ADÉLIA CRISTINA PESSOA ARAÚJO

**IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE
PRAGUICIDAS PARA AÇÕES DE SAÚDE PÚBLICA:
ESTUDO DA CULTURA DO TOMATE DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, para obtenção do Grau de Doutor em Saúde Pública, com área de concentração em Saúde Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Pupo Nogueira

**Dr
339**

São Paulo, 1998

Para
Sergio, Andely,

e

minha querida turma miúda, Filipe, Henrique, Livia, Bren
Leonardo, Laís, Túlio, Gustavo, Érica e Natália,

com o meu carinho.

Ao Sergio,

pelos ensinamentos e orientação ao longo da minha vida profissional
apoio incondicional em todos os momentos e gratificante convivência

o meu especial agradecimento

AGRADECIMENTOS

Às diretorias do Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco – ITEP, por proporcionar meios para o desenvolvimento do meu trabalho profissional e, particularmente, deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento – CNPq, Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE, Banco do Nordeste do Brasil – BNB e Fundação Banco do Brasil - FBB pelo apoio financeiro.

Ao Professor Diogo Pupo Nogueira, pelo apoio e confiança no meu trabalho.

À colega de trabalho Danuza Leal Telles, pela ajuda, amizade e companheirismo sempre presentes, e por assumir prontamente a responsabilidade por minhas atribuições funcionais nos momentos em que me afastei para realizar este trabalho.

À Lia Giraldo da Silva Augusto, do CPqAM / NESC / FIOCRUZ, pelas valiosas sugestões, discussões e orientação nas questões relacionadas com a saúde do trabalhador, o que tornou possível a ampliação da proposta inicial do trabalho.

À Nestlé Industrial e Comercial Ltda. / Departamento de Contaminantes e Autenticidade, nas pessoas de Oswaldo Marmo, Jalba Miniussi e Rosângela Gorni, pela carinhosa acolhida para treinamentos, orientação técnica e doações de padrões analíticos e de outros consumíveis de laboratório.

Aos bolsistas de iniciação científica e estagiários do Laboratório de Toxicologia / ITEP, em especial Luciana Leite de Andrade Lima, pela prestimosa colaboração técnica.

Aos colegas das Secretarias Estaduais de Saúde e Agricultura, Distrito de Irrigação Projeto Senador Nilo Coelho, FUNDACENTRO - PE, Delegacia Regional do Trabalho - PE, EMBRAPA - CPATSA e EMBRAPA - CNPMA, pela colaboração em diferentes etapas deste trabalho.

À Stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari in Parma, pelo estágio e orientação no desenvolvimento de métodos analíticos.

Ao Geraldo Eugênio França, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, pelo fornecimento de literatura científica e proveitosas sugestões relacionadas com a área agrônômica.

À Lúcia Carvalheira Cunha, da FUNDAJ, pela colaboração na localização e obtenção de livros e artigos, e a Maria Lúcia Ferraz, da FSP / USP, pela normalização das referências bibliográficas.

À Ana Regina L.U. de Moura, da Diretoria de Recursos Hídricos / SECTMA, Gilvani Holanda e Fernando M.F. Gomes, pelo tratamento digital das imagens de satélite LANDSAT-TM, formatação e computação gráfica.

À amiga de sempre Myriam Clara Salvadori,
pelos momentos agradáveis nas minhas estadas em São Paulo e incentivos constantes, sem os quais a realização deste trabalho teria sido bem mais difícil.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a melhoria das condições e da organização deste trabalho.

ÍNDICE (continuação)

	página
3- OBJETIVOS	96
4- MATERIAL E MÉTODOS	98
4.1. Definição da estratégia adotada para efeito de amostragem	99
4.1.1. Projeto Senador Nilo Coelho - tomate industrial	99
4.1.2. Município de Camocim de São Félix - tomate de mesa	103
4.2. Procedimento para coleta das amostras no campo selecionado	109
4.3. Classes de praguicidas selecionadas para investigação analítica	111
4.4. Avaliação dos tipos de praguicidas utilizados no Estado de Pernambuco	112
4.5. Levantamento de dados sócio-ambientais e de morbidade referida em trabalhadores envolvidos na cultura do tomate	113
4.6. Métodos analíticos	116
4.6.1. Cuidados e procedimentos especiais durante as análises de resíduos de praguicidas	117
4.6.2. Método proposto para análise de inseticidas organoclorados em amostras de tomate	118

ÍNDICE (continuação)

	página
4.6.3. Método proposto para análise de inseticidas organofosforados em amostras de tomate	124
4.6.4. Método proposto para análise de metamidofós em amostras de tomate	126
4.6.5. Método proposto para análise de etilenotiuréia (ETU) em amostras de tomate	128
4.6.6. Validação dos métodos propostos	132
4.6.6.1. Especificidade	132
4.6.6.2. Preparação das curvas de calibração ...	132
4.6.6.3. Parâmetros de confiança dos métodos .	133
5– RESULTADOS	134
5.1. Avaliação dos tipos de praguicidas utilizados no Estado de Pernambuco	135
5.1.1. Tipos de praguicidas empregados nas safras de tomate estudadas, segundo informações dos produtores	139
5.2. Levantamento de dados sócio-ambientais e de morbidade referida em trabalhadores envolvidos na cultura do tomate	145
5.2.1. Tomate industrial - Projeto Senador Nilo Coelho	145
5.2.2. Tomate de mesa – Camocim de São Félix	146

ÍNDICE (continuação)	página
5.3. Validação dos métodos analíticos utilizados	149
5.4. Análise de resíduos de praguicidas nas amostras de tomate selecionadas para estudo	159
6 – DISCUSSÃO	163
7 – CONCLUSÕES	185
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	188
9 – ANEXOS	213
Anexo I - Imagem digitalizada do perímetro irrigado do Vale do São Francisco, obtida por satélite LANDSAT- TM	214
Anexo II - Imagem digitalizada do Município de Camocim de São Félix, obtida por satélite LANDSAT-TM	216
Anexo III - Questionário aplicado em produtores de tomate industrial do Projeto Senador Nilo Coelho	218
Anexo IV - Questionário aplicado em produtores de tomate de mesa do Município de Camocim de São Félix .	222

ÍNDICE DE TABELAS

	página
Tabela 1	Divisão regional de Pernambuco: mesorregiões e microrregiões geográficas e municípios das duas regiões de interesse para este trabalho 20
Tabela 2	Consumo de produtos derivados do tomate no Brasil, em 1.000 toneladas 24
Tabela 3	Desenvolvimento da produção de tomate nos principais países produtores da América do Sul .. 24
Tabela 4	Produção de tomate no Brasil, por regiões 25
Tabela 5	Limites máximos de resíduos (LMR) de praguicidas estabelecidos para o comércio intra-regional do Mercosul 33
Tabela 6	Valores brutos da produção agrícola do Estado de Pernambuco, safra 1996 38
Tabela 7	Principais áreas de concentração populacional de Camocim de São Félix 48
Tabela 8	Principais trabalhos publicados no país, referentes ao monitoramento, controle ou avaliação de resíduos de praguicidas em alimentos 62
Tabela 9	Níveis de não efeito (NOEL) e ingestão diária aceitável (IDA) estabelecidos para alguns fungicidas ditiocarbamatos 73
Tabela 10	Principais trabalhos analíticos, citados na literatura, relativos à detecção de ETU 86
Tabela 11	Lotes do Projeto Senador Nilo Coelho com plantação de tomate industrial sorteados para estudo, segundo época de plantio e empresa contratada 102
Tabela 12	Comercialização de tomate pela CEAGEPE, segundo quantidade fornecida por municípios pernambucanos, em toneladas, durante 6 anos ... 104

ÍNDICE DE TABELAS (continuação)

		página
Tabela 13	Propriedades de Camocim de São Félix inicialmente selecionadas para estudo	106
Tabela 14	Identificação dos pontos de coleta de tomate em Camocim de São Félix para a análise de resíduos de praguicidas, com as respectivas áreas cultivadas, data de coleta da amostra para análise e datas de plantio e colheita	108
Tabela 15	Distribuição das amostras de tomate coletadas em Camocim de São Félix para análise de praguicidas, em relação às propriedades e áreas cultivadas	109
Tabela 16	Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 18 padrões de inseticidas organoclorados, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas	123
Tabela 17	Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 3 padrões de endosulfan, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas	123
Tabela 18	Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 9 padrões de inseticidas organofosforados, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas	125
Tabela 19	Distribuição dos praguicidas, por grupos, segundo a divisão territorial do Estado e as principais culturas praticadas	136
Tabela 20	Distribuição dos praguicidas de origem química empregados na cultura de tomate industrial do perímetro irrigado do Projeto Senador Nilo Coelho	138

ÍNDICE DE TABELAS (continuação)

		página
Tabela 21	Produtos mais citados no perímetro irrigado do Projeto Senador Nilo Coelho, com os respectivos princípios ativos em parênteses e sua indicação de uso	138
Tabela 22	Praguicidas utilizados na safra de tomate de 1996 do Projeto Senador Nilo Coelho, segundo informações fornecidas pelos produtores através de questionário	139
Tabela 23	Praguicidas utilizados na safra de tomate de 1996/97 do Município de Camocim de São Félix, segundo informações fornecidas pelos produtores, através de questionário	142
Tabela 24	Parâmetros de confiança do método multi-resíduo proposto para a determinação de inseticidas organoclorados em tomate	156
Tabela 25	Parâmetros de confiança dos métodos multi-resíduos e específicos propostos para determinação de inseticidas organofosforados e ETU em tomate	158
Tabela 26	Resultados da análise de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados das 27 amostras de tomate para indústria sorteadas no Projeto Senador Nilo Coelho, segundo a época de plantio e empresa contratada	159
Tabela 27	Resultados da análise de resíduos de ETU das 27 amostras de tomate para indústria sorteadas no Projeto Senador Nilo Coelho, segundo a época de plantio e empresa contratada	160
Tabela 28	Resultados da análise de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados das 32 amostras de tomate de mesa selecionadas no Município de Camocim de São Félix	161

