

Exposição humana a dioxinas, furanos e bifenilas policloradas por meio do consumo de alimentos no Brasil: estimativa e carência de dados

Human exposition to dioxins, furans and polychlorinated byphenyls via food consumption in Brazil: estimation and data gaps

João Paulo Amorim de Lacerda^{a*} e Martin Rose^b

^a Laboratório de Análises Químicas, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. São Paulo-SP, Brasil.

^b Organic Environmental Contaminants, FERA Science Ltd., York, Reino Unido.

*E-mail: jpaulo@ipt.br

Resumo

O nível de exposição humana às dioxinas, aos furanos e às bifenilas policloradas de estrutura plana no Brasil foi estimado por meio de pesquisa bibliográfica dos principais trabalhos publicados reportando teores desses compostos em alimentos consumidos no país. A ingestão diária foi calculada de acordo com o preconizado pela Agency for Toxic Substances and Disease Registry dos Estados Unidos e com os dados de consumo de alimentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Verificou-se que boa parte dos resultados alarmantes encontrados se deve a estudos feitos em áreas com histórico de contaminação, enquanto que os resultados considerados como linha de base são comparáveis com a ingestão diária de países mais desenvolvidos. Entretanto, devido à escassez de dados, que leva à elevada incerteza, a estimativa aqui apresentada não pode ser considerada como representativa da situação brasileira, ficando clara a necessidade de que mais estudos sejam feitos em áreas sem histórico de contaminação e com o uso de metodologias padronizadas.

Abstract

Human exposure to dioxins, furans and polychlorinated biphenyls of planar structure was estimated for the Brazilian population through a bibliographic research on main published works regarding the levels of these compounds in food consumed in Brazil. The daily intake was calculated according to the recognition of the United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry and based on data of food consumption from Instituto Brasileiro de Geografia e

Palavras-chave:

dioxina; furano; exposição à dioxina; dioxina em alimento; dioxina no Brasil.

Keywords: dioxin; furan; dioxin exposure; dioxin in food; dioxin in Brazil.

Estatísticas (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Some alarming results were found which were attributed to the fact that the data were obtained from studies conducted in contaminated areas, whereas other results, considered as background, are comparable to the daily intake of more developed countries. However, due to the scarcity of data which leads to a high uncertainty, the estimation presented herein cannot be considered as representative of the Brazilian situation, making it clear that more studies be done in non-contaminated areas and using standardized methodologies.

1 Introdução

As dibenzo-p-dioxinas policloradas (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDDs ou genericamente dioxinas), os dibenzofuranos policlorados (Polychlorinated dibenzofurans, PCDFs ou genericamente furanos) e as bifenilas policloradas de estrutura plana (polychlorinated biphenyls, ou PCBs, também conhecidas como dioxin-like PCBs ou dl-PCBs) são contaminantes antropogênicos presentes em todos os compartimentos ambientais. São substâncias lipofílicas, persistentes e resistentes à degradação química, física e biológica e, portanto, podem bioacumular nos tecidos adiposos de animais, causando várias desordens como mudanças no desenvolvimento sexual de fetos, incidência de cloroacne, desordens de tireoide e do sistema reprodutivo e até incidência de alguns tipos de câncer (LOHMANN; JONES, 1998; ASSUNÇÃO; PESQUERO, 1999; FIEDLER, 2003).

Os PCBs foram produzidos comercialmente desde a década de 1930 até os anos 1980 para serem usados como fluidos de arrefecimento/isolamento, retardantes de chamas, plastificantes e como base de resinas e tintas devido às suas propriedades físico-químicas (PEREIRA, 2004). As dioxinas e os furanos, no entanto, nunca foram produzidos para uso comercial. Eles são subprodutos de diversos processos térmicos em que matéria orgânica é queimada na presença de traços de cloro, como na produção de compostos clorados (pentaclorofenol, pesticidas organoclorados, etc.), incineração ou queima de lixo doméstico, hospitalar e de resíduos perigosos além de incêndios em florestas e agriculturas (PEREIRA, 2004; KULKARNI; CRESPO; AFONSO, 2008). Dos 210 congêneres de dioxinas e furanos e dos 209 congêneres de PCBs existentes, 17 PCDD/PCDFs e 12 PCBs são de grande preocupação, devido à posição lateral dos átomos de cloro na molécula, que dá propriedades tóxicas agudas a esses compostos (FIEDLER, 2003).

