

Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos

Health and food safety:
the pesticides issue

Ilona Maria de Brito Sá Stoppelli ¹

Cláudio Picanço Magalhães ²

Abstract *The modern agriculture introduced besides new techniques, equipments and a higher number of agronomical researches, a diversity of new products, as pesticides and fertilizers. It also brought up changes in labor hours and working conditions, as well as risks linked to the new activities, that later reflected in health, especially for rural workers. World Health Organization believes that per year between 3 and 5 millions of people are intoxicated world wide and pesticide residue in food continues to preoccupy consumers that need more information about this theme. This article aims on gathering information about the theme and to support discussion among different social actors, also showing the Brazilian experience in health surveillance in its pathway to reach food security. Researches in Brazil and elsewhere were raised reporting occupational exposure and problems related to human and environmental health and data related to food analyses. Actions are suggested to minimize pesticide effect, for example the improvement on fiscalization over sales and use of these chemical products, changes in labels and safety equipments. The authors expect that the article may collaborate to preventive actions.*

Key words *Pesticides, Intoxication, Food, Environmental health*

Resumo *A agricultura moderna apresentou, além de novas técnicas, equipamentos e elevação do número de pesquisas agrônomicas, uma diversidade de insumos, como agrotóxicos e fertilizantes. Trouxe também mudanças nas cargas, modos de trabalho e riscos incorporados às novas atividades, que mais tarde passaram a se refletir na saúde, especialmente do trabalhador rural. A Organização Mundial da Saúde acredita que, anualmente, entre 3 e 5 milhões de pessoas sejam intoxicadas por agrotóxicos no mundo e resíduos destes produtos nos alimentos continuam a preocupar consumidores que carecem de informações. Este ensaio buscou reaver maiores informações sobre o tema na literatura existente, de forma a incentivar que o mesmo seja debatido por diferentes atores sociais, assim como mostrar a experiência brasileira na busca da segurança alimentar, no setor da vigilância à saúde. Foram levantadas pesquisas realizadas no país e no exterior que relatam situações de exposição ocupacional, problemas ligados à saúde humana e ambiental e dados referentes a análises de alimentos. São sugeridas diversas ações para minimizar os efeitos dos agrotóxicos, como uma maior fiscalização na comercialização e uso destes produtos químicos, simplificação dos rótulos nas embalagens e maior adequação dos equipamentos de proteção. Espera-se que o exposto possa colaborar com ações preventivas.*

Palavras-chave *Agrotóxicos, Intoxicação, Alimentos, Saúde ambiental*

¹ Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA), Departamento de Hidráulica e Saneamento/SHS, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Rua Pereira da Silva, 251/804 b2, Laranjeiras, 22221-140, Rio de Janeiro RJ. ilona@bol.com.br

² Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP e Faculdade JK, Brasília DF.

Introdução

Agrotóxicos, impactos negativos ao meio ambiente e riscos à saúde humana

A agricultura atual é caracterizada pelo uso de novas técnicas e equipamentos, elevação do número de pesquisas agronômicas e o uso de uma diversidade de insumos, como agrotóxicos e fertilizantes. Os agrotóxicos, também denominados de pesticidas ou praguicidas, são atualmente responsáveis pelo comércio de bilhões de dólares em todo o mundo (Moreira *et al.*, 2002). Foi durante a Segunda Guerra Mundial que ocorreu a produção, expansão e síntese de diversos compostos químicos, com propriedades antibióticas ou inseticidas.

A descoberta que o diclorodifeniltridoroetano (DDT) era capaz de evitar a contaminação por tifo e que os organoclorados tinham um grande potencial como pesticida promoveram uma dispersão destes compostos, sem nenhum controle, em diversos locais do mundo (Turusov *et al.*, 2002). A ação dos organoclorados como pesticida está baseada na neurotoxicidade a insetos, influenciando o balanço Na^+/K^+ ao longo da membrana nervosa. Estes pesticidas são comprados a um baixo custo e podem agir por vários anos.

O entusiasmo inicial do efeito pesticida dos organoclorados foi ao longo dos anos perdido, mediante a observação de que os insetos desenvolviam resistência a estes compostos. Sua resistência à biodegradação promovia o acúmulo no meio ambiente e experimentos com animais mostraram sua carcinogenicidade (Smith & Gangolli, 2002). Estes fatos promoveram a ação de diversos governos no sentido de banir ou restringir o uso de pesticidas.

A busca por agrotóxicos menos persistentes no meio ambiente e mais potentes em relação às pragas promoveu o uso dos organofosforados e carbamatos. A ação destes compostos se caracteriza por ser um potente inibidor irreversível da acetilcolinesterase, promovendo a fosforilação de um resíduo de serina no centro ativo da enzima (Sungur & Guven, 2001; Mileson *et al.*, 1998). Esta enzima é responsável pela trans formação da acetilcolina em colina, fazendo com que os impulsos nervosos não se interrompam entre as sinapses, levando a convulsões e morte do inseto (Corbett *et al.*, 1984). O largo uso destes compostos está relacionado com sua baixa permanência no ambiente.

Para a proteção contra doenças fúngicas, os benzimidazóis são compositos vastamente utili-

zados na pré e na pós-colheita. São instáveis a altas temperaturas e afetam o mecanismo de divisão celular do fungo (Thariss *et al.*, 1997).

