

# A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente

Priscila Pauly Ribas<sup>1</sup>

Aida Terezinha Santos Matsumura<sup>2</sup>

## Resumo

Os agrotóxicos são produtos químicos capazes de controlar pragas (animais e vegetais) e doenças em plantas. Com o processo de automação da produção agrícola, nas décadas de 1960-1970, os agrotóxicos passaram a ser amplamente utilizados no Brasil. As propriedades físico-químicas desses produtos, bem como a frequência de uso, modo de aplicação, características bióticas e abióticas do ambiente e condições climáticas podem determinar o seu destino no ambiente. Essas características definem o espectro de impactos no meio ambiente e na saúde humana causados pelos agrotóxicos. Os impactos na saúde humana são agudos ou crônicos, principalmente nos processos neurológicos, reprodutivos e respiratórios. No meio ambiente, os agrotóxicos têm trazido uma série de transtornos e modificações, atingindo a biota, água, solo entre outros ecossistemas. A conscientização dos produtores para novas formas de controle mais limpas é a garantia do desenvolvimento da agricultura de uma forma sustentável, sem agredir a saúde e o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Contaminação. Impactos ambientais.

## Abstract

*Agrotoxics are chemical products used to control plagues (animal and vegetable) and plant diseases. Due to the process of automation occurred in the agriculture in 1960-1970, the agrotoxics began to be largely used in Brazil. Their physical-chemical proprieties, as well as the frequency of use, form of application, environmental biotic and abiotic characteristics and climatic conditions will determine their environmental destination. These variables will define the spectrum of environmental impacts and human health problems caused by the agrotoxics. The human health impacts might be acute or chronic, mainly upon neurological, reproductive and respiratory process. In the environment, the agrotoxics cause transformations and modifications in biota, water, soil and other ecosystems. To make farmworkers aware of alternatives to massive use of agrotoxics is the guarantee for an agriculture development more sustainable, without disorders in human health and in environment.*

**Keywords:** Agrotoxics. Contaminate. Environmental impact.

<sup>1</sup> Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia, mestranda em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: <prirbs@yahoo.com.br >

<sup>2</sup> Doutora em Ciências, Professora da Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: <aida@ufrgs.br >

Recebido em 29/05/09 e aceito em 31/07/2009.

## 1 Agrotóxicos: breve introdução

Agrotóxicos, defensivos químicos, pesticidas, praguicidas, remédios de planta e venenos, essas são algumas das inúmeras denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas (animais e vegetais) e doenças de plantas (FUNDACENTRO, 1998).

São aplicadas em florestas (nativas e plantadas), nos ambientes hídricos, urbanos e industriais e, em larga escala, na agricultura e pastagens para a pecuária. Podem ser classificadas como inseticidas (controle de insetos), fungicidas (controle de fungos), herbicidas (controle de plantas invasoras), desfolhantes (controle de folhas indesejadas), fumigantes (controle de bactérias do solo), rodenticidas ou raticidas (controle de roedores/ratos), nematicidas (controle de nematóides) e acaricidas (controle de ácaros).

Segundo a atual legislação, compete ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento realizar a avaliação de eficácia agrônômica, ao Ministério da Saúde de executar a avaliação e classificação toxicológica e ao Ministério do Meio Ambiente avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental (PERES; MOREIRA, 2003).

A avaliação e a classificação do potencial de periculosidade ambiental de um agrotóxico são baseadas em estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos. Dessa forma um agrotóxico pode ser classificado quanto à periculosidade ambiental, em classes que variam de I a IV: produtos altamente perigosos ao meio ambiente (Classe I), produtos muito peri-

gosos ao meio ambiente (Classe II), produtos perigosos ao meio ambiente (Classe III) e produtos pouco perigosos ao meio ambiente (Classe IV).

A classificação dos agrotóxicos em função dos efeitos à saúde, decorrentes da exposição humana a esses agentes, pode resultar em diferentes classes toxicológicas, sumarizadas na tabela 1. Essa classificação obedece a testes ou estudos realizados em laboratório que tentam estabelecer a dosagem letal (DL) do agrotóxico em 50% dos animais utilizados naquela concentração.