Apesar de presente em todos os compartimentos ambientais, a principal fonte de contaminação para os humanos é a ingestão de alimentos contaminados (FIEDLER, 2003). Uma vez lançados no meio ambiente, as dioxinas, os furanos e os PCBs podem chegar até mesmo a áreas isoladas, como topos de montanhas ou fundo de oceanos, por meio de um fenômeno chamado de destilação global (SADLER; CONNELL, 2012). Adsorvidos no material particulado emitido por chaminés industriais e outras fontes já citadas, esses contaminantes são transferidos para o sedimento de oceanos e rios e para o topo de solos e folhas de plantas via deposição atmosférica (KULKARNI; CRESPO; AFONSO, 2008). A planta e o solo contaminados são então ingeridos por pequenos animais, causando a bioacumulação desses contaminantes nos tecidos adiposos de animais maiores por meio da cadeia trófica até chegar aos

seres humanos (FIEDLER, 2003). A Organização Mundial da Saúde estima que mais de 90 % da exposição humana a dioxinas e furanos se dá via ingestão de alimentos contaminados, sendo que os produtos de origem animal como carnes, leites e seus derivados são as principais fontes de entrada (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

A maior parte dos países desenvolvidos faz o monitoramento extensivo desses compostos em todos os meios, mas, nos países em desenvolvimento, poucos dados existem sobre as fontes e a destinação das dioxinas e furanos e dos PCBs, especialmente dados relativos à contaminação em alimentos. Países como Holanda, Reino Unido e Alemanha monitoram a contaminação de alimentos por dioxinas, furanos e compostos similares desde o início dos anos 1980 por meio de seus programas de Estudo de Dieta Total (Total Diet Studies, TDS) (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2011; FERNANDES et al., 2012). Esses programas são importantes para identificar tendências na concentração de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), como as dioxinas e os furanos, nos alimentos consumidos no país onde o estudo é realizado (FERNANDES et al., 2004), podendo servir como base para políticas públicas na revisão de limites e no critério para produção ou importação de alimentos. Os programas de TDS são também desenvolvidos para avaliar a ingestão diária de compostos químicos nocivos pela população e para estabelecer se ações devem ser tomadas para prevenir problemas de saúde pública (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2011). Somente recentemente, o Brasil publicou seu inventário das fontes de dioxinas e furanos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013), mas esse tipo de inventário não inclui resultados para alimentos. Alguns trabalhos foram feitos em amostras de lodo de esgoto (PEREIRA; KUCH, 2005); em solo contaminado e em leite de animais criados em área contaminada (BRAGA et al., 2002); em amostras de compostagem (GROSSI; LICHTING; KRAUSS, 1998) e, mais recentemente, em amostras de ar ambiente (SCHUSTER et al., 2015). Ainda poucos dados existem para amostras de alimentos.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), por meio de um projeto de modernização, adquiriu em 2008 um cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas de alta resolução (HRGC/HRMS) para realizar análises de dioxinas, furanos, PCBs e outros POPs listados na Convenção de Estocolmo, com o objetivo de atender às demandas do governo, que precisa realizar o monitoramento desses compostos para poder implementar o que foi acordado na Convenção de Estocolmo (da qual o Brasil é signatário) e para poder atender às demandas do setor industrial e agropecuário brasileiro, que precisam garantir a qualidade de seus produtos, decorrente das crescentes exigências do mercado interno e externo, além de controlar melhor as emissões causadas em detrimento de suas atividades. O desenvolvimento da capacidade analítica para determinação de dioxinas, furanos, PCBs e outros POPs de interesse possibilitará a ampliação dos serviços oferecidos pelo IPT, por meio do Centro de Química e Manufaturados (CQuiM), que já realiza diversos tipos de determinações químicas em várias matrizes. O fato de esses compostos estarem espalhados por todos os compartimentos ambientais, associado à possibilidade de contaminar alimentos, faz com que o monitoramento desses contaminantes seja de interesse tanto da indústria (química, metalúrgica, papel e celulose) como do setor agropecuário e alimentício, além dos órgãos governamentais responsáveis pela fiscalização e gestão ambiental. O equipamento adquirido pelo IPT é o mais recomendado para esse tipo de determinação, pois possui características que torna