No caso de contaminação humana, o DDT e outros organoclorados agem como neurotóxicos, como também na função endócrina. Por isso, indivíduos que contêm altas concentrações de Dieldrin no sangue, por exemplo, possuem maior quantidade do hormônio estimulador da tireóide – TSH, apresentando quadro de hipotireoidismo (Rathore *et al.*, 2002).

Estudos epidemiológicos de exposição ao DDT verificaram um aumento de câncer de mama em mulheres com altas taxas plasmáticas de DDE, um metabólito do DDT. Essa ação está relacionada com a ligação deste componente a receptores de estrógeno, mimetizando a ação deste hormônio (Jaga *et al.*, 2000). Outras ações causadas pelo efeito estrogênico de organoclorados incluem: diminuição da quantidade de sêmen e câncer de testículo nos homens; indução de anormalidades no ciclo menstrual e aborto espontâneo em mulheres; diminuição do peso ao nascer e alteração no amadurecimento sexual (Carlsen *et al.* *apud* Meyer *et al.*, 1999; Toft *et al.*, 2004).

Já que a acetilcolinesterase é também uma enzima presente em humanos, diversos casos de contaminação ocupacional por organofosforados têm sido relatados, sendo o envenenamento bastante letal (Sungur & Guven, 2001). Além disso, foi verificada a morte de crianças prematuras, quando mulheres foram expostas em longo prazo aos inibidores da acetilcolinesterase (Heeren *et al.*, 2003). A análise toxicológica dos fungicidas mostrou um potencial mutagênico e teratogênico em células de mamíferos e linfócitos humanos (Perocco *et al.*, 1997).

No meio ambiente o uso abusivo de agrotóxicos tem trazido com promettimentos relativos à contaminação do ar, solo, água e dos seres vivos, determinando a extinção de espécies de menor amplitude ecológica. Um estudo evidenciou a feminização das gônadas em sapos machos (presença de oócitos) nos Estados Unidos (Hayes *et al.*, 2002 *apud* Koifman & Hata-gima, 2003).

A acumulação de agrotóxicos ao longo da cadeia alimentar, a exemplo dos inseticidas organoclorados, leva a um fenômeno ecológico chamado debiomagnificação, que é o aumento das concentrações de uma determinada substância de acordo com o aumento do nível trófico (Bergon, 1990 *apud* Peres *et al.*, 2003). Um estudo conduzido em Clear Lake, Califórnia,

mostrou que a concentração de um metabólito de DDT, o DDD, foi de 0,02 ppm na água, 5,3 ppm no plâncton, 10 ppm em peixes pequenos herbívoros, 1.500 ppm em peixes carnívoros e 1.600 ppm em patos (Flint & Van Der Bosch, 1981 *apud* Peres *et al.*, 2003). Como alimentos de origem animal e vegetal são usados para o consumo humano, a análise da presença de resíduos de agrotóxicos que podem se acumular ao longo da cadeia alimentar é útil para a segurança no uso destes alimentos.

Quanto aos alimentos, muitos agrotóxicos repousam nas cascas das frutas e legumes. A grande maioria, no entanto, já age sistemicamente por toda a planta, inclusive nos frutos. A sanidade do alimento é um fator de qualidade que deve ser atestado por meio de certificação. As análises podem denunciar resíduos de agrotóxicos não autorizados para as culturas determinadas. O risco é que se o agrotóxico não está registrado para uma cultura específica, então seu limite de tolerância para tal é inexistente. Sem parâmetros, a classificação é inviável.

A comissão do Codex Alimentarius das Nações Unidas para a Agricultura e Alimento (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece o limite máximo de resíduos de pesticidas em diversos alimentos. Na Europa, o nível de resíduo de pesticidas em alimentos de origem animal e vegetal foi definido de acordo com o critério proposto pelo Conselho Europeu em 1997. Portanto, a análise da presença dos pesticidas em alimentos representa uma prática bastante comum nos países desenvolvidos e níveis cada vez menores têm sido tolerados.

Entretanto, Doll & Peto (*apud* Caldas & Souza, 2000) estimaram que 35% dos casos de câncer na população norte-americana tem origem na dieta, sendo os pesticidas presentes nos alimentos os maiores responsáveis.

No Brasil, a lei federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada por meio do decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, (antes regulamentada pelo decreto nº 98.816) no seu artigo 2º, inciso I, define agrotóxicos como produtos e componentes de processos físicos, químicos e biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas, ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos

considerados nocivos. Inclui também substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Essa definição exclui fertilizantes e químicos administrados a animais para estimular crescimento ou modificar comportamento reprodutivo (Fiocruz, 2001). O recolhimento e a destinação adequados das embalagens vazias tornou-se obrigação dos usuários, comerciantes e fabricantes, desde 6 de junho de 2000, quando da publicação da lei federal nº 9.974.

Compete ao Ministério da Agricultura e Abastecimento realizar a avaliação da eficácia agronômica dos agrotóxicos (produtos formulados); ao Ministério da Saúde executar a avaliação e classificação toxicológica; e ao Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama), avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental. A fiscalização nas vendas e no uso deve ser feita pelos órgãos estaduais, dentro das devidas competências (Peres *et al.*, 2003). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) busca acompanhar este processo e monitorar resíduos nos alimentos.

