

DISCUSSÃO SOBRE O RISCO DAS INTERAÇÕES DE AGROTÓXICOS NA DIETA BRASILEIRA

RITA DE CÁSSIA LOURENÇO

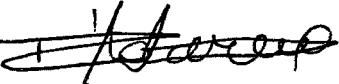
Dissertação de Mestrado apresentada
ao Departamento de Saúde Ambiental
da Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em
Saúde Pública.

Área de Concentração:
Saúde Ambiental.

ORIENTADOR: PROF. TITULAR CARLOS
CELSO DO AMARAL E SILVA

São Paulo
Maio, 2003

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores.

Assinatura: 

Data:

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Titular Carlos Celso do Amaral e Silva, pela orientação e confiança.

À minha família e amigos, pelo carinho expresso em cada gesto, pelo incentivo e pela grande torcida em todos os momentos, principalmente, a cada obstáculo.

Aos amigos do Serviço de Sanidade Vegetal (SSV/DFA-SP), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pelo apoio e compreensão, em especial ao Dr. Rosivaldo Aziz Illipronti Jr., pelas inúmeras sugestões e revisão.

RESUMO

Lourenço RC. **Discussão sobre o risco das interações de agrotóxicos na dieta brasileira.** São Paulo; 2003. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objetivo. Estudar os riscos à saúde humana da interação de resíduos de agrotóxicos em alimentos consumidos pelos brasileiros. **Material e Método.** Com base na legislação brasileira sobre Limite Máximo de Resíduo (LMR), Ingestão Diária Aceitável (IDA) dos agrotóxicos e com alguns dados da dieta do brasileiro (IBGE/POF) foram estudados três alimentos (tomate, maçã e banana) de relevante consumo e uso de agrotóxicos. Estes dados foram tabulados individualmente para cada alimento e foram a base para cálculo do índice de risco e para o estudo das interações. **Resultados.** Os agrotóxicos de menor toxicidade no grupo químico dos organofosforados e carbamatos (OP/CB) mostraram-se dentro do aceitável para tomate, banana-maçã, banana-d'água e maçã; e acima do aceitável para banana-prata. Para agrotóxicos de maior toxicidade neste grupo, constatou-se que o mesmo índice estava dentro do aceitável para banana-maçã, banana-d'água e maçã; e acima do aceitável para banana-prata e tomate. No grupo químico dos organoclorados e piretróides (OC/PY), os agrotóxicos de menor toxicidade apresentaram-se dentro do aceitável apenas para as bananas ficando o tomate e a maçã acima do aceitável. Para agrotóxicos de maior toxicidade, este índice foi considerado aceitável para tomate, banana-maçã, banana-d'água e maçã; e acima do aceitável apenas para banana-prata. **Conclusão.** Os índices de risco à saúde humana devido ao consumo de alimentos com resíduos de agrotóxicos podem diferir quando as análises consideram os agrotóxicos individualmente ou levam em consideração as suas interações.

Descritores: Mistura de Agrotóxicos. Avaliação de Risco. Saúde Pública. Interações de Agrotóxicos.

ABSTRACT

Lourenço RC. **Discussão sobre o risco das interações de agrotóxicos na dieta brasileira.** [Discussion about the risk of pesticides interactions in the Brazilian diet]. São Paulo; 2003. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objective. To study the risks to human health from the interaction of pesticides in food consumed by Brazilian people. **Material and Method.** Supported by the Brazilian legislation on Maximum Residue Limit (MRL), Acceptable Daily Intake (ADI) of pesticides and considering some Brazilian diet data (IBGE/POF) three food products (tomato, apple and banana) were studied taking into account their relevance on human consumption and use of pesticides. These data have shown for each food individually and they were the basis for the Risk Index calculation studies on pesticides interactions. **Results.** The index for low toxicity pesticides organophosphates and carbamate (OP/CB) were found in acceptable level for tomatoes, apple-banana, water-banana and apples. For the high toxicity pesticides the levels were considered acceptable for apple-banana, water-banana and apple and the non-acceptable for silver-banana and tomatoes. The index for low toxicity pesticides organochlorines and pyrethroid were found in acceptable levels only for bananas and within non-acceptable levels for tomatoes and apples. For pesticides of higher toxicity the levels were considered acceptable for tomatoes, apple-banana, water-banana and apple and non-acceptable only for the silver-banana. **Conclusion.** The index of risk to human health due to consumption of food with pesticides may differ when the analyses consider the pesticides individually or take into account their interactions.

Descriptors: Pesticides Mixtures. Risk Evaluation. Public Health. Pesticides Interactions.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Definições e Conceitos.....	5
1.2 Revisão de Literatura.....	10
1.3 Agrotóxicos.....	22
a) Histórico	22
b) Classificação	25
b.1) Quanto ao grupo químico.....	25
b.2) Quanto à translocação.....	25
b.3) Quanto à via de penetração.....	25
b.4) Quanto à persistência.....	25
b.5) Quanto à estrutura química.....	26
b.6) Quanto à toxicidade.....	27
b.7) Quanto à categoria agrônômica.....	27
2 OBJETIVO.....	38
2.1 Objetivo Geral.....	38
2.2 Objetivo Específico.....	38
3 MATERIAL E MÉTODO.....	39
3.1 Análise de Mercado – Escolha das culturas de relevância.....	41
3.2 Levantamento, por grupo, dos agrotóxicos autorizados.....	44
3.3 Índice de Risco	50
4 RESULTADOS.....	54
5 DISCUSSÃO.....	66
6 CONCLUSÕES.....	77
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	
Anexo 1 – Importação de agrotóxicos de 1997 a 2001.....	A1
Anexo 2 – Comparação das importações de agrotóxicos no primeiro semestre de 2001 e de 2002.....	A2
Anexo 3 - Consumo mundial de agrotóxicos no primeiro semestre de 2002, expresso em kg/ha	A3

TABELAS

Tabela		Pag.
1	Consumo mundial de agrotóxicos no primeiro semestre de 2002.....	24
2	Classificação dos agrotóxicos baseada na toxicidade.....	27
3	Porcentagem de despesa média mensal familiar com alimentação no domicílio.....	41
4	Gasto médio mensal familiar com alimentação no domicílio....	42
5	Consumo alimentar domiciliar, <i>per capita</i> , anual, nas regiões metropolitanas brasileiras (kg).....	43
6	BANANA - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	45
7	BANANA - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	45
8	TOMATE - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	46
9	TOMATE - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	47
10	MAÇÃ - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	48
11	MAÇÃ - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA.....	49
12	Número de agrotóxicos, por grupo, autorizados pela Legislação Brasileira por alimento de interesse.....	54
13	Intervalos adotados neste estudo para LMR e IDA, por grupo de efeito tóxico, por alimento de interesse.....	54
14	Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em banana d'água.....	55

15	Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em banana d'água.....	56
16	Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em banana-maçã.....	57
17	Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em banana-maçã.....	58
18	Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em banana-prata.....	59
19	Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em banana-prata.....	60
20	Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em tomate.....	61
21	Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em tomate.....	62
22	Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em maçã.....	63
23	Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em maçã.....	64
24	Resumo da aceitabilidade do risco do consumo de resíduos de agrotóxicos autorizados por Lei para tomate, banana e maçã, segundo o efeito tóxico possível.....	65

FIGURA

Figura		Pag.
1	Sintomas causados pelos agrotóxicos no corpo humano.....	11

1 INTRODUÇÃO

Uma das necessidades básicas do ser humano é a alimentação. Apesar de vivermos em um tempo onde a refeição caseira tem sido freqüentemente substituída pela refeição rápida, “fast food”; e a tecnologia disponível já permite a produção de uma refeição balanceada em uma cápsula de comprimido, ainda estamos longe de saber, como consumidores, quais são os verdadeiros riscos envolvidos ao saborearmos uma fruta, degustarmos uma salada ou até mesmo fazermos uma refeição completa.

É cada vez maior a preocupação dos seres humanos com sua qualidade de vida. Na área da saúde tem havido um progressivo aumento da expectativa da vida média dos cidadãos, favorecendo o crescimento populacional*. Entramos no século XXI com mais de 6 bilhões de habitantes, o que exige quantidades crescentes de alimento. Para atender essa demanda, o homem tem adotado a monocultura adensada em áreas cada vez mais restritas, o que tem provocado uma série de desequilíbrios nos ecossistemas e facilitado o desenvolvimento e a disseminação de pragas e doenças, que causam prejuízos tanto no ambiente agrícola como no meio urbano e comprometem de 20% a 40% da produção potencial das culturas anualmente (FAO 1998).

Muitos são os nomes dados pela comunidade científica aos produtos que controlam as pragas, tais como produtos fitossanitários, praguicidas, agroquímicos, defensivos agrícolas ou pesticidas. Neste trabalho, trataremos por **agrotóxicos**.

O homem tem desenvolvido e utilizado agrotóxicos desde meados do século XX. Estas substâncias são empregadas quando não há outro recurso economicamente eficaz para garantir a produção agrícola ou como produtos domissanitários, ou seja, utilizados em ambientes urbanos e em campanhas de Saúde Pública.

* Apontamento dado em palestra durante o curso de especialização em Engenharia da Poluição da Águas, pelo Professor Titular Aristides de Almeida Rocha, 1999.

Na agricultura, sem o uso destes produtos, a quantidade e a qualidade física dos alimentos seriam drasticamente afetadas, podendo comprometer seu abastecimento e conseqüentemente, levar à alta dos preços. Na área domissanitária, os agrotóxicos são comumente utilizados em campanhas de Saúde Pública pelo Ministério da Saúde visando eliminar insetos vetores de doenças e que podem causar epidemias como a da dengue, da febre amarela e da malária. Outro motivo freqüente do uso de agrotóxicos no ambiente doméstico é o desconforto causado pela presença de insetos.

Assim, o uso adequado dos agrotóxicos é uma importante ferramenta para a agricultura, para a proteção da saúde humana e para se evitar problemas econômicos socialmente inaceitáveis para a população. Contudo, o uso indiscriminado destas substâncias pode levar à contaminação dos alimentos, do solo, dos cursos d'água e do ar, podendo deixar resíduos em níveis possivelmente tóxicos, o que tem sido motivo de preocupação para autoridades, ONG's (Organizações Não Governamentais) e sociedade como um todo. Questões relacionadas com a melhoria da qualidade de vida e com a proteção da saúde pública e do meio ambiente têm atraído a atenção mundial, ocupando grande espaço na mídia e provocando grandes manifestações públicas em todo o planeta. Segundo a Associação Nacional de Defensivos Agrícolas - Andef, a indústria química tem se esforçado para esclarecer todas as questões sobre seus produtos para a sociedade.

Uma das maiores preocupações dos consumidores com relação ao uso de agrotóxicos na agricultura é saber se os alimentos estão contaminados com resíduos tóxicos que possam fazer mal à saúde.

Para garantir a qualidade dos alimentos e a segurança para a população, o Ministério da Saúde exige que sejam realizadas análises de resíduos de agrotóxicos comprobatórias da segurança do alimento em todas as culturas para as quais ele será registrado.

Os níveis de resíduos eventualmente detectados nos alimentos devem ser inferiores aos Limites Máximos de Resíduos (LMR) estabelecidos após a realização de todos os estudos toxicológicos necessários para efeito

de registro. Os testes toxicológicos realizados têm como um de seus principais objetivos, determinar qual a quantidade que poderá ser ingerida pelas pessoas sem que isto provoque qualquer tipo de dano à sua saúde (Ingestão Diária Aceitável - IDA).

Somente após a realização das análises de resíduo com a dose e com o dobro da dose recomendada do agrotóxico na lavoura, é que o Ministério da Saúde autoriza o registro do produto no Ministério da Agricultura.

São vários os produtos autorizados pela Legislação Brasileira para serem aplicados em uma mesma cultura, porém pouco se sabe sobre os riscos à saúde humana causados pela interação de resíduos de agrotóxicos nos alimentos consumidos.

É comum encontrarmos dados sobre um único princípio ativo ou um grupo deles, tais como organoclorados ou organofosforados, porém são raras as informações sobre o efeito da interação destas substâncias no organismo humano. Por exemplo, qual seria a ação de dois ou mais princípios ativos presentes em um mesmo alimento? Seria uma ação antagônica, sinérgica ou aditiva?

Um dos recursos mais indicados neste caso é a Análise de Riscos. Este procedimento vem sendo empregado nos mais diferentes ramos de atividade e geralmente envolve um quadro multidisciplinar, pois trabalha com um número grande de variáveis.

Considerando a grande extensão territorial do nosso país e as características peculiares de cada região, podemos listar inúmeras variáveis possíveis numa análise de risco, como por exemplo: hábito alimentar, condições climáticas e desenvolvimento cultural.

Em muitos países, a presença e a quantidade de resíduos de agrotóxicos em alimentos nacionais e importados são monitoradas para assegurar que a população tenha acesso a uma dieta dentro do nível de tolerância (limite máximo de resíduo) recomendado com base nos estudos de Ingestão Diária Aceitável. Para isto, os Limites Máximos de Resíduos são estabelecidos internacionalmente e divulgados pela FAO (Food and

Agriculture Organization). Este monitoramento pode contribuir para aumentar a confiança do consumidor na qualidade dos alimentos ofertados e minimizar possíveis riscos à saúde pública.

Diante deste contexto e dentro da visão de um Engenheiro Agrônomo, a realização de pesquisas sobre o risco da interação de resíduos de agrotóxicos em alimentos é necessária para que as informações geradas sirvam de base para direcionar a ação das autoridades e da população consumidora na prevenção de possíveis danos à saúde humana.

1.1 Definições e Conceitos

Agrotóxico: A Lei Federal de Agrotóxicos, Componentes e Afins Nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto Nº 4.074, de 03 de janeiro de 2002, define como agrotóxico “**a**) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de 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; **b**) substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento”.

DL₅₀: é definida como “a dose que previsivelmente causará uma resposta de 50% em uma população, na qual se procurará determinar o efeito letal” e sua unidade é mg/kg. (BAPTISTA, 2001), ou a “quantidade necessária da substância aplicada, em mg/kg, para matar 50% dos animais em experimentação” (GALLO et al. 1988); ou ainda, “a dose simples de uma substância, obtida estatisticamente, que pode causar a morte a 50% dos animais expostos a ela” (MIDIO 1992).

Efeito tóxico: “aparecimento de quaisquer efeitos que não os nutricionais e/ou terapêuticos, com exceção dos efeitos imunológicos. Podem ser consideradas sinônimas as seguintes nomenclaturas: efeito nocivo, danoso, deletério, adverso, não-esperado” (MIDIO & MARTINS 2000).

Interação por adição: “simples somatória dos efeitos de substâncias que tenham o mesmo mecanismo de ação, ou seja ajam no mesmo receptor” (MIDIO & MARTINS 2000), ou quando o “efeito combinado de duas substâncias é igual à soma dos efeitos de cada substância sozinha” (LU 1996).

Interação por sinergismo: “o fenômeno no qual duas substâncias tóxicas produzem um efeito mais intenso quando associados do que em quantidades equivalentes de cada um, dadas individualmente” (MIDIO & MARTINS 2000), ou quando o “efeito combinado de duas substâncias é maior que a soma é dos efeitos de cada substância sozinha” (LU 1996).

Interação por antagonismo: quando “o produto da reação entre duas substâncias químicas produz efeito menor que os efeitos de cada substância sozinha” (LU 1996).

Potencialização: “capacidade que uma substância tem de potencializar a toxicidade de outra, sem contudo, isoladamente, apresentar aquele efeito observado” (MIDIO & MARTINS 2000).

Toxicidade de uma substância: “conceitua-se como a medida relativa do risco que esta substância apresenta de produzir um efeito tóxico no sistema biológico exposto” (MIDIO & MARTINS 2000).

Intoxicação: “manifestação de um efeito tóxico, caracterizada por sinais e sintomas clínicos” (MIDIO 1992), ou ainda, “uma condição patológica caracterizada por um grupo de sintomas que afetam uma população particular, que esteve exposta, por um certo período de tempo, a um produto químico” (FERRER 1989, citado por FERRER 1991).

Conforme a Portaria Nº 03, de 16 de janeiro de 1992, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA):

Resíduo de agrotóxico: “substância ou mistura de substâncias remanescente ou existente em alimentos ou no meio ambiente decorrente do uso ou da presença de agrotóxicos e afins, inclusive quaisquer derivados específicos, tais como produtos de conversão e de degradação, metabólitos, produtos de reação e impurezas, consideradas tóxicas e ambientalmente importantes.”

Dose Diária Aceitável ou Ingestão Diária Aceitável (IDA): “quantidade máxima que, ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde, à luz dos conhecimentos atuais. É expressa em mg do agrotóxico por kg de peso corpóreo (mg / kg p.c.).”

Limite Máximo de Resíduo (LMR): “quantidade máxima de resíduo de agrotóxico legalmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada numa fase específica, desde sua produção até o consumo, expressa em partes (em peso) do agrotóxico ou seus derivados por um milhão de partes de alimento (em peso) (ppm ou mg / kg).”

Intervalo de Segurança ou Período de Carência: “intervalo de tempo entre a última aplicação do agrotóxico e a colheita ou comercialização. Para os casos de tratamento de pós-colheita será o intervalo de tempo entre a última aplicação e a comercialização.”

Intervalo de Reentrada: “número de dias entre a última aplicação de um agrotóxico e a reentrada de pessoas na área tratada sem risco de contaminação.”

Boa Prática Agrícola no uso de agrotóxicos: “emprego correto e eficaz de um agrotóxico, considerados os riscos toxicológicos envolvidos em

sua aplicação, de modo que os resíduos sejam os menores possíveis e toxicologicamente aceitáveis.”

Avaliação Toxicológica: “estudo .acurado dos dados biológicos, bioquímicos e toxicológicos de uma substância, com o objetivo de conhecer sua atuação em animais de prova e inferir os riscos para a saúde humana.”

Classificação Toxicológica: “classificação dos produtos técnicos e das formulações levando em consideração os seus aspectos toxicológicos.”