ÍNDICE DE TABELAS (continuação)

	página
Tabela 29 Resultados da análise de resíduos de ETU das 32 amostras de tomate de mesa selecionadas no Município de Camocim de São Félix	162

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
Figura 1	Divisão geográfica do Estado de Pernambuco em 5 mesorregiões com identificação dos dois municípios estudados 19
Figura 2	Preparação da mistura de praguicidas para aplicação na cultura de tomate do Município de Camocim de São Félix 54
Figura 3	Aplicação de praguicidas no Município de Camocim de São Félix 54
Figura 4	Possível mecanismo oxidativo de degradação dos EBDCs (1) e fotooxidação da ETU (2) 78
Figura 5	Esquema utilizado para a coleta de tomate em cada campo selecionado 110
Figura 6	Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de inseticidas organoclorados e organofosforados em amostras de tomate 121
Figura 7	Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de metamidofós em amostras de tomate 127
Figura 8	Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de ETU em amostras de tomate 130
Figura 9	Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 18 inseticidas organoclorados com concentrações entre 2,1 a 21,2 µg/kg e seus respectivos tempos de retenção em minutos 150
Figura 10	Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com endosulfan (α , β e sulfato) com concentrações entre 4,0 a 6,1 µg/kg e seus respectivos tempos de retenção em minutos 150
Figura 11	Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 9 inseticidas organofosforados com concentrações entre 0,02 a 0,1 mg/kg e seus respectivos tempos de retenção em minutos 151

ÍNDICE DE FIGURAS (continuação)

	página
Figura 12 Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 0,06 mg/kg de metamidofós e seu respectivo tempo de retenção em minutos	151
Figura 13 Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 30 µg/kg de ETU e seu respectivo tempo de retenção em minutos	152
Figura 14 Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com ETU e PTU, obtido por cromatografia a líquido e detector eletroquímico	152
Figura 15 Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 1,24 a 9,96 ng/mL de α - HCH	153
Figura 16 Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 2,5 a 14,9 ng/mL de α - endosulfan	154
Figura 17 Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 0,012 a 0,046 µg/mL de diclorvós	154
Figura 18 Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 0,16 a 1,6 µg/mL de metamidofós	155
Figura 19 Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 0,025 a 0,2 µg/mL de ETU	155
Figuras 20a e 20b Descarte de embalagens vazias de praguicidas após o uso em culturas de tomate do Município de Camocim de São Félix	167
Figura 21 Descarte de embalagens vazias de praguicidas após o uso em cultura de tomate do Município de Camocim de São Félix, próximo ao reservatório de água	168

ÍNDICE DE FIGURAS (continuação)

	página
Figura 22 Filhos de produtores de tomate do Município de Camocim de São Félix ingerindo o fruto retirado diretamente do tomateiro.....	169

RESUMO

A presença de resíduos de praguicidas em alimentos, somada à contaminação da água, oferece risco para a população em geral e representa, sem dúvida, um grande problema de saúde pública no Brasil. A livre disponibilidade dos praguicidas, a falta de levantamentos de dados que permitam conhecer qual a ingestão diária de seus resíduos nos diferentes centros populacionais e de uma efetiva preocupação por parte das autoridades de saúde pública colaboram significativamente para a ocorrência de freqüentes acidentes e tragédias no campo e na cidade.

O primeiro passo para o desenvolvimento deste trabalho foi capacitar um órgão da rede estadual com uma estrutura laboratorial para auxiliar programas de controle e monitoramento da produção agrícola regional, do meio ambiente e de vigilância à saúde, para fazer frente ao problemas decorrentes do uso indiscriminado dos praguicidas.

Foram implantados e validados um método multi-resíduos para a análise de inseticidas organoclorados e organofosforados e métodos específicos para a detecção de resíduos de metamidofós e etilenotiuréia (ETU) em tomates.

A produção de tomate do Estado de Pernambuco foi escolhida para a avaliação dos problemas de saúde da população e para o meio ambiente provocados pelo uso de praguicidas pelas seguintes razões: (1) o Estado é o segundo maior produtor deste fruto no país; (2) essa cultura, no modelo dominante de produção, demanda uso intensivo de praguicidas e possui um ciclo curto de produção; (3) o tomate está enraizado no hábito alimentar da população em geral.

Foram selecionadas duas regiões de produção do Estado, com o objetivo de comparar a agricultura modernizada, praticada nos perímetros irrigados e destinadas à produção industrial, com a agricultura tradicional, responsável por uma grande parcela do abastecimento da região metropolitana de Recife.

Foram utilizados todos os dados disponíveis sobre os tipos de praguicidas empregados no Estado de Pernambuco com o objetivo de avaliar se o uso desses produtos em cada mesorregião é coerente com a produção agrícola existente.

A aplicação de questionários foi o instrumento utilizado para a obtenção de informações sócio-ambientais e de morbidade referida em trabalhadores rurais envolvidos com a cultura de tomate das regiões estudadas.

Três amostras da produção de tomate industrial (11,1%) estavam impróprias para consumo, em virtude dos níveis de metamidofós encontrados. A situação da produção de tomate de mesa foi mais grave, visto que 53,1% das amostras de tomate (n=17) violaram o estabelecido pela nossa legislação, com níveis não permitidos para os inseticidas organofosforado metamidofós e o organoclorado endosulfan.

Os resultados obtidos nas duas regiões estudadas mostraram que a produção orientada da agricultura resulta na produção de tomate com melhor qualidade, no que se refere a resíduos de praguicidas. Porém, ficou constatado que as duas regiões estudadas, indiscriminadamente, carecem de ações que visem à proteção da saúde dos trabalhadores rurais que lidam com os praguicidas e de medidas contra os danos para ao meio ambiente, que se encontra gravemente comprometido.

SUMMARY

In addition to water contamination, the presence of pesticide residues in food is a risk to the population as a whole, which undoubtedly constitutes a severe public health problem in Brazil. The uncontrolled availability of pesticides, the lack of information and data on daily ingestion of these residues in food, and the lack of effective concern on the part of the public health authorities greatly contribute to the frequent occurrence of accidents and tragedies in both rural and urban areas.

The first step in the development of this study was to provide a state institution with laboratory facilities to aid programs for monitoring and controlling regional agricultural production as well as environment and health surveillance, in order to address the problem posed by uncontrolled use of pesticides.

A multi-residue method was validated to quantify organochlorine and organophosphorous insecticides as well as selective methods for detection of residues of methamidophos and ethylenathiourea (ETU).

To evaluate problems resulting from the use of pesticides, which affect human health and the environment, tomato production in the state of Pernambuco was chosen for the following reasons: 1) Pernambuco is the second largest producer of tomatoes in the country; 2) tomato production, which has a short cycle, is characterized in the present development model, by intensive use of pesticides; and 3) tomato consumption is widely-spread and deeply rooted in the eating habits of the population.

To compare modern agricultural methods employed in irrigated areas designated for industrial production with traditional agriculture largely

responsible for supplying the Recife metropolitan area, two production regions of the state were selected.

All existing data on types of pesticides utilized in Pernambuco was considered in the evaluation of the use of these products on agricultural produce.

Questionnaires were applied to obtain socio-environmental information as well as morbidity rates and data on rural workers involved in tomato production in regions under study.

Three samples from industrial production (11,1%) were considered improper for human ingestion because the metamidophos level was above the maximum residue limit. Fresh tomatoes for direct consumer use tested far worse: 53,1% of the samples (n=17) presented levels of metamidophos and endosulfan higher than those acceptable by consumer protection legislation.

The results obtained in the two regions studied show that the modernization of agricultural methods does result in the production of better quality tomatoes in regard to lower pesticide residue. However, they also demonstrate that both regions lack effective policies to not only protect the health of rural workers who deal with pesticides, but also to protect the environment which has already been severely damaged.

1 – INTRODUÇÃO

Os praguicidas têm seu uso associado a tempos remotos, desde a Antigüidade Clássica, quando consistiam de misturas de produtos químicos brutos ou agentes botânicos derivados de plantas. Alguns deles, como a mistura Bordeaux, complexo de sulfato de cobre e cal hidratada, ainda são utilizados. As escritas dos gregos e romanos mencionavam o uso de certos produtos químicos, como o arsênico e o enxofre, para o controle de insetos nos primórdios da agricultura. Porém, com exceção das pragas de gafanhotos que têm devastado áreas cultivadas e naturais por milênios, as pragas agrícolas só se tornaram problema econômico sério nos dois últimos séculos, após a revolução industrial (Zambrone, 1986; Andrade, 1995).

No início do século 20, vários compostos inorgânicos metálicos à base de cobre, arsênio, chumbo, mercúrio, cádmio, flúor e antimônio foram preparados comercialmente e empregados contra um grande número de pragas. Porém, devido à limitada eficácia e à tendência de acumulação a níveis tóxicos no solo associadas a esses produtos, surgiram os organometálicos no começo dos anos 20, sendo amplamente empregados como fungicidas. Em 1940, após a comprovação da extraordinária propriedade inseticida do primeiro composto orgânico sintético, o DDT (diclorodifeniltricloroetano), também empregado no combate a mosquitos transmissores de doenças, o interesse foi direcionado para os compostos orgânicos puros, o que estimulou a síntese de uma série de outros organoclorados. Durante a Segunda Guerra Mundial, surgiu o composto organofosforado denominado Schradan, destinado a ser usado como gás de guerra, sendo, posteriormente, comercializado como inseticida agrícola com o nome de OMPA. Simultaneamente ao desenvolvimento dos

inseticidas e fungicidas, surgiu o interesse pela síntese dos herbicidas, e a produção e a aplicação de novos produtos organoclorados e herbicidas foram elevadas entre 1940 e 1980 (Zambrone, 1986; Pimentel e col., 1993).

Desde 1945, o uso de praguicidas sintéticos é prática conhecida nos Estados Unidos. Foi, no entanto, a partir dos anos 50 que a comercialização desses produtos, a nível mundial, teve seu início de forma vertiginosa. No Brasil, o primeiro produto introduzido foi o hexaclorociclohexano (denominado BHC), em 1946, para uso contra gafanhotos, sendo aplicado, posteriormente, em culturas de café e algodão. Em seguida, vieram o DDT, paration e toxafeno (Dinham, 1993).