Mais extensa do que a lista das denominações e classificações que os agrotóxicos recebem é a lista dos impactos gerados por eles na saúde humana e no meio ambiente. Para expor ao conhecimento geral resultados sobre os efeitos dos agrotóxicos, este trabalho tem como objetivo principal, reunir dados relativos à aplicação desses produtos no Brasil e sobre os impactos provocados à saúde e ao meio ambiente.

## 2 Utilização de agrotóxicos no Brasil

A partir da década de 50, quando se iniciou a chamada “Revolução Verde”, foi possível observarem-se profundas mudanças no processo tradicional da produção agrícola, bem como nos impactos dessa atividade sobre o ambiente e a saúde humana. Novas tecnologias, muitas delas baseadas no uso extensivo de agentes químicos, foram disponibilizadas aos agricultores aumentando a produtividade através do controle de doenças e proteção contra insetos e outras pragas.

Tabela 1 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos à saúde humana

| Classe toxicológica | Toxicidade          | DL50                   | Faixa colorida |
|---------------------|---------------------|------------------------|----------------|
| I                   | Extremamente tóxico | ≤ 5 mg/kg              | Vermelha       |
| II                  | Altamente tóxico    | Entre 5 e 50 mg/kg     | Amarela        |
| III                 | Mediamente tóxico   | Entre 50 e 500 mg/kg   | Azul           |
| IV                  | Pouco tóxico        | Entre 500 e 5000 mg/kg | Verde          |
| -                   | Muito pouco tóxico  | Acima de 5000 mg/kg    | -              |

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, *apud* PERES, 1999

No Brasil, o processo de automação das lavouras teve origem no período de 1960-1970, com o implemento de maquinário e utilização de produtos químicos no processo de produção, motivado pela criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), que vinculava a concessão de empréstimos aos produtores à fixação de um percentual a ser gasto com agrotóxicos, o que, na época, era símbolo da modernização no campo (PERES, 1999).

Através da difusão dessas tecnologias no campo, não se pode negar o crescimento, em termos de produtividade (MOREIRA *et al.*, 2002). Entretanto, essa facilidade de acesso às novas tecnologias não teve o amparo necessário para a qualificação dos trabalhadores, sobretudo em países em desenvolvimento, expondo as comunidades rurais a um conjunto de riscos, dos quais muitos ainda desconhecidos, gerados pelo uso extensivo de diversas substâncias químicas perigosas. Além disso, a mudança que ocorreu no processo de produção pode ser responsável por problemas de ordem social, como a exclusão e marginalização dos trabalhadores rurais que não têm acesso às novas tecnologias (PERES, 2001).

O mercado global investe cerca de US\$ 28 bilhões em defensivos agrícolas. No Brasil, este valor corresponde a US\$ 7 bilhões anualmente, sendo que 38,9% dos agrotóxicos são utilizados na Região Sul (ANVISA, 2009a, ALVES FILHO, 2002). De acordo com o Sindag *apud* ANVISA (2002), em 2001, o Brasil consumiu 328.413 toneladas de agrotóxicos. Considerando o consumo dos dez principais países consumidores desses produtos (que representam 70% do mercado mundial), desde o ano de 2008, o Brasil aparece liderando o ranking (AGÊNCIA CÂMARA, 2009, ANVISA, 2009b).

Existem, somente no Brasil, 33 fabricantes de produtos técnicos, sete grandes indústrias (multinacionais) produtoras de agrotóxicos, com 475 princípios ativos divididos em 537 produtos comerciais (MENTEM, 2008). Dentro desse contexto, o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas registrou, no ano de 2007, aproximadamente 10 mil ca-

sos de intoxicações por agrotóxicos (SINITOX, 2009). O Ministério da Saúde estima que, para cada caso notificado, existam hoje outros 50 não notificados, o que elevaria esse número para aproximadamente 500 mil casos (PERES; MOREIRA, 2003).

