ácido-base azul de bromotimol é uma destas substâncias. Por conter monoterpenos fenólicos, halogênios, anéis benzênicos e ésteres sulfônicos cíclicos em sua estrutura, este tipo de substância pode ter grande potencial carcinogênico e mutagênico em muitas espécies aquáticas. Neste trabalho, soluções de azul de bromotimol foram irradiadas por luz ultravioleta de grande potência para avaliar a persistência das moléculas em meio aquoso em dois valores de pH.

Palavras-Chave: Água, Poluente, pH.

INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas, a água fez parte da geração e manutenção da vida, ela compõe grande parte das células, assim se envolvendo nos processos dos organismos e uma variável sequência de outros processos naturais (KUNZ et al., 2001). Sobre a água, como um composto químico de grande importância na indústria, como reagente, solvente, e outros, podemos predizer que sua falta acarretaria em um grande caos para quase todas as formas de vida no planeta (TAMINI et al., 2008).

Com o aumento rápido da urbanização e o grande crescimento de áreas cultiváveis, exigindo também, alta produtividade por hectare, tornou-se um grande risco de contaminação dos mananciais hídricos por poluentes persistentes. Pesticidas, hormônios, defensivos agrícolas e fármacos generalizados são substâncias consideradas de alto risco para várias formas de vida do meio aquático, pois o tratamento convencional é ineficiente para esta classe de compostos, denominada micro-poluentes orgânicos. Uma solução adequada para este problema seria a utilização de Processos Oxidativos Avançados (POAs) como a ozonólise, fenton, foto-fenton, fotólise, e fotocatalise (NOGUEIRA et al., 1998; CAVALHEIRO et al., 2008).

Em geral, estes métodos avançados se valem de reagentes altamente oxidantes ou energia luminosa de alta energia para degradar compostos orgânicos em gás carbônico, água e sais minerais. Vários compostos podem ser usados para validar a eficiência do processo. O corante azul de bromotimol é uma destas substâncias de referencia (SILVA et al., 2008), pois é formado por duas moléculas de timol (monoterpeno fenólico), que contém um átomo de bromo unido ao anel aromático e um anel benzênico ligado a um éster sulfônico cíclico. É um sólido branco orgânico sintético inodoro, com composição química $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$ (Figura 1). Este trabalho tem o objetivo de avaliar a persistência a degradação do corante azul de bromotimol frente a irradiação por luz ultravioleta e a variação de pH do meio.