Muitos países da Ásia, África e América Central e do Sul conseguiram erradicar a malária com a aplicação do DDT, através de um programa da Organização Mundial da Saúde e da Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional, em colaboração com os governos locais. Os praguicidas representam, ainda hoje, armas disponíveis para o combate à malária, doença de Chagas e esquistossomose (Bull e Hathaway, 1986; Zambrone, 1986; Almeida e Soares, 1992).

A publicação, no início da década de 60, do livro *Silent Spring*, de Rachel Carson, com duras críticas ao uso indiscriminado dos praguicidas e alerta sobre os possíveis impactos para o meio ambiente e para a própria agricultura, contribuiu para estimular medidas de proteção ambiental em alguns países. Apesar desse fato, o seu uso foi bastante estimulado, atingindo o ápice na década de 70, quando ocorreram modificações na política agrícola mundial (Rüegg e col., 1991; Almeida e Soares, 1992).

Essa mudança implicou, tanto para o Brasil como para os demais

países da América Latina, um processo de substituição das práticas agrícolas tradicionais pela monocultura de grandes extensões. Tal modelo agrícola, apoiado pela premissa da "Revolução Verde", fomentou o uso de insumos mecânicos e químicos, principalmente dos produtos destinados ao controle das pragas (Bull e Hathaway, 1986; Rüegg e col., 1991; Almeida e Soares, 1992; Dinham, 1993).

A revolução verde resultou na plantação de áreas relativamente grandes com uma única variedade de uma só cultura, provavelmente menos resistente ao ataque de praga do que as fortes variedades tradicionais substituídas. O uso de quantidades relativamente grandes de fertilizantes, outra característica dessa política, produzia um crescimento exuberante, com possibilidade de hospedar uma maior população de pragas (Bull e Hathaway, 1986).

Em 1972, o Banco do Brasil, seguindo o Plano Nacional de Desenvolvimento, iniciou o crédito rural, do qual 15% eram destinados à "tecnologia moderna", isto é, aos praguicidas, e o Conselho Monetário Nacional chegou a promover a isenção total de encargos bancários para as operações de crédito rural destinadas à aquisição de insumos modernos (Ferrari, 1985; Rüegg e col., 1991; Dinham, 1993; Andrade, 1995).

O financiamento bancário obrigava os agricultores a adquirir insumos e equipamentos, muitas vezes desnecessários, e essa obrigatoriedade, somada à intensa propaganda dos fabricantes, determinou um enorme incremento e a disseminação da utilização de praguicidas no país. A política de estímulo do crédito agrícola, dirigida à obtenção de divisas e ao desenvolvimento industrial, trouxe um grande impulso a várias culturas, principalmente às destinadas à exportação

(Ferrari, 1985; Rüegg e col., 1991).

O governo brasileiro chegou a implantar, em 1975, o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), para estimular o consumo e a produção nacionais de praguicidas, não obstante a defasagem da legislação, datada de 1934 (Andrade, 1995). As indústrias locais conseguiam isenção de Imposto de Circulação de Mercadorias (ICM) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para a aquisição de produtos, máquinas e equipamentos destinados à instalação de novas fábricas e a ampliação das já existentes (Rüegg e col., 1991; Andrade, 1995).

Em um prazo relativamente curto, tornou-se evidente que as novas práticas agrícolas trariam conseqüências nefastas tanto para a saúde humana como para o meio ambiente. A substituição da agricultura de subsistência pela monocultura significou sérias alterações nos ecossistemas naturais, propiciando o aumento de determinados tipos de pragas, com conseqüente dependência do uso de praguicidas. O uso desses produtos de forma indiscriminada eliminava, também, os inimigos naturais das pragas, o que as tornava importantes, por não mais existirem seus predadores naturais (Ferrari, 1985; Rüegg e col., 1991; Dinham, 1993).

Por outro lado, o crescimento do consumo de praguicidas na década de 70 não se fez acompanhar de um avanço proporcional na produção agrícola. Assim, quando, na primeira metade dos anos 80, as possibilidades de crédito diminuíram e observou-se uma redução do consumo de praguicidas, não houve uma alteração significativa da produção agrícola, o que sugere que tais perdas se relacionam mais

diretamente com práticas agrícolas e condições climatológicas (Ferrari, 1985; Dinham, 1993).

De fato, a utilização dessas tecnologias acarretou, inicialmente, um aumento na produtividade de grãos por hectare, resultando, entretanto, em um declínio de produção em áreas de cultivo intensivo (Pimentel e col., 1993). Acredita-se que, apesar da crescente utilização de praguicidas na agricultura, cerca de 9.000 espécies de insetos, 50.000 espécies de patógenos de plantas e 8.000 tipos de ervas daninhas sejam responsáveis pela baixa produtividade e/ou perda de culturas (Ferrari, 1985; Ross e Lembi, 1985; Rüegg e col., 1991).

Em 1991, a venda mundial de praguicidas foi equivalente a US\$ 24 bilhões, o que corresponde a um consumo anual de 2,5 milhões de toneladas; 93% desse mercado pertence a 25 grandes companhias, e as 10 maiores, situadas na Europa e E.U.A., ficam com 73% do total. O Japão, apesar de ter pouca participação no mercado atual, vem apresentando um significativo crescimento em suas vendas (Dinham, 1993).

O custo envolvido para o desenvolvimento de novos praguicidas e a estabilidade do mercado nos países desenvolvidos direcionaram muitas companhias que desejavam expandir-se para os países em desenvolvimento, e algumas delas calculam que o Terceiro Mundo dobrará o uso desses produtos nos próximos 10 anos (Dinham, 1993).

Em 1975, o Brasil já era o quarto consumidor mundial de praguicidas, antecedido pelos E.U.A., Japão e França (Naschenveng, 1983). Dados da ANDEF (1995) indicam que o Brasil é considerado um dos maiores mercados de praguicidas do mundo, com venda anual em torno de

US\$ 1.500 milhões. Em 1996, existiam, no Brasil, 243 ingredientes ativos e 616 marcas comerciais (ANDEF, 1995/1996).

Diferentemente do ocorrido no Brasil, programas de acompanhamento e avaliação do efeito residual dos praguicidas é assunto de preocupação de agências internacionais e americanas há mais de 40 anos. Ainda em 1950, a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), em conjunto com a OMS (Organização Mundial da Saúde), iniciou estudos de aditivos e resíduos de praguicidas em alimentos. Com a função de executar o programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentares, em 1962, foi criada a Comissão do Codex Alimentarius. Em 1975, a UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas), juntamente com a FAO e OMS, iniciou o Programa de Monitoração para Contaminação de Alimentos, sendo a primeira responsável também pela criação do GEMS, Sistema de Monitoramento Ambiental Mundial. E ainda, com atuação específica nos Estados Unidos, existem a FDA (Agência Americana de Alimentação e Drogas) e a EPA (Agência de Proteção Ambiental), sendo a última criada especificamente para o meio ambiente (FAO, 1995a). O importante é que todos esses organismos estabelecem prioridades, estando resíduos de praguicidas dentre as primeiras preocupações para todos eles e, no entanto, essas ações resultaram em pouca ou, em alguns casos, nenhuma repercussão para a situação que ocorre internamente no Brasil.

Paralelamente ao grande volume de praguicidas colocados à disposição da agricultura brasileira, não houve uma preocupação em capacitar o homem do campo para a utilização desses produtos nem protegê-lo, o que o fez ficar à margem do programa de desenvolvimento

econômico. O descompasso entre a velocidade de introdução no mercado desses produtos e a capacidade técnica de prover os meios de segurança para seu uso têm sido um grave problema, até mesmo pela ausência de monitoramento ambiental e de vigilância à saúde.

Agrotóxicos, praguicidas, defensivos agrícolas, pesticidas e até biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas, no sentido mais amplo: tudo aquilo que ataca, lesa ou transmite enfermidade às plantas, aos animais e ao homem. Define-se como praga os insetos, carrapatos, aracnídeos, roedores, fungos, bactérias, ervas daninhas ou qualquer outra forma de vida animal ou vegetal, danosa à saúde e ao bem-estar do homem, à lavoura, à pecuária e seus produtos e a outras matérias-primas alimentares. Por extensão, incluem-se nessa categoria os agentes desfolhantes, os dessecantes e as substâncias reguladoras do crescimento vegetal (Zambrone, 1986).

Todos os praguicidas são substâncias tóxicas, podendo a sua utilização oferecer ou não risco para o ser humano. A segurança que se pode ter em seu uso está diretamente relacionada com as condições de exposição (Repetto e Baliga, 1996), ou seja, o tempo ou a frequência de exposição, via de introdução no organismo, dose ou concentração e propriedades físico-químicas do composto, e a susceptibilidade do indivíduo exposto ao agente químico.

O principal problema acarretado pelos praguicidas é o seu uso indiscriminado, sem qualquer preocupação com a segurança. Os danos gerais são agravados quando seu uso não é seguido de informações claras sobre o seu emprego e possíveis danos, ou quando tais informações não

podem ser facilmente absorvidas pelos usuários. As pessoas que têm contato direto com os praguicidas, na fabricação e aplicação dos mesmos, podem correr riscos de intoxicação que, dependendo do produto e dos cuidados seguidos, podem, muitas vezes, ser fatais. Nos alimentos, esses compostos podem permanecer vindos de uma aplicação direta em uma das fases de sua produção, transporte ou armazenamento. Podem, também, ser introduzidos por uma via indireta, é o caso de animais alimentados com ração que contenha vegetais antes tratados com praguicidas ou de rotação das culturas, em que o solo contendo o remanescente de uma aplicação anterior contamina novas produções. A extrema persistência de alguns praguicidas torna-os contaminantes encontrados em ambientes terrestres e aquáticos por muitos anos (Zambrone, 1996; Lara, 1986; Rüegg e col., 1991; Andrade, 1995).

