

ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPENSÕES REMEDIATIVAS A AMBIENTES POLUÍDOS POR DIOXINAS E FURANOS

Daniela Sallai Moura Luna¹
Érica de Oliveira Barreto¹
Fernanda Mineiro Gonzalez¹
Lívia Fernanda De Ribeiro Santana¹
Leticia De Oliveira Paulino Rodrigues¹
Jeferson Santos Santana²

RESUMO

As dioxinas e furanos são organoclorados pertencentes ao grupo de poluentes orgânicos persistentes participantes da lista de poluentes da Convenção de Estocolmo. Sendo quimicamente estáveis, persistem no ambiente na parte superficial dos solos, no meio aquático e como podem se acumular nos tecidos adiposos da biota local podem participar dos processos de biomagnificação, prosseguindo na cadeia alimentar. Tornam-se poluentes quando liberadas por fontes fixas ou difusas sem controle ou por processos de combustão e sistemas de controle de emissão de má qualidade ou mal operados. Dentre as diversas técnicas de remediação ambiental de dioxinas e furanos os processos de fotodegradação aparecem como proposta graças à capacidade de interação das moléculas e radiações eletromagnéticas. O artigo aborda os principais impactos ambientais causados por dioxinas e furanos e propõe uma simulação do processo de fotodegradação em moléculas análogas sintéticas para verificação do efeito degradativo.

Palavras Chave: dioxinas; furanos; contaminação; remediação; meio ambiente.

ABSTRACT

Dioxins and furans are organochlorines belonging to the group of persistent organic pollutants participating in the list of pollutants of the Stockholm Convention. Being chemically stable, they persist in the environment in the superficial part of the soils, the aquatic environment and how they can accumulate in the adipose tissues of the local biota can participate in the processes of biomagnification and proceeding in the food chain. They become pollutants when released by fixed or diffuse sources without control or by combustion processes and poor quality or poorly operated emission control systems. Among the various environmental remediation techniques for dioxins, photodegradation processes are proposed as a result of the interaction capacity of electromagnetic molecules and radiation. The article addresses the main environmental impacts caused by dioxins and proposes a simulation of the photodegradation process in synthetic analog molecules to verify the degradative effect.

Keywords: dioxins; furans; contamination; remediation; environment.

RESUMEN

Las dioxinas e los furanos son organoclorados pertenecientes al grupo de poluentes orgánicos

1 Faculdades Metropolitanas Unidas. Engenharia Ambiental e Sanitária.

2 Faculdades Metropolitanas Unidas. Área de atuação: Química. Departamento: Química Orgânica. **E-mail:** jefreys2005@gmail.com

persistentes participantes de la lista de poluentes del Convenio de Estocolmo. Siendo químicamente estables, persisten en lo ambiente e la parte superficial de los suelos, en el medio acuático y como pueden acumularse en los tejidos adiposos de la biota local pueden participar de los procesos de biomagnificación y prosiguen en la cadena alimentaria. Vuélvanse poluentes cuando liberadas por fuentes fijas o difusa sin control o por procesos de combustión y sistemas de control de emisión de mala calidad o malo operados. De entre las diversas técnicas de remediación ambiental de dioxinas los procesos de fotodegradación aparecen como propuesta gracias la capacidad de interacción de las moléculas e radiaciones eletromagnéticas. El artículo aborda los principales impactos ambientales causados por las dioxinas y propone una simulación del proceso de fotodegradación en moléculas análogas sintéticas apara verificación del efecto de degradación.

Palabras clave: dioxinas; furanos; contaminación; remediación; medio ambiente.

INTRODUÇÃO

DIOXINAS E FURANOS

As dibenzo-p-dioxinas policloradas, geralmente conhecidas como dioxinas e furanos, são subprodutos formados de maneira não intencional através de processos térmicos envolvendo a presença de carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H) e cloro (Cl) sob a sua forma elementar, orgânica ou inorgânica.

Fazem parte de duas classes de compostos aromáticos tricíclicos, de função éter, com estrutura quase planar e que possuem propriedades físicas e químicas semelhantes. Os átomos de cloro se ligam aos anéis benzênicos, possibilitando a formação de um grande número de congêneres: 75 para as dioxinas e 135 para os furanos, totalizando 210 compostos.