Risco e Perigo

Atualmente, cada ramo de atividade, por suas características intrínsecas, oferece determinado grau de risco à população e ao meio ambiente, o que torna freqüente a idéia de risco mesmo não havendo um conceito único para a palavra “risco” e isto gera interpretações errôneas por parte do público leitor. Segundo COVELLO, 1993, "Risco é a característica de uma situação ou ação, onde dois ou mais resultados são possíveis, sendo que um resultado particular que irá ocorrer é desconhecido e pelo menos uma das possibilidades de ocorrência é indesejável". Esta definição tem sido considerada suficientemente consistente para os analistas de riscos ambientais. As pessoas, de modo geral, pensam em “risco” quando existe a possibilidade, mas não a certeza, de um evento de conseqüências indesejáveis ocorrer.

O risco pode variar da contaminação sem grandes danos à saúde até a morte de seres vivos, no âmbito individual ou coletivo, da mesma forma que variam as conseqüências, seja a extinção de uma espécie, os danos à saúde pública, ou a contaminação pontual e reversível de uma área. É sob este aspecto que vemos a ingestão de alimentos com resíduos de agrotóxicos.

Da mesma forma, o termo “perigo” exige um certo consenso. Ainda de acordo com COVELLO, 1993, "Perigo é uma fonte potencial de risco que não

necessariamente o produza. O perigo produzirá uma situação ou um cenário de risco somente se existir uma situação de exposição e esta puder criar a possibilidade de conseqüências danosas para a saúde ou para o meio ambiente.” De outra forma, o perigo pode ser compreendido como uma ameaça, algo que existe e poderá causar danos aos a ele expostos se a exposição vier a ocorrer. O analista ou o pesquisador de riscos necessita compreender e descrever o cenário adverso, prever as conseqüências indesejáveis e determinar suas chances de ocorrência.

1.2 Revisão de Literatura

Os agrotóxicos formam um extenso e amplo grupo de substâncias químicas; a maioria delas são de origem sintética ou semi-sintética, análogas a compostos que ocorrem na natureza. A característica comum entre eles é que são usados no combate de pragas, ou seja, geralmente desenvolvidos e utilizados para matar organismos prejudiciais ao homem por causarem efeitos danosos na agricultura ou por serem vetores de doenças infecciosas (MIDIO & MARTINS 2000). A eficácia comprovada desses agentes se contrapõe à relativa baixa seletividade, de forma que, na maioria dos casos, não é possível garantir a segurança de outro organismo não alvo, seja animal, vegetal, ou até mesmo da população humana. Os agrotóxicos têm sido investigados particularmente em função de sua difusão e o uso indiscriminado trouxe à tona muito dos seus efeitos e dos riscos potenciais associados (FERRER 1991). A velocidade de desenvolvimento de novas moléculas aumenta a preocupação da sociedade principalmente em relação a possíveis misturas para as quais não existem nem mesmo informações básicas. As informações disponíveis na literatura mostram o uso inadequado e excessivo de agrotóxicos na agricultura, suas conseqüências na contaminação de alimentos e os possíveis danos à Saúde Pública (MARINOVICH *et al.* 1996).

Sobre o Efeito Tóxico

A presença de resíduos tóxicos nos alimentos pode afetar a saúde humana, direta ou indiretamente, uma vez que pode causar diversos efeitos tóxicos como, ação sobre o sistema nervoso central e periférico, ação imunodepressora, ação carcinogênica (ECOBICHON 1993). Seus sintomas podem ser observados em diversas partes do corpo humano (Figura 1). Dos inseticidas disponíveis no mercado, os organofosforados e os carbamatos inibem a ação da enzima acetilcolinesterase (LU 1996), enquanto que os piretróides sintéticos causam, em geral, efeito alérgico (GALLO *et al.* 1988).

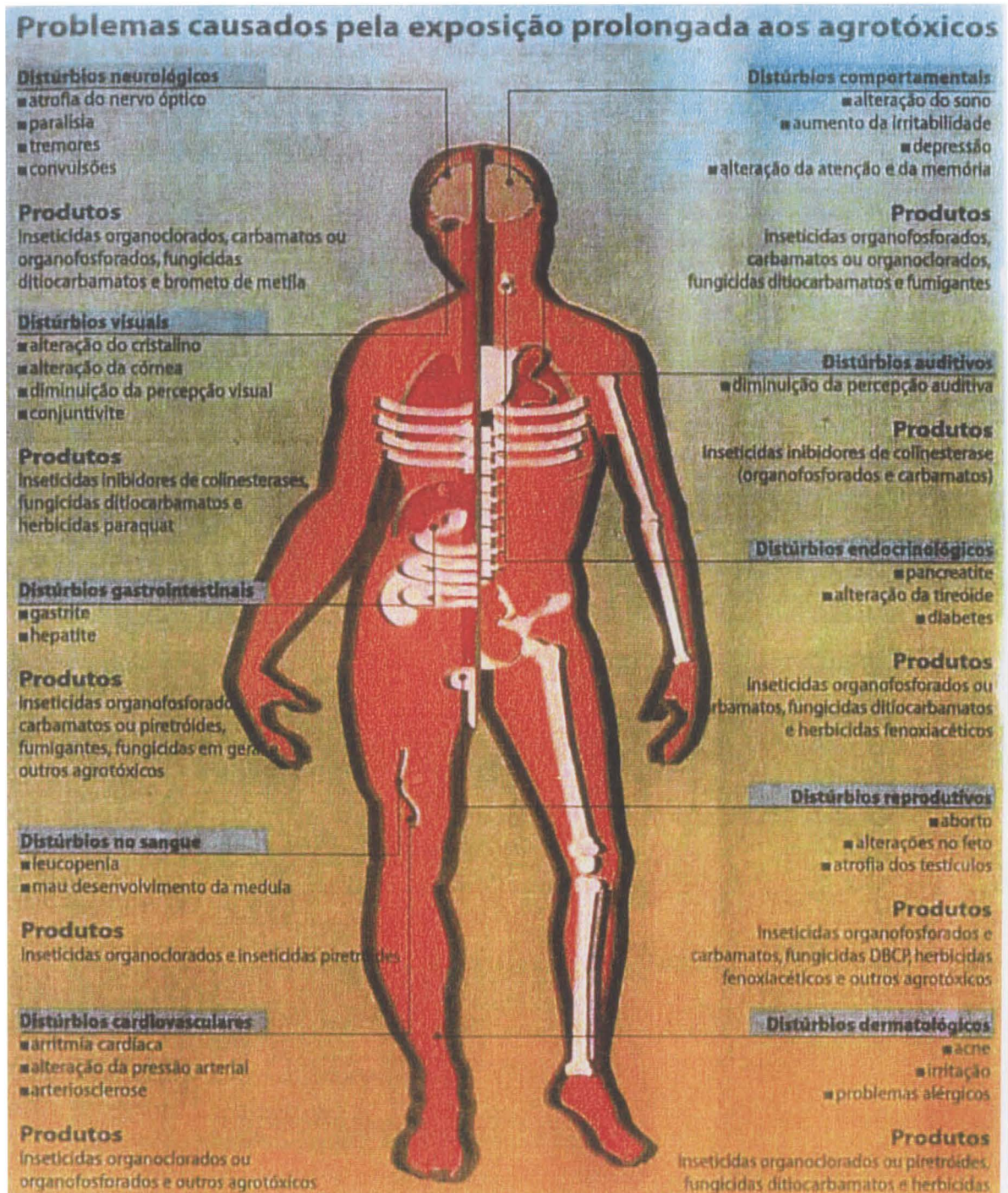


Figura 1 – Sintomas causados pelos agrotóxicos no corpo humano (MARGARIDO 2001).

O efeito tóxico depende das características do organismo atingido, da substância química envolvida e da maneira como se deu à interação entre eles, sendo que quanto maior a concentração desta substância no alimento, maior a intensidade ou a probabilidade de ocorrência do efeito (MIDIO & MARTINS 2000).

Vários fatores fisiológicos e ambientais, como nível de exposição (quantia, duração e freqüência); antígeno, sua rota e adjuvantes usados; uso de método imunológico; estados nutricionais e condições patológicas; bio transformação e atividade dos metabólitos; estresse físico/emocional; e estresse oxidativo (BANERJEE 1999), têm um papel importante nos efeitos tóxicos por agrotóxicos (LU 1996). BANERJEE, 1999, trabalhou com organoclorados, organofosforados e carbamatos, e verificou que: (1) a deficiência de proteína torna o sistema imunológico mais suscetível para os efeitos tóxicos do agrotóxico; (2) a supressão de respostas imunológicas imediatas de metabólitos é um importante determinante da toxicidade do composto original; (3) o tipo e duração de estresse físico ou emocional e o possível envolvimento de radicais livres (estresse oxidativo) são importantes na potencialização da toxicidade do agrotóxico.

Um estudo conduzido por SATO, 1998, verificou o aumento dos efeitos de vários agrotóxicos na liberação de histamina por células de ratos, *in vitro*, que tinham sido sensibilizadas passivamente com anti-dinitrofenol (DNP), anticorpo monoclonal IgE. Especialmente fentoato, clornitrofen e paraquat, dentre os agrotóxicos investigados, promoveram aumento da liberação de histamina. No mesmo estudo, o autor cita o trabalho realizado por Namba e colaboradores, em 1993, onde usando cobaias imunizadas passivamente com anti-soro de pólen de cedro japonês, observaram que conjuntivites alérgicas foram aparentemente agravadas mesmo com baixa dosagem de triclorofen, fenitrofen e paraquat. Cita, ainda, relatos de dermatite alérgica de contato causada por agrotóxicos, conforme Matsushita e colaboradores, em 1985. Estes resultados sugerem que vários agrotóxicos podem desencadear doenças alérgicas.

A maioria dos estudos já realizados restringiu-se à exposição de animais experimentais a doses agudas ou crônicas destas substâncias, conforme cita BANERJEE e colaboradores, 1996. Na prática, porém, o efeito tóxico não resulta de uma dose única ou de algumas doses maiores de um determinado agrotóxico, mas da ingestão oral de quantidades muito pequenas durante um certo tempo.

Sobre Intoxicação

Devido à característica tóxica dos agrotóxicos e seu uso difundido, eles fazem parte das muitas substâncias químicas que produziram intoxicações coletivas nas últimas décadas. A exposição a estas substâncias não é incomum atualmente e podem ser intencionais, acidentais ou devido à negligência.

De acordo com FERRER, 1989, citado por FERRER, 1991, normalmente é difícil de se estabelecer um vínculo causal entre os sintomas observados em uma intoxicação e uma substância química específica, ou demonstrar como a população afetada entra em contato com tal substância. Um exemplo disto é o episódio que ocorreu na Espanha, em 1981, conhecido como a Síndrome de Óleo Tóxico, onde, apesar da intervenção de numerosos peritos internacionais, não foi possível identificar o(s) agente(s) químico(s) responsável(eis) pelo quadro clínico apresentado.

Em geral, segundo FERRER, 1991, são dois os mecanismos de produção de intoxicação coletiva por agrotóxicos: a contaminação dos alimentos consumidos pela população com resíduos de agrotóxicos; e o contato cutâneo ou exposição dos profissionais durante a preparação e a aplicação do produto. Assim, é possível distinguir 4 tipos de intoxicações por agrotóxicos: (1) a contaminação do alimento, por agrotóxico, durante o transporte ou o armazenamento; (2) a ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos para semeadura; (3) o uso de agrotóxico durante o preparo de alimento em função de suas semelhanças organolépticas com produtos alimentares; (4) a presença de resíduos de agrotóxicos na água ou nos alimentos devido ao uso inadequado daquelas substâncias. Segundo o

autor, as intoxicações por contaminação do alimento, por agrotóxico, durante o transporte ou o armazenamento sofreram uma diminuição desde o início dos anos sessenta, quando medidas de controle de transporte de agrotóxicos foram adotadas internacionalmente. Intoxicações por ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos para semeadura diminuíram graças à proibição dos fungicidas mais tóxicos para tratamento de grãos. Também se observa redução das intoxicações pelo uso de agrotóxico durante o preparo de alimento em função de suas semelhanças organolépticas com produtos alimentares. A presença de resíduos de agrotóxicos na água ou nos alimentos devido ao uso inadequado daquelas substâncias é o tipo de intoxicação de relatos mais recentes, portanto com poucos episódios informados.

Um dos motivos do aumento das intoxicações por agrotóxicos e que chamou a atenção para a exposição química ambiental e humana, segundo BAPTISTA, 1997, foi a introdução de dezenas de milhares de combinações orgânicas sintéticas e misturas complexas de agrotóxicos, devido principalmente à expansão da indústria química na segunda metade do século passado. Como exemplo, o autor cita que o Departamento de Saúde Pública da Califórnia, em 1969, constatou que as doenças ocupacionais atribuídas aos agrotóxicos foram da ordem de 8,5 em 1.000 trabalhadores do campo, contra 2,6 em 1.000 trabalhadores da indústria, ou seja, os trabalhadores do campo estão três vezes mais expostos a doenças ocupacionais com agrotóxicos que os da indústria. Neste mesmo ano, de 727 casos, 32% foram atribuídos aos inseticidas organofosforados; 10% aos herbicidas; 8% aos inseticidas hidrocarbonetos halogenados; 6% aos fertilizantes e 44% às misturas ou produtos não identificados (BAPTISTA 1997). O mesmo autor cita ainda que na Califórnia e em Oregon, EUA, em 1985, ocorreu uma intoxicação por aldicarb causada pelo consumo de melancias contaminadas com este carbamato. A experiência adquirida em outros episódios deste tipo, somada a uma cadeia efetiva de centros de saúde especializados, tornou possível o acompanhamento dos 1350 casos com sintomatologia correspondente à intoxicação por este carbamato. Deste

total, foram excluídos 308 casos por apresentarem sintomas considerados improváveis para aldicarb ou porque não dispunham de informação suficiente que os enquadrassem no grupo de intoxicados por esta substância; contudo nenhuma morte foi registrada e observou-se que a maioria dos casos envolveu uma pessoa; em 22%, estavam envolvidas duas pessoas e em 3% dos casos, três pessoas.

Segundo FERRER, 1991, as principais preocupações relativas ao controle de intoxicações estão: na área da saúde, onde a estrutura deficitária pode não viabilizar a tomada de medidas de contenção assim que sejam descobertas; na área regulamentária, onde o controle da importação, distribuição, transporte e uso de substâncias químicas perigosas pode não ser satisfatório; na existência de populações que são dependentes de produtos considerados de alto risco de contaminação; no uso indiscriminado de agrotóxicos; e no alto nível de analfabetismo dos usuários, que pode comprometer a leitura e/ou o entendimento das advertências de perigo contidas nos rótulos e bulas.

Sobre a necessidade de estudos do mecanismo de ação e das misturas de agrotóxicos

Um aspecto importante na prevenção de intoxicações causadas por agrotóxicos é estabelecer o mecanismo pelo qual os alimentos foram contaminados nos episódios conhecidos, pois uma vez identificadas as características comuns, pode-se então adotar medidas de segurança para evitar a exposição a estes produtos (FERRER 1991).

Segundo BANERJEE, 1999, estudos recentes mostram que muitos agrotóxicos podem causar deterioração ou supressão do sistema imunológico, porém, são necessárias mais informações relativas aos mecanismos pelos quais estes agrotóxicos alteram este sistema. POPE, 1999, cita a importância de estudos sobre os mecanismos de ação combinada de agrotóxicos para avaliação de risco à saúde humana. Segundo este autor, de acordo com a substância inibidora da enzima acetilcolinesterase, podem existir diferenças qualitativas e quantitativas de

efeito tóxico. KUCHLER, 1997, expressa a necessidade de estudos que considerem o risco em função da diferença de sensibilidade entre adultos e outros grupos como crianças.

YANG, 1994, verificou que a quase totalidade dos recentes relatórios técnicos do Programa Americano de Toxicologia descreveram efeito tóxico crônico e carcinogenicidade para exposição a uma única substância química, porém, os seres humanos estão freqüentemente expostos a múltiplas substâncias químicas e é necessário estabelecer taxas de risco para estas exposições.

Segundo MARINOVICH e colaboradores, 1996, a exposição humana a substâncias químicas raramente é limitada a um único princípio ativo. Pessoas estão diariamente expostas a uma variedade de substâncias químicas presentes em alimentos, bebidas, cosméticos e outros contaminantes. Recentemente, muitos resíduos de agrotóxicos têm sido descobertos em alimentos ou na água. Os mesmos autores, estudando o efeito da mistura de agrotóxicos em células nervosas, *in vitro*, concluíram que não se podem prever os efeitos tóxicos das misturas de agrotóxicos com base nos resultados toxicológicos isolados de cada componente da mistura. LEFFERTS, 2000, alerta para a presença de agrotóxicos em alimentos e os efeitos tóxicos de seu consumo e uma das recomendações feitas por ele, enfatiza que a análise e a regulamentação dos agrotóxicos por classe de mecanismo de ação (ex. inibidores da acetilcolinesterase) é mais importante do que as análises baseadas em uma única substância.

Por outro lado, raramente, uma mesma mistura ou a múltipla exposição química tem sido testada em mais de um órgão alvo. SIMMONS, 1995, cita um trabalho realizado por Yang, em 1989, onde 344 ratos machos foram expostos a uma mistura de 25 substâncias químicas através da água de beber durante 14 dias, visando efeitos no fígado, o que não ocorreu.

Com base em informações obtidas no Ministério de Agricultura, Pesca e Alimento da Espanha, em 1990, HERFERA, 1996, calculou a estimativa da exposição alimentar a organoclorados utilizando dados sobre a quantidade de agrotóxico contida em um determinado alimento e o seu volume diário

consumido, onde evidenciou resíduos de combinações de organoclorados em todas as classes de alimento investigadas. Contudo, estudando as substâncias individualmente nos alimentos, constatou que todos os agrotóxicos apresentaram-se abaixo da Ingestão Diária Aceitável (IDA).