Quanto à praga que controlam, os agrotóxicos são classificados em inseticidas, fungicidas, herbicidas, desfolhantes, fumigantes, roenticidas e raticidas, moluscocidas, nematocidas e acaricidas. As classes toxicológicas são indicadas por meio das cores dos rótulos, sendo classe I – faixa vermelha (extremamente tóxico); classe II – faixa amarela (altamente tóxico); classe III – faixa azul (medianamente tóxico); e classe IV – faixa verde (pouco ou muito pouco tóxico). Existem cerca de 300 princípios ativos em duas mil formulações com efeitos diferentes no Brasil, classificados quanto à sua ação e ao grupo químico que pertencem (Fiocruz, 2001).

Este trabalho visa traçar um panorama da situação dos agrotóxicos no Brasil e no mundo, incluindo os métodos de análise, as estratégias de segurança alimentar e os riscos para a saúde do trabalhador.

Análises de resíduos de agrotóxicos nos alimentos

É muito dispendiosa a análise de resíduos de agrotóxicos em amostras ambientais ou de alimentos, principalmente quando o número de

contaminantes é elevado. Além de exigir a aplicação de técnicas elaboradas e onerosas, existe um número grande de agrotóxicos no comércio e há carência de dados dos produtos utilizados por lavoura, o que acaba por requerer o teste de vários padrões e diferentes metodologias analíticas (Faria, 2003).

A metodologia utilizada deve mensurar a presença de resíduos em baixos níveis e dar respostas inequívocas da identidade e quantidade do resíduo detectado (Sannino *et al.*, 2004). A análise inclui várias etapas como a extração, retirada de contaminantes interferentes, determinação do tipo de resíduos, confirmação e quantificação (Tadeo *et al.*, 2000).

Inicialmente os resíduos de pesticidas eram analisados por métodos colorimétricos e cromatográficos não muito sofisticados. A análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos pode ser efetuada atualmente utilizando-se de várias técnicas, através de métodos rápidos, em que limites mínimos são determinados. A evolução durante estes últimos cinco anos se deu pelo desenvolvimento de diversas áreas como a ciência da vida, a síntese de novos materiais, a engenharia de instrumentos, técnicas de extração e o desenvolvimento de *softwares* (Guiochon & Beaver, 2004).

Os métodos cromatográficos são os mais utilizados por apresentarem um alto grau de precisão e determinação de níveis na ordem de nanogramas. Muitos pesticidas são voláteis e estáveis termicamente. Estes são separados por cromatografia gasosa e detectada com métodos seletivos e sensíveis, como a detecção de captura de elétrons, detecção de nitrogênio-fósforo e espectrometria de massa (Sannino *et al.*, 2004).

Pesticidas não-voláteis termolábeis e altamente polares têm surgido, porém, nos últimos anos, incluindo carboxiamidas, quinazolininas, pirimidinas, tiazol, carbamatos, neonicotinoides e morfolina. Nestes casos, a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa é largamente utilizada. A técnica utilizando pressão atmosférica ionizante proporciona grande sensibilidade e seletividade. Técnicas utilizando equipamentos em seqüência, como a espectrometria de massa acoplada à ionização com eletrospray, têm demonstrado ser úteis na determinação de diferentes pesticidas, utilizando métodos simples de extração (Sannino *et al.*, 2004).

Contudo, os fatores limitantes do uso da cromatografia são o alto custo das análises e o

uso de solventes altamente poluentes. Técnicas menos onerosas e mais rápidas foram desenvolvidas nos últimos anos como alternativa aos métodos cromatográficos. O uso de biossensores para a determinação de organofosforados está baseado na inibição da acetilcolinesterase ou uso da enzima organofosforo hidrolase que produz ácido e álcool na presença do pesticida. O uso de plataformas computadorizadas para análise e preparação de amostras tem ganhado espaço, diminuindo o tempo de análise e o erro na manipulação das amostras (Wang *et al.*, 2004).

A limpeza dos biossensores, porém, é um fator limitante quando se deseja analisar amostras diferentes. Além disso, múltiplos compostos são capazes de inibir a enzima acetilcolinesterase, não sendo possível determinar com precisão o tipo de pesticida. Os imunoenaios representam também uma forma barata e mais sofisticada para análise de amostras ambientais e de alimentos. Esta detecção imunológica, baseada na adaptação de técnicas de ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) vem também crescendo nos últimos 15 anos. Uma vez produzidos os anticorpos específicos para os haptenos dos pesticidas, a técnica se torna rápida e bastante sensível (Belleville *et al.*, 2004).

A comparação de métodos de cromatografia gasosa e imunoenaios em amostras de solo, alimentos e urina contendo organofosforados mostrou uma grande relação nos resultados. Em alguns métodos imunológicos o limite de detecção do agrotóxico foi ainda menor do que os da cromatografia gasosa (Chuang *et al.*, 2004). O fator limitante das técnicas imunológicas é o aparecimento de reações cruzadas, nas quais os compostos com estruturas semelhantes podem reagir com um mesmo anticorpo, não sendo assim possível determinar com precisão o agrotóxico presente.

