

**CURSO: “QUALIDADE DAS  
ÁGUAS E POLUIÇÃO:  
ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS”**

**AULA 13  
PESTICIDAS EM ÁGUAS**

**Prof. Dr. Roque Passos Piveli**

## **AULA 13 - PESTICIDAS EM ÁGUAS**

### **1. Introdução**

De acordo com a Lei Federal nº 7802 de 1989, pesticidas, agrotóxicos, praguicidas ou defensivos agrícolas são agentes físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas, de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade é a de alterar a composição da flora e/ou fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

Os pesticidas tiveram seu emprego iniciado na década de 20, sem maiores conhecimentos sobre sua ação tóxica. Após o uso na Segunda Guerra Mundial como arma química, houve grande profusão de seu emprego. No Brasil, o uso de pesticidas iniciou-se nos programas de saúde pública para o combate de vetores e controle de parasitas, tendo seu uso na agricultura se intensificado na década de 60. A abertura do comércio de agrotóxicos no Brasil ocorreu em 1975 com o Plano Nacional de Desenvolvimento, que condicionou o crédito rural ao uso de agrotóxicos. Hoje, somos um dos maiores consumidores mundiais e seu uso indiscriminado tem afetado tanto a saúde da população como o meio ambiente. Produtos proibidos em outros países são produzidos e comercializados aqui. Por tratar-se de carga difusa, os impactos sobre as águas naturais são difíceis até mesmo de serem avaliados. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, 70% das intoxicações por agrotóxicos ocorrem no terceiro mundo.

### **2. Fontes em Águas Naturais**

Ainda que seja admitida a necessidade do controle químico de pragas, uma vez que são inúmeros os exemplos de safras integralmente perdidas devido à ação predatória de pragas (ver tabela 1), caso as aplicações de tais produtos sejam feitas de forma racionalizada, os problemas ambientais poderiam ser significativamente reduzidos. O que se observa em muitos casos são aspersões sem controle de dosagens, manuseios indevidos dos recipientes, sendo frequentes as descargas de restos de produtos e lavagens de galões utilizados nas águas naturais. E, principalmente, em

alguns casos não são observados os afastamentos necessários das plantações das margens dos rios e não são construídos sistemas de drenagem que impeçam o acesso de águas de enxurradas aos mesmos. Assim, o problema que inicialmente é de contaminação do solo, passa também a se refletir nos ambientes aquáticos. E esta é uma situação que demonstra claramente que os problemas de contaminação das águas devem ser resolvidos na fonte geradora, uma vez que, atingidas as águas naturais, pouco se pode fazer no sentido de reverter os prejuízos da qualidade que, neste caso, são muito sérios.

**Tabela 1. Pragas na Agricultura. Fonte: ROCHA (1982)**

<b>ANIMAL</b>	<b>VEGETAL ATINGIDO</b>
<b>Moluscos (caramujos)</b>	Café e hortaliças
<b>Nematóides (vermes)</b>	Café, coco, banana, algodão e batata
<b>Aracnídeos (aranha)</b>	Café
<b>Ácaros (carrapatos)</b>	Algodão, mamão, batata, mandioca e beterraba
<b>Crustáceos (tatuzinhos de jardim)</b>	Hortaliças e viveiros
<b>Miriápodos (piolhos de cobra)</b>	Batata, mandioca e beterraba
<b>Gafanhotos</b>	Plantas em geral
<b>Grilos e paquinhas</b>	Hortas, viveiros e jardins
<b>Percevejos</b>	Soja, batata e algodão
<b>Cigarrinhas</b>	Cana e frutas em geral
<b>Cochonilhas</b>	Frutas, café, batata, algodão
<b>Pulgões</b>	Milho, cana, batatinha, algodão, laranja e trigo
<b>Brocas</b>	Café, cana e abacaxi
<b>Lagartas</b>	Soja, amendoim, frutas, milho, tomate, trigo, algodão e gramíneas

<b>Gorgulho</b>	Feijão, milho e trigo
-----------------	-----------------------

Deve ser lembrado que existe o controle biológico de pragas (a joaninha é predadora de cochonilhas, ou bactérias combatem a praga do algodão, por exemplo) e ainda técnicas agrícolas, como é o conceito clássico de que a rotatividade das culturas diminui a incidência de pragas.

Os praguicidas são classificados em inseticidas, fungicidas e herbicidas mas, de uma maneira geral, não há ação específica sobre a praga, sendo venenos indiscriminados que atingem a todo o ecossistema por onde se dispersam. Em alguns casos a ação é específica, como são os casos dos herbicidas sistêmicos, que atuam através da seiva das plantas.

