

**II-450 - AVALIAÇÃO DA MINERALIZAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO
TOTAL NA DEGRADAÇÃO DE BFA VIA PROCESSO
OXIDATIVO AVANÇADO****Renata Vitória de Lima Sales⁽¹⁾**

Engenheira Química pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/DEQ). Doutoranda em Engenharia Química na UFPE/DEQ.

Danielle Pires de Souza

Engenheira Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/DEQ). Doutoranda em Engenharia Química na UFPE/DEQ.

Daniella Carla Napoleão

Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/DEQ). Doutora em Engenharia Química na UFPE/DEQ.

Léa Elias Mendes Carneiro Zaidan

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/DEQ). Mestre em Engenharia Química na UFPE/DEQ.

Valdinete Lins da Silva

Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP-SP, Professora Titular do Departamento de Engenharia Química da UFPE/DEQ.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP: 50670-420- Brasil - Tel: (81) 9673-7388 / 2126-7290 - e-mail: renatavsales@gmail.com

RESUMO

Com a finalidade de realizar estudos ambientalmente e economicamente viáveis, foi avaliado a mineralização de uma substância orgânica presente em matrizes aquáticas, como as moléculas do Bisfenol-A (C₁₅H₁₆O₂ BFA, a 35 mg/L-1) via Processos Oxidativos Avançados (POA), combinados a radiação ultravioleta (UV-C) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) ou em condições específicas, no qual promovem a geração de radicais hidroxila (OH), altamente oxidante. O BFA faz parte de uma classe de poluentes que ameaça à saúde de animais e seres humanos, os chamados de Contaminantes Emergentes (CE), pelas suas concentrações baixas (µg.L⁻¹, ng. L⁻¹ e pg. L⁻¹) e efeitos toxicológicos. O reator de bancada utilizado para o tratamento foi desenvolvido no próprio laboratório de pesquisa LEAQ/UFPE. O POA realizado foi o Foto-Fenton Like aplicado em amostra de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de uma indústria de polímeros Suape/PE. O BFA foi submetido ao tratamento com um pH 5, UV-C (45 watts). A partir da percentagem de remoção do carbono orgânico total (COT), avaliou a eficiência do tratamento. A combinação de 8 horas e 9,7g/L, por ser um efluente real, foram satisfatórias. A quantificação do BFA foi feita através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) cuja validação foi comprovada com um coeficiente de correlação R² satisfatório igual a 0,9984, respeitando normas exigidas pelos órgãos competentes (ANVISA E INMETRO). O planejamento Fatorial 2² com ponto central em triplicata, foi utilizado para determinar a melhor condição de operação. O percentual de degradação máximo obtido foi 97,13%, utilizando luz UV-C. O estudo cinético foi realizado a partir do Carbono Orgânico Total (COT), onde se obteve 84,31% de conversão/mineralização do COT. A análise estatística apresentou efeitos estaticamente significativos para 95% de confiança.

PALAVRAS-CHAVE: Bisfenol A, Efluente, POA, CLAE, COT.

INTRODUÇÃO

Os produtos químicos são utilizados pela sociedade, com produções mundiais para as mais variadas aplicações. No entanto as desvantagens de sua produção e utilização são os resíduos gerados nos corpos d'água, sejam eles derivados das atividades industriais ou produzidos após seu consumo pela sociedade, que podem impactar de forma negativa no meio ambiente, nos animais e seres humanos. Os estudos recentes afirmam o aparecimento desses contaminantes, tanto em altas concentrações como em baixa.

Atualmente os Processos Oxidativos Avançados (POA) têm sido empregados na degradação parcial ou na completa mineralização de compostos orgânicos com geração de substâncias inofensivas ou inertes tais como CO₂ e H₂O. A degradação da matéria orgânica nesse processo ocorre por meio da geração de radicais hidroxila (HO \cdot) que são caracterizados pela sua elevada reatividade e baixa seletividade, promovendo a oxidação da matéria orgânica. O processo Foto-Fenton Like vem se mostrando eficiente por sua capacidade de degradação de variados poluentes ambientais, no qual os íons férricos quando expostos a radiação aceleram a degradação.