Para uma análise prévia de muitas amostras, os métodos imunológicos e o uso de biossensores apresentam uma vantagem para a análise de contaminantes em amostras de urina, solo e alimentos. Uma vez determinadas quais amostras estão contaminadas, pode-se partir para as técnicas cromatográficas.

Segurança alimentar no Brasil e no mundo

Diversos países têm implantado programas de análise de resíduos nos alimentos. Nos Estados

Unidos, numerosos programas de análises de resíduos têm sido implantados, podendo-se destacar o programa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o programa da Associação Nacional dos Alimentos Processados (NFPA) e o programa da Administração de Drogas e Alimentos (FDA). Este último, implantado em 1987 e responsável pela publicação de relatórios anuais, usa como índice tolerável de 0,1 a 50 partes por milhão (ppm), dependendo do tipo de pesticida. O último relatório, referente ao ano de 2002, analisou 6.766 amostras de leite, grãos, carnes, ovos, frutas e outros vegetais produzidos no mercado interno e amostras importadas (FDA, 2004). Dos grupos de amostras analisadas vindas do mercado interno, todas tinham resíduos de agrotóxicos, porém apenas os grupos de amostras de origem vegetal (grãos, frutas e vegetais) continham resíduos de agrotóxicos acima do nível tolerado. Já as amostras vindas do mercado externo apresentaram índices de contaminação acima do tolerado em amostras do grupo de vegetais e em amostras de peixe. A União Europeia possui trabalho similar de análise de alimentos. No ano de 2002 foram analisadas 4.600 amostras, em 15 países membros, quanto à presença de 170 tipos de agrotóxicos. O nível máximo de tolerância varia de 0,01 a 0,2 ppm, dependendo do tipo de resíduo de agrotóxico. Os resultados obtidos mostraram que 54% das amostras estavam livres de pesticidas, enquanto 37% apresentaram níveis residuais abaixo do limite tolerável. Cerca de 6% das amostras acusaram a presença de resíduos de agrotóxicos acima do nível permitido, sendo a maior incidência em frutas e verduras. O nível de resíduos detectados no último ano foi o maior se comparado com os índices de contaminação dos seis anos anteriores. Cerca de 21% das amostras contaminadas continham mais de um tipo de pesticida (European Commission, 2004).

A análise dos resíduos de agrotóxicos no Brasil vem passando por uma mudança significativa. Antes, o que era uma atividade acadêmica e se restringia a atitudes de alguns Estados, passou a fazer parte de um programa nacional de vigilância. O *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)* foi idealizado em 2001 com o objetivo de cumprir a legislação disposta no Decreto 4.074/02 e na Resolução – RDC nº 44/00. Os objetivos específicos do PARA são (1) analisar resíduos de agrotóxicos in natura; (2) verificar se os alimentos contami-

nados ultrapassam o limite máximo de resíduo (LMR); (3) verificar a presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados pela legislação em vigor; (4) rastrear possíveis problemas e subsidiar ações de fiscalização de vigilância sanitária; (5) melhorar a estimativa de exposição por meio da dieta, como parte da reavaliação dos agrotóxicos já registrados; (6) monitorar o uso de produtos agrotóxicos realizando um mapeamento de risco; (7) subsidiar com base científica e informações laboratoriais concretas as negociações internacionais, principalmente, no âmbito do Codex Alimentarius e do Mercosul; (8) fornecer subsídios ao Ministério da Agricultura que permitam orientar e fiscalizar os produtores na utilização dos agrotóxicos; e (9) disponibilizar informações à sociedade.

Durante o primeiro ano de atividade, o PARA analisou nove produtos: alface, banana, batata, cenoura, laranja, maçã, mamão, morango e tomate. Estes alimentos foram selecionados com base no consumo anual *per capita* em kg, nos sistemas de cultivo e de manejo de pragas das diferentes culturas e na disponibilidade destes alimentos no comércio dos diferentes Estados engajados no Programa. Os nove produtos foram analisados em relação à presença de 91 diferentes ingredientes ativos. Estes alimentos foram coletados no comércio das cidades de Belo Horizonte, Curitiba, Recife e São Paulo. Quatro laboratórios foram envolvidos na análise dos resíduos com o objetivo de garantir uma maior uniformidade dos resultados e padronização das análises. As determinações foram efetuadas em laboratórios pertencentes ao Sistema Único de Saúde (SUS), que demonstraram capacidade analítica. O Labtox, do Instituto Tecnológico de Pernambuco, foi o único não pertencente ao SUS selecionado por ser o único da região Norte e Nordeste com capacidade analítica instalada (Anvisa, 2003a).