Os isômeros com substituições de cloro na posição 2,3,7 e 8 são de interesse especial devido à sua toxicidade, estabilidade e persistência. As PCDD e os PCDF 2,3,7,8-substituídos são encontrados em quase todo o meio ambiente (Assunção e Pesquero, 1999) cujas fórmulas estruturais genéricas são mostradas na Figura 1.

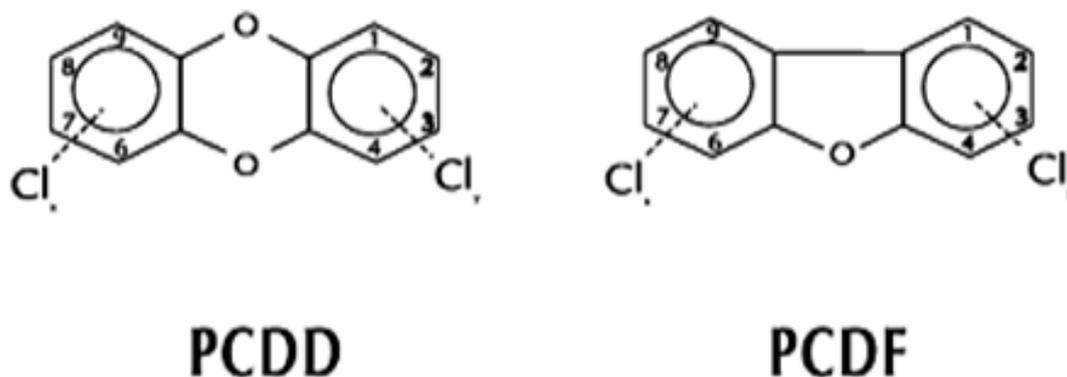


Figura 1 – Estrutura geral das dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) e dibenzofuranos policlorados (PCDF).

Fonte: Assunção e Pesquero, 1999.

A conformação espacial divide-se em planares e coplanares (Penteado e Vaz, 2001). As dioxinas e furanos consistem em formações planares onde nos átomos centrais do anel chamados carbonos “alfa” e os externos carbonos “beta”, as dioxinas mais tóxicas são as com três ou quatro átomos de cloro nas posições beta, sendo as alfas-cloradas menos tóxicas (Baird, 2002), conforme explicitado na Figura 2.

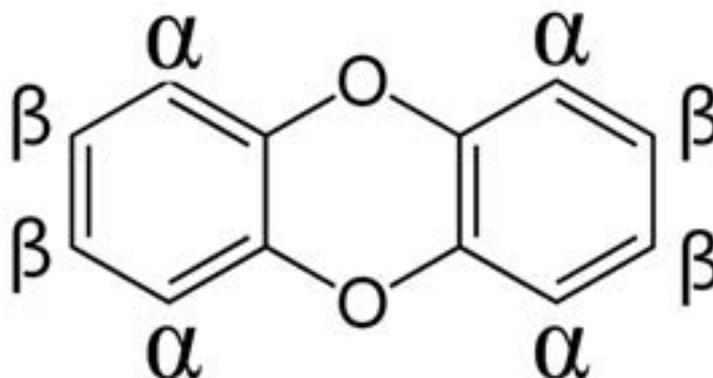


Figura 2 - Posições dos carbonos alfa e beta em estruturas dibenzo-p-dioxinas.

Fonte: Baird, 2002.

Outra forma de síntese é via processos oxidativos (como a combustão) ocorridos em câmara de pós-combustão com sistema de controle de poluição pouco eficiente ou mal operacionalizados. Sua formação acontece quando a temperatura de combustão atinge entre 200 °C e 650 °C, tendo seu pico máximo de formação a 300°C (Quinete, 2005).

O triclorofenol foi um dos agentes poluentes no desastre de Seveso, uma província de Milão, ocorrida em 1976 ocasionando a morte de diversos animais (Pesatori, Consonni, Rubagotti, Grillo e Bertazzi, 2009). Ocorrida em 1976, A explosão de um reator em indústria de produção de 2,4,5-triclorofenol resultou na liberação de efluentes gasosos contendo 2,3,7,8-TCDD entre outros compostos. Semanas após o acidente, a população exposta apresentou lesões na pele, a cloroacne. Anos após o acidente, estudos sobre a população exposta mostrou risco de aumento de diabetes, efeitos cardiovasculares adversos, alteração na função endócrina, além da evidência do potencial carcinogênico da 2,3,7,8-TCDD em humanos (Francisco, 2017).

