

DEGRADAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES EM EFLUENTES INDUSTRIAIS PELA IRRADIAÇÃO COM FEIXE DE ELÉTRONS

DUARTE, C. L.; SAMPA, M.H.O.; RELAP,R.; SOMESSARI, E.S.R.; SILVEIRA, C.G.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
IPEN/CNEN -SP

Cidade Universitária - Travessa R, 400 - 05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL
Fax: 55-11-816-9186

RESUMO

Efluentes industriais reais foram irradiados com feixe de elétrons na Planta Piloto de Tratamento de Efluentes do IPEN para avaliação da degradação de compostos orgânicos e melhorar os parâmetros convencionais como: Demanda Química de Oxigênio (DQO), cor e sólidos. As amostras foram irradiadas com e sem ar em diferentes doses. Os compostos químicos estudados foram: clorofórmio, tetracloroetileno (PCE), tetracloreto de carbono, tricloroetileno (TCE), dicloroetano, diclorometano, benzeno, tolueno e xileno. A maioria dos compostos foi degradada com uma taxa superior a 80% em amostras irradiadas com 2.0 kGy e ar e, quando irradiadas sem ar a degradação foi maior. A DQO diminuiu cerca de 30% em amostras irradiadas com dose de 20 kGy tanto na presença como na ausência de ar e a descoloração foi maior no caso de amostras irradiadas com dose de 20 kGy sem mistura de ar.

I. INTRODUÇÃO

A poluição do ambiente tem se tornado uma preocupação mundial e o principal agente causador tem sido as indústrias que geram efluentes nocivos que, muitas vezes, são jogados no meio ambiente sem nenhum tratamento. Compostos orgânicos e substâncias coloridas não são degradados facilmente por processos convencionais e tem havido uma preocupação mundial por novas tecnologias de despoluição.

A radiação ionizante tem se mostrado como uma tecnologia emergente no tratamento de efluentes industriais contaminados com compostos orgânicos. Ela atua na degradação do composto orgânico, originando substâncias de estrutura molecular mais simples que podem ser biodegradadas no ambiente (1,2,3).

A ionização e excitação de moléculas de água pela radiação levam à formação rápida (10^{-14} a 10^{-9} s) de intermediários reativos redutores (e^-_{aq} , H) e oxidantes (OH). Estes radicais interagem com compostos orgânicos e inorgânicos levando à quebra dos compostos em moléculas mais simples e radicais, aumentando sua biodegradabilidade no ambiente (1,2,3).

O IPEN está desenvolvendo um programa de pesquisa que inclui aplicação da radiação ionizante para desinfecção de esgotos domésticos e lodos e tratamento de efluentes industriais (4,5). Em setembro de 1993 concluiu-se a construção da Planta Piloto para Tratamento de Efluentes Líquidos (PPTE). Esta planta piloto foi projetada para tratar cerca de 3 m³/h de efluentes líquidos, é

constituída de tanques de armazenagem para produtos não processados e beneficiados com capacidade de 1,2 m³ e de sistema de bombeamento para homogeneização e transporte do efluente para a câmara de irradiação. Em 1996 foi realizado o primeiro teste de irradiação com feixe de elétrons de efluente industrial real proveniente de uma indústria química e farmacêutica localizada em São Paulo. O objetivo deste trabalho é estudar a degradação de compostos orgânicos presentes neste efluente e fazer uma avaliação da técnica para o caso apresentado.

II. MÉTODO

A amostra de efluente estudada foi transferida para a PPTE e irradiada com as seguintes doses: 2,0 kGy; 5,0 kGy; 10,0 kGy; 15,0 kGy e 20 kGy com ar e 2,0 kGy; 15,0 kGy e 20,0 kGy sem ar; para cada dose foram coletadas duas amostras, para análise da concentração dos compostos orgânicos, análises da DQO (Demanda Química de Oxigênio), espectrofotometria para avaliação da degradação de corantes, cromatografia gasosa para avaliação da degradação de compostos orgânicos. Na Tabela 1 apresentam-se as condições de irradiação do acelerador de elétrons e da planta piloto.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação da eficácia do tratamento foi feita através da análise química das amostras antes e após a irradiação.