Neste primeiro ano, as amostras de morango apresentaram o maior índice de contaminação, sendo determinada a presença dos ingredientes ativos Azoxistrobina, Captana, Diclórvo, Dicofol, Dimetoato, Ditiocarbamatos, Endosulfam, Fentiona, Forato, Iprodiona, Pirazofós, Procimidona, Procloraz, Tetradifona e Vinclozolina. Algumas vezes, cinco diferentes ingredientes ativos estavam presentes na mesma amostra. Um alto grau de contaminação foi também verificado em amostras de tomate, maçã e mamão. Dos alimentos analisados apenas a cenoura não indicou a presença de resíduos de agrotóxicos, enquanto no caso da la-

ranja, batata e banana os índices de contaminação foram baixos. No segundo ano de atividade, foram incluídas amostras colhidas nos Estados de Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Pará, Acre, Goiás, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Tocantins (Anvisa, 2003b). A análise das amostras mostrou uma diminuição drástica na presença de agrotóxicos em tomate, não sendo detectada nenhuma amostra contaminada. A cenoura continuou sem apresentar contaminação. Um aumento no índice de contaminação foi verificado em amostras de mamão e morango, onde houve aumento de 19,50% para 37,66%, no mamão, e um aumento de 46% para 54,44% no morango (Anvisa, 2004).

A atuação do PARA foi apenas de caráter informativo, levando a questão para o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária e ao Ibama, para medidas de controle e prevenção.

Os esforços do Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Anvisa e do Ibama vêm crescendo, inclusive com a disponibilidade do SIA, Sistema de Informação sobre Agrotóxicos, nos meios eletrônicos. Mas, é necessário o resgate da promoção à saúde e, neste sentido, a Saúde Ambiental, área de pesquisa em abertura no Brasil, parece constituir o melhor caminho para reencontrar, de forma efetiva, as idéias que norteiam as práticas preventivas relacionadas à saúde humana.

Contaminação ocupacional por agrotóxicos

Os agrotóxicos tornaram-se um problema em termos ambientais e de saúde. Mesmo com a existência de um Receituário Agrônomo, a fiscalização sobre as vendas e sobre a aplicação é deficitária. Produtos com preços atrativos também chegam de outros países por fronteiras e caminhos não tradicionais, os chamados “agrotóxicos piratas”. O trabalhador rural, muitas vezes por desconhecimento ou por falta de recursos, não utiliza os equipamentos de proteção individual (EPI's) no momento da preparação e utilização do produto químico. Estes aparelhos não são adequados ao clima e à carga laboral brasileira.

As principais vias de penetração no corpo do ser humano, em ordem crescente, são: por ingestão, pela respiração e por absorção dérmica. A penetração pela pele vai variar com a formulação em pregada, temperatura, umidade re-

lativa do ar, regiões do corpo (verso das mãos, pulsos, nuca, pés, axilas e virilhas absorvem mais), tempo de contato, existência de feridas etc (Garcia, 2001).

A intoxicação aguda é aquela na qual os sintomas surgem rapidamente algumas horas após a exposição excessiva, por curto período, a produtos altamente tóxicos. Pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave e os sinais e sintomas são nítidos e objetivos. A intoxicação crônica caracteriza-se por surgimento tardio, em meses ou anos, por exposição pequena ou moderada a produtos tóxicos ou a múltiplos produtos, acarretando danos irreversíveis, do tipo paralisias e neoplasias (Peres, 1999).

A Organização Mundial da Saúde – OMS – estima que 70% das intoxicações agudas por exposição ocupacional são causadas por inseticidas organofosforados (Garcia, 2001). Os comprometimentos à saúde com o contato continuado aos agrotóxicos podem variar intensamente, dependendo de características do indivíduo, como, por exemplo, estado nutricional, idade e sexo. Contudo são genericamente denominados: (1) intoxicação aguda, sendo caracterizada por fraqueza, vômitos, náuseas, convulsões, contrações musculares, dores de cabeça, dificuldade respiratória, sangramento nasal, desmaio; (2) intoxicação crônica, acarretando dermatites de contato, lesões renais e hepáticas, efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossômicas, Doença de Parkinson, cânceres e teratogêneses (Wilson & Otsuki, 2004).

O estabelecimento da relação entre o surgimento de câncer entre os trabalhadores e o manuseio de agrotóxicos é dificultado pelo desconhecimento da duração do tempo à exposição e dos produtos utilizados. Soma-se a isto o fato da ausência de um registro de base populacional rural nacional e situações outras, como as migrações e exposições ambientais ao sol e à fumaça de queimadas.

Algumas substâncias de ação sobre o sistema endócrino de larga distribuição no ambiente por meio dos agrotóxicos estão contidas em herbicidas como o 2,4-D e a Atrazina; fungicidas como o Hexaclorobenzeno e o Maneb; e inseticidas como o Dieldrin, Mirex e Paration, possíveis disruptores endócrinos, ao passo que suas moléculas poderiam mimetizar hormônios humanos, assumindo ou aniquilando o papel que seria desempenhado por estes (Meyer *et al.* 1999). Foi descrita por Koifman & Meyer (2002) a ocorrência de taxas elevadas de infertilidade e câncer de testículo (hormônio-

dependente) em municípios com níveis altos de produção agrícola nos Estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul.