O bisfenol A (BFA) é um monômero utilizado na fabricação de polímeros como policarbonato, resinas poliéster-estireno, inibidor da polimerização no PVC, antioxidante em alguns plastificantes, como fungicidas entre outros, com grande quantidade sendo liberada em efluentes industriais. Em pequenas doses, este composto pode causar doenças cancerígena, cardiovasculares, diabetes.

Para identificação e quantificação do contaminante antes e após do tratamento aplicado, são necessários técnicas analíticas, previamente validadas, como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

A avaliação da eficiência do tratamento aplicado, foi através da quantificação do Carbono Orgânico Total visando a estimativa da mineralização do composto em estudo.

O objetivo do estudo foi a avaliação da degradação via Processo Oxidativo Avançados (Foto-Fenton Like) aplicado ao composto Bisfenol A (BPA) através da Análise de Carbono Total (COT), em amostra de estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em indústria de polímeros em Suape.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta

Foram realizadas coletas da entrada e saída da ETE onde existe diferentes concentrações de Bisfenol A (BPA), conforme resultados de pesquisas anteriores. As amostras coletadas foram acondicionadas em vidrarias âmbar para evitar degradação das mesmas e refrigeradas a -4°C.

Análise por CLAE

A quantificação e a identificação dos compostos foram realizadas utilizando o equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) da Shimadzu, equipado com a coluna ULTRA C18 de fase reversa (5 μ m; 4,6 x 250 mm) e detecção UV (SPD-20A) para comprimentos de onda iguais a 285 nm. A fase móvel empregada foi composta por uma solução de água deionizada e acetonitrila numa razão de 70:30 v:v com fluxo em 1,0 mL min⁻¹, λ_{ex} = 201nm e λ_{em} = 228 nm (volume de injeção 25 μ L). A temperatura do forno do equipamento foi mantida a 40 \pm 1°C com o fluxo de 1,0 mL.min⁻¹ e a uma pressão de 67 kgf.C⁻¹. Foram realizadas detecções do composto em questão ou BPA com base no seu tempo de retenção.

Análise via COT

Para a análise quantitativa do processo de mineralização do BPA, empregar-se-á a análise de Carbono Orgânico Total (COT), utilizando um equipamento de alta sensibilidade da Shimadzu. Será utilizado um catalisador (4 ng.L⁻¹ – 25.000 mg.L⁻¹), modelo TOC-Vcsh, com capacidade de quantificar os índices de COT, esse índice é obtido pela subtração de carbono total (CT) e carbono inorgânico (CI).

RESULTADOS

A taxa de fotodegradação do BPA obtida após 8 horas de irradiação foi de 84,31% apresentada pela figura 1. A equivalência da concentração fica em cerca de 7 μ g L⁻¹ o que a classifica uma água como potável segundo a Resolução 357, 18 de março de 2005 do CONAMA. O processo oxidativo avançado utilizado foi o foto-fenton like, variando tempo e peróxido.