### 3 Agrotóxicos: destinação no ambiente

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, bem como a quantidade e a frequência de uso, métodos de aplicação, características bióticas e abióticas do ambiente e as condições meteorológicas determinarão qual será o destino dos pesticidas no ambiente (KLINGMAN; ASHTON; NOORDHOFF, 1982). Essas condições variam de acordo com o produto e com os fatores relacionados à sua aplicação, por isso não podemos prever um modelo para o comportamento destes pesticidas nem sua interação com o ambiente. Entretanto, alguns processos são conhecidos e descritos para diferentes produtos, tais como retenção, transformação e transporte. Esses processos podem prever como o produto se comportará interagindo com as partículas do solo e com outros componentes, com sua velocidade de evaporação, solubilidade em água e bioacumulação (figura 1).

Esses processos também podem ser analisados na tabela 2, relacionando os processos de transferência e degradação que controlam a dinâmica e o destino de pesticidas no meio ambiente.

A persistência de pesticidas no solo depende da eficiência dos processos físicos de transformação citados, sabe-se que alguns fungicidas inorgânicos, como os cúpricos, podem persistir no ambiente por décadas. No entanto, a maioria dos fungicidas orgânicos tem meia-vida curta, apesar de os produtos de sua decomposição poderem persistir por longo tempo. Por exemplo, o tiofanato metílico é convertido em carbendazim no solo, mas o último persiste por meses. Os hidrocarbonetos aromáticos, como PCNB (pentacloronitrobenzeno), podem persistir no solo por vários anos (MIZUBUTI; MAFFIA, 2006).

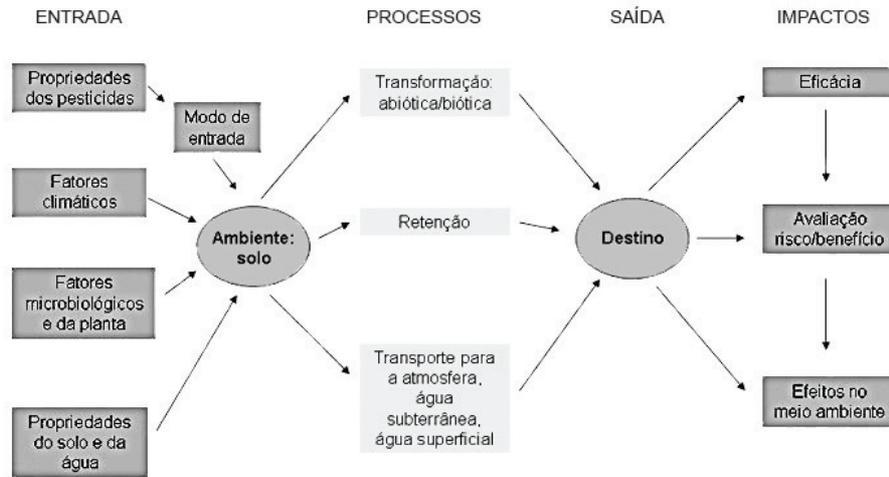


Figura 1 – Modelo conceitual de fatores e processos que governam o destino de pesticidas no solo e como o destino desses pesticidas afeta a sua eficácia e o impacto ambiental (CHENG, 1990, modificado)