A insuficiência de infra-estrutura laboratorial e, até mesmo, de conhecimento científico para se proceder a um controle efetivo pertinente de pragas possibilitou a disseminação de praguicidas pelo meio ambiente, com concentração de resíduos na cadeia alimentar. Isso significa que, hoje, praticamente toda a população humana apresenta algum nível de contaminação por praguicidas (Ferreira, 1993).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (WHO,1990), os praguicidas são responsáveis por mais de 20.000 mortes não intencionais por ano, a maioria das quais ocorrem no Terceiro Mundo, onde se estima que 25 milhões de trabalhadores agrícolas são intoxicados de forma aguda por ano. Cerca de 70,0% dos praguicidas produzidos anualmente são consumidos em países considerados desenvolvidos, no entanto, a maior quantidade de mortes decorrentes da exposição humana a esses agentes

é observada nos países em desenvolvimento (Dinham, 1993; PAHO, 1993; Repetto e Baliga, 1996).

As intoxicações agudas de aplicadores de praguicidas no Brasil foram intensificadas e, segundo Rüegg e col. (1991), há ocorrência de um caso de intoxicação aguda em cada 8 trabalhadores agrícolas examinados. Estima-se, ainda, que cerca de 2% da população brasileira é contaminada anualmente por praguicidas e que, para cada caso constatado em hospitais e ambulatórios, deve haver, aproximadamente, 250 vítimas não registradas, principalmente pela falta de conhecimentos toxicológicos dos médicos (PAHO, 1993; Garcia, 1996).

No Brasil, são poucas as fontes de informações disponíveis sobre intoxicação por esses produtos e inexistentes em uma boa parte do país. Segundo Naschenveng (1983), os principais fatores que favorecem a subestimação dos índices de morbidade e mortalidade por praguicidas são:

1. a demora na procura do atendimento médico, o qual ocorre quando já é tarde demais, e o indivíduo morre sem assistência médica, o que dificulta a determinação da *causa mortis*;
2. a falta de relacionamento dos efeitos da intoxicação com as causas e a falta de fornecimento de informações adequadas ao médico; com frequência, o paciente apresenta outra doença que, por confusão de sintomas, é dada como causa da morte;
3. o efeito cumulativo de alguns praguicidas permite que sua ação tóxica só apareça posteriormente, o que dificulta ou mesmo impede que se determine a causa do acidente;
4. por motivos sociais e econômicos, o atestado de óbito é falsificado ou não revela toda a verdade: se a intoxicação for classificada como

acidente de trabalho, poderá representar indenizações e/ou encargos sociais;

5. a dificuldade de se dimensionarem os riscos e os efeitos indiretos para a população consumidora dos produtos agrícolas e vizinha às lavouras em virtude de uma aplicação inadequada;
6. falhas nos atestados de óbitos.

A relação entre o uso de praguicidas e seus efeitos nocivos para o homem começou a despertar a atenção de pesquisadores no Brasil no início da década de 1950. Os trabalhos de Planet (1950), Rodrigues (1957), Almeida (1959) e Schwartzman (1960) estão entre os primeiros a demonstrar a incidência de intoxicações humanas decorrentes do uso de praguicidas.

As observações registradas por Almeida e Soares (1992), oriundas da cultura do fumo no Município de Santa Maria-RS, refletem a condição atual de grande parte da população rural brasileira que lida com os produtos químicos no campo:

- os praguicidas são considerados indispensáveis para a cultura, mas não existe qualquer tipo de curso de capacitação ou treinamento para os agricultores saberem como manusear esses produtos;
- a armazenagem dos praguicidas é, muitas vezes, improvisada em um compartimento de residência para este fim, que, geralmente, fica perto da cozinha e da circulação dos membros da família;
- o preparo da calda não tem local específico, podendo o mesmo ser feito junto do galpão ou na própria lavoura; muitas vezes o produto derrama na mão do trabalhador;
- durante a aplicação não há preocupação com a posição do vento, nem

com o horário do dia; os equipamentos de aplicação, quando presentes, encontram-se quase sempre danificados; nota-se claramente algum vazamento no bico, na manga, na válvula de sucção, na tampa, o que resulta em um contato direto com o produto; pode-se freqüentemente observar pessoas aplicando agrotóxicos sem cumprir as recomendações sobre a distância e sua indumentária;

- dificilmente os equipamentos de proteção são vistos nas propriedades e mais difícil ainda é ver o fumicultor utilizá-los;
- a higiene pessoal não é levada em consideração pela maioria dos agricultores; para se alimentar ou fumar, raramente lavam as mãos e, no término das atividades, não se preocupam em trocar de roupa ou tomar banho para tirar resíduos superficiais de praguicidas;
- a situação é precária no que se refere à alfabetização;
- as embalagens dos praguicidas utilizados são abandonadas no campo ou jogadas nos arroios; se forem resistentes, podem ser utilizadas para outros fins.

O descarte das embalagens vazias de praguicidas, nos moldes hoje praticados pela maioria dos produtores rurais, constitui uma séria ameaça ao meio ambiente. Lançadas no meio ambiente, elas vão causar transtornos nos cursos d'água, lavouras ou onde quer que sejam deixadas. Esse lixo é constituído por material de difícil decomposição, principalmente quando submerso, o que explica o seu acúmulo no meio ambiente durante tantos anos (Branco, 1994).

O impacto sobre o ambiente resulta nos desgastes lentos dos recursos naturais, em alguns casos, irreparáveis. Dentre eles, estão a morte de animais silvestres, insetos úteis para a agricultura, peixes, a

contaminação das águas e os resíduos em alimentos, com implicações diretas para a saúde humana (Rüegg e col. 1991). No início da década de 70, as questões ambientais começaram a receber, em termos mundiais, uma maior atenção. Foi, no entanto, nos anos 80, a partir do surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, que o crescimento econômico e a qualidade do meio ambiente passaram a ser considerados compatíveis e até mesmo complementares (Andrade, 1995).

Considerando a característica agrícola do Brasil e os riscos inerentes à atual prática de utilização de praguicidas, pode-se dizer que são insignificantes os dados disponíveis referentes ao controle e à avaliação do impacto para o homem e o meio ambiente. Grande parte dos trabalhos publicados sobre contaminação ocupacional, ambiental e de alimentos são ações isoladas de alguns órgãos de controle e institutos tecnológicos e/ou de pesquisa, os quais, praticamente, restringem-se às regiões sul e sudeste. A nossa realidade, entretanto, necessita trabalhos de monitoramento com ações integradas e não pontuais e desvinculadas de qualquer articulação maior.

Os custos sociais e ambientais decorrentes do uso de praguicidas não são internalizados na produção; isso significa que resta ao poder público o dano ambiental e da saúde e o custo com a reparação, a qual, certamente, não tem sido realizada, potencializando o ciclo de crescente destruição dos ecossistemas e de comprometimento da qualidade de vida do ser humano.

Os resíduos de praguicidas presentes nas águas e nos alimentos representam as principais fontes de exposição da população em geral. Segundo a Organização Panamericana da Saúde, na América Latina a

população se expõe a quantidades significativas de praguicidas através de resíduos em alimentos (PAHO, 1993). Conforme avaliação de Garcia (1996), "no Brasil há poucos laboratórios e com capacidade limitada para proceder a análises de resíduos, poucos técnicos preparados para essa atividade e poucos recursos financeiros para esse fim, e não há trabalhos coordenados de vigilância sistemática e contínua de resíduos".

Apesar do uso bastante disseminado dos praguicidas e da existência de ampla literatura sobre os efeitos tóxicos da exposição aos mesmos, ainda são grandes as dificuldades encontradas para a implantação e o manuseio de laboratórios oficiais capacitados a analisá-los, particularmente a nível residual. Hoje, apesar de as regiões Sul e Sudeste do país possuírem laboratórios adequados, estes são em número insuficiente para atender às necessidades brasileiras, no que se refere à análise de resíduos em alimentos, controle de novas formulações lançadas no mercado, avaliação dos efeitos tóxicos provocados em diferentes condições de exposição, e estudos relativos aos impactos para o meio ambiente.

O primeiro passo para o desenvolvimento do presente trabalho foi iniciar a implantação, na rede estadual, de um laboratório e a formação de uma equipe técnica especializada, capacitada para desenvolver análises de resíduos de praguicidas e, desta forma, dar suporte a diferentes ações regionais de monitoramento, avaliação e controle do uso de praguicidas. A inexistência no Estado de um laboratório capacitado, as distâncias e os custos envolvidos na utilização de laboratórios dos grandes centros, a demanda regional crescente e as denúncias de eventuais riscos envolvidos justificavam o investimento.

Assim, através de projetos aprovados por diferentes órgãos de fomento à pesquisa, como Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), Fundação Banco do Brasil (FBB) e Banco do Nordeste do Brasil (BNB), além de apoio técnico de equipes experientes de outras instituições, em particular da Nestlé Industrial e Comercial Ltda. / Departamento de Contaminantes e Autenticidade (São Paulo, SP), vem sendo possível, de forma gradual, concretizar essa proposta. Como consequência, vários empreendimentos foram realizados, sobretudo no que se refere à compra de equipamentos, à adequação da infra-estrutura laboratorial e aos treinamentos específicos. Aos poucos, essa capacitação tecnológica em um órgão do Estado e uma maior interação com outros órgãos, estaduais ou não, vem favorecendo o desenvolvimento de trabalhos na área de resíduos de praguicidas e colaborando no entendimento dos problemas regionais relacionados à contaminação ambiental por praguicidas e suas implicações para o homem, a agricultura e o meio ambiente.

Neste trabalho, foi estudada a presença de resíduos de praguicidas em tomates produzidos em duas regiões do Estado de Pernambuco, por ter a cultura desses frutos grande importância sócio-econômica. No modelo dominante de produção, essa cultura demanda uso intensivo de praguicidas, e o tomate está enraizado no hábito alimentar da população em geral.