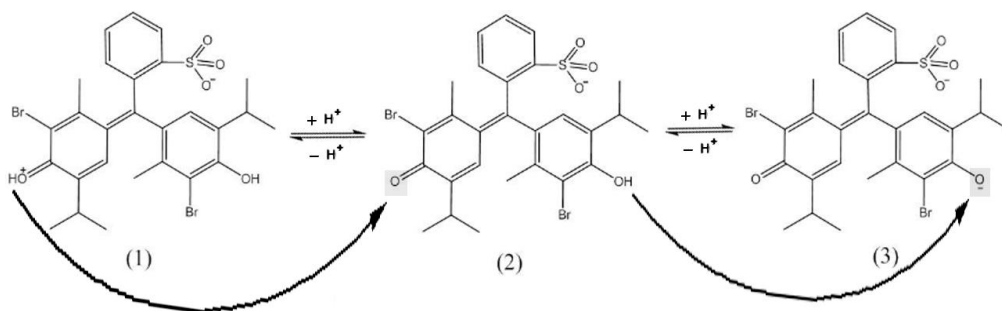




Figura 1: Representação estrutural do azul de bromotimol em função do pH: (1) amarelo, com pH abaixo 6,0, (2) verde, com pH entre 6,8 e 7,2 e (3) azul, com pH acima de 7,6.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das soluções de corantes: Foram utilizando balões volumétricos de 1000 mL para o preparo das soluções de azul de bromotimol em concentração molar de $1,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, utilizando pré-dissolução do sólido corante em etanol. As soluções foram preparadas para se situar em pH ácido (em torno de $\text{pH} = 5,5$), com solução HCl 0,1 molar, passando a cor amarela. Segundo a teoria de subtração da luz branca no sistema RGB, materiais de cor amarela advém do resultado de reflexão conjunta de verde e vermelho (RG), devido à absorção da componente azul (B). A cor azul é a mais energética do espectro visível e tem maior potencial de degradação da molécula se absorvida. O procedimento foi repetido para ajuste de pH básico, se situando em pH em torno de $\text{pH} = 9,0$ com solução NaOH 0,1 molar. Pela teoria de subtração da luz branca no sistema RGB, nesta forma, o composto absorve as componentes verde e vermelha (RG), refletindo a componente azul (B), por isso o corante neste pH apresenta cor azul. As componentes verde e vermelha cobrem quase todo o espectro visível e pode ter maior aproveitamento energético para a degradação da molécula.

Testes de Fotólise: Foram executados testes sob irradiação de luz UV-A, utilizando uma lâmpada ultravioleta, com a solução corante colocada em um béquer sobre um agitador magnético. Depois de ligada a lâmpada, é iniciada a cronometragem e a retirada de alíquotas de tempos em tempos para avaliação espectroscópica das soluções. Foram coletadas alíquotas em tempos de 10, 15, 30, 60 e 120 minutos. Efetuaram-se as análises para dois tipos de soluções com a mesma concentração molar em pH 6,0 e 8,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a maior parte dos indicadores, o azul de bromotimol é um ácido orgânico fraco muito pouco solúvel em água. A dissolução é facilitada mediante pré-dissolução em etanol, o que resulta em uma coloração alaranjada com pH neutro. A cor alaranjada não pode ser obtida posteriormente sob nenhum intervalo de pH, pois o ajuste de pH

insere sal no meio, fruto da acidificação com HCl e basificação com NaOH, gerando sal NaCl quando o pH é acidificado e retornado ao neutro ou aumentado e retornado ao neutro.

Depois da intervenção de pH na solução, somente três colorações são possíveis (Figura 2). Em pH abaixo de 6,0, a solução adquire coloração amarela. Em pH neutro 6,5-7,5, a cor predominante é verde, com tonalidades diferente dependendo da borda em que o pH esteja neste intervalo. Para pH acima de 7,6, a coloração é de um azul intenso.

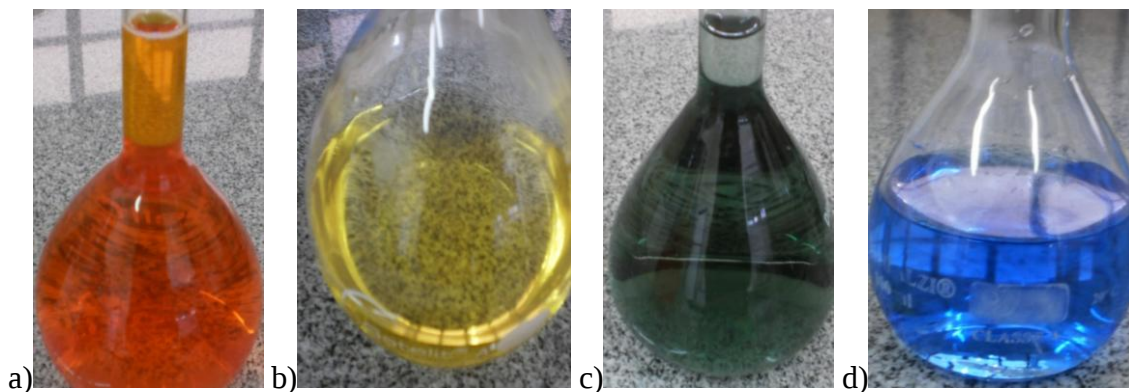


Figura 2: (a) Solução azul de bromotimol como preparada ($M = 1,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$); (b) após ajuste para pH 6 com HCl; (c) ajuste para pH 7 com NaOH e (d) ajuste para pH 8 com NaOH.