Um estudo realizado com 101 trabalhadores rurais e crianças moradores da Microrregião do Córrego de São Lourenço, Nova Friburgo-RJ, analisou o grau de contaminação por agrotóxicos, fatores socioeconômicos e de comunicação da população. Foram relatados por 98% dos trabalhadores e 78% das crianças os contatos do agrotóxico com a pele durante os momentos de aplicação, sendo que apenas a metade deles recebeu algum tipo de treinamento para a manipulação dos agrotóxicos. Além disso, os trabalhadores relataram a dificuldade de entendimento das informações de segurança e figuras contidas nos rótulos dos produtos. Em relação ao índice de contaminação, 31 apresentaram sintomas típicos de contaminação, sendo uma aguda e os outros, crônica (Moreira *et al.*, 2002). Um outro estudo realizado na serra gaúcha com trabalhadores rurais mostrou que 75% usavam agrotóxicos em suas atividades, verificando-se uma alta incidência de doença mental (Faria, 2000). O autor relaciona a prevalência desta doença com a exposição aos organofosfatados.

Brega *et al.* (1998) investigaram 24 trabalhadores expostos a pesticidas, nos quais foram executados exames clínicos e testes citogenéticos e toxicológicos. Dez indivíduos não expostos foram usados como controles. Dosagens toxicológicas de cobre, zinco, manganês, dosagem de enzimas hepáticas e atividade da acetilcolinesterase foram executadas nos 16 trabalhadores e 8 controles. Nos trabalhadores expostos, os sintomas clínicos mais pertinentes foram digestão pobre, com sensação de plenitude após alimentação, olhos irritados, enxaqueca e fasciculações. Embora usassem vestuário protetor contra névoa de pesticidas, os trabalhadores foram contaminados, revelaram os resultados clínicos.

Outro estudo, caso-controle, foi realizado com casos de tumor de Wilms, diagnosticados em São Paulo, Belo Horizonte, Salvador e Jaú, buscando determinar a associação entre a exposição dos pais a agrotóxicos e o desenvolvimento do câncer. Foram observadas estimativas de risco elevadas para a exposição tanto paterna (OR 3,24) quanto materna, decorrente do trabalho agrícola (Sharpe *et al.*, 1995 *apud* Koifman & Hatagima, 2003).

Da mesma forma, algumas pesquisas vêm sendo conduzidas em outros países (Olaya-

Contreras *et al.*, 1998; Matos, Vilenski & Boffetta, 1998), evidenciando câncer ocupacional e ambiental. Olaya-Contreras *et al.* (1998) desenvolveram um estudo epidemiológico em Bogotá, Colômbia, com um total de 306 mulheres, 153 casos com câncer de mama e 153 com controles de mesma idade. O objetivo do estudo foi avaliar a associação entre o risco de este tipo de neoplasia e níveis de DDE – diclorodifenildicloroetano (pesticida organoclorado) – no soro sanguíneo, associação que sugeriu um aumento do risco relativo de 1,95 através da exposição.

Matos, Vilenski & Boffetta (1998) analisaram os riscos de câncer de pulmão associados às exposições ocupacionais em países em desenvolvimento, envolvendo 200 homens como casos e 397 controles de vias hospitalares. Estas pessoas desenvolviam atividades diversas ligadas às indústrias de bebidas, plásticos, químicos, couro, vidro, agricultura entre outras. A análise obtida foi que os agricultores apresentaram chance 2.4 vezes maior de adquirir câncer de pulmão do que os não expostos a este fator.

Stoppelli (2005), levantando dados sobre o uso de agrotóxicos na região central paulista e mapeando casos de câncer entre trabalhadores rurais do município de Bariri, segunda base hospitalar de referência no país, encontrou um Risco Relativo de 1.6, indicando quase duas vezes mais chances de desenvolver câncer em trabalhadores rurais quando comparado com outras profissões locais, para o grupo e período estudados.

Famílias de trabalhadores rurais e outros residentes rurais podem estar expostos aos agrotóxicos indiretamente de modo significativo. Nos estados americanos de Iowa e Carolina do Norte, onde muitas cidades rurais e vilas são circundadas por culturas, entre fazendeiros que aplicavam pesticidas, 40 a 50% tinham suas casas em um raio de 91 metros das lavouras. A aplicação de agrotóxicos pode resultar num espalhamento a distâncias de até 900 metros, acarretando altos níveis dos pesticidas na poeira doméstica e em amostras de sangue de crianças (Ward *et al.*, 2000). Estes autores conduziram um estudo de identificação de populações expostas aos agrotóxicos, com uso de sensoriamento remoto e um sistema geográfico de informação, em três municipalidades de Nebraska (EUA). Este trabalho foi realizado com residentes originados de um estudo epidemiológico de base populacional sobre linfoma não-Hodgkin e as ocorrências foram georeferen-

ciadas em um mapa de lavouras, determinando-se a proporção da população que morava dentro de uma área sob influência da nuvem de contaminação de pesticidas.

Foram identificados os pesticidas usados, classificados quanto a sua probabilidade de uso. Em três condados, 22% da população rural possui lavou-las a 500 metros de casa, com alta possibilidade de exposição.