Em virtude da diversidade de praguicidas utilizados nas culturas de tomate e, sobretudo, da inexistência de informações que pudessem direcionar a análise, um trabalho analítico de avaliação de resíduos

envolvendo diferentes grupos de praguicidas representaria elevado custo e tempo. Por essa razão, alguns praguicidas foram selecionados, considerando-se a quantidade utilizada, os riscos envolvidos e a disponibilidade laboratorial. Foram estudados, então, alguns inseticidas, organofosforados e organoclorados, e fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos (EBDCs), através de um produto de degradação, a etilenotiuréia(ETU). Os organoclorados foram selecionados por existirem suspeitas de utilização indevida; os organofosforados, devido ao grande número de princípios ativos registrados para a cultura do tomate; e os EBDCs por serem de amplo uso nessa cultura e representarem um assunto bastante polêmico no que se refere ao risco para a saúde e o meio ambiente, além de não existir um método analítico oficial de boa aceitação para a detecção de seus resíduos em alimentos.

Dessa forma, este trabalho representou um passo importante no sentido de avaliar a real situação de risco de exposição a praguicidas no Estado de Pernambuco, certamente com impacto para a saúde humana.

2 - DESENVOLVIMENTO DO TEMA

O Estado de Pernambuco representa cerca de 6% da área total do nordeste brasileiro, com uma superfície de 98.937,8 km². O litoral se estende por apenas 187 km, porém, na direção litoral – oeste, a superfície estadual é de 748 km. Essa forma espacial propicia a existência de sucessivas paisagens geográficas, configuradas em três zonas fisiográficas bem definidas: Litoral/Mata, Agreste e Sertão (Anuário estatístico de Pernambuco, 1995).

O Agreste, respondendo por 24,7% da superfície do Estado, constitui uma região de transição entre as situações geográficas da Mata e do Sertão, refletidas nas condições de umidade e relevo. Os efeitos da altitude e da exposição aos ventos somam-se para produzir algumas faixas e numerosas ilhas de clima úmido, denominadas de brejos. Nos brejos, os solos são profundos, o revestimento florístico primitivo deixa de ser caatinga para ser de mata, os cursos d'água são permanentes, as atividades de lavoura tornam-se exclusivas ou preponderantes e as populações, adensadas (Anuário estatístico de Pernambuco, 1995; Carvalho, 1996).

Ao Sertão cabe a maior parte da extensão territorial de Pernambuco, 63.209,8 km², ou seja, 63,9%. É o domínio do semi-árido, onde as cotas pluviais atingem em média 650 mm anuais, havendo regiões bem menos dotadas nesse sentido. Uma característica importante das chuvas do Sertão é a sua irregular distribuição ao longo do ano, o que provoca periodicamente o fenômeno da estiagem aguda – as secas. Quanto ao relevo, predominam as superfícies pediplanizadas, separadas por elevações muito degradadas, com solos rasos e pedregosos. A rede de

drenagem é tributária do rio São Francisco, constituída de cursos temporários (Anuário estatístico de Pernambuco, 1995; Carvalho, 1996).

Sem retirar o mérito dessa classificação, pode-se dividir o espaço pernambucano em 5 mesorregiões e 19 microrregiões geográficas, levando-se em consideração os processos sócio-econômicos e as especificidades locais e regionais do sistema produtivo (Silva, 1991; Fundação IBGE, 1994; Carvalho, 1996). As mesorregiões, Sertão Pernambucano, São Francisco Pernambucano, Agreste Pernambucano, Mata Pernambucana e Metropolitana do Recife (**Figura 1**), subdividem-se em microrregiões, e estas abrigam os municípios, conforme mostra a **Tabela 1**.

Figura 1 - Divisão geográfica do Estado de Pernambuco em 5 mesorregiões com identificação dos dois municípios estudados.

Tabela 1 - Divisão regional de Pernambuco: mesorregiões e microrregiões geográficas e municípios das duas microrregiões de interesse para este trabalho.

mesorregião	microrregião	município
Sertão Pernambucano	Araripina Pajeú Salgueiro Sertão do Moxotó	
São Francisco Pernambucano	Itaparica Petrópolis	Afrânio Cabrobó Dormentes Orocó Petrópolis Santa Maria da Boa Vista Terra Nova
Agreste Pernambucano	Alto Capibaribe Médio Capibaribe Garanhuns Vale do Ipanema Vale do Ipojuca Brejo Pernambucano	Agrestina Altinho Barra de Guabiraba Bonito Camocim de São Félix Cupira Ibirajuba Lagoa dos Gatos Painhas Sairé São Joaquim do Monte
Mata Pernambucana	Mata Setentrional Pernambucana Vitória de Santo Antão Mata Meridional Pernambucana	
Metropolitana do Recife	Itamaracá Recife Suape Fernando de Noronha	

FONTE: Anuário estatístico de Pernambuco, 1995.

O Estado de Pernambuco apresentou, por ocasião do último censo, uma população de mais de 7 milhões de pessoas. Segundo dados da Fundação IBGE (1990), apud Carvalho (1996), as pessoas ocupadas e com rendimento mensal até 5 salários mínimos perfaziam 78% do total no Estado; o contingente de renda mensal até um salário mínimo representava 32%, dos quais aproximadamente um terço apresentava mensalmente renda de até $\frac{1}{2}$ salário mínimo e apenas 1,7% tinham renda superior a 20 salários mínimos por mês.

No que se refere à renda estadual, sua participação em relação ao Brasil é da ordem de 3%, o que corresponde a 10,2 bilhões de dólares em 1994, conforme valores estimados pela Fundação IBGE (1994). Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Carvalho, 1996), estima-se que, no Brasil, o número de pessoas indigentes e submetidas à fome é de 32 milhões, dos quais 54% estão no Nordeste e 7% em Pernambuco. Em Pernambuco, esse valor corresponde a 32% da população estadual, localizada mais expressivamente no meio rural (Carvalho, 1996). A renda *per capita* situa-se em torno de 2.800 dólares, inferior à média brasileira, que é de 4.000.

2.1. A CULTURA DE TOMATE

O tomate é uma planta pertencente à família das solanáceas, denominada cientificamente *Lycopersicum esculentum* Mill ou *Lycopersicum lycopersicum* L., potencialmente perene e com facilidade de

adaptação a uma grande variedade de climas, com exceção daqueles nos quais as geadas estão presentes (Rodriguez e col., 1997).

O cultivo do tomate tem como origem a região andina e está difundido em praticamente todo o continente sul-americano. Porém, foi provavelmente no México que alguns tipos foram inicialmente melhorados e, eventualmente, introduzidos na Europa e aceitos como planta ornamental. Na Europa, acreditava-se ser uma planta tóxica, em virtude da sua relação com as plantas da família das solanáceas, como a beladona; apenas posteriormente se soube que o alcalóide, conhecido por tomatina, presente sobretudo em folhas e frutos verdes, sofre degradação durante o amadurecimento. Superada essa primeira fase, o seu cultivo e consumo alcançaram tal difusão que hoje dificilmente se pode encontrar outro produto agrícola que seja consumido nas mesmas quantidades que o tomate (Rodriguez e col., 1997).

No século 16, o tomate foi introduzido na região do Mediterrâneo, e seu cultivo para consumo alimentar teve início na Itália e na França, no século 17, quando era conhecido como maçã dourada e maçã do amor (Bieche, 1997).

Atualmente, o tomate é a hortaliça de maior consumo no mundo: o fruto fresco alcança 31,8 kg *per capita*/ano na Espanha; 13,8 kg *per capita*/ano na Itália e 8,6 kg *per capita*/ano na França; o tomate em conserva atinge 25,5 kg *per capita*/ano nos Estados Unidos. O consumidor americano não é tão exigente quanto o europeu, e o tomate fresco não tem tanta importância nos Estados Unidos como na Europa; por essa razão, o cultivo naquele país não é, predominantemente, estaqueado, a colheita é

mecânica e o fruto nunca alcança a qualidade e a apresentação exigidas no mercado europeu (Rodriguez e col., 1997).

O consumo de tomate na América do Sul vem aumentando consideravelmente, acompanhando as mudanças econômicas e sociais. Uma quantidade maior de mulheres no mercado de trabalho, um menor tempo para compras e para fazer refeições em casa, a migração de pessoas da área rural para a urbana, entre outras razões, vêm acarretando um aumento no consumo de tomate, o qual está presente em pizzas, massas, cachorros quentes, sanduíches e em outros alimentos disponíveis em cardápios rápidos. O consumo dos países do Mercosul é de 5,35 kg *per capita*/ano e, historicamente, vem aumentando 5% por ano (Argerich e col., 1997).

No Brasil, a demanda para produtos derivados do tomate, extrato e molho, aumentou 34% e 54%, respectivamente, em 1993 e 1995 (Tabela 2). Estimativas do Governo Federal indicam que 35 milhões de brasileiros, após a reforma econômica (Plano Real), alcançaram nível econômico para consumir novos produtos derivados do tomate, razão pela qual 10 milhões de dólares de investimentos foram desviados para projetos de processamento de tomate. Enquanto novas empresas, como Nestlé, Parmalat e Uncle Beans, entraram no mercado brasileiro, as tradicionais, CICA, Arisco e Etti, expandiram suas fábricas de conservas, e outras, como Sofruta e Ole, abriram novas fábricas (Argerich e col., 1997).

Em 1996, os países do Mediterrâneo, França, Grécia, Itália, Portugal, Espanha, Israel, Tunísia e Turquia, foram responsáveis por 33% da produção mundial; os Estados Unidos, Canadá e México, por 44%; e os países da América do Sul, por 9,9% (Bieche, 1997; Sullivan, 1997).

Tabela 2 - Consumo de produtos derivados do tomate no Brasil, em 1.000 toneladas (Argerich e col., 1997).

produto	1993	1994	1995
extrato	63,8	67,4	85,1
molho	35,7	40,0	54,9

Apesar da menor produção atual de tomate nos países da América do Sul, estudos indicam uma tendência mundial de aumento da competitividade no mercado internacional, em particular para os produtores do Chile e do Brasil (Sullivan, 1997).

A área total de plantação no Brasil, na Argentina e no Chile aumentou 30% nos últimos 4 anos, e a produção teve um incremento de 58%, conforme mostra a **Tabela 3**. As principais razões disso foram a melhoria na irrigação, na preparação do solo e no manejo de pragas (Argerich e col., 1997).