Tabela 2 – Dinâmica/destino de agrotóxicos no ambiente

| Processo   | Consequência   | Fatores  |
|--|--|--|
| <b>Transferência (processo que realoca a molécula sem alterar sua estrutura)</b> |  |  |
| Deriva física  | Movimento pela ação do vento   | Velocidade do vento, tamanho das gotas   |
| Volatilização  | Perda por evaporação do solo, da planta ou do ecossistema aquático       | Pressão de vapor, velocidade do vento, temperatura   |
| Adsorção   | Remoção pela interação com plantas, solo e sedimento                     | Conteúdo mineral e matéria orgânica, tipo de mineral, umidade  |
| Absorção   | Absorção pelas raízes ou ingestão animal                                 | Transporte pela membrana celular, tempo de contato, suscetibilidade  |
| Lixiviação   | Translocação lateral e vertical através do solo                          | Conteúdo de água, macroporos, textura do solo, quantidade do mineral e conteúdo de matéria orgânica          |
| Erosão   | Movimento pela ação da água ou do vento                                  | Chuva, velocidade do vento, tamanho das partículas do mineral e da matéria orgânica com moléculas adsorvidas |
| <b>Degradação (processo que altera a estrutura química)</b>                      |  |  |
| Fotoquímica  | Quebra da molécula devido a absorção de luz solar                        | Estrutura química, intensidade e duração da luz solar, exposição   |
| Microbiana   | Degradação microbiana  | Fatores ambientais (pH, umidade, temperatura), condições de nutriente, conteúdo de matéria orgânica          |
| Química  | Alteração por processos químicos como hidrólise e reações de oxi-redução | Alto ou baixo pH e fatores ambientais  |
| Metabolismo  | Transformação química após absorção pelas plantas e animais              | Capacidade de ser absorvido, ser metabolizado e interagir com organismos                                     |

Fonte: PIERZYNSKI; SIMS; VANCE, 1994

#### 4 Agrotóxicos: saúde humana

Como visto, os agrotóxicos são produzidos a partir de diferentes substâncias químicas, desenvolvidos para matar, exterminar,

combater ou impedir o desenvolvimento (já que alguns atuam sobre processos específicos) de diferentes organismos considerados prejudi-

ciais às culturas implantadas no sistema agrícola mundial. Assim, por sua forma de ação, por atuarem sobre processos vitais, esses produtos têm ação sobre a constituição física e saúde do ser humano (EPA, 1985).

Os efeitos sobre a saúde podem ser de dois tipos: 1) efeitos agudos, ou aqueles que resultam da exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos, capazes de causar dano efetivo aparente em um período de 24 horas; 2) efeitos crônicos, ou aqueles que resultam de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos. Na tabela 3, apresenta-se um sumário dos principais efeitos agudos e crônicos causados pela exposição aos principais agrotóxicos disponíveis de acordo com a praga que controlam e ao grupo químico a que pertencem.

Dentre todos os casos de impactos sobre organismos específicos, os seres humanos são

os mais afetados, pois a contaminação de águas e solo, bem como o impacto direto na biodiversidade interferem diretamente na qualidade de vida humana. Também existem resíduos presentes nos alimentos e na água potável, fatores que podem tornar-se carcinogênicos. Existem diversos relatos de doenças e óbitos causados por pesticidas, Edwards (1993) numera cerca de 20 mil mortes/ano. No Brasil, a segunda principal causa de intoxicação é por agrotóxicos, depois de medicamentos, entretanto, a morte dos intoxicados ocorre com maior incidência entre os que tiveram contato com agrotóxicos (ANVISA, 2009b).

Produtores e aplicadores também estão diretamente expostos à contaminação por pesticidas. A exposição acidental a esses químicos é muito comum, e o número de casos é bem maior do que o relatado, já que muitos acidentes não são notificados. Casos de de-