Estratégias para segurança alimentar e minimização de impactos negativos para o produtor e consumidor

No intuito de minimizar os efeitos dos agrotóxicos na saúde ambiental e na saúde humana são sugeridas como ações aos órgãos competentes:

- Maior fiscalização da fabricação, importação, exportação e qualidade, assim com das vendas de produtos;
- Maior fiscalização sobre o uso, incluindo a correta destinação final das embalagens vazias e dos resíduos;
- Aplicação apenas quando necessária, na dose correta e dando-se preferência a formulações menos tóxicas;
- Maior fiscalização nos alimentos comercializados;
- Restrições pelos órgãos responsáveis àqueles produtos sem completos estudos epidemiológicos e ambientais;
- Banimento, quando necessário, de classes de agrotóxicos;
- Simplificação dos rótulos nas embalagens, tornando o modo de uso mais facilmente compreensível, independentemente do nível de instrução do usuário;
- Comunicação de riscos;
- Mudanças no modelo de produção e de trabalho;
- Maior adequação dos equipamentos de proteção ao calor excessivo dos países tropicais;
- Participação dos trabalhadores rurais e da comunidade nas discussões informativas, avaliativas e decisórias;
- Incentivo à política governamental que incorporar, antes do crédito a estes produtos, uma anterior estruturação do sistema, como o preparo da mão-de-obra, a certificação de Boas Práticas Agrícolas e o cumprimento das leis (e de sua modificação, quando necessária) e melhorias na fiscalização.

Considerações finais

A evolução de técnicas e uso de insumos agrícolas na agricultura trouxe mudanças nas cargas e modos de trabalho e riscos incorporados às novas atividades, que mais tarde passaram a se refletir na saúde, especialmente do trabalhador rural. Muitos pesticidas se modernizaram e tiveram seu poder de persistência diminuído no meio ambiente. Metabólitos desses produtos químicos podem ter ações tão danosas quanto as dos produtos que os originaram, até mesmo com maior poder de ação sinérgica com outros compostos químicos. Este ensaio buscou reaver maiores informações sobre o tema na literatura existente, de forma a incentivar que o mesmo seja debatido por diferentes atores sociais, assim como mostrar a experiência brasileira na busca da segurança alimentar, no setor da vigilância à saúde. A vasta área de saúde ambiental tornou-se muito mais do que uma área de pesquisa. Trata-se, fundamentalmente, de um universo de aprendizado e de esperança para atingir as diversas esferas da sociedade, transformando dados em informação legível e subsidiando ações, neste texto explicitadas quanto à saúde do consumidor e, mais especificamente, do trabalhador rural. Foram mostradas experiências mundiais, bem como algumas iniciativas brasileiras, na busca do controle e prevenção de riscos relativos ao consumo de alimentos e as análises de resíduos de agrotóxicos. Vimos que a presença de resíduos nos alimentos não é restrita ao Brasil nem aos países em desenvolvimento. Além dos programas do Governo Federal, como o PARA, é sabido que diversos grupos da sociedade, como organizações não-governamentais, centros de pesquisa, secretarias e núcleos municipais procuram, em escala reduzida, minimizar os impactos negativos do uso de pesticidas no ambiente. A existência de um programa de análises de resíduos de agrotóxicos no Brasil é louvável e deve ser ampliada para outros Estados e incluir novos alimentos de origem vegetal e animal. O aumento do consumo de agrotóxicos no Brasil se constitui uma amostra que deveria causar preocupação aos governos que vêm se sucedendo na busca por recordes de produção e, principalmente, de exportação de produtos agrícolas. Assim, vemos grandes deficiências na rotulagem dos agrotóxicos, com uma falta de linguagem mais acessível. Diante de um quadro de muitas dificuldades na coleta, análise, detecção, interpretação e moni-

mento relativo ao uso intenso de agrotóxicos no Brasil, espera-se que o exposto neste texto possa colaborar com o debate e a participação de diferentes atores sociais na busca do disciplinamento do uso, de ações preventivas e mudança para uma agricultura mais preocupada com a saúde ambiental, do consumidor e do trabalhador rural.

Colaboradores

IMBS Stoppelli e CP Magalhães participaram igualmente de todas as etapas da elaboração do artigo.

