

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Identificação das substâncias

Fórmula química geral: $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$; (onde n= 1 a 8 átomos de cloro)

Nº CAS: 1336-36-3 para PCBs

Sinônimos e nomes comerciais comumente utilizados: PCBs, ascarel, óleo ascarel

PCBs indicadores:

PCB 28 (2,4,4'-triclorobifenila); $C_{12}H_7Cl_3$; nº CAS 7012-37-5

PCB 52 (2,2',5,5' tetraclorobifenila); $C_{12}H_6Cl_4$; nº CAS 35693-99-3

PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentaclorobifenila); $C_{12}H_5Cl_5$; nº CAS 37680-73-2

PCB 118 (2,3',4,4',5- pentaclorobifenila); $C_{12}H_5Cl_5$; nº CAS 31508-00-6

PCB 138 (2,2',3,4,4',5' hexaclorobifenila); $C_{12}H_4Cl_6$; nº CAS 35065-28-2

PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenila); $C_{12}H_4Cl_6$; nº CAS 35065-27-1

PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' heptaclorobifenila); $C_{12}H_3Cl_7$; nº CAS 35065-29-3

Descrição e usos

As bifenilas policloradas (do inglês, *polychlorinated biphenyls* – PCBs) são compostos orgânicos clorados sintéticos que, dependendo do número e da posição dos átomos de cloro ligados à sua estrutura química, podem resultar em 209 diferentes PCBs (congêneres). Os congêneres de PCBs podem ser divididos em dois grupos, *dioxin-like* e *non-dioxin-like* PCBs, definidos por diferenças na estrutura e em mecanismos toxicológicos. Os *dioxin-like* são estrutural e toxicologicamente semelhantes às dioxinas (mais informações, consultar FIT Dioxinas e Furanos). Outra forma de classificação de PCBs foi estabelecida em função da quantidade produzida e comercializada no passado e da sua prevalência no meio ambiente, com a denominação de PCBs indicadores, dos quais fazem parte os congêneres de números 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180.

PCBs são poluentes orgânicos persistentes (POPs), o que significa dizer que são tóxicos, bioacumulam nas cadeias tróficas, podem ser transportados a longas distâncias e não são facilmente degradados. Fazem parte da primeira lista de 12 POPs da Convenção de Estocolmo, da qual o Brasil é signatário. A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (2004), restringe severamente a utilização de PCBs e determina a adoção de medidas para reduzir ou eliminar a sua liberação não intencional no ambiente.

À temperatura ambiente, PCBs se apresentam na forma líquida viscosa ou sólida, incolor a amarelo claro, com odor característico. Algumas podem ser semivoláteis. A fabricação de produtos comerciais com o nome *Aroclor* (EUA) e importados no Brasil como o nome *Ascarel* são misturas complexas de bifenilas policloradas que, por suas propriedades dielétricas e térmicas como isolante e por constituírem material de difícil combustão, foram usadas no passado, em

vários segmentos industriais, como fluidos dielétricos em capacitores e transformadores elétricos; como fluidos refrigerantes em sistemas hidráulicos; em resinas plastificantes, adesivos, tintas, aditivo antichama, e aditivos de agrotóxicos, entre outros. Esses compostos foram banidos em diversos países devido aos efeitos nocivos à saúde humana e ao ambiente, no entanto, ainda existem equipamentos em uso que contêm PCBs, que foram fabricados antes das restrições. A fabricação de PCBs nos EUA foi cessada em 1977 e, no Brasil seu comércio, produção e uso foi proibido desde 1981. Os países signatários da Convenção devem eliminar seu uso em equipamentos até 2025 e efetuar a gestão e destinação ambientalmente adequada de todos os equipamentos e resíduos contendo PCBs até 2028.

Comportamento no ambiente

As bifenilas policloradas são bastante estáveis e apresentam baixa degradabilidade térmica e microbiológica, o que torna sua persistência no ambiente elevada. Sua meia-vida pode variar de 10 dias a um ano e meio. A depender das condições (temperatura), algumas das PCBs podem ser voláteis e liberadas como vapor no ar, ou manter-se aderidas no material particulado que pode ser transportado por longas distâncias.