a análise altamente seletiva (como a capacidade de monitorar íons específicos dos compostos de interesse, e resolução de 0,001 unidades de massa atômica) o que reduz grandemente a possibilidade de compostos coextraídos interferirem na quantificação dos compostos de interesse. Diante dessa importante capacitação disponível no Instituto, sentiu-se a necessidade de ter informações a respeito dos níveis de contaminação e exposição humana a essa classe de contaminação.

Este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento dos níveis de exposição humana às dioxinas, furanos e PCBs no Brasil via ingestão de alimentos, baseado nos dados publicados. A ingestão diária (Daily Intake, DI) foi calculada e comparada com a legislação internacional para avaliar se a exposição humana no Brasil está alta e se o DI calculado é comparável ao de outros países.

2 Procedimento metodológico

Uma busca extensiva foi feita nos principais bancos de dados de trabalhos científicos (nominalmente Periódicos CAPES, Web of Science, Scopus e no site Dioxin20XX) para encontrar resultados publicados sobre níveis de dioxinas, furanos e PCBs em amostras de alimentos no Brasil. A busca foi feita utilizando as palavras-chave "Dioxina" e "Brasil" e todos os artigos reportando níveis de dioxinas, furanos e/ou PCBs em alimentos foram identificados e incluídos. Trabalhos realizados somente em amostras ambientais ou animais selvagens foram excluídos. Os resultados foram então compilados e os teores em toxicidade equivalente (WHO2005-TEQ (em pg.g-1, picogramas de contaminante por grama de amostra)) foram obtidos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). O pior cenário (maiores concentrações) foi priorizado. Os resultados no limite superior (upper bound), nos casos em que o limite de detecção foi declarado (nem todos os trabalhos avaliados apresentaram esses dados), também foram priorizados. Para o cálculo da ingestão diária, foi adotada a abordagem da ATSDR (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2005).

3 Resultados e discussão

Baseado no consumo médio per capita no Brasil das classes de alimentos apresentadas nos trabalhos avaliados (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011) e na massa corporal média de adultos e crianças (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2005), o parâmetro DI para a população brasileira foi calculado como:

$$DI = \frac{C \cdot IR \cdot BF \cdot EF \cdot K}{BW}$$

Em que:

DI: ingestão Diária (Daily Intake) de dioxinas, furanos e/ou PCBs (WHO-TEQ $\text{pg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$, picogramas de contaminante ingerido por massa corporal por dia);

C: concentração do composto químico contaminante declarado no artigo ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$; $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; $\text{ng}\cdot\text{kg}^{-1}$; $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$, massa do contaminante pela quantidade de amostra);

IR: taxa de ingestão (*Intake Rate*) do alimento em estudo (consumo per capita em $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$);

BF: fator de biodisponibilidade (*Bioavailability Factor*) é a quantidade de substância absorvida no corpo de uma pessoa após o consumo (para priorização, o fator de biodisponibilidade foi considerado como 1, o que significa que toda quantidade de contaminante ingerida é absorvida pelo organismo);

EF: fator de exposição (*Exposure Factor*) é o quão frequentemente a pessoa é exposta ao meio contaminado (novamente, para priorização, o EF foi considerado como 1);

BW: massa corporal (*Body Weight*) (em kg);

K: fator de correção de unidades.

A Tabela 1 mostra o DI calculado, bem como as fontes dos dados de entrada.

Tabela 1 – DI calculado para a população brasileira (WHO-TEQ $\text{pg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$).