Nas Figuras 3 e 4 são mostrados os espectros da solução de corante em pH 6 e 8, sob ação da luz ultravioleta, gerada através de 2 lâmpadas de 20 W de potência cada uma. Observa-se que ao longo de todo o tempo de radiação não há variação no perfil de absorção dos espectros, comprovando que não há alterações em nenhuma parte da molécula em cada pH, levando a conclusão de que a fotólise desta substância não é favorecida pela irradiação de energia luminosa nesta faixa de comprimento de onda de 365 nm, que compreende a faixa A da radiação ultravioleta (UV-A).

Até o presente momento, é possível constatar que o corante azul de bromotimol tem alta persistência em meio aquoso em toda faixa de pH de ocorrência natural em mananciais hídricos, incluindo em soluções salinas e sob radiação de alta potencia na região do UV-A, uma das componentes da luz solar natural em determinados horários do dia. O desenvolvimento de metodologias com eficiência de despoluição de micropoluentes orgânicos devem ser haveis em degradar esta substância, pois tem demonstrado ser uma excelente substância de referencia para poluentes persistentes em meio aquáticos.

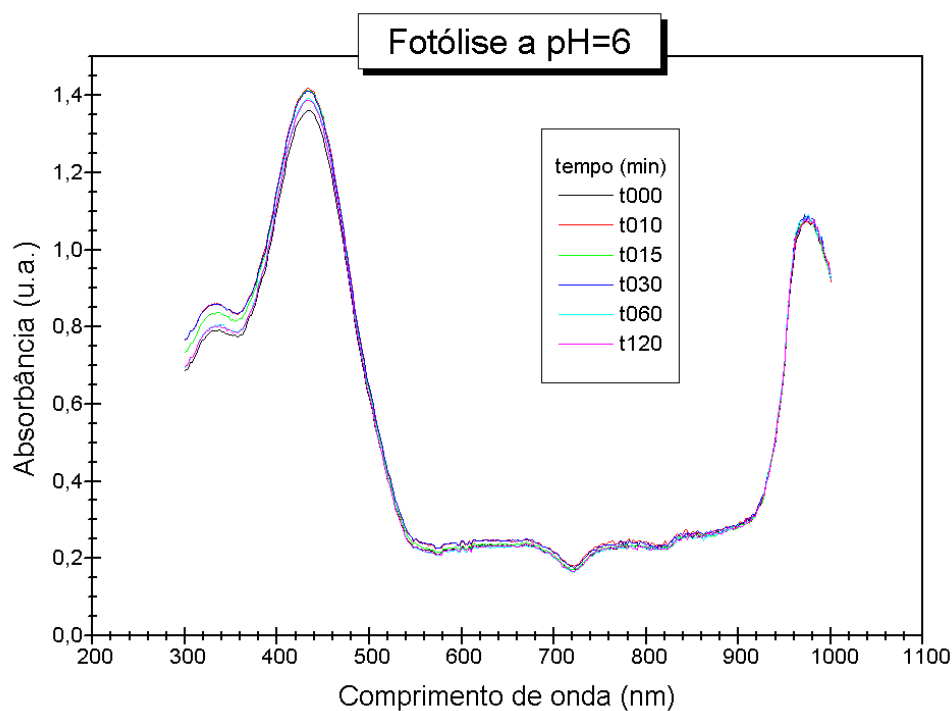


Figura 3: Espectro no UV-Vis da solução de azul de bromotimol em pH 6, sob fotólise em UV-A de 385 nm por até 120 minutos de irradiação.