Pequenas quantidades dos compostos pode ser encontrada no ambiente decorrente de liberações que ocorreram no passado e da sua formação não intencional a partir de processos térmicos envolvendo matéria orgânica e cloro, como resultado da combustão incompleta ou reações químicas. Ocorrência em maiores quantidades são observadas em áreas contaminadas por derramamentos, antigas áreas de fabricação ou de manuseio de transformadores e capacitores, linhas férreas, subestações; locais com armazenamento e disposição inadequados de resíduos perigosos, bem como no tratamento por incineração a temperaturas não compatíveis com a sua destruição; locais de ocorrência de incêndios, com presença de produtos ou equipamentos contendo PCBs. O meio físico mais afetado é o solo, devido a afinidade das PCBs à matéria orgânica e por aderirem e serem adsorvidos pelas partículas do solo. A depender das propriedades do solo e condições locais, parcela dos contaminantes pode lixiviar para a água subterrânea. O escoamento superficial pode acarretar a contaminação das águas superficiais e, conseqüentemente, de sedimentos.

Alimentos cultivados em solos contaminados podem bioconcentrar as substâncias em suas raízes, folhas e frutos. Esse grupo de substâncias também bioacumula nos organismos vivos (organismos aquáticos, larvas, insetos), com biomagnificação ao longo da cadeia alimentar (roedores, peixes, aves e seus ovos, mamíferos). Dessa forma, predadores em nível trófico alto apresentam as maiores concentrações de PCBs.

Exposição humana e efeitos na saúde

A exposição humana às PCBs pode ocorrer por via oral, respiratória e dérmica. Estima-se que 90% da exposição ocorra pela ingestão de alimentos. Episódios ocorridos no Japão em 1968 e em Taiwan em 1979 pelo consumo de óleo de arroz contaminado com PCBs ocasionaram série de efeitos como pigmentação de unhas e mucosas, inchaço das pálpebras, seguidos de fadiga, náusea e vômitos. Devido à persistência no corpo humano, crianças nascidas até sete anos após o incidente em Taiwan apresentaram desenvolvimento cognitivo comprometido.

Estudos epidemiológicos da exposição crônica às PCBs encontraram alterações hepáticas, imunológicas, oculares, dérmicas e na tireóide, efeitos neurocomportamentais, redução do peso ao nascer, toxicidade reprodutiva e aumento na incidência de tumores. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica as PCBs como cancerígenas para o ser humano (Grupo 1).

Padrões e valores orientadores para PCBs

Meio	Concentração*	Comentário	Referência ¹
Solo PCBs total	0,0003 mg/kg* 0,01 mg/kg* 0,03 mg/kg* 0,12 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Solo PCBs indicadores ²	0,0003 mg/kg* 0,01 mg/kg* 0,03 mg/kg* 0,12 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola VI cenário residencial VI cenário industrial	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo-CETESB-DD 125/2021/E
Água subterrânea ²	0,5 µg/L 0,1 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
Água subterrânea ²	3,5 µg/L	VI	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo-CETESB-DD 125/2021/E
Águas doces	0,001 µg/L 0,000064 µg/L	VM (classes 1, 2 e 3) VM pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)	CONAMA 357/2005
Águas salinas	0,03 µg/L 0,000064 µg/L	VM (classes 1 e 2) VM pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)	CONAMA 357/2005
Águas salobras	0,03 µg/L 0,000064 µg/L	VM (classes 1 e 2) VM pesca/cultivo de organismos (classes 1 e 2)	CONAMA 357/2005

¹As regulamentações podem ter alterações: Resolução CONAMA 420/2009, alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013; Resolução CONAMA nº 357/2005, alterada pelas Resoluções nº 370/2006, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011 e complementada pela Resolução nº 393/2007; ²Somatória de PCBs indicadores (congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180) para investigação confirmatória; *Peso seco; VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de Intervenção (CETESB); APMax = Área de Proteção Máxima; VM = Valor Máximo; VMP = Valor Máximo Permitido.

Referências/Sites relacionados

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A; BATISTUZZO, J.A.O. (eds). **Fundamentos de Toxicologia**. 5ª edição.

São Paulo: Atheneu Editora, 2021. 848 p.

<http://conama.mma.gov.br/>

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

<http://www.cetesb.sp.gov.br/>

<http://chm.pops.int/>

<http://www.epa.gov/>

<https://www.gov.br/mma/pt-br>

<http://www.iarc.fr/>

<http://ntp.niehs.nih.gov/>

<https://www.nist.gov/>

<https://www.paho.org/pt>

<http://www.who.int/en/>