Somente Dioxinas e Furanos										
Matriz	Região	TEQ ($\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ gordura)	Referência	IR	EF	BF	BW- Adulto (kg)	BW- Criança (kg)	DI-Adulto	DI-Criança
									(WHO-TEQ $\text{pg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)	
Queijo	Importado	0,01		6,8	1	1	70	16	0,001	0,004
Óleo de peixe	Importado	4,60		0,4	1	1	70	16	0,03	0,1
Queijo	Importado	0,05		6,8	1	1	70	16	0,005	0,02
Queijo	Importado	0,46	CARVALHARES et al.	6,8	1	1	70	16	0,04	0,2
Chocolate	Importado	0,04	(2000)	3,5	1	1	70	16	0,002	0,009
Leite	Importado	0,07		34,7	1	1	70	16	0,03	0,2
Queijo	Importado	0,02		6,8	1	1	70	16	0,002	0,009
Tripas	Importado	0,80		2,9	1	1	70	16	0,03	0,1
Leite de vaca	Cid Meninos, RJ	6,50	BRAGA e KRAUSS (2000)	34,7	1	1	70	16	3,2	14,1
Manteiga	RJ	0,30	CARVALHARES et al.	1,0	1	1	70	16	0,004	0,02
Queijo	RJ	1,30	(2002)	6,8	1	1	70	16	0,1	0,6
logurte	RJ	2,80		9,8	1	1	70	16	0,4	1,7
Leite	RJ	0,13		34,7	1	1	70	16	0,06	0,3
Ovos	Cid Meninos, RJ	36284,90	ASMUS et al. (2008)	11,7	1	1	70	16	6064,8	26533,3
Leite	Não especificado	0,54	ROCHA et al. (2013)	34,7	1	1	70	16	0,3	1,2
Leite em pó	MG	0,24	PAPKE e TRITSCHER	0,3	1	1	70	16	0,001	0,005
Fórmula infantil	SP	0,45	(2000)	6,1	1	1	70	16	0,04	0,2
Dioxinas, Furanos e PCBs										
Bagre marinho	Baía de Sepitiba, RJ	0,66		23,4	1	1	70	16	0,2	1,0
Falso arenque	Baía de Sepitiba, RJ	0,39	PEREIRA (2013)	23,4	1	1	70	16	0,1	0,6
Ronco raiado	Baía de Sepitiba, RJ	0,73		23,4	1	1	70	16	0,2	1,1
Barracuda	Baía de Sepitiba, RJ	1,50		23,4	1	1	70	16	0,5	2,2

Somente PCBs

Matriz	Região	TEQ (pg·g ⁻¹ gordura)	Referência	IR	EF	BF	BW- Adulto (kg)	BW- Criança (kg)	DI-Adulto	DI-Criança
									(WHO-TEQ pg·kg ⁻¹ ·dia ⁻¹)	
Mexilhão	Arraial do Cabo, RJ	0,13		0,7	1	1	70	16	0,001	0,006
Vieira	Arraial do Cabo, RJ	0,06		0,7	1	1	70	16	0,001	0,002
Mexilhão	Baía de Guanabara, RJ	0,57	GALVÃO et al. (2012)	0,7	1	1	70	16	0,006	0,03
Mexilhão	Baía de Septiba, RJ	0,39		0,7	1	1	70	16	0,004	0,02
Mexilhão	Baía de Ilha Grande, RJ	0,35		0,7	1	1	70	16	0,003	0,02
Vieira	Baía de Ilha Grande, RJ	0,02		0,7	1	1	70	16	0,0002	0,001
Caranguejos	Baía de Santos, SP	95.33	MAGALHÃES et al. (2012)	0,7	1	1	70	16	0,1	4,2
Peixe	SP	81.00		0,7	1	1	70	16	27,1	118,5
	RJ	19.00		0,7	1	1	70	16	6,4	27,8
	PR	4.00	TORRES et al. (2010)	0,7	1	1	70	16	1,3	5,9
	MS	15.00		0,7	1	1	70	16	5,0	21,9
	AM	5.00		0,7	1	1	70	16	1,7	7,3
	PA	3.00		0,7	1	1	70	16	1,0	4,4
	RO	3.00		0,7	1	1	70	16	1,0	4,4