Em relação ao seu processo sintético envolvendo a TCDD a Figura 3 apresenta um modelo de reação secundária o qual dois ânions triclorofenol reagem entre si, resultam na eliminação de dois íons de cloro. Neste processo, forma-se um anel de seis membros que se conecta com dois benzenos clorados. O anel central tem dois átomos de oxigênio localizados em posição para, produzindo não-intencionalmente a dioxina (Baird, 2002).

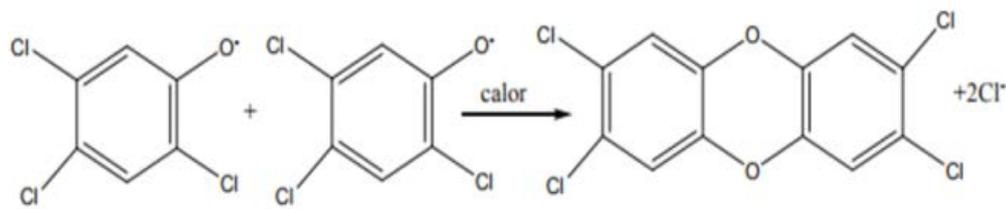


Figura 3 - Fonte: Formação da dioxina a partir do produto químico triclorofenol.

Fonte: Carey, 2011.

Alguns metais como ferro (Fe), cobre (Cu), alumínio (Al), manganês (Mn), cromo (Cr) e zinco (Zn) podem agir como catalisadores nessa reação, acelerando o processo sendo na cloração ou descloração. Enxofre (S) e alguns produtos químicos com nitrogênio (N) podem dificultar a formação de dioxinas e furanos, porém auxiliam na formação de substâncias terciárias de acordo com processo químico em andamento (Assunção, 2014).

Para que a formação de dioxinas e furanos possa ocorrer é necessário a presença de uma ou várias dessas condições como temperatura, catálise por metais, condições alcalinas, situações que geram formação de radicais, mas especificamente a reação deve ocorrer quando há presença de matéria orgânica na zona de combustão com ácido clorídrico (HCl) e oxigênio (O) (Unep, 2001).

Por serem estáveis e persistentes, as dioxinas e furanos podem ser encontradas em camadas lipídicas da biota local, solos, e todo meio aquático constituindo passivo ambiental. Devido a isso a exposição humana, neste contexto, é oriunda principalmente na forma de alimentação, através de carne, peixes e laticínios, fazendo parte de nossa cadeia alimentar terrestre e aquática (Spiro e Stibliani, 2009).

O crescimento da industrialização é em parte a principal fonte de constituição de passivos ambientais. Levantado como uma possibilidade de contaminação, o uso de defensivos agrícolas é grande responsável pela contaminação de solos e águas superficiais devido à tendência das dioxinas e furanos se aderirem às partículas de carbono e a matéria orgânica. Por serem facilmente adsorvidas em materiais particulados podem ser transportadas através da ação do ar, dificultando a fotodecomposição, em caso de emissões (Lattuada, 2003).

Dentre as fontes de dioxinas e furanos aparecem também como impurezas presentes em diversos herbicidas, que, por pertencerem à uma classe de compostos altamente lipofílicos com baixa solubilidade em água e baixa reatividade química, tornam-se resistentes à degradação microbiana mantendo-se ao meio ambiente. (Fiuza e Rohlfs, 2011)

REMEDIÇÃO AMBIENTAL

A palavra remediação surgiu do latim “*Remederi*”, significando remediar (tratar, curar, reparar) uma determinada área contaminada. A Resolução CONAMA 420/2009 estabelece que a remediação de uma determinada área contaminada possa ser compreendida como

diversas ações de intervenção para que haja reparação da mesma, utilizando técnicas para remoção contenção ou redução das concentrações de contaminantes em limites que sejam aceitáveis de riscos ao meio ambiente e a saúde humana.

Em uma área contaminada há dois tipos de técnicas de remediação que pode ser aplicada. Pode ser realizada pela técnica “*in situ*”, empregada no próprio local onde ocorreu a contaminação do material e a técnica “*ex situ*”, quando o material contaminado tem que ser transportado até o local de tratamento.

TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO AMBIENTAL APLICADAS À DIOXINAS E FURANOS

Com relação às dioxinas e furanos e outros Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) que são sub-produtos não intencionalmente produzidos, o Conselho Governamental do *United Nations Environment Programme* (UNEP) salienta que “*as medidas atualmente disponíveis que podem alcançar um nível realístico e significativo de redução da liberação e/ou eliminação de fonte devem ser adotadas rapidamente.*” (Costner, 1999). No caso das dioxinas e furanos, não são muitas as opções de remediação, visto que esses poluentes são de difícil degradação, sendo persistentes ao processo de oxidação química e hidrólise.

Segundo Gaylarde (2005), dentre os métodos que mostram maior sucesso e eficiência na eliminação das dioxinas e furanos destaca-se a fotodegradação. A fotodegradação degrada matérias de densidade moderada, porém os poluentes em questão são degradados pela radiação indireta, e esse apresenta como benefício uma baixa taxa de destruição do solo, sendo assim, não causa um impacto e nem é preciso efetuar uma remediação após a descontaminação (Hilarides, 1996).

A fotodegradação pode ser definida como processo de emissão de raios gama, onde a degradação/redução ocorrem devido à radiação indireta de ultravioleta. É bastante indicado para a remoção e degradação de PCDD e PCDF por apresentar baixo custo e facilidade de construção, operação e manutenção.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O trabalho experimental foi desenvolvido com caráter exploratório para verificação dos efeitos de fotodegradação a compostos análogos às dioxinas. O mesmo caracteriza-se por um estudo semi-quantitativo e qualitativo através da avaliação fotodegradatória induzida em amostras precursoras sintéticas (como furfural) realizadas em laboratório de Química Analítica pertencente a Escola de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação (EAETI) das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU) em São Paulo.

O processo consistiu em extração por solventes em formato gradativos de sabugos de milho para obtenção da maior quantidade possível de precursores análogos às dioxinas (como o furfural). Após o procedimento, realizou-se uma conversão das xilanas presentes

aos seus derivados hidrolisados e posterior teste em câmara inerte sob a incidência de luz UV constante.

MATERIAIS E REAGENTES

Todos os reagentes utilizados no preparo, extração e síntese foram de grau analítico P.A. Sendo os sabugos de milho (0,5 kg) adquiridos no município de Guaranésia, Minas Gerais. Os sabugos de milho foram triturados em triturador da marca *Trapp trf 800 10.0* cv, monofásico 220/440v rural até que atingissem o menor tamanho possível.

As análises espectrofotométricas UV-VIS foram realizadas em equipamento da marca BEL.

A lâmpada de UV utilizada no teste foi uma lâmpada germicida UV-C de 15 W, marca Lightsources.

METODOLOGIA

Existem evidências de que, em média, o número de polissacarídeos diferentes, caracterizados como hemicelulose nas espécies vegetais, não excede a três ou quatro e que os polissacarídeos denominados xilanas ou heteroxilanas, formados por unidades de D-xilose ligadas por pontes glicosídicas β -1 \rightarrow 4 na cadeia principal e diferentes carboidratos, tais como ácidos urônicos e seus derivados, L-arabinose e oligossacarídeos em cadeias laterais como mostra a Figura 4, são frequentemente encontrados como principais constituintes das hemiceluloses em muitas espécies vegetais (como o milho objeto deste estudo) (Silva, Carvalho, Fonseca, Garcia, 1998).