Sobre as Interações

Os estudos das interações químicas são conduzidos não somente para determinar os efeitos das combinações químicas, mas também, para os dados gerados serem usados na avaliação do perigo associado à exposição combinada. Estes estudos são também realizados para se conhecer a natureza e o modo de ação, de efeito tóxico, de uma substância química pela administração de outra, bem como conhecer seus efeitos (LU 1996).

HODGSON, 1999, cita ainda a necessidade de estudos para se determinar a dose a partir da qual se observa efeitos tóxicos e quais as conseqüências para os seres humanos, à fauna, à flora e ao meio ambiente como um todo. Da mesma forma, aponta a necessidade de estudos sobre as interações entre agrotóxicos como sinergismo e efeitos antagônicos. Segundo ele, sabe-se que os mecanismos de sinergismo aumentam a possibilidade de efeitos danosos nas concentrações de agrotóxicos presentes no ambiente, porém o efeito tóxico destas concentrações ainda não foi demonstrado. Ele alerta que, com o grande número de substâncias químicas disponíveis, geralmente de afinidade desconhecida para enzimas ou receptores para os quais os seres humanos e outros organismos estão expostos, a possibilidade de efeitos tóxicos causados por interações de agrotóxicos não pode ser desprezada sem nenhuma investigação.

Segundo LU, 1996, o tipo de interação mais comum entre resíduos de agrotóxicos é a potencialização, pela inibição de enzimas, observada entre certos inseticidas organofosforados, sendo que várias combinações têm sido testadas. O mesmo autor relata que algumas interações por adição e por sinergismo foram observadas.

LEFFERTS, 2000, cita que para os agrotóxicos com o mesmo mecanismo de ação, presume-se que os efeitos possam se somar, ou seja, efeito de

interação por adição. Por outro lado, de acordo com TRULLY, 2000, estudos envolvendo misturas químicas deveriam considerar que, na presença de mais de uma substância química, pode ocorrer interação por sinergismo ou por antagonismo, em lugar de interações aditivas simples.

Medida de segurança

Estudo realizado, nos EUA, por KUCHLER, 1997, sobre a ocorrência, em frutas e vegetais, de 50 agrotóxicos comumente usados, mostrou que o uso de práticas alternativas no campo é efetivo para reduzir o risco da ingestão de resíduos destas substâncias em alimentos, dependendo da região e da cultura.

Atualmente, é comum a oferta de produtos orgânicos (que não utilizam substâncias como agrotóxicos durante o cultivo) como uma opção de alimentos mais saudáveis. KUCHLER e colaboradores, 2000, estudaram o custo/benefício dos alimentos orgânicos frente aos convencionais (que utilizam substâncias como agrotóxicos no cultivo), para avaliar se os benefícios à saúde vindos do consumo de alimentos orgânicos justificam o alto preço pago por eles. Os resultados indicam que o custo para se evitar cada efeito tóxico à saúde, varia de 27 a 461 vezes o valor dos benefícios.

Nas principais intoxicações dos EUA, causadas por aldicarb (carbamato de menor DL_{50} - 0,9 mg/kg), chegando a somar mais de 1000 vítimas, nenhum caso de morte foi registrado. Este fato pode ser atribuído à eficiência e rapidez dos centros de controle de intoxicação em diagnosticar e tratar os pacientes, além do fato de que as doses ingeridas eram baixas por causa do modo pelo qual o alimento foi contaminado (BAPTISTA 1997).

FERRER, 1991, analisou as principais características de 63 estudos de efeitos tóxicos causados pela exposição alimentar a agrotóxicos descritos na literatura científica e constatou a freqüência do uso incorreto destes produtos e o fracasso dos sistemas de segurança disponíveis. Segundo o autor, em países desenvolvidos, as ocorrências que envolvem substâncias tóxicas, como é o caso dos agrotóxicos, são identificadas e registradas com eficiência, permitindo a aplicação rápida e rigorosa de medidas corretivas. O

mesmo não ocorre em países em desenvolvimento, onde as estruturas institucionais e econômicas possibilitam a ocorrência de intoxicação da população.

Ratner e colaboradores, em 1983, citado por RICHTER, 1997, estudaram a presença de resíduos de organofosforados e carbamatos em frutas e legumes provenientes de campos israelenses com aplicação intensa de agrotóxicos e que resultaram em danos gastrintestinais, insônia, e fadiga crônica à população consumidora. Naquele país, pouco se sabe sobre resíduos destas substâncias e os informes do Ministério da Saúde de Israel confirmam que frutas e legumes nacionais têm níveis mais altos de resíduo de agrotóxicos que aqueles importados.

Segundo LEFFERTS, 2000, o Conselho Americano de Pesquisa de Agrotóxicos em Dietas Infantis, em 1993, constatou que alguns estudos com animais de laboratório mostraram que a exposição a organofosforados e carbamatos antes ou imediatamente após o nascimento pode alterar o desenvolvimento neurológico e causar pequena deterioração na ação neurológica. Isto ilustra a "janela de vulnerabilidade" para agrotóxico em mamíferos em desenvolvimento. KUCHLER, 1997, estudando a fonte de ingestão de agrotóxicos em crianças americanas de 1 ano de idade, constatou que a maçã é responsável por 45% da ingestão de captam, 69% de benomil, 43% de DDT, 68% de o-fenilfenol, 71% de tiabendazol, 46% de dimetoato, 87% de azinfós-metil e 93% de etion. Aquele Conselho (LEFFERTS 2000), relatou que os padrões de agrotóxicos existentes não protegem as crianças adequadamente. Em função disso e na ausência de dados completos e fidedignos de toxicidade de agrotóxicos para recém-nascidos e exposição a um agrotóxico, uma lei foi votada para que uma margem de segurança adicional de dez vezes à existente fosse considerada para proteger os recém-nascidos e as crianças. Este exemplo deveria ser seguido para mistura de agrotóxicos.

De acordo com LEFFERTS, 2000, para que o consumidor esteja adequadamente protegido das implicações decorrentes da variabilidade de agrotóxicos nos alimentos, a Consumers International, uma instituição que

defende os interesses do consumidor, recomenda que: (1) a análise e a regulamentação de agrotóxicos com mecanismos de ação comum, por exemplo inseticidas organofosforados, devem ser conduzidas de maneira integrada e não individualmente por produto; (2) o nível residual de agrotóxico em alimentos pode ser reduzido com o uso das Boas Práticas Agrícolas; (3) a avaliação dos riscos à saúde humana deve ser clara e levar em consideração os níveis nacional e internacional; e (4) um fator de segurança adicional seja aplicado para proteger as crianças quando se estabelece o limite máximo de resíduos (LMR) para agrotóxicos, na ausência de dados fidedignos. Na literatura disponível não existe informação sobre os efeitos da exposição a um determinado agrotóxico no cérebro ou sistemas endócrino e imunológico de animais em fase juvenil.

Conforme cita KUCHLER, 1997, os EUA estão preocupados com a redução dos riscos da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos. O mesmo autor relata que a Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA) tem facilitado o procedimento de registro de agrotóxicos biológicos como alternativa aos sintéticos para reduzir o risco de resíduos em alimentos e tem estudado estratégias de redução dos tradicionalmente utilizados. Por sua vez, o Departamento Americano de Agricultura (USDA), tem concentrado esforços na adoção de práticas de Manejo Integrado de Pragas para reduzir o uso de agrotóxicos.

No Brasil, a legislação para registro de agrotóxicos é uma das mais rígidas do mundo e programas de monitoramento de contaminantes alimentares, como os resíduos de agrotóxicos, é uma preocupação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que mantém um Plano Nacional de Monitoramento e Controle de Contaminantes de Resíduos Químicos e Biológicos nos Produtos de Origem Vegetal (PNMCRV 2002), tendo como parceiros, a iniciativa privada, as áreas acadêmicas e de pesquisa, como a Seção de Resíduos de Pesticidas do Instituto Biológico, que realiza o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em frutas e hortaliças comercializadas na Cidade de São Paulo, há mais de 20 anos (TAKARA *et al.* 1997).

Vemos assim, que, em muitos países, resíduos de agrotóxicos em alimentos são monitorados para assegurar à saúde pública uma dieta dentro do nível de tolerância de resíduo recomendado em função de estudos da ingestão diária aceitável. Este tipo de monitoramento pode contribuir com as autoridades, para que sejam adotadas medidas preventivas e de controle para minimizar os riscos à saúde humana, reduzir perdas econômicas (GEBARA *et al.* 1997) e ajudar a restabelecer a confiança na qualidade dos alimentos.

1.3 Agrotóxicos

a) Histórico

Já na antigüidade, o homem buscava na natureza substâncias capazes de controlar as pragas e as doenças que comprometiam a produção agrícola. Os Chineses, no século XVII, utilizavam compostos arsenicais como inseticidas. Neste mesmo período, já se empregava a nicotina no controle de gorgulho das ameixas, o Verde Paris (arseniato de cobre) no controle de besouros e o arseniato de chumbo no controle de mariposas. Em 1814, Weighon recomendava o uso de enxofre e óxido de cálcio para controle de sarna da macieira. Relatos de 1850 indicam o emprego de rotenona extraída das raízes e piretro, pó obtido da trituração das flores de crisântemo. Para substituir os arseniats de cobre e de chumbo, no início do século XX, foi desenvolvido o arseniato de cálcio e houve a introdução do alcatrão, do óleo de petróleo e do orto-dinitrocresol (EDWARDS 1976).

A partir da II Guerra Mundial, teve início a era dos agrotóxicos sintéticos tais como os inseticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides, além de herbicidas, fungicidas e outros. A entrada destes agrotóxicos no mercado ampliou sua oferta e comercialização e, conseqüentemente, aumentou sua utilização na agricultura. Contudo, o uso indiscriminado destes produtos pode levar à contaminação de alimentos, do solo, dos cursos d'água e do ar.

Um exemplo disto é o DDT, que foi muito utilizado nos programas de controle de mosquitos em áreas tropicais e subtropicais e cujos efeitos danosos já foram registrados em todo o globo. Os problemas relacionados ao seu uso foram descobertos através de estudos que buscavam o motivo da casca dos ovos de águias e falcões ficar tão fina e quebradiça, dificultando a perpetuação das espécies. Estes estudos identificaram o acúmulo do DDT na cadeia alimentar, podendo causar o desenvolvimento de efeitos como tumoração ou mutagenicidade em seres humanos. Isso chamou a atenção mundial para as conseqüências da contaminação

ambiental e da persistência de agrotóxicos no meio ambiente, quando aplicados de forma inadequada em programas de Saúde Pública e na agricultura.

A distribuição dos agrotóxicos no Brasil e no mundo vem se modificando a cada ano. Em 1995, as vendas de agrotóxicos no mundo atingiram US\$ 1,54 bilhão, 8,6% a mais que o ano anterior. Deste total vendido, 54,3% foram herbicidas, 22,0% inseticidas, 6,4% acaricida, 14,7% fungicida e 2,6% entre antibrotantes, reguladores de crescimento, fitormônios e espalhantes adesivos. O Brasil ocupava o terceiro lugar no mercado consumidor destas substâncias, superado apenas pelos Estados Unidos e Japão (BATISTA 1997).

Já no primeiro semestre de 2002, o Brasil ocupava o oitavo lugar em consumo de agrotóxicos, 3,2 kg/ha, sendo precedido respectivamente pela Holanda, Bélgica, Itália, Grécia, Alemanha, França e Reino Unido (Tabela 1). O volume de importação no primeiro semestre daquele ano foi cerca de 5% menor que no mesmo período do ano anterior. A distribuição por volume de importação nas diferentes classes pouco diferiram em 2001 e 2002, sendo 66,7% de herbicidas, 15% de fungicidas, 15% de inseticidas, 3% de acaricidas e o restante de outros (SINDAG 2002 - Anexos 1, 2 e 3).

Essa queda no consumo de agrotóxicos no país reflete um conjunto de medidas que vêm sendo adotadas tais como legislações mais restritivas, o uso do Manejo Integrado de Pragas, o avanço tecnológico, o aumento de programas de monitoramento, a crescente procura por produtos orgânicos, mostrando a preocupação da população com a contaminação dos alimentos por resíduos de agrotóxicos, etc.

Tabela 1 - Consumo mundial de agrotóxicos no primeiro semestre de 2002.

País	Consumo (kg/ha)
Holanda	17,5
Bélgica	10,7
Itália	7,6
Grécia	6
Alemanha	4,4
França	4,4
Reino Unido	3,6
Brasil	3,2
Luxemburgo	3,1
Espanha	2,6
Dinamarca	2,2
Irlanda	2,2
Portugal	1,9

Fonte: SINDAG

b) Classificação

Os agrotóxicos têm sido classificados de várias formas:

b.1) Quanto ao grupo químico: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), classifica os agrotóxicos em diversos grupos químicos, como, por exemplo, organoclorado, organofosforado, carbamato, piretróide, acetamida, alquil éster, benzimidazol, benzoil uréia, cúpricos, tiocarbamato, ditiocarbamato, tiadizina, triazina, ftalimida, ftalonitrila, organoestânico, tiouréia, uréia, nitroanilina, morfolina, oxazolidinas, imidazóis, dicarboxamida e nitrobenzeno.

b.2) Quanto a translocação: são considerados translocáveis ou sistêmicos, quando permanecem ativos em pontos distantes daquele onde foi aplicado, podendo, por exemplo, ser aplicado no solo para proteção de praga ou doença que ataque as folhas; e são não-translocáveis ou não-sistêmicos quando exercem sua atividade no local de aplicação (EDWARDS 1976, GALLO *et al.* 1988, MIDIO & SILVA 1995 e MIDIO & MARTINS 2000).

b.3) Quanto à via de penetração: caracterizam-se como produtos de ingestão, contato e inalação. Classifica-se na via de penetração por ingestão os agrotóxicos que penetram no organismo apenas pelo aparelho digestivo. Caracteriza-se como contato quando a penetração do agrotóxico ocorre através de qualquer parte do corpo da praga. Enquadram-se na via de penetração por inalação os agrotóxicos aplicados na forma de vapor ou gás e que penetram às pragas através dos órgãos do aparelho respiratório (GALLO *et al.* 1988, MIDIO & SILVA 1995 e MIDIO & MARTINS 2000).

b.4) Quanto à persistência: os agrotóxicos podem ser classificados como persistentes (2 a 5 anos); moderadamente persistentes (1 a 18 meses) ou não-persistentes (1 a 12 semanas), de acordo com a meia-vida da substância no ambiente, no solo, na planta ou mesmo em um animal – dependendo de sua finalidade (EDWARDS 1976 e MIDIO & MARTINS 2000).

b.5) Quanto à estrutura química: os agrotóxicos são divididos em dois grandes grupos: os inorgânicos e os orgânicos, conforme GALLO e colaboradores, 1988, EDWARDS, 1976, e MIDIO & MARTINS, 2000. Dentro do grupo dos orgânicos existem dois sub-grupos: os naturais e os sintéticos. Os inorgânicos eram empregados no controle de insetos mastigadores e compreendem compostos arsenicais, bóricos, selênicos, mercuriais, fluóricos, cúpricos e fosfatados. Por apresentarem elevada toxicidade tanto aos seres humanos quanto às plantas, estes produtos foram rapidamente substituídos pelos orgânicos sintéticos. Por outro lado, alguns produtos ainda são muito utilizados como é o caso do enxofre.

Pertencem ao grupo dos orgânicos naturais, substâncias como óleos (mineral, vegetal e animal), antibióticos, microbianos e derivados botânicos. Estes produtos são pouco empregados atualmente se comparados aos sintéticos. Os inseticidas de origem vegetal eram usados principalmente no controle de insetos sugadores, porém algumas substâncias como as piretrinas, a rotenona e a nicotina tiveram uso domissanitário e no controle de pragas de hortaliças, devido à baixa toxicidade que apresentavam ao homem e aos animais.

Faz parte dos orgânicos sintéticos os seguintes grupos químicos: os halogenados (alifáticos, aromáticos, alicíclicos), fosforados, carbamatos, piretróides, dinítricos, estânicos, formamidinas, cúpricos, uréias substituídas, amidas, trifluralinas e triazinas. Atualmente, estes produtos dominam o mercado de agrotóxicos.

b.6) Quanto à toxicidade: a legislação brasileira enquadra os agrotóxicos nas seguintes classes levando em consideração os seus aspectos toxicológicos (Tabela 2):

Classe I - Produtos Extremamente Tóxicos;

Classe II - Produtos Altamente Tóxicos;

Classe III - Produtos Medianamente Tóxicos;

Classe IV - Produtos Pouco Tóxicos.

Tabela 2 – Classificação dos agrotóxicos baseada na toxicidade.

Classe Toxicológica	DL ₅₀ oral (mg/kg)		DL ₅₀ dérmica (mg/kg)		Tarja
	líquido	sólido	líquido	sólido	
I	< 20	< 5	<40	< 10	vermelha
II	20 - 200	5 - 50	40 - 400	10 - 100	amarela
III	200 - 2000	50 - 500	400 - 4000	100 - 1000	azul
IV	> 2000	> 500	> 4000	> 1000	verde

Fonte: GALLO *et al.* 1988 e Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992, ANVISA.

b.7) Quanto à categoria agronômica: a ANVISA, classifica os agrotóxicos em diversas categorias agronômicas, como, por exemplo, inseticidas, fungicidas, acaridicas, nematicidas, rodenticidas, herbicidas, bactericidas e formicidas. Neste tipo de classificação, os agrotóxicos podem ser enquadrados em sucessivas gerações, o que se refere ao lançamento do produto no mercado.

