

## PERTURBADORES ENDÓCRINOS AMBIENTAIS: UMA QUESTÃO A SER DISCUTIDA

*CARMEN MARIA BARROS DE CASTRO*

Engenheira química, Mestre em Saneamento Ambiental, Professora Adjunta do Depto. de Obras Hidráulicas do IPH/UFRGS  
e-mail: barcas@iph.ufrgs.br

Um dos principais debates científicos internacionais da última década diz respeito à presença no meio ambiente de um grupo específico de compostos químicos caracterizados pela capacidade de simular ou alterar a atividade hormonal do organismo humano e de animais. A estes compostos denominados genericamente de perturbadores endócrinos ou agentes hormonalmente ativos (HAAs), atribui-se a capacidade de perturbar o sistema endócrino simulando a ação de hormônios naturais, inibindo-os ou alterando as funções regulares normais dos sistemas imunológico, nervoso e endócrino. Possivelmente, o desenvolvimento de algumas doenças como câncer de mama e de próstata, desenvolvimento sexual anormal, redução de fertilidade masculina, alteração de glândulas tireóides, supressão de imunidade e efeitos neurocomportamentais também possa ser induzido por tais compostos. Adicionalmente aos efeitos danosos sobre a saúde humana, eles podem perturbar também funções endócrinas de espécies da vida aquática e de animais silvestres, provocando, desde o desenvolvimento anormal da função tireóide em pássaros e peixes, até a diminuição da fertilidade e alterações sexuais e imunológicas em crustáceos, peixes, pássaros, répteis e mamíferos. Os perturbadores endócrinos podem ser produtos naturais como os fitoestrogênos produzidos pela própria

planta e bastante comuns em produtos de origem animal e vegetal ou compostos químicos sintéticos, na sua grande maioria organoclorados empregados nos mais variados usos industriais, comerciais e domésticos produzidos intencionalmente, como no caso de solventes clorados e inseticidas desenvolvidos para atuar seletivamente sobre o sistema endócrino de insetos específicos, ou serem formados como subprodutos durante o processo industrial. O DDT, os PCBs, o bisfenol A (BPA); os alquilfenóis - polietoxilatos (APE); as p-dioxina (TCDD) e o dibenzeno-furano (TCDF) são exemplos de compostos sintéticos considerados como perturbadores endócrinos.

A exposição a estes agentes pode ocorrer a partir de uma variedade de fontes de forma voluntária ou não. Assim, homens e animais estão expostos a alguns fitoestrogênos através de sua dieta diária, incluindo o consumo de água potável, ou através do contato com o ar e solo contaminados. Também estão expostos a muitos perturbadores sintéticos ao utilizar produtos comerciais, como produtos de limpeza, pesticidas e aditivos alimentares, ou ao manipulá-los com propósitos benéficos específicos ou terapêuticos, como pílulas anticoncepcionais, cosméticos e pesticidas.

Alguns destes compostos já não são mais amplamente comercializados, enquanto outros têm sua produção proibi-

da ou limitada. O DDT, por exemplo, inseticida persistente e estável teve seu uso definitivamente proibido nos EUA em 1992, no entanto, em vários países em desenvolvimento continua a ser produzido e utilizado devido à sua alta eficiência e produção relativamente barata. O mesmo ocorre com os PCBs, que mesmo com sua produção oficialmente proibida nos EUA desde 1977, têm seu uso difundido por todo o mundo. Conhecidos comercialmente pelos nomes de Aroclor, Kaneclor, Phenoclor e Clophen, são fabricados principalmente nos EUA e Europa. Devido à sua baixa reatividade química e estabilidade térmica e alta resistência elétrica, são amplamente empregados em diferentes ramos industriais como aditivos de tintas, plásticos, borrachas, adesivos, tintas de impressão e inseticidas. São utilizados também em grandes quantidades como fluidos em transferidores de calor e em fluidos hidráulicos. Das 209 possíveis moléculas de PCBs que são referenciadas como congêneres, pelo menos 113 estão presentes no meio ambiente. A liberação de PCBs no ambiente está relacionada a acidentes industriais, disposição imprópria e dissipação ambiental em locais específicos, como por exemplo em sedimentos. As principais fontes de entrada e dispersão de PCBs no meio ambiente incluem os resíduos gasosos de incineradores, os resíduos de indústrias que manipulam óleos, cêras e