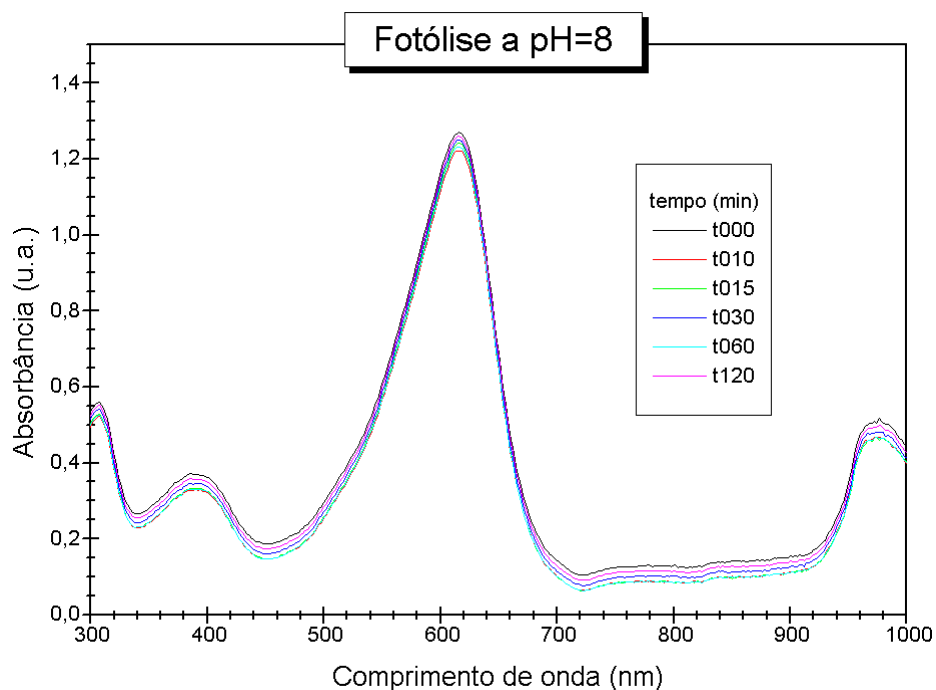


Figura 4: Espectro no UV-Vis da solução de azul de bromotimol em pH 8, sob fotólise em UV-A de 385 nm por até 120 minutos de irradiação.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram executados testes de persistência sob irradiação de luz UV-A para o corante azul de bromotimol. Alíquotas de soluções submetidas à intensa

radiação com potencia de 40W por até 2 horas foram retiradas e analisadas por espectroscopia. Após análises para dois diferentes valores de pH (6 e 8) e mantendo os demais parâmetros experimentais inalterados, o composto azul de bromotimol se mostrou absolutamente persistente no meio aquoso, pois não se verificou variação no perfil de absorção dos espectros em nenhuma das alíquotas avaliadas, em qualquer tempo ou valor de pH para esta faixa de comprimento de onda de 365 nm (UV-A).

A grande persistência do corante azul de bromotimol em meio aquoso na faixa de pH de ocorrência natural em mananciais hídricos e sob radiação de alta potencia na região do UV-A, uma das componentes da luz solar natural em determinados horários do dia leva a conclusão que compostos com similaridade estrutural podem ser um grande fator de risco ambiental. Baseado nestes resultados pode-se concluir que esta substância tem demonstrado ser uma excelente substância de referência para poluentes persistentes em meio aquáticos no que tange a estudo de outras metodologias de despoluição.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/UEMS pela bolsa concedida, a FUNDECT-MS pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- CAVALHEIRO, A. A.; BRUNO, J. C.; SAEKI, M. J.; VALENTE, J. P. S.; FLORENTINO, A. O. 2007. **Photocatalytic Decomposition of Diclofenac Potassium using Silver-Modified TiO₂ thin Films**. Thin Solids Films. v. 516, n. 18, p. 6240-6244.
- KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. **Química Nova**, v.25, n.1, p. 78-82, 2001.
- NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. A Fotocatálise Heterogênea e sua Aplicação Ambiental. **Química Nova**, v.21, n.1, p.69-72, 1998.
- SILVA, CLAUDIA S. C. G. **Synthesis, Spectroscopy and Characterization of Titanium Dioxide Based Photocatalysts for the Degradative Oxidation of Organic Pollutants**. 2008. 195p. Tese (Doutorado em Engenharia Biológica) Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto – Portugal.
- TAMINI, M.; QOURZAL, S.; BARKA, N.; ASSABBANE, A.; AIT-ICHOU, Y. Methomyl Degradation in Aqueous Solutions by Fenton's Reagent and the Photo-Fenton System. **Separation and Purification Technology**, v.61, p.103-108, 2008.