Tabela 3 – Efeitos da exposição aos agrotóxicos

| Classificação | Grupo químico                   | Intoxicação aguda  | Intoxicação crônica   |
|---------------|---------------------------------|--|---|
| INSETICIDAS   | Organofosforados e carbamatos   | Fraqueza<br>Cólica abdominal<br>Vômito<br>Espasmos musculares<br>Convulsão | Efeitos neurológicos retardados<br>Alterações cromossomais<br>Dermatites de contato |
|               | Organoclorados                  | Náusea<br>Vômito<br>Contrações musculares involuntárias                    | Arritmias cardíacas<br>Lesões renais<br>Neuropatias periféricas                     |
|               | Piretróides sintéticos          | Irritação das conjuntivas<br>Espirros<br>Excitação<br>Convulsão            | Alergias<br>Asma brônquica<br>Irritação das mucosas<br>Hipersensibilidade           |
| FUNGICIDAS    | Ditiocarbamatos                 | Tonteira<br>Vômito<br>Tremores musculares<br>Dor de cabeça                 | Alergias respiratórias<br>Dermatites<br>Doença de Parkinson<br>Cânceres             |
|               | Fentalamidas                    | -  | Teratogênese  |
|               | Dinitrofenóis e pentaclorofenol | Dificuldade respiratória<br>Hipertermia<br>Convulsão                       | Cânceres<br>Cloroacnes  |
| HERBICIDAS    | Fenoxiacéticos                  | Perda de apetite<br>Enjôo<br>Vômito<br>Fasciculação muscular               | Indução da produção de enzimas hepáticas<br>Cânceres<br>Teratogênese                |
|               | Dipiridilos                     | Sangramento nasal<br>Fraqueza<br>Desmaio<br>Conjuntivites                  | Lesões hepáticas<br>Dermatites de contato<br>Fibrose pulmonar                       |

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud PERES, 1999

sastres em grandes proporções são relatados como o de Bhopal, na Índia, onde houve entre 2000 a 5000 mortes e 50 mil feridos devido à exposição ao isocianato (NUVEM, 1984); na Itália ocorreu um acidente com TCDD (tetraclorodibenzo-dioxina), 32 mil pessoas foram afetadas e 459 pessoas morreram; ainda há o registro de 6070 casos de doença causados pela ingestão de grãos contaminados com pesticidas (HAYES; LAWES, 1991).

Um exemplo da contaminação de aplicadores que, normalmente, não têm nenhuma informação sobre o uso de equipamentos de proteção individual é relatado por Araújo, Nogueira e Augusto (2000) na cultura de tomate de mesa, na região de Vale do São Francisco e no município de Camocim de São Félix, localizados no agreste de Pernambuco. Muitos aplicadores de pesticidas dessas regiões apresentaram sintomas esperados para o grupo de risco e pouquíssimos (apenas três no Vale do São Francisco) realizavam exames periódicos de saúde. No município de Camocim de São Félix 13,2% dos trabalhadores já sofreram algum tipo de intoxicação, e dos 159 entrevistados, 45 sentem-se mal durante a aplicação do produto. Entre as mulheres entrevistadas, 70,6% relatou a perda de fetos e 39,4% revelou ter perdido filhos com menos de um ano de vida.

Também relacionado à produção de tomates, Ferreira *et al.* (2006) demonstraram

que 58,6% das amostras provenientes da produção de tomate de mesa do município de Paty do Alferes, RJ estavam impróprias para o consumo, contendo resíduos de inseticidas organofosforados metamidofós e a presença ilegal do organoclorado endosulfan, violando os valores estabelecidos para resíduos na legislação brasileira de resíduos tóxicos.

## 5 Agrotóxicos e meio ambiente

O aumento considerável no volume de agrotóxicos aplicados tem trazido uma série de transtornos e modificações para o ambiente, tanto pela contaminação das comunidades de seres vivos que o compõe, quanto pela sua acumulação nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema (biota, água, ar, solo, etc.).

Um dos efeitos indesejáveis provocado pelos agrotóxicos é a contaminação de espécies não-alvo, ou seja, espécies que não interferem no processo de produção. A tabela 4 apresenta o grau de toxicidade e persistência (variando de 1 a 5) nos principais grupos de animais atingidos pela contaminação ambiental por agrotóxicos, exceto humanos.