Fungicidas

Os fungicidas são substâncias utilizadas no controle de fungos que atacam as culturas e produtos de origem vegetal após a colheita. Alguns grupos de substâncias que pertencem a esta classe são: mercuriais, dicarboximidas e derivados de ftalimida (LU 1996). Apesar de estarem na 5ª geração, é comum o uso de produtos da primeira geração, devido à

eficiência e ao baixo custo. De acordo com seu lançamento no mercado (BAPTISTA *et al.* 2001), temos:

1ª geração	Inorgânicos – à base de enxofre e de cobre (calda sulfo-cálcica, calda bordalesa, oxiclureto de cobre, etc)
2ª geração	orgânicos sintéticos <ul style="list-style-type: none"> ditiocarbamatos – maneb, zineb, mancozeb, etc quinonas – cloranil, diclone, etc heterocíclicos nitrogenados - captan, folpet, etc fenólicos - DNOC, DINOCA, pentaclorofenol, etc nitrobenzênicos halogenados: quintozene, dicloran, etc nitrilas – clorotalonil guanidinas – dodine estanho – trifenil acetato de estanho
3ª geração (sistêmicos)	orgânicos sintéticos <ul style="list-style-type: none"> acilaninas – ridomil benzimidazóis – benomil, tiabendazol, carbendazim, etc carboxiamidas – vitavax imidazóis - imazalil organofosforados: pirazofós, kitazin piperazinas – triflorine triazóis – propiconazol, tebuconazol, bromuconazol, triadimenol, triadimefon, bitertanol, metconazol

4ª geração	orgânicos sintéticos	antibióticos - estreptomicina, aureomicina
5ª geração	orgânicos sintéticos	antifúngicos - cicloheximida, kasugamicina

Herbicidas

São considerados herbicidas “qualquer produto químico que mata ou inibe grandemente o desenvolvimento de uma planta” (LORENZI 1994), ou ainda, substâncias que “retardam o crescimento de ervas daninhas pela inibição da fotossíntese, respiração, divisão celular ou síntese de proteínas ou lipídeos” (LU 1996). De modo geral, são seletivos ou não-seletivos em relação ao tipo de planta que matam. Podem, ainda, ser classificados segundo o estágio de desenvolvimento da planta invasora, da cultura ou de ambas, quando de sua aplicação, sendo: pré-emergentes (PRE) – aplicados no solo antes da germinação das sementes das invasoras ou da emergência de suas plântulas; pós-emergentes (POS) – aplicados nas plantas invasoras já desenvolvidas.

De acordo com o lançamento no mercado e o modo de ação, temos (BAPTISTA *et al.* 2001):

Reguladores de Crescimento	derivados do ácido fenoxiacético - 2,4-D, 2,4,5-T, MCPA, etc derivados do ácido benzóico - DICA-NMA, amibem, etc derivados do ácido picolínico - picloran
----------------------------------	---

Inibidores da fosforilase oxidativa	arsenicais - MSMA dinitrofenóis - diniseb
-------------------------------------	--

Inibidores da fotossíntese	triazinas - atrazina, ametrina, metribuzin, etc derivados da uréia - diuron, linuron, tebutiuron, etc uracilas - terbacil, bromacil
----------------------------	---

Inibidores de mitose	pendimentalina, trifluralina, butralina, orizalina
----------------------	--

Inibidores de ponto de crescimento	tiocarbamato - molinate derivados de amidas – propanil, alaclor, metalaclor
------------------------------------	--

Formadores de radicais livres	paraquat, diquat
-------------------------------	------------------

Inibidores de síntese de aminoácidos	imidazolinonas - imazaquim, imazamox, imazapir, imazetapir sulfonil uréias - clormuron etil, metsulfuron metil derivados da glicina - glifosato
--------------------------------------	---

Inibidores de síntese de lipídeos	aloxifop metil, fluazifop butil
-----------------------------------	---------------------------------

Difeniléteres	oxifluorfen
---------------	-------------

Inseticidas

Os inseticidas são “compostos químicos que aplicados direta ou indiretamente sobre os insetos , em concentrações adequadas, provocam a sua morte” (GALLO *et al.* 1988). Muitos inseticidas também podem ser usados como nematicidas, acaricidas, etc; e representam o grupo de agrotóxicos mais numeroso.

Os inseticidas estão na 5ª geração. Os da 1ª geração já não são mais usados, exceto o enxofre; os da 2ª geração são os mais usados até nossos dias, sendo que os clorados foram proibidos em sua maioria; os de 3ª e 4ª geração são de uso mais específicos e os de 5ª geração ainda estão em processo de desenvolvimento. Segundo seu lançamento no mercado, temos (BATISTA 1989):

1ª geração	<ul style="list-style-type: none"> inorgânicos – enxofre, arsênico, fluoretos. orgânicos vegetais – nicotina, piretrinas naturais, rotenona orgânicos minerais – óleos minerais 											
2ª geração	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="6">orgânicos sintéticos</td> <td>clorados – BHC, DDT, aldrin, dodecacloro</td> </tr> <tr> <td>clorofosforados – diclorvos, clorpirifos</td> </tr> <tr> <td>fosforados <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos – malation, paration</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– disulfoton, monocrotofos</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td>carbamatos <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos –carbaril, metomil</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– aldicarb, carbofuran</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td>piretróides –deltametrina, permetrina, fenvalerato</td> </tr> <tr> <td>fumigantes – fosfina, brometo de metila</td> </tr> </tbody> </table>	orgânicos sintéticos	clorados – BHC, DDT, aldrin, dodecacloro	clorofosforados – diclorvos, clorpirifos	fosforados <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos – malation, paration</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– disulfoton, monocrotofos</td> </tr> </tbody> </table>	não-sistêmicos – malation, paration	sistêmicos– disulfoton, monocrotofos	carbamatos <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos –carbaril, metomil</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– aldicarb, carbofuran</td> </tr> </tbody> </table>	não-sistêmicos –carbaril, metomil	sistêmicos– aldicarb, carbofuran	piretróides –deltametrina, permetrina, fenvalerato	fumigantes – fosfina, brometo de metila
orgânicos sintéticos	clorados – BHC, DDT, aldrin, dodecacloro											
	clorofosforados – diclorvos, clorpirifos											
	fosforados <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos – malation, paration</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– disulfoton, monocrotofos</td> </tr> </tbody> </table>		não-sistêmicos – malation, paration	sistêmicos– disulfoton, monocrotofos								
	não-sistêmicos – malation, paration											
	sistêmicos– disulfoton, monocrotofos											
	carbamatos <table border="1"> <tbody> <tr> <td>não-sistêmicos –carbaril, metomil</td> </tr> <tr> <td>sistêmicos– aldicarb, carbofuran</td> </tr> </tbody> </table>	não-sistêmicos –carbaril, metomil	sistêmicos– aldicarb, carbofuran									
não-sistêmicos –carbaril, metomil												
sistêmicos– aldicarb, carbofuran												
piretróides –deltametrina, permetrina, fenvalerato												
fumigantes – fosfina, brometo de metila												
3ª geração	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="3">microbianas</td> <td>fungo – <i>Metarhizium misopliae</i></td> </tr> <tr> <td>bactéria – <i>Bacillus thuringiensis</i></td> </tr> <tr> <td>vírus – <i>Baculovirus anticarsia</i></td> </tr> <tr> <td>feromônios – Goosiplure, Grandlure</td> </tr> </tbody> </table>	microbianas	fungo – <i>Metarhizium misopliae</i>	bactéria – <i>Bacillus thuringiensis</i>	vírus – <i>Baculovirus anticarsia</i>	feromônios – Goosiplure, Grandlure						
microbianas	fungo – <i>Metarhizium misopliae</i>											
	bactéria – <i>Bacillus thuringiensis</i>											
	vírus – <i>Baculovirus anticarsia</i>											
feromônios – Goosiplure, Grandlure												

4ª geração	hormônios juvenis– diflubenzuron, methoprene, hidroprens, juvabiona
5ª geração	antiormônios vegetal – precocenos microorganismos – lactonas (Avermectin)

Os principais grupos de inseticidas são os organoclorados, os organofosforados, os carbamatos e os piretróides.

Inseticidas Organoclorados (OC)

Os inseticidas organoclorados são formados por uma cadeia variada de átomos de carbono ligados basicamente a átomos de cloro e hidrogênio, ocorrendo casos de presença de enxofre e/ou oxigênio (GUERRA & SAMPAIO 1988). Usualmente, são apolares e lipossolúveis, acumulando-se em tecidos animais e gordurosos, sendo transportados nas cadeias tróficas, sob lenta degradação; são considerados, dentre os agrotóxicos, como o principal grupo poluidor do meio ambiente devido à sua alta persistência e à falta de reatividade química (estáveis no meio ambiente); em geral, são moderadamente tóxicos ou pouco tóxicos com exceções; agem na transmissão do impulso nervoso, sendo considerados neurotóxicos (BAPTISTA 2001).

Os organoclorados são subdivididos em três grupos: DDT e análogos; BHC e lindano; e ciclodienos.

O primeiro agrotóxico a ser sintetizado foi o DDT (p,p'-diclorodifenil-tricloroetano), em 1874, pelo químico austríaco Zeidler, porém suas propriedades inseticidas foram descobertas em 1939 por Paul Müller, que com isso, recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1948. A fabricação e comercialização em grande escala somente ocorreram a partir de 1943. Por ter ação de largo espectro, foi utilizado com sucesso na

agricultura e na pecuária, proporcionando ganho em produtividade e qualidade, e, na Saúde Pública no controle de vetores de doenças como malária, febre amarela, tifo e peste bubônica, entre outras.

Em 1942, foram redescobertas as propriedades inseticidas do BHC (**benzeno hexaclorado**), também conhecido pela sinonímia HCH (**hexa**cloro **ciclo**hexano). Sua síntese pode ser obtida pela cloração do benzeno em presença de luz ultravioleta. Trata-se de uma mistura de seis isômeros, sendo que apenas o γ , ou lindano, é que possui poder inseticida. No passado, o BHC foi muito utilizado para controlar gafanhotos, pragas de solo e, principalmente, a broca do café. O seu uso agrícola favorecia o aparecimento de cochonilhas em função do desequilíbrio biológico, e deixava gosto de mofo nos alimentos.

Os inseticidas organoclorados ciclodienos (aldrin, endrin, dieldrin, heptacloro, clordano, isodrin e telodrin) foram desenvolvidos após a II Guerra Mundial, nos E.U.A. e na Alemanha. Mais recentemente, foram introduzidos o endosulfan e o dodecacloro.

O uso de organoclorados na agricultura e na pecuária pode levar à contaminação de alimentos, especialmente aqueles mais gordurosos. Em mamíferos, os organoclorados são comumente encontrados no leite e são considerados persistentes. A meia-vida do DDT, por exemplo, é de 20 dias, enquanto que para o DDE e o dieldrin é de 55 dias (SMITH 1995).

Dada à persistência no ambiente e sua característica tóxica aos seres vivos, os organoclorados foram praticamente banidos do mercado. Na Espanha, tem-se observado a redução de até 4 vezes nos níveis de contaminação de alimentos por organoclorados nas últimas décadas (LAZARO 1996). No Brasil, a Portaria nº 329, do Ministério da Agricultura, de 02 de setembro de 1985, proíbe o uso destes agrotóxicos, salvo exceções, e restringe o seu uso domissanitário a campanhas de Saúde Pública que mantêm a autorização sob responsabilidade exclusiva do Ministério da Saúde. Mesmo para esse fim, atualmente há uma tendência de uso de substâncias menos persistentes, como por exemplo os piretróides. Alguns ciclodienos, como endosulfan, para algumas culturas; aldrin para tratamento

de solo e dodecacloro para iscas formicidas e reflorestamento ainda são permitidos e bastante utilizados.

O modo de ação destas substâncias sobre os organismos vivos ainda não foi devidamente esclarecido. Estes inseticidas estimulam o sistema nervoso e induzem irritabilidade, suscetibilidade à estimulação, tremores e convulsões (LU 1996). A teoria mais aceita atualmente admite a formação de um complexo entre o composto clorado e a membrana do axônio, causando alteração na permeabilidade da membrana e interferência na passagem de íons K^+ e Na^+ , que normalmente ocorre durante a propagação do impulso nervoso (GALLO *et al.* 1988).

Semanas, em 1967, citado por FERRER, 1995, estudando epidemias ocorridas em Doha e Hofuf, na Arábia Saudita e Qatar, constatou os principais sintomas dos organoclorados: náusea, vômito, vertigem, desconforto abdominal, enxaquecas, perda súbita de consciência e convulsões com períodos de depressão de sistema nervoso central. A causa de morte era dada pela depressão do centro respiratório. Na maioria dos casos a condição das vítimas melhorava dentro de horas ou dias, mas havia fraqueza muscular persistente. SMITH, 1995, observou congestão cerebral, edema pulmonar e hemorragia geral. O mesmo autor, em estudos específicos sobre toxicidade do endosulfan em seres humanos, constatou ainda falência renal aguda, coagulação intravascular, entupimento das artérias pulmonares e da aorta e colapso cardíaco.

No campo, raramente é registrada intoxicação aguda causada por este tipo de agrotóxico devido a sua característica lipofílica, que dificulta a penetração através da pele.

Inseticidas Organofosforados (OP)

Os organofosforados são ésteres do ácido fosfórico e fosfônico, ou de seus ácidos derivados, como ditiofosfórico, tiolofosfórico, etc. Em geral, são muito tóxicos, sendo um dos principais grupos de inseticidas responsáveis por intoxicações ocupacionais no campo; por serem relativamente polares e

moderadamente persistentes, não se acumulam em tecidos animais gordurosos como os organoclorados (BAPTISTA 2001).

O primeiro inseticida organofosforado foi o TEPP (tetraetil pirofosfato) desenvolvido na Alemanha como substituto da nicotina. Era altamente tóxico aos mamíferos e se hidrolisava rapidamente. A necessidade de compostos mais estáveis para agricultura levou Schrader, em 1944, a desenvolver o paration e seus óxidos análogos, como o paraoxon. Por apresentarem propriedades físico-químicas convenientes, tais como baixa volatilidade e estabilidade em água, foi um dos organofosforados mais utilizados (EDWARDS 1976).

Em Israel, a redução de uso de agrotóxicos organoclorados nos anos setenta, implicou na substituição por organofosforados (por exemplo, triclorfon que causa neuropatia periférico degenerativa). Moradores expostos a 1 km de campos de cultivo apresentaram enxaqueca crônica, náusea, vômito, angústia respiratória e fadiga severa, além de excretarem metabólitos de organofosforado na urina. Reclamações de fraqueza, formigamento das mãos e pés bem como outras alterações neurológicas indicaram a possível influência de agentes neurotóxicos de atividade independente de colinesterase (RICHTER 1997).

O principal exemplo deste grupo é o paration, que tem sido amplamente usado devido o seu baixo preço e a alta ação biocida (DL_{50} 3,6 mg/kg oral no rato fêmea), tornando-o potencialmente muito perigoso para os seres humanos e outros mamíferos. As outras substâncias deste grupo, carbofenotion e fonofós, também são extremamente tóxicas.

Os organofosforados atuam sobre um componente específico do organismo, a enzima acetilcolinesterase (LU 1996). Esta enzima é responsável pela inativação da função da acetilcolina, que por sua vez permite a transmissão do estímulo nervoso ao músculo através da propagação bioquímica entre os neurônios e as placas motoras. Quando os organofosforados combinam-se com a acetilcolinesterase, ao invés da acetilcolina, está se acumula provocando a paralisação dos músculos, principalmente os respiratórios como o diafragma, impedindo assim a

respiração e provocando a morte devido à falta de oxigênio no cérebro (GUERRA & SAMPAIO 1988 e GALLO *et al.* 1988).

FERRER, 1991, verificou os seguintes sintomas comuns nos diferentes episódios tóxicos: miose, obscuridade de visão, suor, náusea, vômito, câimbras abdominais, diarreia, dificuldade respiratória, hipersecreção do muco respiratório, nasal, fasciculação de músculos, perda de consciência, convulsões e coma. Sintomas incluindo tensão respiratória no tórax e males pulmonares apontaram edema pulmonar agudo e sempre estavam presentes em casos severos. O autor associou a morte à apreensão respiratória que surgiu em função da debilidade de músculos respiratórios, hipersecreção bronquial e bronquioconstrição.

LEFFERTS, 2000, aponta como sintomas de neurotoxicidade causados pela exposição a inseticidas organofosforados: enxaqueca, náusea, irritabilidade e problemas gastrintestinais. GALLO e colaboradores, 1988, citam ainda: lacrimejamento, contração da pupila, bradicardia e queda de pressão arterial, podendo levar ao estado de coma.

Inseticidas Carbamatos (CB)

De acordo com EDWARDS, 1976, os carbamatos surgiram em 1947, a partir de estudos realizados pela empresa Geigy (Suíça) como possíveis substitutos do DDT. Os carbamatos, tiocarbamatos e ditiocarbamatos, derivam dos ácidos carbâmico, tiocarbâmico e ditiocarbâmico, respectivamente. São relativamente polares, não se acumulam nos tecidos gordurosos (BAPTISTA 2001), não são de largo espectro e possuem baixa toxicidade dérmica quando comparados com os organofosforados, porém com exceções. A presença do nitrogênio em sua estrutura molecular agrava sua periculosidade. Os carbamatos também se combinam com a acetilcolinesterase, inativando-a e causando o acúmulo de acetilcolina (GUERRA & SAMPAIO 1988 e LU 1996). Porém, este quadro é mais intenso com organofosforados que com carbamatos, pois quando surgem os primeiros sintomas de intoxicação, a dose absorvida está longe da dose letal

(GALLO *et al.* 1988), sendo considerados, em geral, mais seguros para os mamíferos (BAPTISTA 2001).

Os sintomas causados pela exposição a inseticidas carbamatos são: salivação abundante, lacrimejamento, suor, obscuridade de visão, tremores musculares, convulsões e morte (GALLO *et al.* 1988).

Inseticidas Piretróides (PY)

Os piretróides são ésteres dos ácidos crisantêmico e ciclopropano-carboxílicos. Em geral, são pouco tóxicos ou moderadamente tóxicos e raramente estão envolvidos em intoxicações ocupacionais no campo. Por serem pouco polares e apresentarem razoável degradação no meio ambiente, não se acumulam em tecidos animais gordurosos e são menos sujeitos à foto-decomposição (BAPTISTA 2001).