Pela **Tabela 1**, pode-se observar que alguns resultados alarmantes foram obtidos para ovos e leite (em negrito), com o DI calculado ultrapassando, no pior caso, por um fator de 1000 para adultos e de 6000 para crianças, a ingestão diária máxima recomendada pela Organização Mundial da Saúde que é de (1 a 4) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹ (LEEUWEN et al., 2000). Entretanto, tal resultado não representa o DI para a maioria da população. Os estudos que vieram com essas concentrações significativamente altas de dioxinas e furanos foram conduzidos em uma única área altamente contaminada (BRAGA; KRAUSS, 2000; ASMUS et al., 2008). No que se refere a peixes, o estudo feito por Torres e colaboradores (2010) foi conduzido em regiões industrializadas e muito populosas (SP, RJ, PR) com amostras de rios que recebem uma quantidade considerável de esgoto, e em outras regiões que têm um histórico de uso de pesticidas para controle da malária (AM, MS).

Excluindo-se os resultados elevados, o DI calculado varia de (0,0002 a 1,7) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹ para adultos e de (0,001 a 4,2) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹ para crianças até 6 anos, valores que são comparáveis com o de alguns países industrializados como Reino Unido (DI de (1,8 a 3,1) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹), outros países europeus (DI de (0,93 a 3,0) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹) e Estados Unidos (DI de (1,8 a 3,5) WHO-TEQ pg·kg⁻¹·dia⁻¹) (KING; BUCKLEY-GOLDER; WOODFIELD, 1999; COMMITTEE ON TOXICITY,

2001; SCHECTER et al., 2001). Entretanto, uma grande incerteza pode ser atribuída às estimativas de exposição apresentadas na **Tabela 1**. Algumas matrizes foram analisadas somente para dioxinas e furanos e outras somente para PCBs (somente um artigo apresentou resultados para ambos), o que faz com que o DI calculado esteja subestimado para o tipo de alimento estudado. A maioria dos estudos cobriram somente regiões urbanas ou com histórico de contaminação. Além disso, a falta de informação detalhada, como concentração individual de congêneres, base de cálculo (base úmida, base gordura, tipo de fator de toxicidade adotado, como I-TEQ, WHO-TEQ), devido às diferentes abordagens e objetivos dos diferentes estudos, contribuem para que qualquer estimativa seja um grande desafio.

Muitos alimentos largamente consumidos no Brasil, como carne bovina ou grãos (feijão e arroz) não foram ainda analisados para dioxinas, furanos e PCBs e, portanto, não foram considerados nessa estimativa. Considerando que esses são os principais alimentos consumidos no país, e tendo em mente que as dioxinas, os furanos e os PCBs estão em toda parte, é possível afirmar que a estimativa feita é só a "ponta do iceberg". Avegliano, Mahiara e Silva (2015) propuseram recentemente uma lista de alimentos para ser usada no desenvolvimento de um Estudo de Dieta Total para o Brasil. Ainda que a lista proposta seja voltada mais para alimentos consumidos na região sudeste do país, é possível adotá-la como ponto de partida para um estudo mais aprofundado no que tange a ingestão de contaminantes pela população brasileira.

4 Conclusões

Baseado nos poucos dados existentes, uma vaga estimativa da ingestão diária de dioxinas, furanos e PCBs no Brasil foi feita. Os resultados mostram que, apesar de comparáveis com a exposição de base de alguns países industrializados, o DI calculado não pode ser considerado como representativo da atual situação no Brasil, devido à escassez de dados e a correspondente incerteza que pode ser atribuída a presente estimativa.

Para uma melhor avaliação de risco, outros parâmetros devem ser considerados, como a avaliação de contaminação em outros tipos de alimentos, que também compõem os hábitos alimentares da população brasileira, assim como uma abordagem que englobe múltiplos alimentos para o cálculo do DI (afinal, as pessoas não comem somente um tipo de alimento durante o dia) e o uso de uma quantidade representativa de dados. Para que seja feita uma melhor estimativa da exposição da população brasileira, uma boa abordagem seria a aplicação de Estudos de Dieta Total (*Total Diet Study*, TDS) em concordância com guias internacionais e aplicados em diferentes regiões do Brasil.

5 Agradecimentos

Este trabalho é parte do treinamento do autor no Programa de Desenvolvimento e Capacitação no Exterior (PDCE), promovido pelo IPT e financiado pela FIPT (Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas). O autor gostaria ainda de agradecer à FERA Science Ltda e ao Dr. Martin Rose, em especial, pela oportunidade e aprendizado durante esse período de treinamento.