Os recursos hídricos agem como integradores de todos os processos biogeoquímicos em qualquer região, assim, superficiais ou subterrâneos, são os principais destinos de pesticidas, principalmente quando aplicados na agricultura. A preocupação com a contami-

Tabela 4 – Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos (escala 1 a 5)

| Agrotóxicos                                   | Toxicidade |        |      |         | Persistência no ambiente |
|---|------------|--------|------|---------|--------------------------|
|   | Mamíferos  | Peixes | Aves | Insetos |                          |
| Permetrina (piretróide)                       | 2          | 4      | 2    | 5       | 2                        |
| DDT (organoclorado)                           | 3          | 4      | 2    | 2       | 5                        |
| Lindano (organoclorado)                       | 3          | 3      | 2    | 4       | 4                        |
| Etil-paration (organofosforado)               | 5          | 2      | 5    | 5       | 2                        |
| Malation (organofosforado)                    | 2          | 2      | 1    | 4       | 1                        |
| Carbaril (carbamato)                          | 2          | 1      | 1    | 4       | 1                        |
| Metoprene (regulador de crescimento)          | 1          | 1      | 1    | 2       | 2                        |
| <i>Bacillus thuringensis</i> (microbiológico) | 1          | 1      | 1    | 1       | 1                        |

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, *apud* PERES, 1999

nação de recursos hídricos com pesticidas aumentou a partir do ano de 1979, quando os primeiros traços de contaminação foram detectados nos EUA. Ribeiro, Lourencetti, Pereira e Marchi, (2007) relatam que, mesmo em concentrações baixas, são encontrados resíduos de pesticidas em amostras de água subterrânea em países como Grã-Bretanha, Alemanha, Estados Unidos, Grécia, Bulgária, Espanha, Portugal e Brasil. De maneira geral, a contaminação dos ambientes aquáticos no Brasil por resíduos de agrotóxicos pode ser considerada como moderada, salvo exceções em áreas altamente poluídas e é comparativamente menor que a presente nos países do hemisfério norte.

No solo, a preocupação com a contaminação é referente à interferência desses princípios ativos em processos biológicos responsáveis pela oferta de nutrientes. São consideráveis as alterações sofridas na degradação da matéria orgânica, através da inativação e morte de microrganismos e invertebrados que se desenvolvem no solo. A ciclagem de nutrientes pode ser afetada quando, por exemplo, o princípio ativo persistente no solo interfere no desenvolvimento de bactérias fixadoras de nitrogênio, responsáveis pela disponibilização desse mineral às plantas (EDWARDS, 1989). A respiração do solo é um parâmetro utilizado para se observar a atividade geral dos microrganismos e pode ser utilizada como ferramenta para verificar a os efeitos dos agrotóxicos sobre diferentes populações de microrganismos (FERREIRA *et al*, 2006).

## 6 Conscientização: perspectivas

É possível perceber que os efeitos provocados pela utilização, sem planejamento, de agrotóxicos, principalmente na agricultura é uma prática altamente impactante que gera problemas ambientais e de saúde pública, muitas vezes de forma irremediável. Ainda não conseguimos conscientizar a população como um todo da necessidade de reduzirmos a utilização desses produtos como forma de garantia de sustentabilidade da agricultura.

Já existem programas visando à redução no número de aplicações e no desperdício do produto aplicado. Por exemplo, uma simples modificação no pulverizador pode reduzir a exposição dérmica de um trabalhador aplicando agrotóxicos em tomate de 1865 mL/h para 167mL/h (MACHADO NETO; MATUO; MATUO, 1998). Além disso, a fiscalização de todo o ciclo de vida destes produtos, desde as matérias-primas até o descarte, poderiam reduzir os impactos ambientais e, se conduzidas de forma segura, também os problemas relacionados à contaminação humana (trabalhadores da produção, trabalhadores rurais e consumidores). Outro fator importante para um futuro menos agressivo é o incentivo à produção mais limpa, como a produção orgânica, o manejo integrado e a utilização de agentes de controle biológico para a redução de danos no campo.

Com a educação do produtor rural, mostrando a gravidade da utilização sem controle de agrotóxicos, a existência de outras formas de controle mais limpas e eficientes, bem como diferentes formas de agregar valor ao seu produto, pode-se pensar em uma agricultura mais sustentável, que mantenha os níveis de produtividade, garantindo alimentação para a população, sem elevar os níveis de contaminação ambiental nem prejudicar a saúde humana.

