

# Aula 10

## PRODUTOS ORGÂNICOS TÓXICOS

### **META**

Apresentar a química dos pesticidas e DDT;  
Apresentar a química dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos;  
Apresentar a química dos bifenilas policloradas;  
Apresentar a química dos produtos orgânicos persistentes.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
Conhecer a química dos pesticidas e DDT;  
Entender a química dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos;  
Compreender a química dos bifenilas policloradas;  
Conhecer a química dos produtos orgânicos persistentes.

### **PRÉ-REQUISITOS**

Oitenta créditos cursados.

**Carlos Alexandre Borges Garcia**  
**Elisangela De Andrade Passos**

### INTRODUÇÃO

Na aula anterior foram apresentadas a definição de metais em estudos ambientais e suas duas principais fontes de entrada do meio ambiente. Foi ainda apresentada a ação tóxica dos metais. A química dos metais mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) e metalóide Arsênio (As) foram discutidos.

Nesta aula será apresentada a distribuição, fontes de emissão, ação tóxica e efeitos no ambiente dos compostos orgânicos tóxicos que, em geral, são derivados do petróleo ou gás natural.

Ao final desta aula, você deverá compreender a química dos pesticidas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bifenilas policloradas e produtos orgânicos persistentes.

### PRODUTOS ORGÂNICOS TÓXICOS

Milhares de compostos orgânicos individuais entram nos corpos d'água como resultado da atividade humana. Estes compostos têm propriedades físicas, químicas e toxicológicas diferentes. Monitorar cada composto individual é praticamente inviável, é possível fazer uma seleção de prioridades baseada no tempo de permanência, toxicidade e outras propriedades. A maioria dos produtos químicos sintéticos comerciais é composto orgânico e, em geral, derivados do petróleo ou gás natural.

Dentre os compostos orgânicos destacam-se os pesticidas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bifenilas policloradas e produtos orgânicos persistentes.

### PESTICIDAS

#### DEFINIÇÃO E O DDT

Os pesticidas são substâncias que podem matar diretamente ou controlar um organismo indesejável. Todos os pesticidas tem a propriedade comum de bloquear um processo metabólico vital dos organismos para os quais são tóxicos. As três categorias mais usadas são os inseticidas (matam insetos), herbicidas (matam plantas) e fungicidas (usados no controle de fungos). Estes compostos exercem impacto potencial sobre a saúde humana, devido a ingestão de alimentos contaminados.

O pesticida mais conhecido é o diclorodifeniltricloroetano (DDT). Na Figura 1 está apresentado um breve histórico do emprego do DDT.

<b>DDT e sua história</b>	<b>1939</b> – Paul Müller: Premio Nobel da Medicina pelo Uso de DDT no combate à malária. <i>*Usado na Seg. Guerra Mundial para prevenção de tifo em soldados.</i>
	<b>1945</b> – Foi muito usado na agricultura como pesticida (25 a 30 anos). <i>*baixo preço e elevada eficácia.</i>
	<b>1972</b> – Foi proibido nos EUA, sendo substituído pelos organofosforados, carbamatos, piretróides, derivados das triazinas, da uréia e do ácido fenoxiacético.
	<b>1985</b> – Proibição no Brasil de quase todos os organoclorados.

DDT e sua história

### LEIA MAIS

O artigo intitulado “DDT (Diclorodifeniltricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental – uma revisão” é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema DDT. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

### A POLUIÇÃO CAUSADA PELOS PESTICIDAS

Com o acelerado crescimento da população mundial, acompanhado do desenvolvimento tecnológico e da migração de pessoas da zona rural para a urbana, têm trazido várias desvantagens aos ecossistemas.

O aumento da população mundial gera uma demanda crescente de alimentos e isso têm motivado o uso de pesticidas nas plantações para prevenir ou combater pragas, visando assegurar maior produtividade. Com isso vem gerando um acúmulo de compostos químicos indesejáveis no meio ambiente.