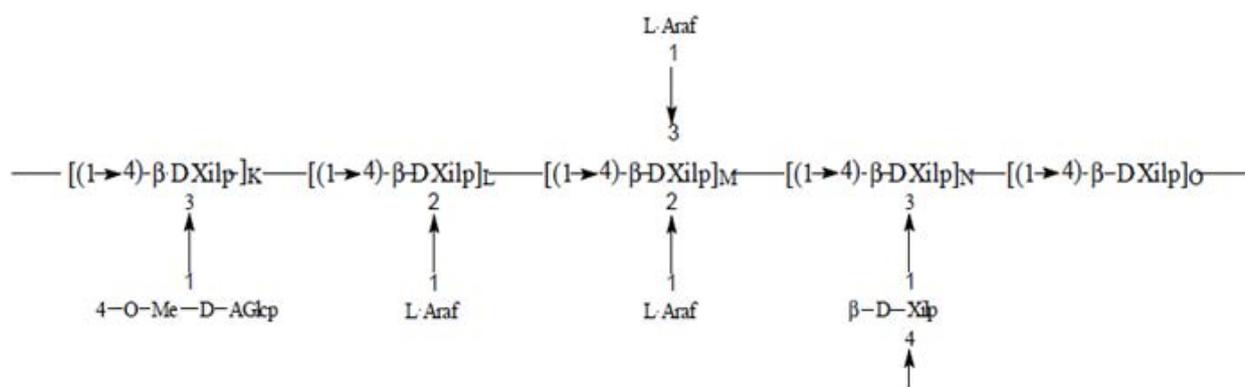


Figura 5 - Estrutura química das xilanas.

Fonte: Silva, Carvalho, Fonseca, Garcia, 1998.

O processo de extração das xilanas e posterior conversão à furfural baseou-se no modelo de hidrólise ácida das mesmas, propostos por Simone S. Silva et al. adaptado do estudo *Extração e Caracterização de Xilanas de Sabugos de Milho*.

Para o processo de fotodegradação induzida, foi necessária a utilização de béquer de tamanho médio fechado e lacrado com papel filme, de forma a impedir a evaporação do ácido clorídrico.

ISOLAMENTO DAS XILANAS

O processo consistiu em secagem do material em estufa por 48 horas, extração aquosa dos componentes polares. Realizou-se extração aquosa do material (30g do triturado para 1000 mL de água) sob agitação constante por 24 horas. A fase sólida da mistura foi colocada em estufa por 24 horas para secagem.

REMOÇÃO DOS LIPÍDEOS

A remoção dos lipídeos foi feita através de extração aquosa de mistura azeotrópica de clorofórmio-etanol (1:1) durante 24 horas. E com solução de ácido acético por 24 horas.

DESLIGNIFICAÇÃO

Após a secagem do material a deslignificação foi efetuado por um processo organosolve considerando a sua eficiência de remoção da lignina descrita na literatura através da solução com HCl 3% (10g do produto para 1000ml de solução). A mistura ficou em agitação por 4 horas

EXTRAÇÃO ALCALINA

Após esse período, o material foi filtrado e lavado com água destilada até atingir pH = 7. Em seguida, efetuou-se uma extração alcalina utilizando-se NaOH 4% (10g de amostra para 2000 mL de solução), sob agitação por 5 horas, lavagem do material até neutralização do meio e filtragem.

CONVERSÃO DAS XILANAS EM DERIVADOS HIDROLISADOS DE XILANAS (DHX)

Para conversão das xilanas, aos seus derivados hidrolisados de perfil furanosídico (como o furfural) promoveu-se uma extração por arraste do material com HCl 50% (25g da fase sólida para 200 ml de solução). Filtração do material e armazenamento do filtrado.

ANÁLISE DOS DERIVADOS EM ESPECTROFOTÔMETRO UV-VIS

Inicialmente efetuou-se uma varredura do composto para verificação do espectro de absorção no UV-VIS. A medição foi efetuada em leitura sequencial da amostra variando-se os comprimentos de onda de 250 nm à 700 nm (com intervalo de 25 nm entre cada medição).

A amostra obtida no processo sintético, cujo rendimento foi devidamente homogeneizado, foi dividida em dois compartimentos de vidro sob o mesmo volume e acondicionados no mesmo ambiente (câmara) e devidamente vedados (evitando evaporações ou oxidações não desejáveis). Em um deles aplicou-se um invólucro de alumínio para evitar a passagem luminosa e ao outro efetuou-se uma aplicação contínua de luminosidade precavendo-se em evitar interações como irradiação térmica. Deixou-os expostos à estas condições sob 72h.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando-se todos os processos extrativos o qual a amostra foi submetida percebeu-se uma redução de 45% da massa seca. A essa perda atribui-se à eliminação dos compostos orgânicos e inorgânicos solubilizados no processo ou perdidos nos processos de secagem mesmo que em baixa temperatura.