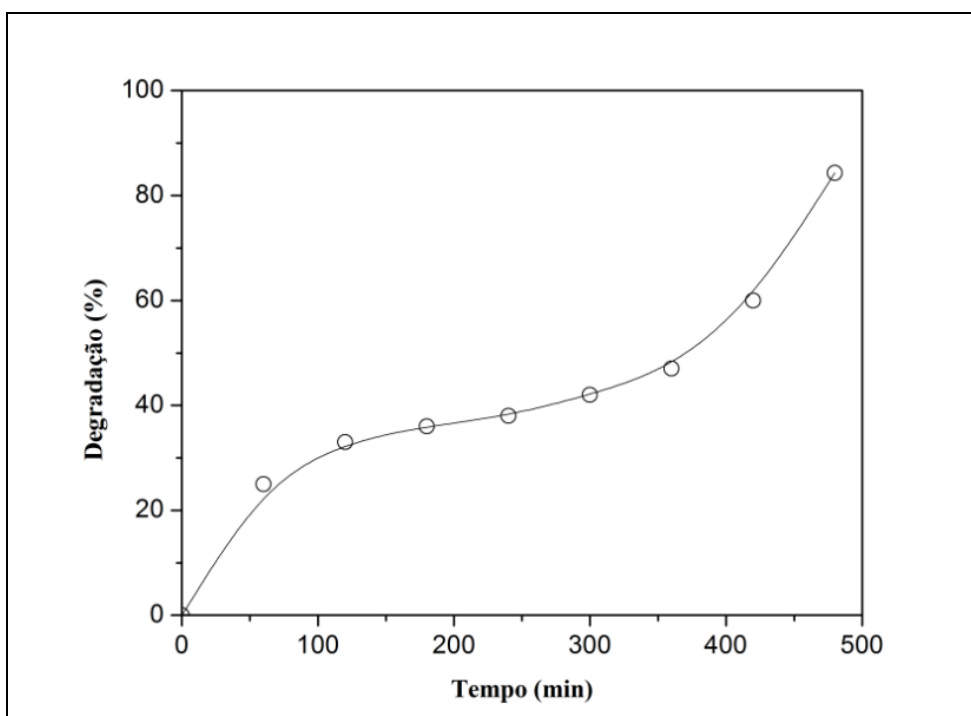


Figura 1: Fotodegradação de Bisfenol-A Porcentagem em função do tempo de irradiação.

Tabela 1: Efeitos principais e de interação com seus erros padrão expressos em % da conversão do COT

Efeitos	Conversão COT
Média	63,19±0,37
Efeitos Principais	
1- H ₂ O ₂	26,78±0,37
2- Tempo	24,23±0,37
Interação de dois fatores	
1*2	12,99±0,37