6 Referências

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Public health assessment guidance manual**. Atlanta: ASTDR, 2005. 357 p.

ASMUS, C. I. R. F.; ALONSO, H. G. A.; PALÁCIOS, M.; SILVA, A. P.; FILHOTE, M. I. F.; BUOSI, D.; CÂMARA, V. M. Assessment of human health risk from organochlorine pesticide residues in Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 24, n. 4, p. 755-766, 2008.

ASSUNÇÃO, J. V.; PESQUERO, C. R. Dioxinas e furanos: origens e riscos. **Revista Saúde Pública**, v. 33, n. 5, p.523-530, 1999.

AVEGLIANO, R. P.; MAHIARA, V. A.; SILVA, F. F. Development of the food list for a brazilian total diet study. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 207-212, 2015.

BRAGA, A. M. C. B.; KRAUSS, T. PCDD/F concentrations in soil and cow's milk from a hexachlorocyclohexane contaminated area in Rio de Janeiro – Brazil. **Organohalogen Compounds**, v. 46, p. 354-357, 2000.

BRAGA, A. M. C. B.; KRAUSS, T.; SANTOS, C. R. R.; SOUZA, P. M. PCDD/F Contamination in a hexachlorocyclohexane waste site in Rio de Janeiro, Brazil. **Chemosphere**, v. 46, n. 9/10, p. 1329-1333, 2002.

CARVALHAES, G. K.; BROOKS, P.; MARQUES, C. G. PCDD/F analysis in Brazil; case studies, part 1, continuous monitoring program of food in Brazil. **Organohalogen Compounds**, v. 47, p. 304-305, 2000.

CARVALHARES, G. K.; BROOKS, P.; AZEVEDO, J. A. T.; MACHADO, M. C. S. PCDD/F determination in milk and milk products in Rio de Janeiro, Brazil. **Organohalogen Compounds**, v. 57, p. 205-208, 2002.

COMMITTEE ON TOXICITY. **Statement on the tolerable daily intake for dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls**. London: COI, 2001. 26 p. (COT/2001/07).

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **State of the art on total diet studies based on the replies to the EFSA/FAO/WHO questionnaire on national total diet study approaches.** [S.l.]: Supporting Publications, 2011. 38 p. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

FERNANDES, A.; GALANI, B.; GEM, M.; WHITE, S.; ROSE, M. Trends in the dioxin and PCB content of the UK Diet. **Organohalogen Compounds**, v. 66, p. 2027-2034, 2004.

FERNANDES, A.; ROSE, M.; SMITH, F.; HOLLAND, M. **Organic environmental contaminants in the 2012 total diet study samples:** Report to the Food Standards Agency. York: Fera, 2012. 83 p.

FIEDLER, H. **The handbook of environmental chemistry.** Berlin Heidelberg: Springer, 2003. v. 3, Part O, p. 126-195.

GALVÃO, P.; HENKELMANN, B.; LONGO, R.; LAILSON-BRITO, J.; TORRES, J. P.; SCHRAMM, K. W.; MALM, O. Distinct bioaccumulation profile of pesticides and dioxin-like compounds by mollusk bivalves reared in polluted and unpolluted tropical bays: consumption risk and seasonal effect. **Food Chemistry**, v. 134, n. 4, p. 2040-2048, 2012.

GROSSI, G.; LICHTING, J.; KRAUSS, P. PCDD/F and PAH content of brazilian compost. **Chemosphere**, v. 37, n. 9, p. 2153-2160, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009:** análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

KING, K.; BUCKLEY-GOLDER, D.; WOODFIELD, M. **Compilation of EU dioxin exposure and health data.** Abingdon: AEA Technology, 1999. 27 p.

KULKARNI, P. S.; CRESPO, J. G.; AFONSO, C. A. M. Dioxins sources and current remediation technologies a review. **Environment International**, v. 34, n. 1, p. 139-153, 2008.