O processo de deslignificação não ocasionou uma separação efetiva devido a não utilização de dioxina no processo. A dioxina serviria como solvente padrão porém no processo fotoquímico seus resíduos poderiam atrapalhar o processo fornecendo falsos resultados caso não fosse removida de forma completa. Por tal motivo é que caracterizou-se como DHX ao invés de furfural no processo efetuado. Adotar-se-á a eficiência do processo para as matrizes aplicadas e não somente ao furfural, que conseqüentemente estaria presente no extrato.

A partir do espectro absorção no UV-VIS (Figura 6) percebe-se que há um maior perfil de absorbância na região de 250 a 400 nm do DHX (com máximos em bandas de absorção em 290, 320 e 340 nm) o que indica as transições $\pi-\pi^*$ dos grupos presentes. As ligninas podem ser inferidas pela alta absorção em 280 nm congruentes com o furfural e uma baixa absorção entre 250 e 260 nm indicando finas estruturas vibracionais evidenciando a presença de anéis aromáticos. E para os máximos de absorção principalmente na região de 280 a 300 nm infere-se a presença de carbonilas laterais (como no furfural).

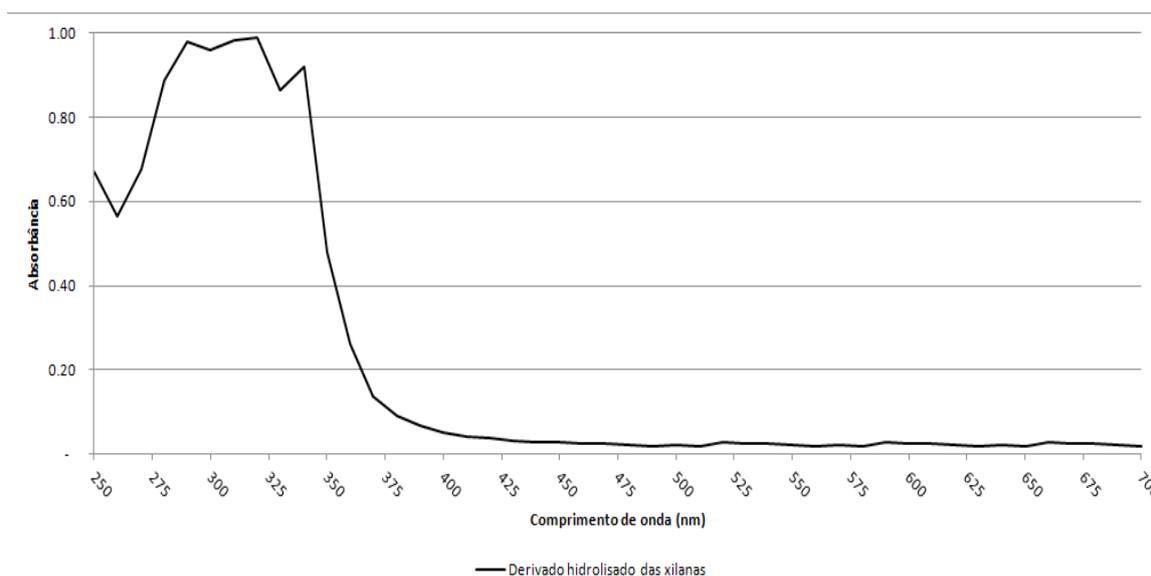


Figura 6 - Espectro de absorção no UV-VIS do DHX de 250 a 400 nm.

Fonte: Próprios autores, 2017.

Após o período verificou-se que não houve perda. A Figura 7 apresenta o comparativo de absorção no UV-VIS entre o DHX exposto à luminosidade e a amostra não exposta.