Tabela 1. Condições de irradiação

Vazão (L/min)	Corrente (mA)	Ar (L/min)	Dose (kGy)
23,7	1,3	4,0	2,0
27,3	2,2	4,0	5,0
25,7	5,1	4,0	10,0
25,8	7,3	4,0	15,0
23,1	10,6	4,0	20,0

Pelo gráfico da Figura 1 pode-se notar que os valores da DQO diminuíram cerca de 30% com uma dose de 2 kGy para amostras aeradas e no caso de irradiações sem ar a DQO não variou para doses até 15 kGy e diminuiu cerca de 30% com uma dose de 20 kGy para amostras aeradas e não aeradas.

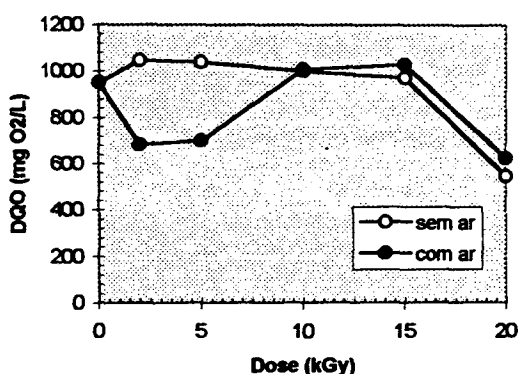


Figura 1. Variação da DQO com a dose de radiação aplicada.

A eficácia da técnica na degradação dos compostos orgânicos pode ser visualizada nos valores da Tabela 2. Observa-se que para a maioria dos compostos houve uma degradação superior a 80% com uma dose de 2 kGy com ar e, quando a amostra foi irradiada sem ar a degradação foi maior. O fenol, que não sofreu alteração quando irradiado com ar, degradou cerca de 50% sem ar para esta mesma dose. Nota-se que houve um aumento na concentração para uma dose em torno de 5,0 kGy para todos os compostos, este fato é difícil de explicar

tecnicamente, pois é pouco provável que o material, uma vez degradado, se recombinasse para originar o mesmo composto e que isto ocorra para todos os compostos igualmente. Assim, a hipótese mais provável seria alguma falha de ordem prática na coleta de amostra ou na identificação dos frascos. Este fato deverá ser confirmado em experiências posteriores.

A radiação também atuou na degradação de corantes presentes na amostra, sendo que a diminuição da cor foi mais acentuada em amostras irradiadas com doses maiores, isto é, acima de 10 kGy e sem a presença de ar, o que não era esperado, pois, segundo a literatura, na presença de ar a degradação de corantes é maior. Este fato pode ser visualizado nos espectros de absorvância apresentados na Figura 2.

Tabela 2. Concentrações dos compostos orgânicos presentes no efluente industrial

Comp. orgânico	Dose (kGy)				
	0	2	5	10	15
clorof. (ppm)	0,83	0,02 ld*	0,33	0,04	0,04 ld*
PCE (ppm)	0,87	0,10 ld*	0,50	0,24	0,09 0,03*
TCE (ppm)	3,57	0,61 0,37*	2,06	1,09	0,54 0,32*
tetracl. (ppm)	9,75	3,07 2,37*	8,28	3,76	2,17 1,68*
dicletan (ppm)	87,9 3	4,05 30,8*	69,3	56,37	43,50 38,1*
diclmet (ppm)	3,16	ld ld*	2,01	0,80	ld ld*
benzeno (ppm)	9,9	3,7 3,0*	6,8	5,3	4,90 5,2*
tolueno (ppm)	6,3	1,7 0,7*	3,1	2,0	1,10 0,8*
xileno (ppm)	9,3	1,6 0,7*	4,1	2,4	1,00 0,7*
fenol (ppm)	2,8	3,6 1,4*	2,7	2,6	2,50 2,4*

ld = valor inferior ao limite de detecção de 10 ppb
* = irradiadas sem ar

IV. CONCLUSÕES

Como primeira observação a técnica mostrou-se eficiente para a degradação de compostos orgânicos com doses de irradiação relativamente baixas, em torno de 2 kGy e sem a presença de ar.