Os piretróides sintéticos, como permetrina, cipermetrina, deltametrina e fenvalerato, surgiram a partir de 1973, tendo como precursores as piretrinas naturais (EDWARDS 1976). Desde então vêm ganhando mercado para uso domissanitário ou mesmo em campanhas de Saúde Pública.

Estes inseticidas apresentam alta seletividade para mamíferos (GALLO *et al.* 1988) e também atuam no sistema nervoso, interagindo com o íon sódio nas fibras nervosas, o que causa super excitação e tremor, por exemplo (LU 1996). Outros sintomas decorrentes da exposição a estes inseticidas são reações alérgicas, principalmente na pele, podendo causar ainda irritabilidade, devido à paralisia muscular e, em casos extremos, até morte, por insuficiência respiratória (GALLO *et al.* 1988).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo discutir as possíveis interações entre os agrotóxicos, de uso autorizado por Lei, em produtos de origem vegetal consumidos nas principais regiões metropolitanas brasileiras e o possível risco à saúde humana.

2.2 Objetivo Específico

Com base na legislação vigente no país, para Limite Máximo de Resíduo e Ingestão Diária Aceitável de resíduos de agrotóxicos em alimentos, este estudo discute os riscos das possíveis interações de agrotóxicos para a saúde pública a fim de que as informações geradas sirvam de base para direcionar a ação das autoridades, bem como da população consumidora, visando a prevenção de possíveis danos à saúde pela ingestão de alimentos com resíduos destas substâncias.

3 MATERIAL E MÉTODO

A oferta de alimento em termos de variedade em nosso país é muito grande e para efeito deste estudo optou-se por eleger três alimentos de origem vegetal, com base nos seguintes aspectos:

- importância na dieta, de acordo com o consumo indicado pela Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em cada uma das regiões metropolitanas;
- número de agrotóxicos autorizados, segundo legislação em vigor no país;
- consumo, em geral, *in natura*, de acordo com o hábito alimentar do brasileiro.

A importância de cada um dos alimentos foi definida com base no levantamento de dados do consumo alimentar nas principais metrópoles do país. No Brasil, estes dados são obtidos de forma segura e confiável pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que, para efeito de seus levantamentos, considera nove regiões metropolitanas no território nacional, sendo elas: São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Salvador, Porto Alegre, Belém, Fortaleza e Recife. Os dados foram levantados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE realizada em 1995/1996.

Os dados referentes aos agrotóxicos autorizados para cada cultura, de acordo com a legislação brasileira vigente, e os respectivos Limites Máximos de Resíduos (LMR), Categoria Agronômica e Grupo Químico foram obtidos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, no Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG e no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - MAPA. Estes dados foram então, tabulados individualmente entre os alimentos escolhidos, segundo os seguintes mecanismo de ação: organofosforados e carbamatos (OP/CB) como inibidores da acetilcolinesterase e organoclorados e piretróides (OC/PY) como desequilibradores da bomba Na/K, podendo causar interações por adição, sinergismo, potenciação ou antagonismo. Com

base no Limite Máximo de Resíduo, no consumo de cada um dos alimentos estudados e na Ingestão Diária Aceitável (IDA) foi gerado um índice de risco para cada grupo de efeito tóxico possível.

Neste estudo estamos considerando um caso ideal, ou seja, que os alimentos tenham sido produzidos sob as Boas Práticas Agrícolas, que o LMR estabelecido na legislação não foi ultrapassado e que somente agrotóxicos autorizados por lei foram aplicados.

3.1 Análise de Mercado – Escolha das culturas de relevância

A partir dos dados obtidos no levantamento sobre o consumo alimentar no Brasil através do POF/IBGE (1995/1996) e segundo o número de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira para as culturas, foram selecionados três alimentos: tomate, banana e maçã (Tabelas 3, 4 e 5).

Deu-se preferência para culturas consumidas, em geral, *in natura* evitando-se a possibilidade de variação da concentração dos agrotóxicos em função de práticas como cozimento, fritura, congelamento, conservas, compotas, geléias etc.

Tabela 3 - Porcentagem de despesa média mensal familiar com alimentação no domicílio*.

Arroz	2,40
Feijão	1,42
Tomate	0,60
Cebola	0,28
Banana	0,87
Laranja	0,71
Maçã	0,58

* 74,55% do total

Fonte: POF/IBGE 1995/1996

Tabela 4 – Gasto médio mensal familiar com alimentação domiciliar*.

Regiões Metropolitanas Brasileiras	Culturas					
	Tomate		Banana		Maçã	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%
Belém	1,59	0,64	2,93	1,18	0,91	0,37
Belo Horizonte	1,34	0,59	2,27	1,00	1,92	0,84
Curitiba	1,67	0,71	1,62	0,68	1,40	0,59
Fortaleza	0,98	0,47	2,49	1,19	1,32	0,63
Porto Alegre	1,91	0,84	1,88	0,82	1,69	0,74
Recife	1,63	0,81	2,49	1,23	0,93	0,46
Rio de Janeiro	1,40	0,71	2,08	1,06	1,17	0,59
Salvador	1,58	0,73	2,27	1,05	1,00	0,47
São Paulo	1,03	0,43	1,49	0,63	1,18	0,49
Total das Áreas	1,33	0,60	1,92	0,87	1,29	0,58

* 74,55% do total

Fonte: POF/IBGE - 1995/1996

Tabela 5 - Consumo alimentar domiciliar, *per capita*, anual, nas regiões metropolitanas brasileiras (kg).

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas	ALIMENTOS				
	TOMATE	BANANA			MAÇÃ
		d'água	maçã	prata	
Belém	4,889	-	-	8,111	1,506
Fortaleza	3,751	0,029	0,041	9,855	2,014
Recife	6,6	0,156	-	4,417	1,902
Salvador	6,459	0,16	-	4,701	1,856
Belo Horizonte	6,229	3,505	0,089	5,103	4,458
Rio de Janeiro	5,417	1,036	-	6,057	2,849
São Paulo	5,283	5,378	0,507	1,328	2,53
Curitiba	5,903	7,738	0,558	0,643	3,833
Porto Alegre	6,498	6,705	0,3	1,716	4,509
Total das Áreas	5,63	3,325	0,28	3,715	2,907

Fonte: POF/IBGE ano base - 1996

3.2 Levantamento, por grupo, dos agrotóxicos autorizados

Como visto no item 1.4 deste trabalho, os agrotóxicos podem ser classificados de várias formas. Uma delas é pelo grupo químico. Utilizou-se neste estudo a classificação oficial dada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e pela Organização Mundial de Saúde - OMS.

Os dados foram tabulados individualmente entre os três alimentos escolhidos, segundo o grupo químico dos agrotóxicos (tabelas 6 a 11) para, posteriormente, ser gerado o índice de risco e o estudo das possíveis interações.

Tabela 6 - BANANA - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OP e CB* = inibidores da acetilcolinesterase

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agronômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Aldicarb	0,3	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,003
Benomil	0,1	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,1
Carbaril	5,0	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,003
Carbofuran	0,1	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,002
Etoprofós	0,05	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,0004
Fenamifós	0,1	Nematicida	Organofosforado	OP	0-0,0008
Fensulfotion	0,02	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,0003
Fostiazato	0,2	Nematicida	Organofosforado		
Glufosinato de amônio	0,05	Herbicida	Aminoácidos	OP	0-0,02
Glifosato	0,02	Herbicida	Derivado da Glicina	OP	0-0,3
Pirazofós	0,02	Fungicida	Organofosforado	OP	0-0,004
Terbufós	0,05	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,0002
Tiofanato-metil	0,2	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,08
Triclorfon	0,2	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,02

* OP – organofosforados e CB – carbamatos

Fonte: ANVISA e OMS

Tabela 7 - BANANA - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OC e PY* = desequilíbrio da bomba Na/K

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agronômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Clorotalonil	3,0	Fungicida	Ftalonitrila	OC	0-0,03

* OC - organoclorados e PY – piretróides

Fonte: ANVISA e OMS

Tabela 8 - TOMATE - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OP e CB* = inibidores da acetilcolinesterase

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agrônômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Acefate	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,03
Aldicarb	0,02	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,003
Benfuracarb	0,05	Inseticida	Carbamato		
Benomil	1,0	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,1
Carbendazim	1,0	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,03
Carbofuran	0,1	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,002
Carbosulfan	0,05	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,01
Clorpirifós	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,01
Diazinon	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,002
Dimetoato	1,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,002
Dissulfoton	0,5	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,0003
Etefon	1,5	Regulador Cresc.	Ácido Fosfônico	OP	0-0,05
Etion	2,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,002
Fenamifós	0,1	Nematicida	Organofosforado	OP	0-0,0008
Fenitrothion	0,5	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,005
Fentoato	0,1	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,003
Forato	0,1	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,0005
Fosalone	1,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,02
Fosfamidon	0,1	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,0005
Isazofós	0,05	Inseticida	Organofosforado		
Isoprocarb	0,07	Inseticida	Carbamato		
Malation	3,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,3
Metamidofós	0,3	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,004
Metiocarb	1,0	Inseticida Acaricida	Carbamato	CB	0-0,02
Metomil	1,0	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,03
Mevinfós	0,2	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,0008
Naled	0,5	Inseticida Acaricida	Halógeno Fosforado	OP	
Oxamil	1,0	Inseticida Acaricida	Carbamato	CB	0-0,03
Pirimicarb	1,0	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,02
Propanocarbe cloreto	1,0	Fungicida	Carbamato		
Protiofós	1	Inseticida	Organofosforado		
Tiometon	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,003
Tiofanato-metil	5,0	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,08
Triazofós	0,04	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,001
Triclorfon	0,2	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,02
Vamidotion	0,2	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,008

* OP – organofosforados e CB – carbamatos

Fonte: ANVISA e OMS

Tabela 9 - TOMATE - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OC e PY* = desequilíbrio da bomba Na/K

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agrônômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Alfacipermetrina	0,05	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,02
Anilazina	2,0	Fungicida	Triazina	OC HC	0-0,1
Betaciflutrin	0,1	Inseticida	Piretróide		
Bifentrin	0,02	Inseticida Acaricida	Piretroide	PY	0-0,02
Captan	15,0	Fungicida	Ftalimida	OC HC	0-0,1
Clorotalonil	1,0	Fungicida	Ftalonitrila	OC	0-0,03
Ciflutrin	0,02	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,02
Cipermetrina	0,10	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,05
Deltametrina	0,03	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,01
Dicloran	5,0	Fungicida	Nitroanilina	OC	0-0,01
Esfenvalerato	0,05	Inseticida	Piretróide		
Fenpropatrin	0,2	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,03
Fenvalerato	0,1	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,02
Lambdacihalotrin	0,09	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,002
Permetrina	0,3	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,05
Procloraz	0,5	Fungicida	Imidazóis	OC HC	0-0,01
Procimidone	2,0	Fungicida	Dicarboxamida	OC HC	0-0,1
Quintozene	0,1	fungicida	Nitrobenzeno	OC	0-0,01
Tetradifon	1,0	Acaricida	Clorodifenilsulfonas	OC	

* OC - organoclorados e PY - piretróides

Fonte: ANVISA e OMS

Tabela 10 - MAÇÃ - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OP e CB* = inibidores da acetilcolinesterase

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agrônômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Benomil	5,0	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,1
Carbaril	5,0	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,003
Clorpirifós	1	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,01
Diclorvós	0,1	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,004
Dicofol	5,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OC	0-0,002
Dimetoato	2,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,002
Etion	2,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,002
Fention	1,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,007
Fosmet	1,0	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,01
Glufosinato de amônio	0,05	Herbicida	Aminoácidos	OP	0-0,02
Glifosato	0,2	Herbicida	Derivado da Glicina	OP	0-0,3
Metidation	0,02	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,001
Mevinfós	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,0008
Propoxur	3,0	Inseticida	Carbamato	CB	0-0,02
Pirazofós	0,2	Fungicida	Organofosforado	OP	0-0,004
Tiometon	0,5	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP	0-0,003
Tiofanato-metil	5,0	Fungicida	Benzimidazol	CB	0-0,08
Triclorfon	2	Inseticida	Organofosforado	OP	0-0,02
Vamidotion	2,0	Inseticida Acaricida	Organofosforado	OP CB	0-0,008

* OP – organofosforados e CB - carbamatos

Fonte: ANVISA e OMS

Tabela 11 - MAÇÃ - Relação de agrotóxicos autorizados pela legislação brasileira, segundo o efeito tóxico, e os respectivos LMR e IDA

OC e PY* = desequilíbrio da bomba Na/K

Agrotóxico	LMR (mg/kg)	Categoria Agrônômica	Grupo Químico		IDA mg/kg
			Anvisa	OMS	
Captan	25,0	Fungicida	Ftalimida	OC	0-0,1
Deltametrina	0,02	Inseticida	Deltametrina	PY	0-0,01
Fenarimol	0,05	Formicida	Piridinamina	OC	0-0,01
Fenpropatrin	1,0	Inseticida	Piretróide	PY	0-0,03
Folpet	10,0	Fungicida	Ftalimida	OC	0-0,1
Miclobutanil	0,1	Fungicida	Triazóis	OC	0-0,03
Procloraz	0,5	Fungicida	Imidazóis	OC	0-0,01
Triforine	2,0	Fungicida	Piperizina	OC	0-0,02

* OC - organoclorados e PY - piretróides

Fonte: ANVISA e OMS

3.3 Índice de Risco

Considerando cada um dos mecanismos de ação adotados neste estudo, e para efeito do cálculo do Índice de Risco (IR), optou-se por trabalhar com os valores extremos do Limite Máximo de Resíduo (LMR) e da Ingestão Diária Aceitável (IDA) de cada alimento escolhido. Assim, qualquer resíduo de agrotóxico autorizado que possa estar presente no tomate, na banana e na maçã, estará necessariamente compreendido neste universo.

Adotaremos as seguintes siglas para as extremidades do Limite Máximo de Resíduo - LMR_{min} e LMR_{max} , da Ingestão Diária Aceitável - IDA_{min} e IDA_{max} e do Índice de Risco - IR_{min} e IR_{max} .

LMR_{min} – indica a menor quantidade admitida de agrotóxico autorizado, por alimento, em cada um dos grupos de mecanismo de ação selecionados. Estes agrotóxicos apresentam maior toxicidade e, portanto, com uma pequena dose pode-se observar os primeiros sintomas de intoxicação.

LMR_{max} – indica a maior quantidade admitida de agrotóxico autorizado, por alimento, em cada um dos grupos de mecanismo de ação selecionados. Estes agrotóxicos apresentam menor toxicidade e, portanto, é necessário uma dose maior, em relação às substâncias que se enquadram no LMR_{min} , para que se possa observar os primeiros sintomas de intoxicação.

IDA_{min} – indica a menor quantidade aceitável diariamente de agrotóxico autorizado, por alimento, em cada um dos grupos de mecanismo de ação selecionados.

IDA_{max} – indica a maior quantidade aceitável diariamente de agrotóxico autorizado, por alimento, em cada um dos grupos de mecanismo de ação selecionados.

IR_{min} – indica o risco no limite estabelecido pelo LMR_{min} e pela IDA_{min} .

IR_{max} – indica o risco no limite estabelecido pelo LMR_{max} e pela IDA_{Max} .

Cálculo do Índice de Risco

- a) Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, nos limites estabelecidos pelo LMR_{\min} e IDA_{\min} e pelo LMR_{\max} e IDA_{\max} , passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB).

$$IR_{\min} = \text{Variável 2} / IDA_{\min}$$

$$\text{Variável 2 (mg/dia)} = \frac{\text{Variável 1 (kg/ano)} \times LMR_{\min} \text{ (mg/kg)}}{365 \text{ dias/ano}}$$

$$IR_{\max} = \text{Variável 2} / IDA_{\max}$$

$$\text{Variável 2 (mg/dia)} = \frac{\text{Variável 1 (kg/ano)} \times LMR_{\max} \text{ (mg/kg)}}{365 \text{ dias/ano}}$$

onde,

Variável 1 (kg/ano) – consumo alimentar, *per capita*, anual, tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 (mg/dia) – ingestão diária de agrotóxicos organofosforados e carbamatos, *per capita*, podendo causar inibição da acetilcolinesterase.

LMR (mg/kg) – quantidade de agrotóxicos, em mg, por quilograma de alimento.

- b) Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, nos limites estabelecidos pelo LMR_{min} e IDA_{min} e pelo LMR_{max} e IDA_{Max} , passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY).

$$IR_{min} = \text{Variável 3} / IDA_{min}$$

$$\text{Variável 3 (mg/dia)} = \frac{\text{Variável 1 (kg/ano)} \times LMR_{min} \text{ (mg/kg)}}{365 \text{ dias/ano}}$$

$$IR_{max} = \text{Variável 3} / IDA_{max}$$

$$\text{Variável 3 (mg/dia)} = \frac{\text{Variável 1 (kg/ano)} \times LMR_{max} \text{ (mg/kg)}}{365 \text{ dias/ano}}$$

onde,

Variável 1 (kg/ano) – consumo alimentar, *per capita*, anual, tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 (mg/dia) – ingestão diária de agrotóxicos organoclorados e piretróides, *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

LMR (mg/kg) – quantidade de agrotóxicos, em mg, por quilograma de alimento.

Assim, o consumo alimentar associado ao Limite Máximo de Resíduo

$$\text{LMR}_{\min} \text{ ————— } \text{LMR}_{\max}$$

resulta na ingestão diária possível de agrotóxicos, em cada região metropolitana brasileira. Esse valor, comparado com a Ingestão Diária Aceitável,

$$\text{IDA}_{\min} \text{ ————— } \text{IDA}_{\max}$$

resulta no possível risco de ocorrência dos efeitos tóxicos segundo os mecanismos de ação selecionados.

$$\text{IR}_{\min} \text{ ————— } \text{IR}_{\max}$$

Diante dos valores de IR nos limites estabelecidos pelo LMR_{\min} e LMR_{\max} e pela IDA_{\min} e IDA_{\max} , teremos as seguintes condições:

$\text{IR} > 1$ indica uma condição não-tolerável;

$\text{IR} \leq 1$ indica uma condição aceitável.