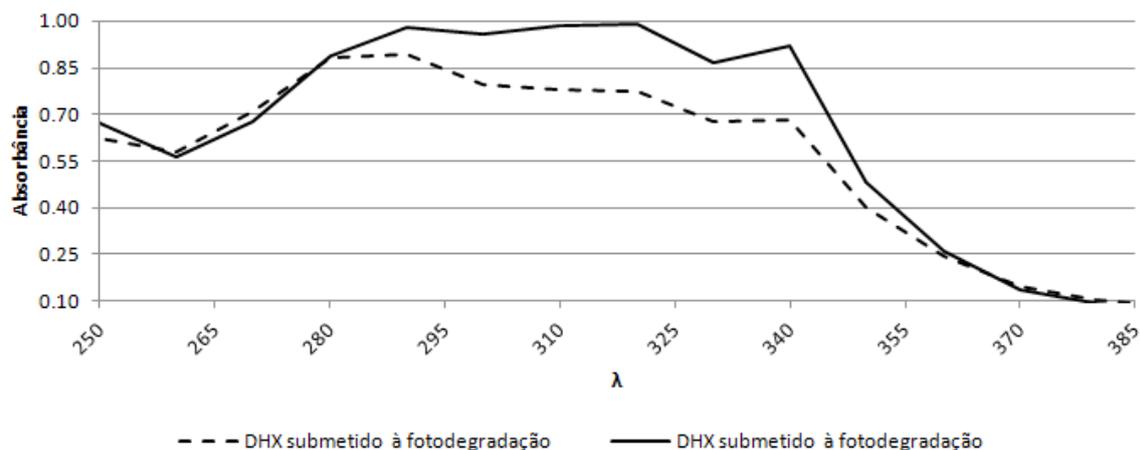


Figura 7 - Espectro de absorção no UV-VIS da amostra de DDX submetida e não submetida a ambiente luminoso.

Fonte: Próprios autores, 2017.

Constata-se que para a amostra submetida à luminosidade houve uma redução no espectro de absorbância desde o comprimento de onda de 280 nm à posteriores. Esta redução foi de aproximadamente 9% em 290 nm e 23% em 340 nm. Comprovando a eficácia do efeito de fotodegradação em tais compostos supracitados ou similares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente avanço da industrialização e tecnologia fez com que a elevação do consumo aumentasse a produção de substâncias químicas sintéticas, principalmente substâncias a base de cloro, o qual ocasionou um aumento da comercialização destes produtos contaminando o ecossistema.

Em virtude de seus efeitos à saúde e meio ambiente, as dioxinas e furanos são alvos de estratégias de eliminação e redução, conforme oficializado pela Convenção de Estocolmo, determinando que os governos promovam as melhores tecnologias e práticas, apresentando opções inovadoras visando o desenvolvimento sustentável.

Quando liberados através de processos térmicos e processos químicos industriais apresentam liberação das toxinas dos resíduos, dos produtos, nos solos, água e ar, podendo ser detectadas através de amostragens de solo, ar, água, vegetações, organismos terrestres e aquáticos, tecidos adiposos, leite materno e plasma sanguíneo, tornando-se assim importante confirmar os fatores de emissão e monitorá-los.

Pode-se verificar neste estudo, que para uma maior caracterização e identificação estrutural dos compostos que foram degradados necessita-se da utilização de técnicas analíticas de maior resolução como RMN, IV e técnicas cromatográficas de separação, assim como a utilização de técnicas de determinação da lignina como as apresentadas na ASTM D1106-506. Entretanto, em nível ambiental, este estudo auxilia na compreensão

das possibilidades de tratamentos do tipo *ex-situ* para ambientes contaminados com tais poluentes ou poluentes com características parecidas (tais como as dioxinas e/ou seus precursores) cujo efeito de eliminação e/ou mitigação poder-se-á ser explorado a partir da técnica de fotodegradação, já que os resultados apresentados no estudo se mostraram positivos comprovando sua eficácia, e o baixo custo na implantação e operação da técnica em questão.

Assim, tais resultados possibilitam futuramente novas pesquisas agregando-se outras variáveis como a influência do oxigênio presente no ar, características ambientais como a taxa de luminosidade do local e pluviosidade frente a poluentes com estruturas similares, e/ou torna-se como auxílio a outras pesquisas de mesmo perfil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assunção, J., Pesquero, C. R. (1999). Dioxinas e furanos: origens e riscos. *Revista de Saúde Pública*, v.33, n.5.

Baird, C. (2002). *Química Ambiental*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman.

Carey, F. (2011). *Química Orgânica*. 7 ed. Porto Alegre: AMGH.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2017). *Decisão de diretoria nº 256/2016/e*, de 22 de novembro de 2016. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acessado em 30/10/2017.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2017). *Ficha da Informação Toxicológica - Dioxinas e Furanos*. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/Dioxinas-e-furanos.pdf>>. Acessado em: 20/03/2017.