Tabela 3 - Desenvolvimento da produção de tomate nos principais países produtores da América do Sul (Argerich e col., 1997).

safra	Brasil		Argentina		Chile	
	produção (t × 1000)	t/ha	produção (t × 1000)	t/ha	produção (t × 1000)	t/ha
1992-93	707	43,8	130	17	488	57,4
1993-94	715	33,4	240	20	733	63,7
1994-95	700	32,0	190	22	822	76,0
1995-96	965	47,6	285	35	844	70,3

No Brasil, a área de cultivo está localizada em 3 regiões: região 1, Pernambuco e Bahia, com 45% e 35% da área e da produção total, respectivamente; região 2, Goiás e Minas Gerais, com 25% e 31% da área e da produção total, respectivamente; e região 3, São Paulo, com 29% e 33% da área e da produção total, respectivamente (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Produção de tomate no Brasil, por regiões (Argerich e col., 1997).

regiões	1993	1994	1995	1996
região 1 (PE/BA):				
• área (ha)	5.200	7.670	9.750	8.292
• tonelada (× 1000)	155	292,2	350	302,2
• produção (t/ha)	29,8	38	35,9	36,4
região 2 (GO/MG):				
• área (ha)	5.250	5.690	5.030	4.620
• tonelada (× 1000)	262,5	253	300	263,8
• produção (t/ha)	50	44,5	60	57
região 3 (SP):				
• área (ha)	5.690	6.380	5.490	5.280
• tonelada (× 1000)	237,4	275,5	279,7	280
• produção (t/ha)	41,7	43,2	51	53
Brasil:				
• área (ha)	16.140	19.740	20.270	18.192
• tonelada (× 1000)	654,9	820,7	929,7	846
• produção (t/ha)	40,6	41,6	45,8	46,5

Segundo estimativa da FAO (1995b), 21,9% da população brasileira economicamente ativa encontra-se na agricultura. Nesse contexto, o cultivo do tomate, sobretudo do fruto para processamento, é um dos itens mais importantes na agricultura do Brasil, onde existem 18 empresas com uma capacidade instalada para 2 milhões de toneladas de tomate cru (Argerich e col., 1997).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), em 1995, 273.000 toneladas de produtos derivados do tomate foram vendidas no mercado brasileiro por um valor próximo a 500 milhões de dólares. A exportação brasileira também é economicamente considerável, tendo atingido, em 1996, 18.679 toneladas de extrato de tomate, o que corresponde a 22 milhões de dólares (Argerich e col., 1997).

2.1.1. ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DO TOMATEIRO

A planta do tomate é susceptível ao ataque de um grande número de pragas e doenças, que causam sérias perdas a produção e diminuem a qualidade do fruto. O dano econômico causado aos produtores pelo ataque de parasitas torna os programas de proteção essenciais em todas as áreas de cultivo de tomate (Rincón, 1997).

Estima-se que 67.000 diferentes espécies de pragas ataquem a agricultura em todo o mundo. No cultivo do tomate, são diversas as pragas e as enfermidades possíveis, dentre as principais, destacam-se: a) insetos (lagarta, mosca branca, traça, pulgão) e ácaros; b) nematóides; c) bactérias; d) fungos que afetam a folhagem (propagação aérea); e) fungos que causam enfermidades vasculares, radiculares e na base do talo; f) viroses: TMV (*Tomato Mosaic Virus*), PVY (*Potato virus Y*), CARNA 5 (vírus da necrose do tomate), TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) e TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*); g) enfermidades fisiológicas ou acidentais: apodrecimento do extremo floral, tomates secos, rachaduras no tomate, queda da flor, danos pelo frio e por intensidade luminosa (Rodriguez e col., 1997).

Os ataques fúngicos provocam doenças como ferrugem precoce (*Alternaria solani*), ferrugem tardia (*Phytophthora infestans*) e antracnose (*Colletotrichum phomoides* (Sacc.) (Chester), e *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) são comuns, sendo capazes de comprometer toda a plantação de tomate (Cheah, 1985).

Condições climáticas, como alta umidade e temperatura e muita chuva, favorecem o desenvolvimento da antracnose, doença de grande

ocorrência no tomate para processamento (Precheur, 1992). As lesões causadas pela antracnose no fruto são fatores determinantes do uso e do preço do tomate, podendo haver variação semanal: em uma mesma semana, os preços são distintos por categoria e qualidade do fruto, podendo variar em até 20%. Uma ou duas lesões por fruto pode justificar seu descarte. Assim, apenas 1% de fruto infectado pode diminuir o preço pago pelos processadores ao produtor, e 4% de fruto afetado implica uma significativa perda no preço por tonelada (Cheah, 1985; Precheur, 1992).

Em Pernambuco e na Bahia, as principais doenças são as tospoviroses, causadas por TSWV, TCSV e GRSV, e as pragas mais significativas são a traça do tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta*), a mosca branca (*Bemisia tabaci* e *argentifolli*) e os nematóides (*Meloidogyne incognita* e *javanica*).

Praticamente a cada safra a cultura do tomate é ameaçada por novas pragas. Em 1996, a maior incidência foi "vira-cabeça" e mosca branca. Em 1997, a mosca branca, *Bemisia tabaci* Gennadius, causou graves prejuízos nos campos da região do São Francisco. A situação é difícil, uma vez que esse inseto é capaz de infestar 506 espécies de plantas e transmitir 90 doenças viróticas, além de adquirir rápida resistência a todos os grupos de inseticidas, e a grande quantidade de plantas nas quais se hospeda favorece a sua reprodução de forma ininterrupta. O surto de mosca branca no Brasil vem ocorrendo desde 1958, quando afetou o algodão. Entre 1972/73, o inseto teve sua população ampliada nos plantios de soja, algodão e feijão no norte do Paraná e na região de Ourinhos, SP. Nos anos 90, foram constatadas infestações nas culturas de tomate, algodão, abóbora e em plantas

ornamentais, como crisântemo e bico-de-papagaio, na região de Campinas, SP.

A mosca branca se desenvolve tanto em hortaliças cultivadas em telados dos países europeus quanto em cultivos abertos dos países tropicais e subtropicais e tem sido objeto de intenso estudo nos últimos anos devido aos danos em diferentes cultivos (Rodriguez e col., 1997).

2.1.2. O USO DE PRAGUICIDAS NA CULTURA DO TOMATE

Em razão das pragas e enfermidades que podem atingir a cultura do tomate, o uso de praguicidas é elevado, sobretudo para a prevenção dessas manifestações. Nas últimas décadas, a técnica mais difundida no combate dessas pragas, que incluem insetos, patógenos e erva daninha, tem sido o uso de produtos químicos (Bull e Hathaway, 1986; Bieche, 1997).

Antes da plantação, por exemplo, o solo é desinfetado com produtos fumigantes, as sementes são pulverizadas com fungicidas antes do transplante, e, após 8-15 dias, é usual a aplicação de herbicidas (Rodriguez e col., 1997). No tomate tutorado (ou estaqueado), há tratamento fitossanitário quinzenal, muitas vezes por meio de helicópteros ou avião para grandes superfícies ou através de mangueiras com muitas adaptações feitas por pequenos produtores (Rincón, 1997).

O controle químico das lagartas desfoliadoras, das brocas do fruto (praga de grande importância para o tomate de mesa) e das lagartas de solo ou cortadoras com inseticidas em regiões de extenso cultivo de

tomate vem passando por problemas de resistência, o que justifica a busca constante de produtos novos lançados no mercado que rompam essa resistência (Rodriguez e col., 1997).

No primeiro controle de lagartas, por exemplo, o inseticida organoclorado DDT foi utilizado durante a época de cultivo, porém, com o passar do tempo, as doses foram aumentando, assim como o número de aplicações e a adição do lindano, outro organoclorado. A resistência ao DDT também implicou na introdução do carbaril, inseticida carbamato com pouca eficácia no controle da lagarta em todo o mundo e, posteriormente, do triclorfon, inseticida organofosforado, sendo este o mais efetivo durante a década de 60. A partir do desenvolvimento de resistência também ao triclorfon, foram aplicadas misturas contendo outro produto clorado, o endosulfan (Rodriguez e col., 1997).

No princípio dos anos 70, o triclorfon não apresentava efeito, mesmo em dose quatro vezes superior à recomendada, sendo, então, substituído pelo metomil, inseticida da classe dos carbamatos. Apesar da boa eficácia inicial desse produto, após dois a três anos de uso generalizado, seu efeito decaiu consideravelmente. Na fase posterior ao metomil, o inseticida organofosforado metamidofós foi incorporado na luta contra as lagartas do tomate, sendo utilizado até hoje com resultados irregulares (Rodriguez e col., 1997).

Nos anos 80, apareceram as piretrinas sintéticas (piretróides), atualmente empregadas com maior frequência no controle dos insetos, como a permetrina, a cypermctrina e a deltametrina. No entanto, o uso constante de piretróides acarretou a proliferação de ácaros, o que justificou a utilização de novos produtos com efeito acaricida. Em algumas

regiões de plantio de tomate, o emprego preventivo de *Bacillus thuringiensis*, Thuricide ®, responsável pelo aparecimento de uma enfermidade irreversível nas lagartas, vem representando uma alternativa viável, sem perturbar o equilíbrio ecológico (Rodriguez e col., 1997).

No que se refere ao controle químico da mosca branca, trata-se de um processo difícil e oneroso, devido à resistência que as larvas apresentam aos inseticidas de uso mais corrente. Produtos organofosforados, como dimetoato, metamidofós e azinfós, têm alguma ação contra os insetos adultos e larvas mais jovens, enquanto que fungicidas, como zineb e maneb, parecem agir como ovicidas (Rodriguez e col., 1997). Contudo, avanços vêm sendo obtidos pelo uso de imidachloprid, inseticidas de outros grupos e de óleo mineral (França e Arruda, 1997).

Contra a antracnose, os principais produtos são mancozeb, clorotalonil e anilazine, sendo o primeiro fungicida o mais popular entre os produtores. No combate às bactérias, novamente os fungicidas são bastante indicados, como, por exemplo: zineb, maneb, mancozeb e clorotalonil. Os tratamentos preventivos e periódicos são o único meio de controle durante o cultivo, e os produtos mais utilizados são maneb, mancozeb, zineb+cobre, captan e clorotalonil (Cheah, 1985; Precheur, 1992).