## 7 Considerações finais

Os efeitos dos pesticidas podem ser sentidos no ambiente das mais diversas formas. Os efeitos mais marcantes são relacionados à saúde humana, sendo responsáveis por mais de 20 mil mortes não intencionais por ano, com intoxicações agudas ou crônicas causando abortos, má formação de fetos, câncer, dermatose entre outras doenças. Transtornos psiquiátricos também passaram a ser atribuídos ao uso de agrotóxicos, como foi constatado por Faria, Facchini, Fassa e Tomasi (1999).

A biodiversidade também é afetada, como exemplo, a utilização do fungicida Captan reduz a população de fungos (não

apenas o patógeno alvo), enquanto Dalapon reduz a população de bactérias no solo (MADHUN; FREED, 1990).

Efeitos diretos sobre a estrutura e fertilidade do solo não são comprovados, mas existem efeitos indiretos que podem ser relacionados ao uso de pesticidas, entretanto são difíceis de serem avaliados e quantificados através dos processos biológicos do solo.

O movimento de pesticidas para águas superficiais e subterrâneas está bem documentado, inclusive, há relatos de contaminação de água potável, o que, junto com contaminação de alimentos pelos resíduos de pesticidas, torna o homem o alvo mais sensível aos impactos do uso de pesticidas, fato que pode ser observado através das doenças e mortes daí decorrentes.

Esses fatos, entre outros, nos levam a pensar sobre a diversidade e complexidade dos impactos provocados pelo uso de agentes químicos, principalmente quando se trata da utilização ilícita de pesticidas altamente tóxicos proibidos. Por isso, é necessário que haja conscientização do produtor rural ao utilizar práticas de manejo que reduzam a quantidade de pesticidas utilizados, para que também os impactos provocados sejam minimizados.

Para que o uso de agrotóxicos ocorra de forma consciente e responsável, o Brasil vem trabalhando dentro de uma agenda básica de racionalização que engloba ações como o desenvolvimento do “Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos”, no qual autoridades com o poder de arbítrio e regulamentação do uso de agrotóxicos estabelecem um protocolo de ações para minimização dos impactos ambientais. Além disso, diferentes formas de incentivo aos trabalhadores rurais, conscientes dessa responsabilidade, poderiam ser aplicadas, tanto por parte do Governo Federal como dos Estados e Municípios produtores, já que o fato de reduzir a aplicação dos produtos tóxicos diminuiria também a contaminação local. O desenvolvimento de diferentes formas de manejo integrado, bem como a regulamentação e comercialização de produtos biológicos são saídas para que essa atitude seja tomada.

## Referências

AGÊNCIA CÂMARA. Anvisa: Brasil admite agrotóxicos proibidos em outros países. *JusBrasil Notícias*, Publicado em 30 de abril de 2009. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/politica/259929/anvisa>>

ALVES FILHO, J. P. *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. São Paulo, SP: Annablume; Fapesp, 2002. Disponível em: <<http://books.google.com/books>>

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos: relatório anual 04/06/2001 – 30/06/2002*. Brasília, DF 2002.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Reavaliação dos agrotóxicos: 10 anos de proteção a população*. Brasília, DF. Publicado em 2 de abril 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias>>

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Divulgado o monitoramento de agrotóxicos em alimentos*. Brasília, DF. Publicado em 15 de abril de 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias>>

ARAÚJO, A.C.P.; NOGUEIRA, D.P.; AUGUSTO, L.G.S. Impactos dos praguicidas na saúde: estudo da cultura do tomate. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, SP, v. 34, n. 3, p. 309-313, 2000.

CHENG, H.H. Pesticides in the soil environment. In: CHENG, H.H., (Ed). *Pesticides in the soil environment: process, impacts, and modeling*. Madison: Soil Science Society of America, 1990, p. 1-5.

EDWARDS, C.A. Impact of herbicides on soil ecosystems. *Critical Reviews in Plant Science*, London, v. 8, p. 221-257, 1989.

EDWARDS, C.A. The impact of pesticides on the environment. In: PIMENTEL, D.; LEHMAN, H. (Ed.). *The pesticide question: environment, economics and ethics*. London: Chapman and Hall, 1993, p. 13-46.