Costner, P. (1999). *Eliminação das dioxinas: Um imperativo global [versão preliminar]*. Disponível em: < https://noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/2251/Eliminacao_das_Dioxinas.pdf>. Acessado em: 12 dez. 2017.

Fiuza & Rohlfs (2011). *Dioxinas: causas e efeitos de um poluente orgânico persistente (POP)*. 2011 (Congresso). _6 Mostra de Produção Científica da Pós-Graduação Lato Sensu da PUC Goiás

Francisco (2017). *Toxidade equivalente da atmosfera por dioxinas, furanos e bifenilas policloradas, com o uso de duas técnicas de coleta, passiva e ativa*. _Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Gaylarde. C. C., Bellinaso, M. L., Manfio, G. P. (2005). *Biorremediação: Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos*. *Biocombustíveis, Ciência & Desenvolvimento* v. 34 p, 36-43

Hilarides, R. J., et. al. (1996). *Feasibility, System Design, and Economic Evaluation of Radiolytic Degradation of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin on Soil*. *Water Environment Research*, v. 68, n. 2 p, 178-187

Instituto nutrição com ciência (2017). *Como reduzir a contaminação por dioxinas*. Disponível em: <https://incciencia.com.br/2014/11/26/como-reduzir-a-contaminacao-por-dioxinas/>>. Acessado em: 09/08/2017.

Lattuada, R. M.(2003). *Avaliação da metodologia de detecção de massas de baixa resolução associado ao modo MS/MS na determinação de dioxinas e furanos*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Lemos, M. A., et. al.. (2009). *Espectroscopia Visível E Ultravioleta*. 2009. 10 f. Trabalho acadêmico – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Ministério do Meio Ambiente (2009). *RESOLUÇÃO CONAMA N° 420, de 28 de Dezembro de 2009*. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf>>. Acessado em 15/02/2017.

Ministério do Meio Ambiente. *Inventário Nacional de Fontes e Estimativas de Emissões de Dioxinas e Furanos*. Disponível em <www.mma.gov.br/publicacoes/seguranca.../106-geral?...inventario...dioxinas-e-furanos>. Acessado em 20/11/2016.

Penteado, P. C. J., Vaz, M. J. (2001). *O legado das bifenilas policloradas (PCBs)*. *Química Nova*, v.24, n.3.

Pesatori, A. C., Consonni D., Rubagotti, M., Grillo, P. & Bertazzl, P. A. (2009). *Cancer incidence in the population exposed to dioxin after the “Seveso accident”: twenty years of follow up*. *Environmental Health*, v.8, n.39, 2009.

Quinete, N. S. (2005). *Extração de poluentes organoclorados persistentes em fragmentos remanescentes da mata atlântica, RJ: comparação de métodos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Ribeiro, P. R., Carvalho, J. R. M. & Geris, R. (2012). *Furfural Da Biomassa Ao Laboratório De Química Orgânica*. *Química Nova*, v.35, n.5.

Rocha, R. P. F. & Teixeira, S. G. L. (2004). *Estratégias Para Aumento De Sensibilidade Em Espectrofotometria Uv-Vis*. *Química Nova*, Vol. 27, No. 5, 807-812.

Sardiglia, S. M., Cunha, F. B., Sardiglia, C. U. & Dullius, J. L. (2014). *Liberação de Dioxinas por Fontes Difusas e Suas Consequências à Saúde Humana*. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.7, n.1.

Silveira, J. R., Loghin, S. R. (2014). *Identificação da presença de substâncias químicas geradoras de dioxinas em resíduos laboratoriais*. *Enciclopédia Biosfera*, v.10, n.18.

Silva, S. S., Carvalho, R. R., Fonseca, J. L. & Garcia, R. B. (1998). Extração e caracterização de xilanas de sabugos de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, abr-jun.

Spiro, G. T. & Steliani, M. W. *Química Ambiental*. Editora Pearson. 2º Edição. São Paulo, 2009.

United Nations Environment Program - UNEP. (2001). *Standardized Toolkit for Identification and Qualification for Dioxin and Furan Releases*. Disponível em: < <https://web.fe.up.pt/~jotace/legislacao/toolkit.pdf> >. Acesso em: 01/07/2017.

Wilson, K., Walker, J. (2010). *Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology*. Editora Cambridge University Press. 7ª edição, 2010.

Recebido em: 18/11/2017

Aceito em: 13/12/2017