Devido à ação de fungos pós-colheita, causadores de sérios danos econômicos, é importante, também, o uso de fungicidas nessa etapa. Porém, deve-se conhecer a meia vida desses fungicidas, os quais podem representar riscos para a saúde pública (Cheah, 1985; Precheur, 1992).

O tomate rasteiro parece apresentar um certo grau de resistência, ou seja, nas mesmas condições de outras modalidades de cultivos, ele tem sido menos infestado por pragas. Os predadores encontram ambientes melhores no tomate rasteiro em relação ao estaqueado. Levantando-se as camadas do tomate rasteiro, encontram-se os citados inimigos naturais das pragas entre os detritos e folhas (Rodriguez e col., 1997).

Após a Segunda Guerra Mundial, um grande número de produtos químicos foram desenvolvidos com base na filosofia de que a prevenção é melhor do que a cura. No entanto, os programas de prevenção, ao usarem uma série de tratamentos, embora mostrassem sucesso em diminuir as doenças, apresentavam graves problemas, como a necessidade de um número excessivo de tratamentos de custo elevado, o desenvolvimento de patógenos resistentes a alguns ingredientes ativos dos praguicidas, a destruição dos inimigos naturais dos patógenos e a persistência de resíduos tóxicos de produtos, contaminando o ambiente e o fruto. Atualmente, no cenário mundial, profundas mudanças na tecnologia e na filosofia de proteção da planta implicaram uma outra estratégia: o uso racional de praguicidas, aliado a métodos de controle biológico e melhoramento genético (Rincón, 1997).

Segundo Bull e Hathaway (1986), o uso de praguicidas permite a sobrevivência de um grupo da população de pragas com características genéticas ou de comportamento que permitem a elas reduzir a quantidade de produtos químicos que penetram em seu corpo, eliminar esses produtos de seu organismo ou sobreviver aos seus efeitos tóxicos de alguma outra forma. Ao se reproduzirem, esses insetos transferem essa capacidade de

sobrevivência a seus descendentes, até que uma grande proporção da população de pragas torna-se totalmente resistente.

Assim, o uso intensivo de praguicidas na cultura do tomate pode ser danoso para o próprio processo produtivo, à medida que provoca resistências de pragas, resultando em uma crescente aplicação de novos produtos e no uso de fórmulas combinadas de praguicidas, cuja ação sobre a saúde humana e o meio ambiente são pouco conhecidas dos usuários, de grupos humanos expostos e da fiscalização pública (Bull e Hathaway, 1986; Rodrigues e col., 1997).

O tomate e seus derivados já foram considerados responsáveis por 15% do risco oncogênico estimado na dieta total (Precheur, 1992). Por outro lado, um estudo realizado na Califórnia sugere que os produtos derivados de tomate, como suco, extrato e enlatado, contêm menos do que 4% do resíduo original após o processamento (Precheur, 1992).

Na atual legislação brasileira, constam 91 princípios ativos registrados para uso na cultura do tomate (ILSI-Brasil, 1995), o que gera cerca de 144 produtos comerciais (Coordenação da Fiscalização de Agrotóxicos, AGROFIT/1997). Porém, como ocorre com outros produtos agrícolas, os princípios ativos de uso permitido na cultura do tomate variam de acordo com os países produtores, motivados por estudos próprios ou seguindo orientação de agências internacionais, como a Comissão do Codex Alimentarius (1995), que estabelece um total de 78 princípios ativos para uso como praguicidas no tomateiro.

Com o objetivo de harmonizar os praguicidas utilizados na cultura do tomate a ser comercializado entre os países membros do Mercosul, os

limites máximos de resíduos de praguicidas foram estabelecidos para apenas 10 princípios ativos, indicados na **Tabela 5** (Mercosur, 1995).

Tabela 5 – Limites Máximos de Resíduos (LMR) de praguicidas estabelecidos para o comércio intra-regional do Mercosul.

princípio ativo	Limites Máximos de Resíduos - LMR (mg/kg)
captan	15
carbofuran	0,1
clorpirifós	0,5
demeton-s-metil	0,5
diazinon	0,5
dimetoato	1,0
fenitrothion	0,5
fosfamidon	0,1
malation	3,0
triclorfon	02

2.1.3. CULTIVOS ALTERNATIVOS

O primeiro programa de tratamento integrado para tomate industrial teve início na Califórnia, no começo dos anos 80. Desde então, programas similares foram adotados por produtores de outras regiões, o que significou uma grande redução do uso de praguicidas e fertilizantes e, conseqüentemente, um considerável decréscimo de resíduos nos frutos (Rincón, 1997).

Na Europa, o avanço da aplicação de esquemas de controle integrado em cultivos protegidos tem sido muito grande. O uso de parasitas e predadores de muitas pragas fez nascer uma nova indústria, as biofábricas, onde estão as metodologias mais sofisticadas para a produção em massa de auxiliares para o controle biológico (Rodriguez e col., 1997).

O melhoramento genético já tem conseguido cultivos portadores de resistência para certas doenças e pragas, além de avanços no sentido de melhorar a qualidade do tomate para processamento e para consumo *in natura*. Dessa forma, os novos agricultores terão produções de melhor qualidade, frutos resistentes a doenças e uma menor necessidade do uso de praguicidas. Atualmente, o uso de herbicida, por exemplo, é inevitável, visto que a seleção das sementes é essencial para o desenvolvimento da safra. Porém, o controle de doenças e epidemias deve estar de acordo com um programa integrado que combine controle químico com manejo adequado e explore resistência genética e controle biológico (Rincón, 1997).

A traça do tomateiro, por exemplo, foi motivo de grande preocupação em 1989, quando comprometeu 40 a 50% da produção do Vale do São Francisco. A importância do estabelecimento de um calendário de produção, a obrigatoriedade de destruição de restos de culturas e do receituário agrônomo nas propostas de financiamento, além da necessidade de uma assistência técnica mais efetiva aos produtores, a partir da divulgação de resultados de pesquisa, do uso adequado de praguicidas e do treinamento sobre manejo integrado de pragas em tomateiro, vêm sendo exaustivamente discutidas desde então, entre técnicos e pesquisadores da EMBRAPA / Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA e Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE (Haji, 1989; Ferreira e col., 1995; Silva e col., 1995; França e Arruda, 1997).

O programa de manejo integrado da traça do tomateiro, implantado pela EMBRAPA/CPATSA, adota, como prática principal, o uso do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Nesse programa, o uso de inseticidas é recomendado apenas em casos emergenciais, havendo preferência pelos menos tóxicos e seletivos ao referido parasitóide. Nesse contexto, os inseticidas clorfluazurom (Atabron ®), teflubenzurom (Nomolt®) e abamectim (Vertimec ®) foram avaliados, sendo os dois primeiros os produtos mais promissores para uso no manejo integrado de pragas do tomateiro (Prezotti e col., 1996).

Recentemente, pesquisadores do IPA estudaram variedades geneticamente melhoradas de tomate industrial e de mesa. O produto proposto para o tomate destinado às indústrias é mais tolerante a altas temperaturas e resistente a pragas do tipo vira-cabeça e fusarium raças 1 e 2. A equipe de pesquisadores está em fase de implementação de unidades demonstrativas que visam à difusão das informações consideradas úteis em outros países na cultura do tomate, tais como: armadilhas, calendário de cultivo, aplicação sistematizada de produtos químicos, destruição de restos de cultura, adubação correta, horário e modo de aplicação dos praguicidas e produção de mudas protegidas. Uma das experiências em andamento diz respeito à produção de mudas em telados, duas unidades já foram instaladas no estado, com participação direta de produtores e empresários locais (França e Arruda, 1997).

A importância sócio-econômica da agricultura do Perímetro Irrigado do Vale do São Francisco tem motivado o desenvolvimento de pesquisas relacionadas com o manejo integrado de pragas na região, sendo o tomateiro uma das culturas de grande interesse. No entanto, essa

alternativa representa um desafio para os especialistas em manejo integrado, uma vez que inúmeras pragas encontram no tomateiro condições ideais de atuação.

2.2. A CULTURA DE TOMATE NO ESTADO DE PERNAMBUCO

No Estado de Pernambuco, existe a produção do tomate destinado à indústria de processamento, chamado tomate rasteiro, por ser cultivado diretamente no chão, e a do tomate de mesa, chamado de estaqueado, maior e de melhor aparência que o primeiro. O tomate industrial é produzido, predominantemente, na região irrigada do Vale do São Francisco, próxima ao Município de Petrolina, localizada na Mesorregião São Francisco Pernambucano. O tomate de mesa, por sua vez, tem seu maior cultivo no Agreste Pernambucano, sendo o Município de Camocim de São Félix representativo dessa produção na região (**Figura 1**).

Em 1992, a produção do Estado foi de 324.921 toneladas, sendo 204.110 toneladas provenientes do São Francisco Pernambucano, que corresponde a 6.076 ha de área colhida (Instituto de Planejamento de Pernambuco, 1995).

A produção de tomate de mesa de Pernambuco representa cerca de 70% da movimentação no entreposto comercial da Companhia de Abastecimento e de Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco – CEAGEPE, com maior participação dos Municípios de Camocim de São Félix e São Joaquim do Monte, localizados na Microrregião Brejo Pernambucano. De 1986 a 1995, a média anual dos preços apresentou

uma taxa de crescimento de 8,53%, com volume médio próximo a 20.000 t/ano, representando cerca de 7.000 empregos gerados na região dos Brejos de Pernambuco (CEAGEPE, 1996).

Na safra de tomate industrial para 1996, Pernambuco respondeu por 26% da produção nacional, abaixo apenas de São Paulo, com 30,1%. Porém, somando-se as produções dos Estados de Pernambuco e Bahia, visto que o tomate industrial tem praticamente a mesma origem, ou seja, o vale irrigado do São Francisco, a produção passou a ser 37,2%, portanto, a maior do país.