4 RESULTADOS

Tabela 12 - Número de agrotóxicos, por grupo, autorizados pela Legislação Brasileira por alimento de interesse.

GRUPO DE PRODUTOS	ALIMENTO		
	TOMATE	BANANA	MAÇÃ
Inseticida Organoclorado	0	0	0
Inseticida Piretróide	11	0	2
Inseticida Organofosforado	21	4	11
Inseticida Carbamato	9	3	2
Fungicida Organoclorado	7	1	5
Fungicida Carbamato	4	2	2
Fungicida Organofosforado	0	1	1
Herbicida Organofosforado	0	2	2
Nematicida Organofosforado	1	2	0
Regul. Cresc. Organofosforado	1	0	0
Formicida Organoclorado	0	0	1
Acaricida Organoclorado	1	0	0
Dicofol	0	0	1
Outros	44	13	37
TOTAL	99	28	64

Fonte: ANVISA

Tabela 13 - Intervalo adotado neste estudo para LMR e IDA, por grupo de efeito tóxico, por alimento de interesse.

		LMR (mg/kg)	IDA (mg/kg)
TOMATE	OP/CB	0,02 --- 5,0	0,0003 --- 0,3
	OC/PY	0,02 --- 15,0	0,002 --- 0,1
BANANA	OP/CB	0,02 --- 5,0	0,0002 --- 0,1
	OC/PY	3	0 --- 0,03
MAÇÃ	OP/CB	0,02 --- 5,0	0,0008 --- 0,3
	OC/PY	0,02 --- 25,0	0,002 --- 0,1

Fonte: ANVISA / OMS

Tabela 14 - Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em **banana d'água**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 2	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 2	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fortaleza	0,029	0,02	0,000002	0,0002	0,007945	5	0,000397	0,1	0,003973
Recife	0,156	0,02	0,000009	0,0002	0,042740	5	0,002137	0,1	0,021370
Salvador	0,16	0,02	0,000009	0,0002	0,043836	5	0,002192	0,1	0,021918
Belo Horizonte	3,505	0,02	0,000192	0,0002	0,960274	5	0,048014	0,1	0,480137
Rio de Janeiro	1,036	0,02	0,000057	0,0002	0,283836	5	0,014192	0,1	0,141918
São Paulo	5,378	0,02	0,000295	0,0002	1,473425	5	0,073671	0,1	0,736712
Curitiba	7,738	0,02	0,000424	0,0002	2,120000	5	0,106000	0,1	1,060000
Porto Alegre	6,705	0,02	0,000367	0,0002	1,836986	5	0,091849	0,1	0,918493
Total das Áreas	3,325	0,02	0,000182	0,0002	0,910959	5	0,045548	0,1	0,455479

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB), *per capita*, podendo causar inibição da acetil colinesterase.

Tabela 15 - Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em **banana d'água**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Único			
		LMR mg/kg	Variável 3	IDA mg/kg	IR
Belém	-	-	-	-	-
Fortaleza	0,029	3	0,000238	0,03	0,007945
Recife	0,156	3	0,001282	0,03	0,042740
Salvador	0,16	3	0,001315	0,03	0,043836
Belo Horizonte	3,505	3	0,028808	0,03	0,960274
Rio de Janeiro	1,036	3	0,008515	0,03	0,283836
São Paulo	5,378	3	0,044203	0,03	1,473425
Curitiba	7,738	3	0,063600	0,03	2,120000
Porto Alegre	6,705	3	0,055110	0,03	1,836986
Total das Áreas	3,325	3	0,027329	0,03	0,910959

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY), *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

Tabela 16 - Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em **banana-maçã**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 2	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 2	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fortaleza	0,041	0,02	0,000002	0,0002	0,011233	5	0,000562	0,1	0,005616
Recife	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salvador	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belo Horizonte	0,089	0,02	0,000005	0,0002	0,024384	5	0,001219	0,1	0,012192
Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Paulo	0,507	0,02	0,000028	0,0002	0,138904	5	0,006945	0,1	0,069452
Curitiba	0,558	0,02	0,000031	0,0002	0,152877	5	0,007644	0,1	0,076438
Porto Alegre	0,3	0,02	0,000016	0,0002	0,082192	5	0,004110	0,1	0,041096
Total das Áreas	0,28	0,02	0,000015	0,0002	0,076712	5	0,003836	0,1	0,038356

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB), *per capita*, podendo causar inibição da acetil colinesterase.

Tabela 17 - Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em **banana-maçã**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Único			
		LMR mg/kg	Variável 3	IDA mg/kg	IR
Belém	-	-	-	-	-
Fortaleza	0,041	3	0,000337	0,03	0,011233
Recife	-	-	-	-	-
Salvador	-	-	-	-	-
Belo Horizonte	0,089	3	0,000732	0,03	0,024384
Rio de Janeiro	-	-	-	-	-
São Paulo	0,507	3	0,004167	0,03	0,138904
Curitiba	0,558	3	0,004586	0,03	0,152877
Porto Alegre	0,3	3	0,002466	0,03	0,082192
Total das Áreas	0,28	3	0,002301	0,03	0,076712

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY), *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

Tabela 18 - Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em **banana-prata**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 2	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 2	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	8,111	0,02	0,000444	0,0002	2,222192	5	0,111110	0,1	1,111096
Fortaleza	9,855	0,02	0,000540	0,0002	2,700000	5	0,135000	0,1	1,350000
Recife	4,417	0,02	0,000242	0,0002	1,210137	5	0,060507	0,1	0,605068
Salvador	4,701	0,02	0,000258	0,0002	1,287945	5	0,064397	0,1	0,643973
Belo Horizonte	5,103	0,02	0,000280	0,0002	1,398082	5	0,069904	0,1	0,699041
Rio de Janeiro	6,057	0,02	0,000332	0,0002	1,659452	5	0,082973	0,1	0,829726
São Paulo	1,328	0,02	0,000073	0,0002	0,363836	5	0,018192	0,1	0,181918
Curitiba	0,643	0,02	0,000035	0,0002	0,176164	5	0,008808	0,1	0,088082
Porto Alegre	1,716	0,02	0,000094	0,0002	0,470137	5	0,023507	0,1	0,235068
Total das Áreas	3,715	0,02	0,000204	0,0002	1,017808	5	0,050890	0,1	0,508904

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB), *per capita*, podendo causar inibição da acetil colinesterase.

Tabela 19 - Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em **banana-prata**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Único			
		LMR mg/kg	Variável 3	IDA mg/kg	IR
Belém	8,111	3	0,066666	0,03	2,222192
Fortaleza	9,855	3	0,081000	0,03	2,700000
Recife	4,417	3	0,036304	0,03	1,210137
Salvador	4,701	3	0,038638	0,03	1,287945
Belo Horizonte	5,103	3	0,041942	0,03	1,398082
Rio de Janeiro	6,057	3	0,049784	0,03	1,659452
São Paulo	1,328	3	0,010915	0,03	0,363836
Curitiba	0,643	3	0,005285	0,03	0,176164
Porto Alegre	1,716	3	0,014104	0,03	0,470137
Total das Áreas	3,715	3	0,030534	0,03	1,017808

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY), *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

Tabela 20 - Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em **tomate**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 2	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 2	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	4,889	0,02	0,000268	0,0003	0,892968	5	0,066973	0,3	0,223242
Fortaleza	3,751	0,02	0,000206	0,0003	0,685114	5	0,051384	0,3	0,171279
Recife	6,6	0,02	0,000362	0,0003	1,205479	5	0,090411	0,3	0,301370
Salvador	6,459	0,02	0,000354	0,0003	1,179726	5	0,088479	0,3	0,294932
Belo Horizonte	6,229	0,02	0,000341	0,0003	1,137717	5	0,085329	0,3	0,284429
Rio de Janeiro	5,417	0,02	0,000297	0,0003	0,989406	5	0,074205	0,3	0,247352
São Paulo	5,283	0,02	0,000289	0,0003	0,964932	5	0,072370	0,3	0,241233
Curitiba	5,903	0,02	0,000323	0,0003	1,078174	5	0,080863	0,3	0,269543
Porto Alegre	6,498	0,02	0,000356	0,0003	1,186849	5	0,089014	0,3	0,296712
Total das Áreas	5,63	0,02	0,000308	0,0003	1,028311	5	0,077123	0,3	0,257078

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB), *per capita*, podendo causar inibição da acetil colinesterase.

Tabela 21 - Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em **tomate**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 3	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 3	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	4,889	0,02	0,000268	0,002	0,133945	15	0,200918	0,1	2,009178
Fortaleza	3,751	0,02	0,000206	0,002	0,102767	15	0,154151	0,1	1,541507
Recife	6,6	0,02	0,000362	0,002	0,180822	15	0,271233	0,1	2,712329
Salvador	6,459	0,02	0,000354	0,002	0,176959	15	0,265438	0,1	2,654384
Belo Horizonte	6,229	0,02	0,000341	0,002	0,170658	15	0,255986	0,1	2,559863
Rio de Janeiro	5,417	0,02	0,000297	0,002	0,148411	15	0,222616	0,1	2,226164
São Paulo	5,283	0,02	0,000289	0,002	0,144740	15	0,217110	0,1	2,171096
Curitiba	5,903	0,02	0,000323	0,002	0,161726	15	0,242589	0,1	2,425890
Porto Alegre	6,498	0,02	0,000356	0,002	0,178027	15	0,267041	0,1	2,670411
Total das Áreas	5,63	0,02	0,000308	0,002	0,154247	15	0,231370	0,1	2,313699

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY), *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

Tabela 22 - Índice de Risco de inibição da acetilcolinesterase, mínimo e máximo, passível de ser causada pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB) em maçã.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 2	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 2	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	1,506	0,02	0,000083	0,0008	0,103151	5	0,020630	0,3	0,068767
Fortaleza	2,014	0,02	0,000110	0,0008	0,137945	5	0,027589	0,3	0,091963
Recife	1,902	0,02	0,000104	0,0008	0,130274	5	0,026055	0,3	0,086849
Salvador	1,856	0,02	0,000102	0,0008	0,127123	5	0,025425	0,3	0,084749
Belo Horizonte	4,458	0,02	0,000244	0,0008	0,305342	5	0,061068	0,3	0,203562
Rio de Janeiro	2,849	0,02	0,000156	0,0008	0,195137	5	0,039027	0,3	0,130091
São Paulo	2,53	0,02	0,000139	0,0008	0,173288	5	0,034658	0,3	0,115525
Curitiba	3,833	0,02	0,000210	0,0008	0,262534	5	0,052507	0,3	0,175023
Porto Alegre	4,509	0,02	0,000247	0,0008	0,308836	5	0,061767	0,3	0,205890
Total das Áreas	2,907	0,02	0,000159	0,0008	0,199110	5	0,039822	0,3	0,132740

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 2 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organofosforados e carbamatos (OP/CB), *per capita*, podendo causar inibição da acetil colinesterase.

Tabela 23 - Índice de Risco de desequilíbrio da bomba Na/K, mínimo e máximo, passível de ser causado pela ingestão de resíduos de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY) em **maçã**.

Regiões Metropolitanas e Total das Áreas - POF/IBGE	Variável 1	Mínimo				Máximo			
		LMR _{min} mg/kg	Variável 3	IDA _{min} mg/kg	IR _{min}	LMR _{max} mg/kg	Variável 3	IDA _{max} mg/kg	IR _{max}
Belém	1,506	0,02	0,000083	0,002	0,041260	25	0,103151	0,1	1,031507
Fortaleza	2,014	0,02	0,000110	0,002	0,055178	25	0,137945	0,1	1,379452
Recife	1,902	0,02	0,000104	0,002	0,052110	25	0,130274	0,1	1,302740
Salvador	1,856	0,02	0,000102	0,002	0,050849	25	0,127123	0,1	1,271233
Belo Horizonte	4,458	0,02	0,000244	0,002	0,122137	25	0,305342	0,1	3,053425
Rio de Janeiro	2,849	0,02	0,000156	0,002	0,078055	25	0,195137	0,1	1,951370
São Paulo	2,53	0,02	0,000139	0,002	0,069315	25	0,173288	0,1	1,732877
Curitiba	3,833	0,02	0,000210	0,002	0,105014	25	0,262534	0,1	2,625342
Porto Alegre	4,509	0,02	0,000247	0,002	0,123534	25	0,308836	0,1	3,088356
Total das Áreas	2,907	0,02	0,000159	0,002	0,079644	25	0,199110	0,1	1,991096

Variável 1 = Consumo alimentar, *per capita*, anual (kg), tendo como ano base, 1996, de acordo com POF/IBGE.

Variável 3 = Ingestão diária (mg) de agrotóxicos organoclorados e piretróides (OC/PY), *per capita*, podendo causar desequilíbrio da bomba Na/K.

Tabela 24 - Resumo da aceitabilidade do risco do consumo de resíduos de agrotóxicos autorizados por Lei para tomate, banana e maçã, segundo os mecanismos de ação adotados.

Alimento	Inibição da acetilcolinesterase		Desequilíbrio da bomba Na/K	
	Risco para OP/CB de maior toxicidade	Risco para OP/CB de menor toxicidade	Risco para OC/PY de maior toxicidade	Risco para OC/PY de menor toxicidade
TOMATE	Não-tolerável	Aceitável	Aceitável	Não-tolerável
BANANA-D'ÁGUA	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável
BANANA-MAÇÃ	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável
BANANA-PRATA	Não-tolerável	Não-tolerável	Não-tolerável	
MAÇÃ	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Não-tolerável

5 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, faremos, inicialmente, uma avaliação crítica dos possíveis riscos de intoxicação humana por resíduos de agrotóxicos em tomate, banana e maçã, nas principais regiões metropolitanas brasileiras. Posteriormente, faremos uma análise mais ampla da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos, algumas de suas implicações e restrições, e algumas medidas de proteção.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, faremos uma análise isolada dos alimentos escolhidos, segundo os mecanismo de ação adotados, e considerando, ainda, a possibilidade da presença de resíduo de mais de um agrotóxico no alimento, com o mesmo mecanismo de ação. É possível a ocorrência de interações por adição, sinergismo, ou antagonismo, pela ingestão simultânea ou concomitante destas substâncias, ou a potencialização de algum efeito tóxico pela presença do agrotóxico.

TOMATE - OP/CB – inibição da acetilcolinesterase

intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 5,0 (máximo)

IDA (mg/kg): 0,0003 (mínimo) _____ 0,3 (máximo)

Considerando os menores valores dos intervalos propostos, é possível que em cinco das nove regiões analisadas, o tomate oferecido no comércio esteja com quantidade de agrotóxicos do grupo OP/CB, acima do aceitável diariamente. Apenas São Paulo e Rio de Janeiro apresentam índices de risco dentro da aceitabilidade, em função do baixo consumo deste alimento. Em contrapartida, as regiões de Porto Alegre, Belo Horizonte e Salvador apresentam maior risco de intoxicação, pois a ingestão está acima do aceitável diariamente (0,0003 mg agrotóxico / kg de tomate). Considerando os maiores valores dos intervalos propostos, todas as regiões analisadas apresentam risco de ingestão diária de agrotóxicos dentro do

aceitável. Portanto, se o tomate consumido nas regiões metropolitanas analisadas contiver exclusivamente agrotóxicos de maior toxicidade (IDA até 0,0003 mg/kg) é grande o risco de um efeito tóxico, principalmente no Recife onde o Índice de Risco é 1,2, portanto 20% acima do aceitável. Por outro lado, se o tomate consumido contiver agrotóxicos de menor toxicidade (IDA até 0,3 mg/kg), o risco de efeito tóxico é menor em todas as regiões, pois o IR está dentro do aceitável.

TOMATE - OC/PY - desequilíbrio da bomba Na/K

intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 15,0 (máximo)

 IDA (mg/kg): 0,002 (mínimo) _____ 0,1 (máximo)

Considerando os menores valores dos intervalos propostos, todas as regiões analisadas apresentam risco de ingestão diária de agrotóxicos dentro do aceitável, enquanto para os maiores valores dos intervalos, todas as regiões analisadas apresentam risco de ingestão diária de agrotóxicos acima do aceitável. Algumas regiões como Recife, por exemplo, chegam próximo ao triplo (0,27 mg/kg) da ingestão permitida (0,1 mg/kg). Mesmo considerando a ingestão média destas regiões o valor é mais que o dobro (0,23 mg/kg) do aceitável (0,1 mg/kg). Assim, se o tomate consumido nas regiões metropolitanas analisadas contiver exclusivamente agrotóxicos de maior toxicidade (IDA até 0,002 mg/kg), os dados indicam que o risco está dentro do aceitável, ou seja, é pequena a chance de um efeito tóxico. Porém, caso este alimento contenha agrotóxicos de menor toxicidade (IDA até 0,1 mg/kg), segundo os dados é grande o risco de efeito tóxico, pois a ingestão é o dobro do aceitável.

BANANA-D'ÁGUA - OP/CB – inibição da acetilcolinesterase

intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 5,0 (máximo)

 IDA (mg/kg): 0,0002 (mínimo) _____ 0,1 (máximo)

Considerando os menores valores dos intervalos propostos, é possível que em três das nove regiões analisadas, a banana d'água oferecida no comércio esteja com quantidade de agrotóxicos do grupo OP/CB, acima do aceitável diariamente. Em Curitiba, por exemplo, a ingestão de agrotóxicos pode atingir o dobro (0,000424 mg/kg) do aceitável (0,0002 mg/kg), contudo na média geral das regiões o risco de efeito tóxico está dentro do aceitável. Para os maiores valores dos intervalos, das nove regiões analisadas, apenas Curitiba pode ingerir 6% de agrotóxicos acima do aceitável diariamente em função do alto consumo. Contudo, devemos observar o alto consumo deste alimento, também, na região de Porto Alegre, ficando a ingestão de agrotóxicos no limiar da aceitabilidade (92%). Portanto, analisando a média das regiões metropolitanas, a ingestão de agrotóxicos do grupo OP/CB está dentro do aceitável em todo o intervalo de estudo. Na região de Curitiba em específico, o IR está acima da aceitabilidade em todo o intervalo proposto (IDA 0,002 a 0,1 mg/kg) e as regiões de São Paulo e Porto Alegre chamam a atenção quando os índices de risco se aproximam dos maiores valores e ultrapassam os menores valores dos intervalos propostos.