### **3. Importância nos estudos de controle de qualidade das águas**

As ações tóxicas sobre os organismos são relacionadas à dose. A toxicidade de qualquer substância sobre um organismo em particular é comumente expressa em termos da quantidade do agente tóxico por unidade de peso capaz de provocar a morte de 50% da população da espécie usada no teste (DL50). A expressão dos resultados é dada em mg/Kg. Uma substância é considerada extremamente tóxica quando o DL 50 é inferior a 5 mg/Kg, altamente tóxica na faixa de 5 a 50, medianamente tóxica de 50 a 500, pouco tóxica de 500 a 5000 e muito pouco tóxica acima de 5000.

O grau de toxicidade das substâncias também pode ser definido pelo parâmetro dose diária aceitável (DDA) ou ingestão diária aceitável (IDA), que representa a quantidade máxima de um produto que, quando ingerida continuamente, não proporciona riscos à saúde. Também é expresso em mg/Kg.

Quando usados de forma inadequada, os pesticidas podem causar mortes ou intoxicações graves, destruição da plantação e contaminação ambiental. Mesmo usados corretamente, os pesticidas causam desequilíbrios biológicos, favorecendo o aparecimento de novas pragas pela eliminação de seus predadores naturais, efeitos adversos em insetos polinizadores, contaminação ambiental devido à ação de ventos e águas pluviais, ação residual através dos alimentos e resistência das pragas aos

produtos, exigindo paulatinamente o uso de doses maiores ou até mesmo sua substituição.

As intoxicações podem ocorrer via oral, menos freqüentes, porém, representando riscos consideráveis de envenenamento, geralmente apresentando como sintomas vômitos, diarréias e dores abdominais. A via respiratória, mais freqüente, resulta em sintomas semelhantes. Pode também ocorrer a via dérmica, dependendo da formulação e do tempo de exposição. As intoxicações são classificadas em aguda, sub-aguda e crônica. Na aguda, em que os períodos de exposição são curtos mas as doses são elevadas ou os produtos são muito tóxicos, os sintomas aparecem rapidamente. Na sub-aguda, a exposição é moderada e os produtos são medianamente tóxicos e a intoxicação aparece lentamente. Na intoxicação crônica, os efeitos são tardios por exposição pequena ou moderada, ocasionando danos irreversíveis como paralisias e neoplasias. As intoxicações dependem de outros fatores como as características químicas e toxicológicas do produto, características do indivíduo exposto e das condições de exposição.

A descarga de pesticidas nas águas leva à contaminação química que traz diversos problemas de saúde pública, em geral muitos graves. Descrevem-se em seguida os efeitos à saúde dos principais compostos orgânicos utilizados. Quando não se usam pesticidas orgânicos, compostos à base de metais pesados ou cianetos, entre outros, os substituem. Os efeitos destes já foram descritos em capítulos anteriores.

### **3.1. Inseticidas**

É o maior grupo entre os defensivos agrícolas. Podem ser constituídos de substâncias inorgânicas como enxofre, derivados arseniais, flúor, mercúrio, etc.. Devido à elevada toxicidade de muitos deles, tanto para o homem como para a própria planta, foram rapidamente substituídos pelos orgânicos sintéticos. Os inseticidas orgânicos naturais podem ser de origem vegetal como as piretrinas, nicotina, óleo de soja, etc., ou de origem petrolífera, como os óleos minerais. Os orgânicos sintéticos são classificados em clorados, que possuem longo efeito residual, como o DDT, BHC, Aldrin, Dieldrin, Lindane, etc., fosforados, que possuem elevada toxicidade aguda ao homem, como o Parathion, clorofosforados, que são constituídos de ésteres combinados com cloro, como o Carbofenotion, Triclorform, etc., carbamatos, que são derivados do ácido carbâmico, como o Carbaril, Temik, Furadam, etc., e piretróides, que apresentam

estruturas semelhantes às piretrinas encontradas nas flores de *Crysanthemum cinerariifolium*, como aletrina, resmetrina, etc..

As piretrinas provocam irritações na pele, dor de cabeça, náuseas, até mesmo convulsão e coma por inalação e ingestão. São absorvidas pelo trato digestivo, pela via respiratória e pela derme. São pouco tóxicas, porém são irritantes para os olhos e mucosas e causam asma brônquica. O uso abusivo nos domicílios tem aumentado os casos de alergia, principalmente em crianças. São estimulantes do sistema nervoso central, causam lesões duradouras ou permanentes no sistema nervoso periférico.