### COORDENADOR DESTA SEÇÃO: PROF<sup>o</sup> MARCOS VON SPERLING

A seção Atualidades Técnicas objetiva ser um fórum de comunicações rápidas e em formato livre sobre novidades, tendências e tópicos recentes no setor de saneamento e meio ambiente, no Brasil e no mundo. A seção só cumprirá bem o seu papel se receber contribuições de autores de todo o país, imprimindo uma maior diversidade à mesma. Favor encaminhar as contribuições na forma de texto com aproximadamente 1 a 2 páginas, preferencialmente por e-mail ou em disquete (arquivo Word) para o endereço abaixo ou para a ABES-Nacional. Leitores que desejarem se comunicar com os autores das contribuições poderão fazê-lo diretamente com os autores ou através do endereço:

Prof. Marcos von Sperling - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG  
Av. Contorno 842 - 7º and.; 30110-060 - Belo Horizonte-MG -Tel: (31) 3238-1935; Fax: (31) 3238-1879; e-mail: marcos@desa.ufmg.br

tintas, a drenagem de aterros sanitários que contenham papéis, plásticos ou resinas, drenagem de águas de irrigação onde se utilizou pesticidas contendo PCBs, reciclagem de papéis, contaminação direta através do manuseio indevido ou vazamento de fluidos de condensadores e transformadores, fluidos hidráulicos ou óleos e concentração em materiais biológicos. Estima-se que, enquanto 31% do total de PCBs manufaturados estejam presentes no ambiente global, somente 4% da produção mundial acumulada pode ser avaliada como degradada ou incinerada.

As dioxinas cloradas e os dibenzofuranos são singulares entre os HAAs considerados, pois não são propositalmente sintetizadas por um processo industrial específico. Elas são produtos primários dos processos de combustão de matéria vegetal ou são geradas como subprodutos da indústria de polpa e papel e de outros processos industriais que utilizam cloro. Segundo dados divulgados em 1999 pela National Academy Press, nos EUA são liberados anualmente 400 kg de dioxinas, sendo que os incineradores contribuem com cerca de 350 kg deste total; o incêndio de florestas e a queima de madeira residencial contribuem com a liberação de mais 20 kg cada um e a queima de resíduos agrícolas libera 10 kg por ano. Em particular, nas zonas envolvidas com o tratamento de madeira, as concentrações de dibenzo-p-dioxina e dibenzofuranos (microcontaminantes do pentaclorofenol -PCF- utilizado como conservante de madeira) em águas subterrâneas e superficiais podem ser bastante altas. Um outro exemplo de composto químico sintético de potencial atividade sobre o sistema endócrino é o Bisfenol A (BPA), plástico constituinte de resinas utilizadas em embalagens de alimentos e bebidas e de resinas policarbonatadas empregadas em fornos de microondas, em embalagens retornáveis de água e leite, em gavetas de refrigeradores e em outras aplicações para estocagem de alimentos, incluindo mamadeiras. O bisfenol A é utilizado na composição de compostos selantes dentários, podendo também ser liberado durante o processo de esterilização das embalagens plásticas. O BPA está entre os 50 produtos químicos sintéticos mais produzidos nos EUA.

Os alquilfenóis polietoxilatos (APE) e o etinil estradiol de uso farmacêutico são as duas fontes mais comuns de substâncias estrogênicas sintéticas. A presen-

ça deles no meio ambiente é resultante da biodegradação de surfactantes e detergentes durante o tratamento de esgotos, e assim a exposição de organismos aquáticos em rios que recebem efluentes domésticos é a principal área de preocupação.