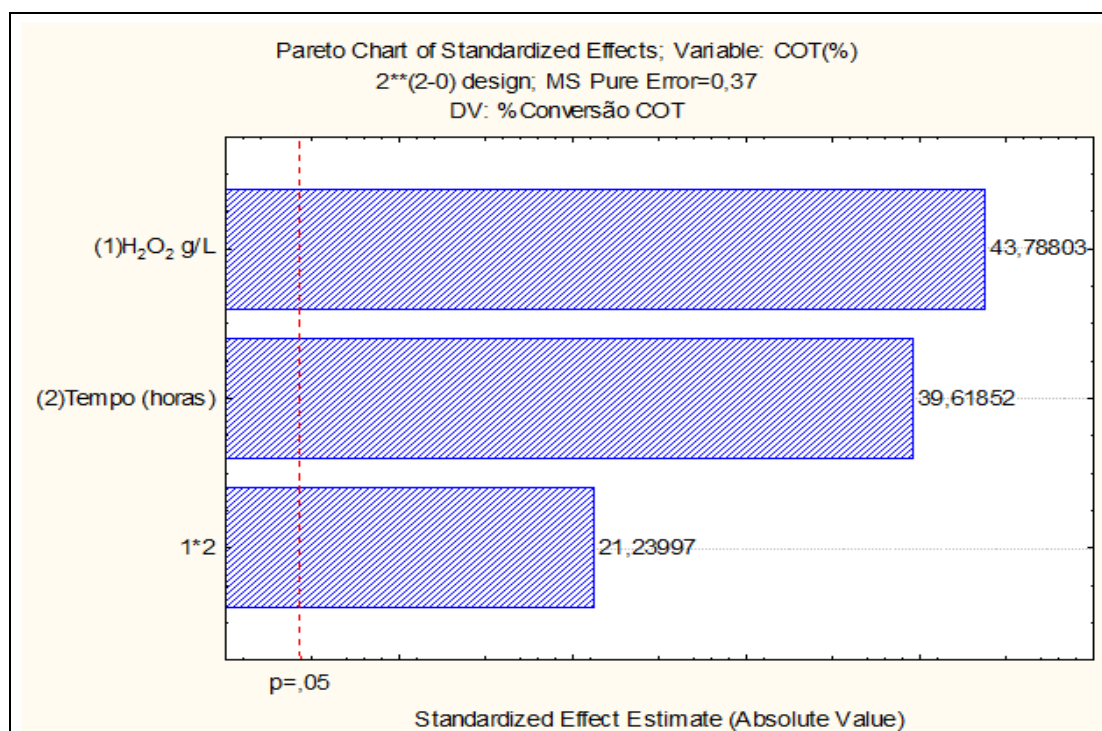


Figura 2: Carta de Pareto referente à conversão do COT na lâmpada UV-C com erro puro de 0,37

Analisando os resultados dos ensaios, observa-se que o ponto de maior conversão foi o ensaio 4, obtendo-se 84,31% de conversão, no qual as duas variáveis, H₂O₂ e tempo encontram-se no maior nível.

CONCLUSÕES

O estudo apresentou um método de tratamento eficiente para o composto em questão. Dado que o foto reator empregado degradou valores de concentração considerada acima da concentração máxima estabelecida pela legislação que é de 10 µg L⁻¹. A análise de COT mostra-se de grande importância na análise de forma conjunta na degradação dos plastificantes, indicando a ocorrência ou não do processo de mineralização. Alguns estudos indicam que esse processo de mineralização poderá ocorrer em menor ou maior eficiência, dependendo do método de tratamento utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA, Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, DF, 2005.
2. JARDIM, W.F., TEIXEIRA, C.P.A.B. Caderno Temático Processos Oxidativos Avançados-Conceitos Teóricos, v. 3, 2004. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, DF, 2005.
3. KUSTER, M.; AZEVEDO, D. A.; De ALDA, M.J.L.; AQUINO NETO, F.R.; BARCELÓ, D.; Environ. Int., 35, 997, 2009.
4. Leandro, F. Z.; Bisfenol A: validação de método e ocorrência em água superficial e tratada da cidade Araraquara. Dissertação de mestrado. IQ-Araraquara, Araraquara - SP, 94f, 2006.
5. MELO, S. A. S.; TROVÓ, A. G.; BAUTITZ, I. R.; NOGUEIRA, R. F. P. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados, Química Nova, v. 32, n.1, 2009.
6. MOHAPATRA, D. P.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D. e SURAMPALLI, R. Y. Physico-chemical pre-treatment and biotransformation of wastewater and wastewater sludge - Fate of bisfenol A. Chemosphere, 78, 923 - 941, 2010.
7. NOGUEIRA, R. F. P.; MELO, S. A. S.; TROVÓ, A. G. e BAUTITZ, I. R. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. Química Nova, 32(1), 188 - 197, 2009.

8. SILVA, C. G. A.; COLLINS, C. H. Aplicações de cromatografia líquida de alta eficiência para o estudo de poluentes orgânicos emergentes. Química Nova, v. 34, n. 4, p. 665-676, 2011.
9. SODRÉ, F.F., LOCATELLI, A.F., JARDIM, W.F. Sistema Limpo Em Linha Para Extração Em Fase Sólida De Contaminantes Emergentes Em Águas Naturais. Química Nova, v. 33, nº 1, pp. 216/219. 2010.
10. TERNES, T. Editorial to special issue in Water Research Emerging contaminants in water. Water Research, v.44, pp. 351. 2010.
11. SILVA, G.S. Avaliação do Estado de Degradação e Capacidade de Suporte da Bacia do Rio Atibaia-Região de Campinas/ Paulínia – SP. Tese de Doutorado. Campinas, SP: UNICAMP. 2004.
12. Agência FAPESP (2010). Contaminantes emergentes na água | Agência FAPESP: Especiais. agencia.fapesp.br/12846. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/12846>>. Acesso em: 01/04/2015.