Em conseqüência disso, há um aumento do número de áreas contaminadas. Já que o uso de tais compostos tem causado contaminação de sistemas aquáticos, sendo importante monitorar as águas subterrâneas, especialmente em áreas próximas a regiões agrícolas e locais que constituem fontes primárias de água potável.

Os resíduos tóxicos passam para a água acarretando na grande mortalidade de peixes e aves e também para os alimentos. As águas superficiais são contaminadas pela lavagem do solo por enxurradas e pela ação do vento que carrega o pesticida, ao passo que os lençóis freáticos podem ser contaminados com a percolação desses compostos.

### LEIA MAIS

O artigo intitulado “Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs” é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema pesticida. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

## HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAS)

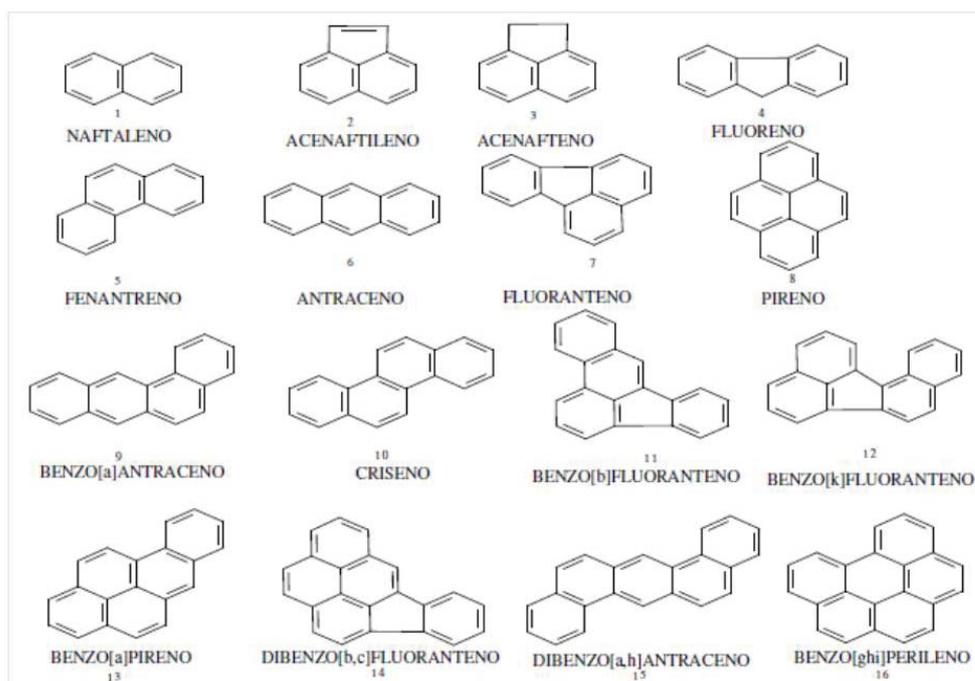
### DEFINIÇÃO E FONTES

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Os HPAs e seus derivados podem ser absorvidos pela pele, por ingestão ou por inalação, sendo rapidamente distribuídos pelo organismo.

Sua principal fonte são os processos de combustão de material orgânico (particularmente a exaustão de motores a diesel ou a gasolina), a queima de carvão, a exaustão de plantas de incineração de rejeitos, a fumaça de cigarro além de vários processos industriais como, por exemplo, a produção de alumínio e a gaseificação do coque.

Os alimentos são considerados outra importante fonte de exposição humana, tanto devido à formação de HPAs durante o cozimento, quanto devido à deposição atmosférica sobre grãos, vegetais e frutas.

Dos HPAs, dezesseis são indicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos como sendo poluentes prioritários. Estes têm sido cuidadosamente estudados devido à sua toxicidade, persistência e predominância no meio ambiente, como pode ser visto na Figura a seguir.



HPAs prioritários.

Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-46702008000400009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702008000400009)

Acessado em 09/01/2012

## AÇÃO TÓXICA

De maneira geral, tanto os HPAs quanto seus derivados estão associados ao aumento da incidência de diversos tipos de cânceres no homem. Vários componentes deste grupo são capazes de reagir diretamente, ou após sofrerem transformações metabólicas, com o DNA, tornando-se potenciais carcinógenos e eficientes mutágenos.