- EPA, Environmental Protection Agency. **Pesticide safety for farmworkers**. Washington DC: United States Environmental Agency, Office of Pesticide Programs, 1985.
- FARIA, N.M.X.; FACCHINI, L.A.; FASSA, A.G.; TOMASI, E. Estudo transversal sobre a saúde mental de agricultores da Serra Gaúcha (Brasil). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo. SP, v. 33, n. 4, p. 391-400, 1999.
- FERREIRA, A.P.; CUNHA, C.L.N.; WERME-LINGER, E.D.; SOUZA, M.B.; LENZI, M.F.; MESQUITA, C.M.; JORGE, L.C. Impactos de pesticidas na atividade microbiana do solo e sobre a saúde dos agricultores. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 32, n. 2, p. 309-321, 2006.
- FUNDACENTRO. **Prevenção de acidentes no trabalho com agrotóxicos**: segurança e saúde no trabalho, n. 3. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Ministério do Trabalho, 1998.
- HAYES, W.J.JR.; LAWES, E.R. **Handbook of pesticide toxicology**. New York: Academic Press, 1991. 3v.
- KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M.; NOORDHOFF, L.J. **Weed Science**: principles and practices. 2. ed. New York: John Wiley, 1982. 449p.
- MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T.; MATUO, Y.K. Efficiency of safety measures applied to a manual knapsack sprayer for paraquat application to maize (*Zea mays* L.). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, Berlin, v.35, n. 4, p. 698-701, 1998.
- MADHUN, Y.A.; FREED, V.H. Impact of pesticide on environment. In: CHENG, H.H. ed. **Pesticides in soil environment**: processes, impacts, and modeling. Madison: Soil Science Society of America, p. 429-466, 1990.
- MENTEM, J.O. **Evolução do consumo de agrotóxicos no Brasil 2003-2007**: resumo com base em dados publicados pela ANDEF - Associação Nacional das Empresas de Defensivos Agrícolas. Publicado em outubro de 2008. Disponível em <[http://www.centroburnier.com.br/textos/pesquisas/2009/consumo\\_agrotoxicos\\_brasil\\_2003\\_2007.pdf](http://www.centroburnier.com.br/textos/pesquisas/2009/consumo_agrotoxicos_brasil_2003_2007.pdf)>
- MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A. Controle Químico: os fungicidas e o meio ambiente. In: MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A.(Ed.). **Introdução a Fitopatologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006, p. 146-147.
- MOREIRA, J.C. *et al.*. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 7/2, p. 299-311, 2002.
- NUVEM de morte dentro da noite indiana. **Arquivo Veja**, Publicado em 12 de dezembro 1984. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/arquivo\\_veja](http://veja.abril.com.br/arquivo_veja)>
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, OPAS. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, Organização Pan-americana da Saúde/OMS, 1997, 72p. Disponível em <http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/livro2.pdf>
- PERES, F. **É veneno ou é remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1999.
- PERES, F. Comunicação relacionada ao uso de agrotóxicos em uma região agrícola do Estado do Rio de Janeiro. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 64-70, 2001.
- PERES, F.; MOREIRA, J.C. (org.). **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003. 384p.
- PIERZYNSKI, G.M.; SIMS, J.T.; VANCE, G.F. Organic chemicals in the environment. In: PIERZYNSKI, G.M.; SIMS, J.T.; VANCE, G.F. ed. **Soils and environmental quality**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994, p. 185-215.
- RIBEIRO, M.L.; LOURENCETTI, C.; PEREIRA, S.Y.; MARCHI, M.R.R. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação

preliminar. *Química Nova*, São Paulo, SP, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

SINITOX, Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. *Evolução dos casos registrados de intoxicação humana por agente tóxico, Brasil 2007*. Publicado em 2009.

Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/sinitox\\_novo](http://www.fiocruz.br/sinitox_novo)>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WHO. *Public health impact of pesticides used in agriculture*. Genebra: World Health Organization, 1990.