Referências bibliográficas

- Anvisa 2003a. *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PA RA*. Resultados Analíticos de 2002. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/residuos/rel_anual_2002_an2.pdf>. Acesso em 21/10/2004.
- Anvisa 2003b. *Programa conta com a participação das vigilâncias sanitárias dos Estados*. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2003/070103_2_estados.htm>. Acesso em 21/10/2004.
- Anvisa 2004. *Quantidade de agrotóxicos em alimentos é menor que em 2002*. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2004/100504_3.htm>. Acesso em 21/10/2004.
- Bellville E *et al.* 2004. Quantitative microarray pesticide analysis. *Journal of Immunological Methods* 286:219-229.
- Brega SM *et al.* 1998. Clinical, cytogenetic and toxicological studies in rural workers exposed to pesticides in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública* 14(3):109-115.
- Caldas ED & Souza LCRKR 2000. Avaliação de risco crônico de ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. *Rev. Saúde Pública* 34(5):529-537.
- Chuang JC *et al.* 2004. Comparison of immunoassay and gas chromatography/mass spectrometry methods for measuring 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinol in multiple sample media. *Analytica Chimica Acta* 517:177-185.
- Corbett JR *et al.* 1984. *The biochemical mode of action of pesticides*. (2 ed.). Academic Press, London.
- European Commission 2004. Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein. Disponível em <http://europa.eu.int/comm/food/fs/inspections/fnaoi/reports/annual_eu/monrep_2002_sum_en.pdf>. Acesso em 21/10/2004.
- Faria M V C 2003. Avaliação de ambientes e produtos contaminados por agrotóxicos, pp. 137-156. In F Peres & J C Moreira (orgs.). *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Faria N M X *et al.* 2000. Processo de produção rural e saúde na serra gaúcha: um estudo descritivo. *Cadernos de Saúde Pública* 16(1):115-128.
- FDA 2004. *Food and Drug Administration Pesticide Program Residue Monitoring* 2002. Disponível em <<http://www.cfsan.fda.gov/~acrobat/pes02rep.pdf>>. Acesso em 21/10/2004.
- Fiocruz 2001. *Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas*. Disponível em <www.fiocruz.br/cict/sinitox/umanalise1999.htm>. Acesso em 12/10/2004.
- García EG 2001. *Segurança e saúde no trabalho rural: a questão dos agrotóxicos*. Fundacentro, São Paulo.
- Guiochon GA & Beaver LA 2004. Progress and future of instrumental analytical chemistry applied to the environment. *Analytica Chimica Acta* 524(1-2):1-14.
- Heeren GA, Tyler J & Mandeya A 2003. Agricultural chemical exposures and birth defects in the Eastern cape province, South Africa a case – control study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2:11.
- Jaaga K *et al.* 2000. What are the implications of the interaction between ddt and estrogen receptors in the body? *Medical Hypotheses* 54:18-25.
- Koifman S, Koifman RJ & Meyer A 1999. Human reproductive disturbances and pesticide exposure in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública* 18(2):435-445.
- Koifman S & Hataigima A. 2003. Exposição aos agrotóxicos e câncer ambiental, pp. 75-99. In F Peres & J C Moreira (orgs.). *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Matos M, Vilenski M & Boffetta P 1998. Environmental and occupational cancer in Argentina: a case control

- lung cancer study. *Cadernos de Saúde Pública* 14(3): 77-86.
- Meyer A, Sarcinelli PN & Moreira J C 1999. Estarão alguns grupos populacionais brasileiros sujeitos à ação de disruptores endócrinos? *Cadernos de Saúde Pública* 15:4.
- Mleson BE *et al.* 1998. Common mechanism of toxicity: a case study of organophosphorus pesticides. *Toxicological Sciences* 41:8-20.
- Moreira JC *et al.* 2002. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência e Saúde Coletiva* 7(2):299-311.
- Olaya-Contreras P *et al.* 1998. Organochlorine exposure and breast cancer risk in Colombian women. *Cadernos de Saúde Pública* 14(3):125-132.
- Peres F 1999. *É veneno ou é remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos*. Dissertação de mestrado. ENSP/Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Peres F, Moreira JC & Du bois GS 2003. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema, pp. 21-41. In F Peres & JC Moreira (orgs.). *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Perocco P *et al.* 1997. Cytotoxic and cell transforming activities of the fungicide methyl thiophanate on BALB-C 3T3 cells in vitro. *Mutation Research* 394:29-35.
- Rathore M, Bhatnagar P, Mathur D & Saxena GN 2002. Burden of organochlorine pesticides in blood and its effect on thyroid hormones in women. *The Science of the Total Environment* 295:207-215.
- Sannino A, Bolzoni L & Bandini M 2004. Application of liquid chromatography with electro spray tandem mass spectrometry to the determination of a new generation of pesticides in processed fruits and vegetables. *Journal of Chromatography A* 1036:161-169.
- Smith A G & Gangolli S D 2002. Organochlorine chemicals in seafood: occurrence and health concerns. *Food and Chemical Toxicology* 40:767-779.
- Stoppelli IMBS 2005. *Agricultura, ambiente e saúde: uma abordagem sobre o risco do contato com os agrotóxicos a partir de um registro hospitalar de referência regional*. Tese de doutorado. Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Sungur M & Güven MI 2001. Intensive care management of organophosphate insecticide poisoning. *Critical Care* 5:211-215.
- Tadeo JL, Sanchez-Brunete C, Perez RA & Fernandez MD 2000. Analysis of herbicide residues in cereals, fruits and vegetables. *Journal of Chromatography A* 882: 175-191.
- Tharsis N, Portillo JL, Broto-Puig F & Comellas L 1997. Simplified reversed-phase conditions for the determination of benzimidazole fungicides in fruits by high-performance liquid chromatography with uv detection. *Journal of Chromatography A* 78:95-101.
- Toft G, Hagmar L, Giwercman A & Bonde JP 2004. Epidemiological evidence on reproductive effects of persistent organochlorines in humans. *Reproductive Toxicology* 19:5-26.
- Turusov V, Rakitsky V & Tomatis L 2002. Dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. *Environ Health Perspectives* 110:125-128.
- Wang J *et al.* 2004. Microchip enzymatic assay of organophosphate nerve agents. *Analytica Chimica Acta* 505:183-187.
- Ward M H *et al.* 2000. Identifying populations potentially exposed to agriculture pesticides using remote sensing and a geographic information system. *Environmental Health Perspectives* 108(1):5-12.
- Wilson JS & Otsuki T 2004. To spray or not to spray: pesticides, banana exports, and food safety. *Food Policy* 29:131-146.

Artigo apresentado em 13/11/2004

Aprovado em 24/02/2005

Versão final apresentada em 11/04/2005