LEEUWEN, F. X.; FEELEY, M.; SCHRENK, D.; LARSEN, J. C.; FARLAND, W.; YOUNES, M. Dioxins: WHO's Tolerable Daily Intake (TDI) revisited. **Chemosphere**, v. 40, n. 9/11, p. 1095-1101, 2000.

LOHMANN, R.; JONES, K. C. Dioxins and furans in air and deposition: a review of levels, behaviour and processes. **The Science of the Total Environment**, v. 219, n. 1, p. 53-81, 1998.

MAGALHÃES, C. A.; TANIGUCHI, S.; CASCAES, M. J.; MONTONE, R. C. PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides in crabs *hepatus pundibundus* and *callinectes danae* from Santos Bay, State of São Paulo, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 3, p. 662-667, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inventário nacional de fontes e estimativa de emissões de dioxinas e furanos:** Brasil POPs: Plano Nacional de Implementação da Convenção de Estocolmo. Brasília: MMA, 2013. 188 p.

PÄPKE, O.; TRITSCHER, A. Determination of polychlorodibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorodibenzofurans (PCDFs) in milk powder and infant formula produced in Brazil in 1998. **Organohalogen Compounds**, v. 47, p. 389-392, 2000.

PEREIRA, A. P. Levels of organochlorines contaminants on fish species from coastal area in the Southeastern Brazil. **International Journal of Marine Science**, v. 3, n. 26, p. 201-211, 2013.

PEREIRA, M. S. Polichlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and polichlorinated biphenyls (PCB): main sources, environmental behaviour and risk to man and biota. **Química Nova**, v. 7, n. 6, p. 934-943, 2004.

PEREIRA, M. S.; KUCH, B. Heavy metals, PCDD/F and PCB in sewage sludge samples from two wastewater treatment facilities in Rio de Janeiro State, Brazil. **Chemosphere**, v. 60, n. 7, p. 844-853, 2005.

ROCHA, D. A. M.; REICHEL, K.; MALM, O.; TORRES, J. P. M. Determination of PCDD/Fs in cow's milk from Brazil. **Organohalogen Compounds**, v. 75, p. 1040-1042, 2013.

SADLER, R.; CONNELL, D. **Global distillation in an era of climate change, organic pollutants ten years after the Stockholm Convention – environmental and analytical update**. [S.l.]: Intech, 2012. p. 191-216. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/organic-pollutants-ten-years-after-the-stockholm-convention-environmental-and-analytical-update/global-distillation-in-an-era-of-climatechange>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

SCHECTER, A.; CRAMER, P.; BOGGESS, K.; STANLEY, J.; PÄPKE, O.; OLSON, J.; SILVER, A.; SCHMITZ, M. Intake of dioxins and related compounds from food in the U.S. population. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 63, n. 1, p. 1-18, 2001.

SCHUSTER, J. K.; SCHUSTER, J. K.; HARNER, T.; FILLMANN, G.; AHRENS, L.; ALTAMIRANO, J. C.; ARISTIZÁBAL, B.; BASTOS, W.; CASTILLO, L. ; CORTÉS, J.; FENTANES, O.; GUSEV, A.; HERNANDEZ, M.; IBARRA, M. V.; LANA, N. B.; LEE, S. C.; MARTÍNEZ, A. P.; MIGLIORANZA, K. S.; PUERTA, A. P.; SEGOVIA, F.; SIU, M.; TOMINAGA, M. Y. Assessing polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in air across Latin American Countries using polyurethane foam disk passive air samplers. **Environmental Science and Technology**, v. 49, n. 6, p. 3680-3686, 2015.

TORRES, J. P. M.; AZEVEDO E SILVA, C. E.; MEIRE, R.; MALM, O.; BASTOS, W. R.; JARDIM, W. F.; BARRA, R.; COLOMBO, J. C.; GONZALES-SAPIENZA, G.; CLAUDIO, L.; HENKELMANN, B.; SCHRAMM, K.-W. POPs (PCBs and Organochlorine Pesticides) in fat from tropical detritivorous fish (*Prochilodus* sp.) from Brazil – the "fish-watch" approach. **Organohalogen Compounds**, v. 72, p. 168-171, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Exposure to dioxins and dioxin-like substances: a major public health concern**. Geneve: WHO, 2010. 6 p.