Os organoclorados apresentam baixa toxicidade aguda, mas concentram-se através da cadeia alimentar trazendo sérios problemas de toxicidade crônica, tendo sido observado o desenvolvimento de tumores malignos em fígado de ratos. O uso dos inseticidas organoclorados é atualmente proibido ou restringido, por se degradarem lentamente no ambiente, podendo ultrapassar a 30 anos, contaminando o homem diretamente ou através da cadeia alimentar. Contaminam pelas três vias. Atacam o sistema nervoso central provocando alterações no comportamento, distúrbios sensoriais de equilíbrio, da atividade muscular involuntária e depressão dos centros vitais como a respiração. Nas intoxicações agudas ocorrem sintomas neurológicos de inibição, hipersensibilidade, parestesia na língua, lábios e membros inferiores, fotofobia, convulsões, podendo levar ao coma e à morte. Nas inalações ocorrem tosse, rouquidão, bradipnéia e hipertensão. Na ingestão ocorrem náuseas, vômitos, diarréias e cólicas.

Os organofosforados provocam lesões neurológicas. Ao contrário dos organoclorados, apresentam baixa persistência no ambiente. Os clorofosforados apresentam problemas comuns aos dois grupos anteriores. Causam deficiências respiratórias, falta de apetite, diarréia e inibição da colinesterase, enzima excitadora das fibras nervosas.

Os carbamatos provocam problemas semelhantes aos dos organofosforados, tendo sido detectados problemas sexuais em cobaias.

### **3.2. Fungicidas**

Os carbamatos possuem baixa toxicidade aguda. O Maneb e o Dithane podem causar o Mal de Parkinson devido ao efeito sobre o sistema nervoso central. Podem apresentar resíduos de etileno-diuréia, que é cancerígeno, além de provocar mutagenicidade e teratogenicidade em animais de laboratório. As principais vias de

intoxicação desses produtos são a oral e a respiratória, podendo também ocorrer contaminação via cutânea. Provocam dermatite, bronquite e conjuntivite. Os fungicidas do grupo trifenil estânico provocam redução de anticorpos em diversas espécies de animais. Os do grupo Captam são considerados pouco tóxicos, sendo utilizados no tratamento de sementes antes do plantio. Podem causar efeito teratogênico em animais de laboratório. O fungicida hexaclorobenzeno causa lesões de pele do tipo acne, além da grave doença chamada porfiria cutânea tardia. Os fenólicos provocam efeitos crônicos sobre a glândula tireóide.

### 3.3. Herbicidas

Os dipirilídios, como por exemplo o Diquat (reglone), causam bronquite, hemorragia e edema pulmonar, podendo levar à morte. O Paraquat causa lesões hepáticas, renais e fibrose pulmonar irreversível, levando à morte no caso de grave fibrose pulmonar por insuficiência respiratória. Tem-se registrado muitos casos de intoxicações acidentais em crianças, pois o produto tem cor de coca-cola, e relatos de suicídios de adultos. É absorvido por via oral ou através de pele irritada ou lesionada. Os herbicidas do grupo pentaclorofenol atualmente são mais usados como conservantes de madeira e cupinicida. Possuem dioxinas como impureza, principalmente a hexaclorodibenzodioxina (HCDD), altamente tóxica, cancerígena e fitotóxica. Pode causar o aparecimento de acne. As uréias substituídas são de baixa toxicidade. Altas doses provocam vômitos e diarreias. Os clorofenoxiácidos, como o 2-4-diclorofenoxiacético, são muito utilizados no Brasil, nas pastagens, nas plantações de cana de açúcar e no combate às ervas daninhas. Sua absorção é cutânea, por inalação ou ingestão, causando neurite periférica e diabetes transitória no período de exposição. Causam problemas no fígado, rins, pâncreas e intestinos. O 2-4-5-triclorofenoxiacético apresenta uma dioxina como impureza, a tetraclorodibenzodioxina, responsável pelo aparecimento de acne, aborto e efeitos mutagênicos e teratogênicos. A mistura dos dois produtos constitui o princípio ativo do agente laranja, usado na guerra do Vietnã como desfolhante. É o principal responsável pelo aparecimento de câncer e linfoma nos veteranos de guerra e malformação congênita. Os carbamatos provocam irritação na mucosa.

A principal forma de contaminação ambiental por defensivos agrícolas ocorre através dos depósitos resultantes de suas aplicações. Desde que introduzidos no

ambiente, são absorvidos por vários constituintes, transportados para outros locais pela água e pelo ar. Ocorre bioconcentração, principalmente nos ecossistemas aquáticos, tornando-se séria ameaça para diversas espécies aquáticas, principalmente os peixes, ricos em gorduras e deficientes em mecanismos de destoxificação. As aves que deles se alimentam, também são bastante ameaçadas. O movimento das águas representa a principal forma de transporte dos defensivos agrícolas de um local para outro, os rios e as correntes marítimas são capazes de levar a contaminação para locais muito distantes. Alguns inseticidas, principalmente os organoclorados são bastante insolúveis em água, permanecendo em suspensão sob altas velocidades ou contaminando lodos de fundo.