### LEIA MAIS

O artigo intitulado “Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica” é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema HPAs. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

## BIFENILAS POLICLORADAS (PCBS)

### DEFINIÇÃO E APLICAÇÕES

As Bifenilas Policloradas (PCBs) são compostos hidrocarbonetos clorados que consistem de dois anéis de benzeno unidos por uma ligação simples de carbono-carbono, com até 10 átomos de cloro. Sendo assim, são compostos organoclorados resultante da reação do grupo bifenila com cloro anidro na presença de catalisador.

Os PCBs tiveram diversas aplicações comerciais, tendo sua produção comercial iniciada em 1929. São utilizados em sistemas de transferência de calor, fluido dielétrico em transformadores e capacitadores, fluidos hidráulicos, lubrificantes, plastificantes para tinta, etc. No Brasil, as misturas de PCBs foram comercializadas com o nome de Ascarel®.

### AÇÃO TÓXICA

Em 1966 foram reconhecidos como contaminantes ambientais devido à detecção de altas concentrações de substâncias desconhecidas, que posteriormente foram identificadas como PCBs, durante a determinação de resíduos de pesticidas organoclorados.

Estes compostos apresentam alta resistência à degradação, capacidade de bioacumular e biomagnificar na cadeia trófica e ampla distribuição ambiental, sendo o transporte atmosférico o principal mecanismo para a dispersão global.

Devido às implicações à saúde humana e o impacto no ambiente, o uso e a produção de PCBs foram severamente restritos ou banidos em muitos países a partir da década de 70, com a data limite para o seu uso expirando em 2025.

O Brasil proibiu a fabricação, a comercialização e o uso de PCBs, através da Portaria Interministerial, de 2 de janeiro de 1981. Entretanto, permite o funcionamento de equipamentos já instalados, até sua substituição integral ou a troca do fluido dielétrico por produto isento de PCBs.

Estudos ainda são realizados com o intuito de estimar a exposição dos seres humanos a estes compostos e diminuir o seu impacto ao meio ambiente.

#### LEIA MAIS

**O artigo intitulado “O legado das bifenilas policloradas (PCBs)” é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema PCBs. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.**

## PRODUTOS ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPS)

### DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Em reunião do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP, ocorrida em maio de 2001 em Estocolmo, representantes de noventa países, incluindo o Brasil, assinaram a Convenção sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, que visa proibir a produção e o uso de doze compostos orgânicos tóxicos, denominadas Produtos Orgânicos Persistentes (POPs).

Constituem os doze POPs oito pesticidas (Aldrin, clordano, mirex, dieldrin, endrin, heptacloro, BCH e o toxafeno), dois produtos de uso geral (DDT e PCBs) e dois produtos não intencionais (dioxinas e furanos).

### EFEITOS E TOXICIDADE

Os POPs provocam doenças graves, em especial o câncer, além de má-formação em seres vivos. Muitas vezes são encontrados em locais distantes das fontes emissoras, sendo, portanto, um problema de caráter global.

A maioria dos doze compostos da lista já foi banida ou teve seu uso reduzido em boa parte do mundo, reduzindo o impacto econômico da ratificação da convenção e facilitando sua entrada em vigor.

O Brasil, por exemplo, não produz diretamente nenhum dos doze compostos, mas importa três deles para uso industrial. Entretanto, as dioxinas e os furanos, por serem produzidos de forma não intencional, demorarão mais a ser eliminados.

São compostos pouco solúveis em água, mas são solúveis em gorduras. Os animais têm um ótimo sistema de eliminação de toxinas solúveis em água, que são expelidas na urina, mas não possuem mecanismo eficaz de eliminação de substâncias pouco solúveis na água. Tal efeito é intensificado em animais ditos superiores, que se alimentam das gorduras de outros animais. Podem percorrer longas distâncias pelas correntes aéreas e oceânicas. Ou seja, eles não contaminam só o local de emissão, mas também locais distantes e remotos como o Ártico, cadeias montanhosas e oceanos. Evaporam rapidamente em regiões quentes e lentamente em locais frios. Devido a fatores geográficos e meteorológicos, o Pólo Norte é um depósito global para contaminantes POPs.