BANANA-D'ÁGUA - OC/PY - desequilíbrio da bomba Na/K

valor único LMR (mg/kg): 3,0

 IDA (mg/kg): 0,03

Nas regiões de Curitiba, São Paulo e Porto Alegre, a população pode chegar a ingerir até o dobro (0,0636 mg/kg) do aceitável (0,03mg/kg) em função do alto consumo deste alimento. Contudo, na média das regiões a

ingestão de agrotóxicos está dentro do limite aceitável. Assim, analisando a média das regiões metropolitanas, a ingestão de agrotóxicos do grupo OC/PY está dentro do aceitável em todo o intervalo de estudo. As regiões de Curitiba, São Paulo e Porto Alegre se destacam, pois ultrapassam o valor de aceitabilidade (IDA 0,03 mg/kg).

BANANA-MAÇÃ - OP/CB – inibição da acetilcolinesterase
 intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 5,0 (máximo)
 IDA (mg/kg): 0,0002 (mínimo) _____ 0,1 (máximo)

BANANA-MAÇÃ - OC/PY - desequilíbrio da bomba Na/K
 valor único LMR (mg/kg): 3,0
 IDA (mg/kg): 0,03

Dentro dos intervalos propostos, tanto para OP/CB quanto para OC/PY, os dados indicam ingestão de agrotóxicos dentro dos limites aceitáveis, portanto, não propiciando o aparecimento de efeitos tóxicos.

BANANA-PRATA - OP/CB – inibição da acetilcolinesterase
 intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 5,0 (máximo)
 IDA (mg/kg): 0,0002 (mínimo) _____ 0,1 (máximo)

Considerando os menores valores dos intervalos propostos, é possível que em seis das nove regiões analisadas ocorra efeito tóxico, pois os valores encontrados ultrapassam a ingestão aceitável (0,0002 mg/kg) em até 222%. Considerando os maiores valores dos intervalos, das nove regiões analisadas, em Belém e Fortaleza, a população pode chegar a ingerir quantidades de agrotóxicos acima do aceitável diariamente (10% e

35% respectivamente) em função do alto consumo. Contudo, na média das regiões, a ingestão se mantém dentro da aceitabilidade. Portanto, na maioria das regiões metropolitanas analisadas, se a banana prata consumida contiver exclusivamente agrotóxicos de maior toxicidade (IDA até 0,0002 mg/kg) é grande o risco de um efeito tóxico, principalmente em Fortaleza e Belém, aonde o IR é 2,70 e 2,22 respectivamente, ou seja, quase duas vezes acima do aceitável em Fortaleza e 1,2 vez acima do aceitável em Belém. Se a banana prata consumida contiver agrotóxicos de menor toxicidade (IDA até 0,1 mg/kg), o risco de efeito tóxico é menor na maioria das regiões, porém pode exceder o nível aceitável em Fortaleza e Belém com IR igual a 1,35% e 1,11% respectivamente.

BANANA-PRATA - OC/PY - desequilíbrio da bomba Na/K
valor único LMR (mg/kg): 3,0
IDA (mg/kg): 0,03

Considerando os valores de LMR e IDA, as regiões apresentaram, em média, valores possíveis de ingestão de agrotóxicos 2% acima do limite aceitável. Por outro lado, é possível que em seis das nove regiões analisadas ocorra efeito tóxico, pois os valores encontrados ultrapassam a ingestão aceitável (0,03 mg/kg) em até 270%. Assim, se a banana prata consumida nas regiões metropolitanas analisadas contiver exclusivamente agrotóxicos de maior toxicidade, seja OP/CB ou OC/PY, a probabilidade de ocorrer um efeito tóxico é de 2% em ambos os casos. Mas há regiões onde os índices de maior toxicidade preocupam, como Fortaleza e Belém que ultrapassam a aceitabilidade em até 270% e 222%, respectivamente.

MAÇÃ - OP/CB - inibição da acetilcolinesterase

intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 5,0 (máximo)

IDA (mg/kg): 0,0008 (mínimo) _____ 0,3 (máximo)

Em todas as regiões analisadas, dentro dos intervalos propostos para os agrotóxicos do grupo OP/CB, os valores sugerem ingestão de agrotóxicos dentro dos limites aceitáveis, portanto com baixa probabilidade de efeitos tóxicos.

MAÇÃ - OC/PY - desequilíbrio da bomba Na/K

intervalo LMR (mg/kg): 0,02 (mínimo) _____ 25,0 (máximo)

IDA (mg/kg): 0,002 (mínimo) _____ 0,1 (máximo)

Considerando os menores valores dos intervalos propostos, em todas as regiões analisadas o risco de ingestão diária de agrotóxicos apresenta-se dentro do aceitável. Considerando os maiores valores dos intervalos, em todas as regiões analisadas o risco de ingestão de agrotóxicos apresenta-se acima do aceitável diariamente em no mínimo 3%. Em algumas regiões a ingestão de agrotóxicos pode ser superior ao triplo do aceitável, como Belo Horizonte (0,305 mg/kg) e Porto Alegre (0,309 mg/kg). Analisando a ingestão média das regiões o valor apresentado (0,199 mg/kg) é quase o dobro do aceitável (0,1 mg/kg). Portanto, no consumo de maçã a atenção deve estar voltada para os agrotóxicos OC/PY de menor toxicidade (IDA até 0,1 mg/kg), pois em todas as regiões estudadas a ingestão de agrotóxicos mostra-se acima do aceitável em até 308%.

Assim, em uma discussão mais ampla, vimos que epidemias tóxicas se tornaram um problema sério durante o século XX devido, principalmente, à enorme expansão da indústria química que tem colocado dezenas de milhares de novas combinações orgânicas sintéticas no ambiente humano. No caso particular dos agrotóxicos, o uso indiscriminado e os danos potenciais foram observados através das epidemias geradas por contaminação acidental de alimentos consumidos por seres humanos. Não raro foi a constatação de altas taxas de mortalidade e morbidez.

A ocorrência de efeitos tóxicos causados por agrotóxicos freqüentemente revela o uso inadequado destas substâncias e deixa clara a vulnerabilidade do sistema de segurança de muitos países, desenvolvidos ou em desenvolvimento. As situações mais perigosas são justamente a falta de preparação para se conviver com os cuidados que a tecnologia requer. Nominalmente, é possível identificar o baixo nível de informação e/ou escolaridade dos agricultores e consumidores, que muitas vezes desconhecem os riscos destas substâncias; a precariedade do sistema de saúde, que em geral não está equipado adequadamente para diagnosticar e tratar tais ocorrências, com eficiência e rapidez; a indisponibilidade de um banco de dados preciso, uma vez que muitos casos não são computados; e a falta de políticas públicas adequadas à realidade dos riscos envolvidos.

Ferrer e Cabral, 1991, citados por MARRS, 2000, afirmam que são raros os dados confiáveis referentes a efeitos adversos à saúde humana através de resíduos de agrotóxicos em alimentos. As razões para isto são complexas, mas existem diversos relatos sobre a dificuldade de se detectar com precisão as causas das intoxicações, pois os sinais clínicos nem sempre são específicos e podem não ser atribuídos a agrotóxicos.

• A falta de um maior número de publicações na literatura científica pode ser atribuída à dificuldade de se administrar estudos válidos e à escassez de recursos (SIMMONS 1995). A necessidade de pesquisas científicas fidedignas sobre a toxicologia de misturas químicas é evidente. Limitações de tempo, espaço, animais, recursos humanos e financeiros dificultam os estudos de laboratório de todas as possíveis combinações de

substâncias químicas para as quais podem estar expostos os seres humanos. O uso de computadores e modelos matemáticos para se detectar os problemas de toxicologia apresentados por misturas químicas, já vem sendo empregado por pesquisadores com relativo sucesso. Assim, a aplicação destas ferramentas é praticamente indispensável para se determinar o potencial das interações toxicológicas entre os componentes da mistura de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Com modelos validados, pode ser feita a extrapolação de resultados e o problema de limitação de recursos, para estudos muito longos, ser superado.

A variabilidade de resíduos de agrotóxicos observada em frutas e legumes tem muitas implicações em uma avaliação de risco. A implicação principal é a possibilidade de efeitos tóxicos em seres humanos, pois geralmente estes alimentos são consumidos sem qualquer tipo de processamento e os agrotóxicos presentes têm toxicidade significativa. Em geral, os bancos de dados em toxicologia consistem principalmente de informações referentes a substâncias químicas isoladas, e cada passo do processo de avaliação de risco, identificação de perigo, avaliação de dose-resposta, avaliação de exposição e caracterização de risco, é mais difícil quando se trata de misturas químicas. O desafio principal é avaliar o risco à saúde humana pela exposição a substâncias químicas múltiplas a partir de um banco de dados de substâncias químicas isoladas. Outros desafios incluem o desenvolvimento de métodos para se determinar como dados de misturas semelhantes podem ser usados na avaliação de risco de outra mistura e para incorporar quantitativamente dados de misturas em avaliação de risco.

Com base nos resultados deste estudo, notamos que os riscos do consumo de resíduos de agrotóxicos em alimentos variam dentre as regiões metropolitanas brasileiras em função do hábito alimentar distinto em cada uma delas, sendo mantidos o LMR e a IDA fixos em todo país. Considerando que a população brasileira tem hábitos alimentares desuniformes, é fundamental a realização de estudos específicos para registro de agrotóxicos que aproximem ao máximo da realidade regional, de modo a

obter dados de LMR e IDA que permitam que estes riscos fiquem dentro da faixa de aceitabilidade, mesmo em caso de interações entre os agrotóxicos. A análise dos índices de risco sugere a necessidade de redução do uso e ou substituição de agrotóxicos de alta toxicidade, porém, garantindo a sustentabilidade dos rendimentos agrícolas e eficiência no combate às pragas.

Por outro lado, não podemos nos esquecer que este estudo trata de um caso hipotético, onde os alimentos foram produzidos em condições ideais de campo, sob as Boas Práticas Agrícolas, que exigem uma utilização correta e eficaz dos agrotóxicos. Contudo, o agricultor muitas vezes utiliza produtos não autorizados e faz aplicações com dosagens inadequadas, o que reflete diretamente na quantidade de resíduos de agrotóxicos nos alimentos. Portanto, é necessário se fixar um fator de segurança para o valor de Ingestão Diária Aceitável (IDA), pois a suscetibilidade de seres humanos e animais à gama de agrotóxicos existentes não é totalmente conhecida; existem certos grupos na população, como crianças, adolescentes, mulheres grávidas, lactantes e idosos que podem ser mais sensíveis aos agrotóxicos que o restante da população.

Como medidas de segurança, a população tenta evitar os possíveis riscos da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos comprando alimentos orgânicos, que em geral são mais caros que o convencional (KUCHLER *et al.* 2000), dando preferência para a compra de produtos de origem vegetal com selo de qualidade; consumindo alimentos da época, entre outros. Por outro lado, autoridades de saúde em todo o mundo vêm adotando várias medidas para proteger populações e indivíduos do risco progressivo representado pela introdução de novos produtos químicos no mercado. Contudo, numa visão macro nota-se que tais medidas ainda carecem de maior agilidade em face aos perigos iminentes que representam às mais variadas formas de vida.

A seção de Resíduos do Instituto Biológico vem, há mais de vinte anos, analisando produtos de origem vegetal comercializados na cidade de São Paulo, com relação aos teores de mais de uma centena de resíduos de

agrotóxicos (MIDIO & MARTINS 2000). Programas, como este, deveriam existir em maior número e em todas as regiões metropolitanas do país, a fim de assegurar à população a qualidade dos alimentos ofertados.

Estudos das interações químicas são conduzidos não somente para determinar os efeitos das combinações químicas, mas também, os dados gerados são usados na avaliação do perigo associado à exposição combinada. Estes estudos são também realizados para se conhecer a natureza e o modo de ação de efeito tóxico de uma substância química pela administração de outra, bem como conhecer seus efeitos (LU 1996).

Uma vez que o consumo de alimento varia de acordo com a região e o hábito alimentar, assim como variam os níveis de resíduos de agrotóxicos nestes alimentos; considerando que estas substâncias podem causar mais de um efeito tóxico, como inibição da acetilcolinesterase (representada neste estudo pelo grupo OP/CB) e desequilíbrio da bomba Na/K (neste estudo, grupo OC/PY); e tomando como base os resultados do presente estudo, não podemos afirmar se o efeito tóxico da mistura OP/CB/OC/PY será uma interação por adição, sinergismo ou antagonismo, ou se causará a potencialização de algum efeito tóxico. Considerando a presença de um grupo com IR alto e outro com IR baixo ($IR_{OP/CB} \uparrow IR_{OC/PY} \downarrow$ ou $IR_{OP/CB} \downarrow IR_{OC/PY} \uparrow$), não se sabe se o efeito tóxico do grupo que apresente maior índice de risco se sobressairá em tempo de resposta e efeito em relação ao de menor índice; como também não se sabe o efeito quando ambos os grupos apresentarem IR alto ($IR_{OP/CB} \uparrow IR_{OC/PY} \uparrow$). Outra preocupação vem de estudos que revelam a presença, em alimentos, de resíduos de agrotóxicos permitidos por Lei, porém com níveis acima do LMR (GEBARA *et al.* 1999, CISCATO *et al.* 1999, GEBARA *et al.* 2000 e CISCATO *et al.* 2000).

Como Engenheiro Agrônomo, entendemos que as interações de agrotóxicos em alimentos merecem a atenção de profissionais da área de saúde, uma vez que um melhor entendimento das características destes efeitos tóxicos pode auxiliar na avaliação de danos à saúde humana a eles associados; facilitar o desenvolvimento de ações preventivas e medidas terapêuticas (LU 1996); nortear a ação das autoridades, prevenir perdas

econômicas (GEBARA *et al.* 1997); orientar agricultores (TAKARA *et al.* 1997); e orientar a população consumidora, visando a prevenção de possíveis danos à saúde humana pela ingestão de alimentos com resíduos destas substâncias e danos ao meio ambiente.

6 CONCLUSÕES

Os danos à saúde humana devido à ingestão de resíduos de agrotóxicos em alimentos só poderão ser minimizados pelo uso restrito, controlado e racional desses produtos na agricultura.

Existe uma necessidade urgente de ações na área de Saúde Pública para que seja possível uma identificação rápida e segura das intoxicações por agrotóxicos.

Os órgãos governamentais responsáveis pelo registro de agrotóxicos deveriam considerar para uma mesma cultura, os mecanismos de ação dos agrotóxicos já registrados para que os efeitos tóxicos à saúde humana, devido às interações por adição, sinergismo, potencialização ou antagonismo, de resíduos de agrotóxicos nos alimentos fiquem dentro da faixa de aceitabilidade.

Os índices de risco à saúde humana devido ao consumo de alimentos com resíduos de agrotóxicos podem diferir quando as análises consideram os agrotóxicos individualmente ou levam em consideração as suas interações.

Os estudos científicos de misturas de agrotóxicos de diferentes grupos, onde se observa o efeito tóxico, a intensidade destes efeitos, a DL_{50} , o LMR, a IDA, entre outros, devem ser incentivados e realizados em condições de laboratório, por profissionais capacitados para que as avaliações de risco possam ser melhoradas com uso de fatores de segurança mais apropriados e dados de ingestão mais adequados à realidade atual.

A partir dos resultados obtidos neste estudo, concluímos que existe perigo, à saúde humana, de interações com efeitos danosos e de diferentes proporções. À medida que outros profissionais realizarem novos estudos nesta linha de pesquisa, os resultados gerados permitirão que as autoridades competentes harmonizem os interesses agrícolas com a proteção da Saúde Pública. Neste contexto, a população tem o direito de

saber os riscos que corre ao ingerir cada alimento e, a partir disso, optar pelo que quer consumir.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, disponível em [URL:http://www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br) [2002 out].

Associação Nacional de Defensivos Agrícolas - ANDEF. **III Curso sobre toxicologia de defensivos agrícolas**. São Paulo: ANDEF,1984. 150p.

Associação Nacional de Defensivos Agrícolas - ANDEF. **Por que precisamos dos produtos fitossanitários?** ANDEF, disponível em [URL: http://www.andef.com.br/dentro/bbanco.htm](http://www.andef.com.br/dentro/bbanco.htm) [2002 dez].

Banerjee BD. The influence of various factors on immune toxicity assessment of pesticide chemicals. **Toxicol. Letters** 1999; 107(1-3): 21-31.

Bañerjee BD, Koner BC, Pasha ST, Ray A. Immunotoxicity of pesticides: perspective and trends. **Indian. J. Exp. Biol.** 1996; 34: 723- 733.

Baptista GC de. Descontaminação, reciclagem e descarte de embalagens de produtos fitossanitários. **Encontro Nac. de Anal. de Resíduos de Pesticidas**. São Paulo: GARP 1997; 19: 61-77.

Baptista GC de, Bahia Filho O, Trevisan LRP. **Determinação de resíduos de agrotóxicos em matrizes agronômicas por métodos cromatográficos**. Piracicaba: ESALq/USP; 2001.

Baptista GC de. Química de Pesticidas. **Seminário de Resíduos de Pesticidas**. Anais. Campinas: ITAL; 1989.

Bernstein PL. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus; 1997.

Blanco HG, Oliveira DA, Coleti JT, Terao D. Fitotoxicidade em cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*), em solo arenoso, induzida pela interação de tebuthiuron e carbofuran. **Rev. Biológico**, São Paulo 1983; 49(9/10): 227-236.