#### **4. Determinação de pesticidas em águas**

Os pesticidas na água podem ser determinados através de cromatografia gasosa. Técnicas eletroanalíticas como a voltametria podem ser utilizadas alternativamente.

#### **5. Controle de pesticidas**

Sem dúvida, trata-se de um importante caso onde se deve investir prioritariamente na fonte, devendo-se recorrer a técnicas agrícolas, com a rotatividade das culturas, para evitar a incidência de pragas, ou o controle biológico. Admitido o uso dos defensivos químicos, a principal medida é a racionalização de seu uso. Técnicas de remoção destes compostos da água, através de processos como a adsorção em carvão ativado, devem ser empregadas apenas em última instância.

O controle biológico consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, em seus vários estágios de vida. O controle biológico natural ocorre sem a intervenção humana e o aplicado envolve a introdução e manipulação de inimigos naturais para o controle de pragas. O controle biológico não deixa resíduos, não provoca desequilíbrios por ser mais específico, é mais barato, mais permanente, permanecendo no ecossistema. Porém, possuem ação mais lenta que os defensivos químicos, sendo mais eficientes em culturas perenes, onde a cultura da praga pode estabelecer-se continuamente.

As embalagens rígidas, metálicas, plásticas ou de vidro, que acondicionam as formulações dos pesticidas químicos, devem ser submetidas à tríplice lavagem, isto é, enxaguadas três vezes logo após o esvaziamento da embalagem e as águas de lavagem despejadas no tanque do pulverizador. Uma alternativa é a lavagem sobre pressão. Desta forma, os resíduos deixados são bastante inferiores àqueles decorrentes do uso de técnicas de lavagem incorretas.

## 6. Questionário

- 1) Quais as principais fontes de pesticidas nas águas naturais?
- 2) Quais as implicações da presença de defensivos agrícolas nas águas naturais?
- 3) Como são classificados os agrotóxicos sob o ponto de vista da: a) composição química; b) ação tóxica e c) aplicação?
- 4) Que alternativas são disponíveis para que seja evitado o controle de pragas na agricultura através de substâncias químicas?

## 7. Referências Bibliográficas

1. MINISTÉRIO DA SAÚDE – BRASIL, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, “Manual de Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos”. Brasília, Organização Panamericana de Saúde, 1997.
2. MORAES, C.M.P. *et al.*, “Agrotóxicos”. Trabalho apresentado na disciplina Qualidade Ambiental I do Curso de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, 1999.
3. ROCHA, A.A., “Ciências do Ambiente, Saneamento, Saúde Pública”. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental. 254p. São Paulo, 1982.
4. WORLD HEALTH ORGANIZATION, “Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture”. Geneva, 1990.

**QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA – AULA 13**

- 1) Com relação às técnicas gerais para a minimização da contaminação das águas por defensivos agrícolas, assinale a alternativa incorreta:
  - a) Plantio em curvas de nível
  - b) Afastamento das plantações das águas naturais
  - c) Lavagem tríplice de embalagens e retorno das águas de lavagem ao tanque pulverizador
  - d) Rotatividade das culturas, para evitar a incidência de pragas
  - e) Construção de sistema de infiltração no terreno das águas drenadas em áreas agrícolas
  
- 2) Dentre os inseticidas orgânicos, o grupo que apresenta menor toxicidade é o dos:
  - a) Clorados
  - b) Fosforados
  - c) Clorofosforados
  - d) Carbamatos
  - e) Piretrinas
  
- 3) A técnica mais usual para a determinação da concentração de pesticidas em água envolve:
  - a) Espectrofotometria de absorção atômica
  - b) Cromatografia gasosa
  - c) Extração com solvente
  - d) Espectrofotometria UV-Visível
  - e) Titulometria
  
- 4) O controle preventivo das descargas de pesticidas nas águas é preferível ao corretivo, pois:
  - a) Trata-se de carga difusa e a sua remoção da água só é possível mediante processos especiais de tratamento para uso no abastecimento público
  - b) Trata-se de carga concentrada, prejudicando os ecossistemas aquáticos anteriormente aos problemas trazidos para a saúde pública
  - c) Trata-se de carga difusa e é recomendável tratar estes efluentes antes da descarga nas águas naturais
  - d) Trata-se de carga concentrada e uma única dose pode trazer problemas irreversíveis para o ecossistema aquático e para a saúde pública
  - f) Trata-se de carga difusa e ocorrem efeitos sinérgicos à medida que os pesticidas reagem na água com outros compostos orgânicos naturais formando substâncias ainda mais tóxicas.

**QUADRO DE RESPOSTAS – AULA 13**

Nº	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				
Valor	2.5	2.5	2.5	2.5