#### LEIA MAIS

**O artigo intitulado “Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil” é sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema POPs. Este está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.**

### CONCLUSÃO

Nessa sessão foram apresentadas a química dos pesticidas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bifenilas policloradas e produtos orgânicos persistentes. Foram apresentadas a distribuição, fontes de emissão, ação tóxica e efeitos no ambiente de cada composto orgânico.



### RESUMO

A maioria dos produtos químicos sintéticos comerciais é composto orgânico e, em geral, derivados do petróleo ou gás natural. Dentre os compostos orgânicos destacam-se os pesticidas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bifenilas policloradas e produtos orgânicos persistentes. Os pesticidas são substâncias que podem matar diretamente ou controlar um organismo indesejável. Todos os pesticidas tem a propriedade comum de bloquear um processo metabólico vital dos organismos para os quais são tóxicos. O pesticida mais conhecido é o DDT. Os HPAs constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem dois ou mais anéis aromáticos condensados. Seus derivados podem ser absorvidos pela pele, por ingestão ou por inalação, sendo rapidamente distribuídos pelo organismo. Os PCBs são compostos hidrocarbonetos clorados que consistem de dois anéis de benzeno unidos por uma ligação simples de carbono-carbono, com até 10 átomos de cloro. Estes compostos apresentam alta resistência à degradação, capacidade de bioacumular e biomagnificar na cadeia trófica. Constituem os doze POPs: oito pesticidas (Aldrin, clordano, mirex, dieldrin, endrin, heptacloro, BCH e o toxafeno), dois produtos de uso geral (DDT e PCBs) e dois produtos não intencionais (dioxinas e furanos). Os POPs provocam doenças graves, em especial o câncer, além de má-formação em seres vivos.



### ATIVIDADES

Na literatura encontramos várias denominações para pesticidas, como agrotóxico ou defensivo agrícola. Comente sobre esse tema.

## COMENTARIO SOBRE AS ATIVIDADES

Pela legislação brasileira, tais compostos são denominados de “agrotóxicos” e classificados como inseticidas, fungicidas e herbicidas. A denominação pesticida é dada à substância ou à mistura de substâncias destinadas a prevenir a ação ou destruir direta e indiretamente insetos, ácaros, roedores, ervas daninhas, bactérias e outras formas de vida animal ou vegetal prejudiciais à lavoura. Alguns profissionais da química optam em denominá-los como pesticidas.



## AUTO-AVALIAÇÃO

- Consigo conhecer a química dos pesticidas e DD?
- Sou capaz de entender a química dos hidrocarbonetos aromáticos policíclico?
- Consigo compreender a química dos bifenilas policlorada?
- Sinto-me capaz de conhecer a química dos produtos orgânicos persistentes?

## REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.
- ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. 1ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.
- MANAHAN, S.E., *Fundamentals of Environmental Chemistry*, 2ª ed. Florida: Lewis Publishers, 2001.
- D'AMATO, C., TORRES, J.P.M., MALM, O. DDT (Diclorodifeniltricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental – uma revisão. *Química Nova*, 25(6), 995-1002, 2002.
- JARDIM, I.C.S.F, ANDRADE, J.A., QUEIROZ, S.C.N. **Resíduos de agrotóxicos em alimentos**: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. *Química Nova*, 32(4), 996-1012, 2009.
- NETTO, A.D.P. MOREIRA, J.C., DIAS, A.E.X.O. ARBILLA, G., FERREIRA, L.F.V., OLIVEIRA, A.S., BAREK, J. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica. *Química Nova*, 23(6), 765-773, 2000.
- PENTEADO, J.C.P., VAZ, J.M. O legado das bifenilas policloradas (PCBs). *Química Nova*, 24(3), 390-398, 2001.
- ALMEIDA, F.V., CENTENO, A.J., BISINOTTI, M.C., JARDIM, W.F. Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. *Química Nova*, 30(8), 1976-1985, 2007.