Estes resultados demonstram que a técnica é promissora no tratamento de efluentes industriais reais, pois em todos os trabalhos sobre degradação de compostos orgânicos utilizando aceleradores de elétrons presentes na literatura, têm sido apresentados dados de estudos realizados com produtos químicos isolados em soluções

aquosas preparadas em laboratório e em concentrações muito baixas, o que é importante em estudos de relação dose-efeito, cinética, etc. Porém estes dados não podem ser diretamente extrapolados para efluentes reais, porque os compostos orgânicos e inorgânicos presentes podem interagir com as espécies transientes reativas formadas durante a irradiação e levar a reações colaterais não observadas em água pura.

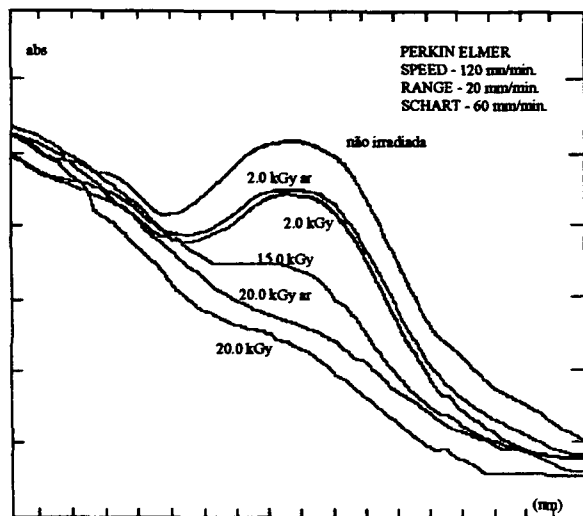


Figura 2. Diminuição da cor do efluente após irradiação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à AIEA, Agencia Internacional de Energia Atômica, pelo financiamento do projeto TC BRA/8/025 "Electron Beam Purification of wastewater" e ao Eng. Arnaldo L. de Azevedo da empresa Hoechst do Brasil, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

[1] COOPER, W.J.; MEACHAM, D.E.; NICKELSEN, M.G.; LIN, K.; FORD, D.B.; KURUCZ, C.N.; WAITE, T.D. The removal of tri-(TCE) and tetrachloroethylene (PCE) from aqueous solution using high energy electrons. *J. Air Waste Manage. Assoc.*, 43:1358-1366, 1993.

[2] NICKELSEN, M.G.; COOPER, W.J. Removal of benzene and selected alkyl-substituted benzenes from aqueous solution utilizing continuous high-energy electron irradiation. *Envir. Sci. Technol.*, 26: 1992.

[3] WANG, T.; WAITE, T.D.; KURUCZ, C.; COOPER, W.J. Oxidant reduction and biodegradability improvement of paper mill effluent by irradiation. *Wat. Res.*, 28 (1):237-241, 1994.

[4] SILVA, B.L.R.; SAMPA, M.H.O.; AVOLIO, R.M.; SOMESSARI, E.S.R.; VIEIRA, J. M.; RELA, P.R. Estudo da degradação de tricloroetileno e tetracloroetileno utilizando feixe de elétrons de alta energia gerado em acelerador industrial. III Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, Águas de Lindóia, 1995. p.257-261.

[5] SAMPA, M.H.O., BORRELY, S.I., VIEIRA, J.M.; RELA, P.R.; CALVO, W.A.P.; NIETO, R.C.; DUARTE, C.L.; PEREZ, H.E.B.; SOMESSARI, E.S. The use of electron beam accelerator for the treatment of drinking water and wastewater in Brazil. *Radiat. Phys. Chem.*, 46 (4-6):1143-1146, 1995.

ABSTRACT

Actual industrial effluent were irradiated with electron beam at IPEN's Pilot Plant of Wastewater Treatment, to evaluate the organic compounds degradation and to improve the conventional parameters as: Oxygen Chemical Demand (COD) and color. The samples were irradiated with air and without air mixing at different doses. The studied organic compounds were chloroformio, tetracloroetileno (PCE), carbon tetrachloride, trichloroetileno (TCE), dichloroethane, dichlorometane, benzene, toluene, xilene and phenol; most of them were degraded more than 80% for sample irradiated with 2.0 kGy dose and air addition and when irradiated without air the degradation was higher. The COD decreased close to 30% for 20 kGy in both cases and the degradation of colored substances was higher for sample irradiated with 20 kGy dose and without air addition.