Os efeitos adversos de um perturbador endócrino vão depender das doses, da carga genética, da forma e da duração da exposição a períodos críticos da vida. Esses efeitos podem ser reversíveis ou não e se manifestar de forma aguda ou latente. Segundo o Conselho Interamericano de Investigações sobre o Câncer (CIIC) na maioria dos estudos realizados com DDT não foram verificados efeitos genotóxicos nos sistemas celulares de roedores ou de seres humanos ou mutagenicidade em fungos ou bactérias; entretanto, foram registradas alterações da função reprodutora em várias espécies. No Brasil, a médica sanitária Agnes Soares da Silva, analisando o leite materno de 40 mulheres residentes em Samaritá na Baixada Santista, onde estão localizados lixões de resíduos tóxicos de uma fábrica da Rhodia, detectou a presença de DDT em todas as amostras analisadas. (Folha de São Paulo, 1999)

O evento melhor documentado relacionado a perturbações ambientais putativas foi o ocorrido com os jacarés do Lago Apopka na Flórida. Em 1980, um derramamento químico contaminou este lago com uma mistura de clicofol, DDT e DDE, originários de uma indústria de pesticidas produtora de clorobenzilatos genéricos. Através de investigações e estudos detalhados foi demonstrado de uma forma muito clara que este derramamento era o responsável por uma variedade de anomalias de desenvolvimento que culminaram com a desmasculinização dos jacarés-macho e com uma superfeminilização das fêmeas. Após o acidente, os ovos e os animais jovens passaram a apresentar níveis hormonais alterados, com uma proporção de estrogênio comparativamente maior àquela dos animais normais. Os efeitos das PCBs sobre a saúde humana resultam quase que exclusivamente por exposição crônica, uma vez que a toxidez aguda desses compostos é relativamente baixa. Encontradas em gordura humana e animal, pássaros, leite, plantas, peixes, casca de ovos, zooplâncton e em fitoplâncton, têm sido denominadas, desde a sua detecção no meio ambiente, em 1966, como "contaminante universal". Nos EUA são encontradas em praticamente todos os

seus rios e lagos. No Brasil, embora ainda não tenham sido efetuados levantamentos de PCBs, é muito possível que alguns reservatórios, associados à produção de energia elétrica, devam apresentar concentrações consideráveis, devido a manuseio impróprio de líquidos de transformadores. O efeito crônico de ingestão de PCBs em homens é uma prova contundente do perigo da presença desses compostos organoclorados no meio ambiente. O caso mais importante de contaminação humana por PCBs é o da ilha de Kyoshu, no Japão, ocorrido em 1968. A doença de "yusho" (do óleo) ou de "kanemi yusho" (óleo da kanemi), assim chamada por ter sido causada pelo óleo de arroz produzido pela Kanemi Rice Oil afetou 15000 pessoas, das quais 1080 oficialmente relacionadas. A doença foi desencadeada pela presença no óleo de arroz do pesticida comercialmente conhecido como Kaneclor 400, manufaturado no Japão e adicionado ao óleo lubrificante utilizado em uma unidade de aquecimento que apresentava vazamentos. Efeitos crônicos de PCBs já foram também relatados em galinhas, pássaros e focas. Estudos feitos em 1969 em pelicanos da Ilha de Anacapa, na Califórnia demonstraram que, de 300 pares de ovos concentrados em ninhos naturais, nenhum veio à luz, porque as cascas eram extremamente finas em virtude de sua pequena reserva de cálcio, cujo nível é controlado pelo hormônio estrogênio, que na presença de DDT, Dieldrin e PCBs tem sua solubilidade aumentada, sendo rapidamente eliminado pelo corpo dos pássaros. Tais evidências indicam que os sistemas endócrinos de certos peixes e animais são alterados por compostos que contaminam seus *habitats*. No entanto, até o presente momento, não está claro se os efeitos adversos observados estão confinados a áreas isoladas ou se são representativos de condições mais gerais. Com poucas exceções, uma relação ocasional entre a exposição a um agente ambiental específico e os efeitos adversos sobre a saúde humana operando via um mecanismo de alteração ou perturbação do sistema endócrino ainda não pôde ser realmente estabelecida. Entretanto, as evidências apontadas por dados causa-efeito e explicações alternativas para os efeitos observados não podem ser completamente rejeitadas, mesmo que ainda persistam dúvidas sobre quais compostos e em que doses podem ser considerados genuinamente como HAAs ou se agem de forma aditiva, sinérgica ou antagonica.