Brasil. Decreto Nº 4.074, de 3 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, disponível em [URL:http://legislacao.planalto.gov.br/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%204.074-2002?OpenDocument](http://legislacao.planalto.gov.br/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%204.074-2002?OpenDocument) [2002 dez 15].

Brasil. Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins**. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária; 1995. p.7-13.

Brasil. Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992. Ratifica os termos das "Diretrizes e orientações referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins - nº 1, de 9 de dezembro de 1991." **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde; 1992. Disponível em [URL:http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/03_92.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/03_92.htm) [2002 dez].

Brasil. Portaria Nº 329, de 2 de setembro de 1985. Proíbe, em todo o território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados, destinados à agropecuária e admite a comercialização, o uso e a distribuição de produtos do princípio ativo PARAQUAT somente sob a forma de venda aplicada. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, disponível em [URL:http://www.pr.gov.br/agrotoxico/port329.html](http://www.pr.gov.br/agrotoxico/port329.html) [2002 dez].

Ciscato CHP, Gebara AB, Ferreira MS, Lourenço RC, Soles E. Monitoramento de resíduos de pesticidas em hortaliças, 1998. 12ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 66(supl.) 1999. p 85.

Ciscato CHP, Gebara AB, Lourenço RC, Ferreira MS. Determinação de resíduos de pesticidas em hortaliças, São Paulo, 1999 a 2000. 13ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 67(supl.) 2000. p 69.

Ciscato CHP, Gebara AB, Santos AJT. Curva de degradação do inseticida malation em amostras de maçã. 10ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 64(supl.) 1997. p 22.

Colborn T. Pesticides - How Research Has Succeeded and Failed to Translate Science into Policy: Endocrinological Effects on Wildlife. **Env. Health Perspectives** 1995; 103(6): 81-86.

Covello VT. **Risk assessment methods – approaches for assessing health and environmental risks**. New York, NY: Plenum Press, 1993,

Dejonckheere W, Steurbaut W, Drieghe S, Verstraeten R, Braickman H. Pesticide residue concentrations in the Belgian total diet, 1991-1993. **J. of AOAC International** 1996; 79(2): 520-528.

Di-Monte DA. Pesticides and Parkinsons Disease. **Crisp Data Base National Institutes of Health**. California, USA, 1997.

Ecobichon DJ. Toxic effects of pesticides. In: Amdur MO, Doull J, Klaassen CD, editors. **Casarett and Doll's toxicology: the basic science of poisons**. 4th ed. New York: Mc Graw Hill; 1993: p565-622.

Edwards CA. **Persistent pesticides in the environment**. 2.ed. Flórida: CRC Press; 1976.

Estes EA & Smith VK. Price, Quality, and Pesticide Related Health Risk Considerations in Fruit and Vegetable Purchases: An Hedonic Analysis of Tucson, Arizona Supermarkets. **J. of Food Distribution Research**, USA 1996; 27(3) p59-76.

Ferrer A & Cabral R. Recent epidemics of poisoning by pesticides. **Toxicol. Letters** 1995; 82-83: COM, 55-63.

Ferrer A & Cabral R. Toxic epidemics caused by alimentary exposure to pesticides: a Review. **Food Add. and Contam.** 1991; 8(6): 755-776.

Ferreira MS, Guindani CMA, Ungaro MTS, Bagdonas M. Resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados em solos do Estado de São Paulo. **Biológico**, São Paulo 1988; 54(1/6): 21-25.

Food and Agriculture Organization (FAO) **Pesticide residue in food**. 1998.

Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC de, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SA, Vendramim JD. **Manual de entomologia agrícola**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres; 1988.

Gebara AB, Ciscato CHP, Lourenço RC, Ferreira MS. Monitoramento de resíduos de pesticidas em frutas comercializadas na Cidade de São Paulo, 1999 a 2000. 13ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 67(supl.) 2000. p 68.

Gebara AB, Ciscato CHP, Ferreira MS, Lourenço RC, Monteiro SR. Resíduos de Agrotóxicos em tomate. 10ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 64(supl.) 1997. p 23.

Gebara AB, Ciscato CHP, Ferreira MS, Lourenço RC, Silva CPCT. Avaliação de resíduos de pesticidas em frutas, 1997 e 1998. 12ª Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 66(supl.) 1999. p 81.

Guerra MS & Sampaio DPA. **Receituário agrônômico**. Rio de Janeiro: O Globo, 1988.

Herfera A, Arino A, Conchello P, Lázaro R, Bayarri S, Pérez-Arquillué C, Garrido MD, Jodral M, Pozo R. Estimates of Mean Daily Intakes of Persistent Organochlorine Pesticides from Spanish Fatty Foodstuffs. **Bulletin of Environ. Contam. and Toxicol.** USA 1996; 56(2): 173-177.

Herrman JL. Acute intake assessment: evolution within the Codex Committee on Pesticide Residues. **Food Add. and Contam.** 2000; 17(7): 551-555.

Hodgson E. Induction and inhibition of pesticide metabolizing enzymes: roles in synergism of pesticides and pesticide action. **Toxicol. and Industrial Health**. 1999; 15(1-2): 6-11.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, **Pesquisa de Orçamento Familiar**, disponível em [URL:http://www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/) [2002 jan].

Keith LH. **Environmental endocrine disruptors. A handbook of chemical properties**. New York: Wiley Interscience, 1997.

Kimati H, Soave J, Eskes AB, Kurozawa C, Brignani Neto F, Fernandes NG. **Guia de fungicidas agrícolas**. Piracicaba: Livroceres, 1986.

Klaassen CD, Amdur MO, Johndoull MD. **Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons**. 3.ed. New York: MACMILLAN, 1986. p.519-581.

Krimsky S. Social Theories of risk. **EI Praeger**, Londres, UK, 1998.

Kuchler F, Ralston K, Tomerlin JR. Do health benefits explain the price premiums for organic foods? **American J. Alternative Agriculture**. 2000; 15(1): 9-18.

Kuchler F, Ralston K, Unnevehr LJ. Reducing pesticide risks to US food consumers: can agricultural research help? **Food Policy**, Oxford, UK. 1997; 22(2): 119-132.

Lazaro R, Herrera A, Arino A, Conchello MP, Bayarri S. Organochlorine pesticide residues in total diet samples from Aragon (northeastern Spain). **J. of Agricultural and Food Chemistry**. 1996; 44(9): 2742-2747.

Lefferts LY. Pesticide residues variability and acute dietary risk assessment: a consumer perspective. International Symposium Organized by the Pesticides Safety Directorate, UK, 1-3 December 1998, York, UK. **Food Add. and Contam.** 2000; 17(7): 511-517.

Leoni V, Caricchia AM, Comi R, Martini F, Rodolico S, Vitali M. Risk Assessment of Organophosphorus Pesticide Dietary Intake for the Population of the City of Rome (Italy). **Bulletin of Environ. Contam. and Toxicol.** USA 1995; 54(6): 870-877.

Lorenzi H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional.** 4.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1994. p.6-13.

Lu FC. **Basic toxicology: fundamentals, target organs, and risk assessment.** 3.ed. Washington, DC: Taylor & Francis, 1996.

Luchini LC, Hirata R, Rüegg EF. Sorção e mobilidade de pesticidas a propriedades físico-químicas de solos de cerrado do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** 1984; 19(2): 157-162.

Margarido AP. Caso Shell. **Folha de São Paulo, Cotidiano-C5,** em 24.08.2001.

Marinovich, Ghilardi, MF, Galli CL. Effect of pesticide mixtures on in vitro nervous cells: Comparison with single pesticides. **Toxicology** 1996; 108(3): 201-206.

Marrs TC. The health significance of pesticide variability in individual commodity items. Pesticide residues variability and acute dietary risk assessment. International symposium organized by the Pesticides Safety

Directorate, UK, 1-3 December 1998, Yourk, UK. **Food Add. and Contam.** 2000; 17(7): 487-489.

Midio AF. **Glossário de toxicologia: com tradução em inglês e espanhol.** 1ª ed. São Paulo, SP: Roca, 1992.

Midio AF & Martins DI. **Toxicologia de alimentos.** 1ª ed. São Paulo, SP: Varela, 2000.

Midio AF & Silva ES. **Inseticidas-acaricidas organofosforados e carbamatos.** 1ª ed. São Paulo, SP: Roca, 1995.

Monteiro RTR, Hirata R, Andréa MN de, Walder JMM, Wiendl FM. Degradação do inseticida (¹⁴C) endosulfan em três solos do Estado de São Paulo. **Rev. Brasileira da Ciência do Solo** 1989; 13.

Murphy SD. **Pesticides.** In: Klaassen C.D., Amdur M., Doull J. eds: Casarett and Doull's toxicology, The Basic science of Poisons, 3ª ed. Macmillan Publishing Co, New York, 1986.

Plano Nacional de Monitoramento e Controle de Contaminantes de Resíduos Químicos e Biológicos nos Produtos de Origem Vegetal - PNMCRV. **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento**, disponível em URL:http://www.agricultura.gov.br/sda/ddiv/ddiv_pnmcrv_rc.htm [2002 dez].

Pentilla PL, Siivinen K. Control and intake of pesticide residues during 1981-1993 in Finland. **Food Add. and Contam.** 1996; 13(6): 609-622.

Pope CN. Organophosphorus pesticides: do they all have the same mechanism of toxicity? **J. Toxicol. Environ. Health B. Crit. Rev.** 1999; 2(2): 161-181.

Richter ED & Safit J. Pesticide Use, Exposure, and Risk: A Joint Israeli-Palestinian Perspective. **Environ. Research** 1997; 73.

Safi JM, Ed-Nahhal YZ, Soliman SA, El-Sebae AH. Mutagenic and carcinogenic pesticides used in the agricultural environment of gaza Strip. **Sci. Total Environ.** 1993; 132.

Sato T, Taguchi M, Nagase H, Kito H, Niikawa, M. Augmentation of allergic reactions by several pesticides. **Toxicology.** 1998; 126(1): 41-53.

Senanayake N, Silva HJ de, Karalliedde L. A Scale to Assess Severity in Organophosphorus Intoxication: POP Scale. **Human and Experimental Toxicology**, UK, 1993; 12(4): 297-299.

Simmons JE. Chemical mixtures: challenge for toxicology and risk assessment. USA. **Toxicology** 1995; 105: 111-119.

Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG, 2002. Disponível em [URL:http://www.sindag.com.br/](http://www.sindag.com.br/) [2002 nov 03]

Skortzaru B. **Avaliação da degradação de inseticidas em função do pH.** [monografia]. São Paulo: Univ. Santo Amaro, 2001.

Smith RA, Tramontin RR. Cattle poisoning by a mixture of endosulfan, dieldrin, DDT and DDE. **Veterinary and Human Toxicology**, USA. 1995; 37(5): 470-471.

Stefanidou M, Pappas F. Bee Head Acetylcholinesterase as an Indicator of Exposure to Organophosphate and Carbamate Insecticides. *Vet Human Toxicol* 38 (6) December 1996. Apresentado no 33º International Congress on Forensic (TIAFT) and 1º on Environmental Toxicology (GRE- TOX 1995), held in Thessaloniki, Macedônia, Greece, 27-31 August 1995.

Takara E, Ferreira MS, Ciscato CHP, Gebara AB. Determinação de resíduos de agrotóxicos em amostras de tomate comercializadas em São Paulo, outubro de 1996 a março de 1997. 10^a Reunião anual do Instituto Biológico. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, SP: 64(supl.) 1997. p 22.

Trully DB, Cox VT, Mumtaz MM, Davis VL, Chapin RE. Six high-priority organochlorine pesticides, either singly or in combination, are nonestrogenic in transfected HeLa cells. *Reproductive Toxicology*, **Elsevier**, USA, 2000; 14: 95-102.

Ulberth F. Persistent organic pollutants – a dossier. **European J. of Lipid Science and Tech**. 2000; 102(1): 45-49.

Yang RSH. Toxicology of chemical mixtures; case studies, mechanisms and novel approaches. **Academic Press**, San Diego, 1994.

Wicktelius S, Edwards CA. Organochlorine insecticide residues in African Fauna: 1971-1995. **Rev. Environ. Contam. Toxicol**. 1997; 151:1-37.

ANEXOS

ANEXO 1 - IMPORTAÇÕES DE AGROTÓXICOS DE 1.997 A 2.001

CLASSES	QUANTIDADE (kg/l)					VARIÇÃO PERCENTUAL			
	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	01/97	01/98	01/99	01/00
HERBICIDAS	31.258.279	31.367.115	26.760.463	36.775.055	44.619.269	42,74	42,25	66,74	21,33
FUNGICIDAS	6.365.637	7.403.118	7.340.294	6.202.213	9.527.199	49,67	28,69	29,79	53,61
INSETICIDAS	14.202.112	16.459.223	14.428.571	15.317.681	17.274.637	21,63	4,95	19,73	12,78
ACARICIDAS	4.763.564	7.431.127	3.003.287	4.168.878	4.267.874	-10,41	-42,57	42,11	2,37
OUTROS	572.301	489.250	428.826	440.816	764.989	33,67	56,36	78,39	73,54
TOTAL:	57.161.893	63.149.833	51.961.441	62.904.643	76.453.968	33,75	21,07	47,14	21,54

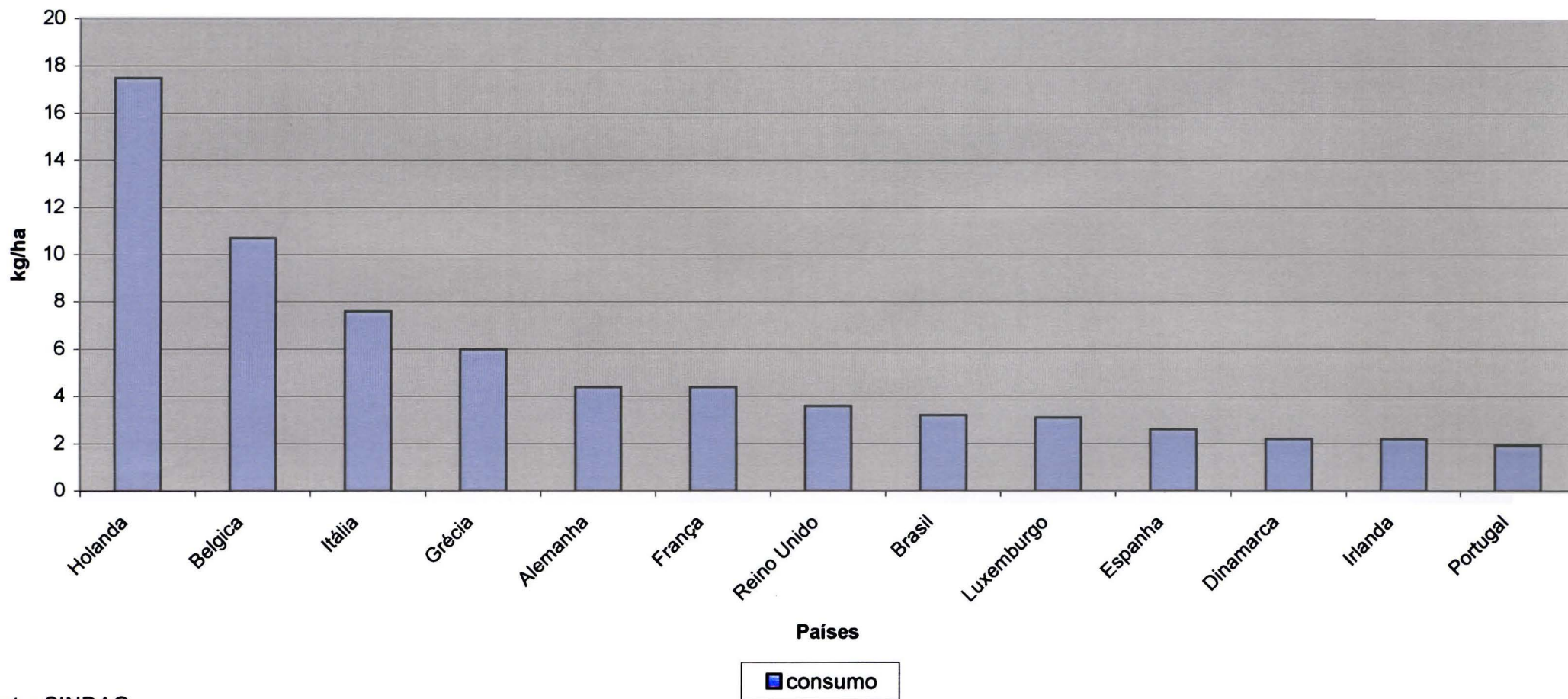
Fonte: SINDAG

**ANEXO 2. - COMPARAÇÃO DAS IMPORTAÇÕES DE AGROTÓXICOS NO
PRIMEIRO SEMESTRE DE 2.001 E DE 2.002**

CLASSES	QUANTIDADE (kg/l)		VARIÇÃO PERCENTUAL 02/01	QUANTIDADE (kg/IL)		VARIÇÃO PERCENTUAL 02/01
	JULHO/01	JULHO/02		JAN/JUL/01	JAN/JUL/02	
HERBICIDAS	6.134.168	6.084.040	-0,82	21.890.648	18.462.815	-15,66
FUNGICIDAS	1.499.256	1.350.456	-9,92	4.950.093	5.512.476	11,36
INSETICIDAS	1.488.307	1.423.522	-4,35	6.968.838	5.931.515	-14,89
ACARICIDAS	306.288	263.740	-13,89	1.656.616	2.860.399	72,67
OUTROS	197.824	4.180	-97,89	544.773	545.820	0,19
TOTAL:	9.625.843	9.125.938	-5,19	36.010.968	33.313.025	-7,49

Fonte: SINDAG

ANEXO 3 - CONSUMO MUNDIAL DE AGROTÓXICOS NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2002, EXPRESSO EM kg/ha.



Fonte: SINDAG