O Projeto Senador Nilo Coelho, localizado no perímetro irrigado do Vale do São Francisco, em Petrolina, possui 172 empresas e cerca de 1.824 colonos. Considerando o ano de 1996 como base, a área irrigada plantada total é de 14.614,91 ha, dos quais 1.845,90 ha são destinados à cultura do tomate. A produção total de tomate é de 89.820,56 toneladas, o que representa uma produtividade de 47,06 t/ha e proporciona uma receita ao produtor de R\$ 21.893.755,16. O número de empregos gerados, diretos fixos e temporários e indiretos, é da ordem de 61.013,88/ano, dos quais 1.391,62 são relacionados com a cultura do tomate industrial (CODEVASF, 1996).

O tomate representa a segunda maior produção agrícola do Estado de Pernambuco, contribuindo com cerca de R\$ 170 milhões/ano. A área utilizada na plantação de tomate no Estado, em 1996, foi de 7.630 ha, contra 409.674 ha para a cana-de-açúcar e 36.760 ha para a banana, culturas responsáveis pelo primeiro e terceiro maiores valores da produção agrícola do Estado, respectivamente (Tabela 6). No entanto, considerando

o valor da produção/área, a cultura do tomate representou o maior valor médio, R\$ 22.698,00/ha.

Tabela 6 - Valores brutos da produção agrícola do Estado de Pernambuco, safra 1996.

produto	área (ha)	produção (t)	produtividade (t/ha)	valor bruto da produção (R\$)	valor médio bruto da produção/área (R\$/ha)
cana de açúcar	409.674	20.376.644	49,73	366.779.592	895
tomate	7.630	293.536	38,47	173.186.240	22.698
banana	36.760	48.524	1,32	126.162.400	3.432
feijão phaseolus	162.574	102.256	0,62	73.760.661	454
milho	355.760	291.319	0,81	73.897.920	208
mandioca	83.259	836.017	10,04	49.926.935	600
feijão vigna	230.870	93.643	0,40	48.148.109	208
uva	2.626	48.338	18,40	38.670.400	14.726

FONTES: IBGE/GCEA/LSPA, DIDOC/DPLAN/EMATER-PE.

Elaboração: SECTMA-PE.

2.2.1. CARACTERIZAÇÃO DE REGIÕES DE GRANDE PRODUÇÃO DE TOMATE NO ESTADO

- **Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho – mesorregião São Francisco Pernambucano / Petrolina**

As áreas irrigadas e irrigáveis às margens do Rio São Francisco e de alguns de seus afluentes vêm-se constituindo em regiões de agricultura moderna, pela utilização intensiva de insumos, máquinas e equipamentos. As culturas irrigadas são dirigidas, na sua quase totalidade, para os

mercados interno e externo ou ao aproveitamento agroindustrial na própria região, sobretudo as de tomate e suco de frutas. A região tem recebido investimentos de empresários locais e de outras regiões. Nas atividades primárias, prevalecem as relações de produção com base no assalariamento, embora a parceria seja importante (CODEVASF, 1989; Carvalho, 1996).

Os principais objetivos do Programa de Irrigação do Vale do São Francisco são: a) incrementar a produção agrícola para atender ao crescente mercado interno e proporcionar um melhor aproveitamento para as possibilidades de exportação; b) introduzir famílias da população rural pobre da região em projetos de desenvolvimento rural integrado; c) criar novos empregos a fim de inverter o processo de migração para áreas urbanas do litoral ou para o Sul; d) dar continuidade à implantação de indústrias de processamento de produtos agrícolas (CODEVASF, 1989).

Os sistemas de irrigação adotados no pólo são o de gravidade, através de inundações, o de sulcos de infiltração, gotejamento, aspersão simples e o de pivô central (Melo, 1997).

O perímetro irrigado do Vale do São Francisco representa, atualmente, um desafio para a comunidade agrônômica brasileira, em virtude da sua importância econômica e social frente às particularidades regionais, no que se refere a características e manejo de um solo arenoso e ácido.

O sistema de irrigação é efetivo, engenhoso e, ao mesmo tempo, conta com todos os recursos modernos necessários. Observa-se, porém, uma diferença na qualidade de algumas áreas em relação a outras, no que diz respeito a problemas de drenagens, profundidade do solo e manejo

inadequado e/ou descuido do agricultor. Essas diferenças podem afetar de modo notável a produção, por conseguinte a renda do agricultor, além do meio ambiente.

Denominado anteriormente Projeto Vale do Massangano, o Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, área de estudo selecionada para este trabalho, surgiu a partir da preocupação do Governo Federal de dar apoio ao desenvolvimento do Nordeste através da agricultura irrigada. Seu objetivo maior era elevar os níveis de renda e diminuir o êxodo de famílias do campo para as áreas urbanas. Em 1979, com o apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, teve início a execução do Projeto pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF, empresa pública que, na época, era vinculada ao então Programa Nacional de Irrigação – PRONI e hoje está subordinada ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (CODEVASF, 1989).

O custo de implantação desse projeto está estimado em 180 milhões de dólares, distribuídos na montagem do sistema geral de irrigação por aspersão e drenagem, na implantação do sistema de lotes ocupados pelos pequenos produtores, na administração das obras e nos serviços de engenharia, consultoria e treinamento de pessoal (Melo, 1997).

O Projeto Senador Nilo Coelho localiza-se no Submédio São Francisco, junto a outros cinco perímetros de irrigação: Bebedouro, Mandacaru, Tourão, Curaçá e Maniçoba. Circunda a zona urbana da cidade de Petrolina e estende-se até o Município de Casa Nova, à jusante do reservatório de Sobradinho, no Estado da Bahia. É uma das regiões mais secas do Nordeste, integrante do chamado “Polígono das Secas”,

com cerca de 500 mm anuais de precipitação pluviométrica, distribuídos irregularmente durante o ano, além de uma elevada evaporação. Como grande parte do interior do Nordeste, a região caracteriza-se por sua baixa produtividade agrícola e baixa renda *per capita*, com densidade demográfica menor que 10 habitantes/km² (CODEVASF, 1989).

Em 1985, a irrigação do Projeto Senador Nilo foi estabelecida para cobrir uma área de 15.000 hectares do sertão do São Francisco Pernambucano, que seria distribuída entre famílias de baixa renda, chamadas de colonos (60%); 75 fazendas de porte médio, com 20 a 60 ha (30%); e cerca de 8 agroindústrias, com áreas médias de 350 ha (20%). Em média, os colonos teriam 6 hectares, enquanto que os empresários poderiam ter até 1.000 ha (CODEVASF, 1989). Consta, na programação da CODEVASF para 1997/98, a expansão do projeto por mais 4.798 ha de área irrigada (CODEVASF, 1996).

Em 1996, o Projeto Senador Nilo Coelho teve 14.769 ha em operação, dos quais 9.319 ha correspondiam a 11 núcleos de colonização, subdivididos em lotes com cerca de 120 produtores por núcleo, formados por pequenos agricultores (1.442 colonos), e 5.450 ha contendo 131 empresas.

A baixa pluviosidade da região, aliada à elevada taxa de infiltração dos solos, torna impossível a existência de uma agricultura de sequeiro rentável. Assim, o Projeto Senador Nilo Coelho, junto com os outros cinco perímetros de irrigação, tem contribuído para a criação de um importante pólo de desenvolvimento rural, denominado Petrolina/Juazeiro. Nessa região, vêm ocorrendo aumentos significativos da produção e da exportação, assim como a oferta de empregos permanentes, o que reflete

na melhoria dos níveis de renda da população. A expansão da irrigação tem dinamizado o mercado de trabalho local, houve um aumento significativo na demanda da força de trabalho, o que atraiu a população tanto dos municípios vizinhos como de outros estados da região Nordeste (CODEVASF, 1989).

O número de empregos transitórios diretos criados pelo projeto na fase de implantação alcançou um total de 5.956, que, somado aos empregos agrícolas permanentes, chegou a um total de 10.840 empregos. Em 1996, o número de empregos gerados pelo projeto, diretos fixos e temporários indiretos, foi de 61.013,88 nos 14.614,91 hectares plantados. Estima-se que, com a expansão da área irrigada em 1997/98, mais 48.000 empregos serão criados. É importante ressaltar que o emprego nas agroindústrias é relativamente pouco importante, se comparado com o emprego agrícola permanente (CODEVASF, 1989; CODEVASF, 1996).

A razão principal da geração de empregos diretos no cultivo irrigado da região do vale está no fato de que as culturas básicas exploradas, frutas e hortaliças, utilizam a mecanização somente em algumas etapas do processo de cultivo, como a aração, o sulcamento e a gradagem, enquanto as demais etapas são realizadas manualmente (Melo, 1997).

Paralelamente à infra-estrutura de irrigação por aspersão, no perímetro do Projeto Senador Nilo Coelho, foi construída uma infra-estrutura social e de serviços. Foram organizados onze núcleos habitacionais, contendo entre 80 a 180 residências, com saneamento básico e energia elétrica, acesso para as áreas agrícolas e centros de serviços. Hoje, existem 1.796 residências em plenas condições de uso (CODEVASF, 1989).

Em convênio com o Governo do Estado de Pernambuco, em cada núcleo foram criadas pequenas escolas de 1º grau, e três escolas de 2º grau foram construídas estrategicamente em relação aos 11 núcleos habitacionais. Em 1996, as escolas estavam com 4.898 alunos inscritos (CODEVASF, 1989; CODEVASF, 1996).

Em Petrolina, está sediado um núcleo gerencial de todo o projeto, com oficinas, pátio de mecanização, posto de lavagem e lubrificação de máquinas e veículos. Observa-se, portanto, que esse não foi só um projeto de irrigação, mas existiu, também, a preocupação de realizar, paralelamente, um desenvolvimento rural da área: “o valor que tem esse projeto em termos do seu benefício líquido para o país como um todo é maior que a sua rentabilidade como empresa” (CODEVASF, 1989).

As principais culturas, por ordem de produção em toneladas, são tomate, banana, manga, melancia, uva e feijão, cuja receita total registrada para o ano de 1996 foi de R\$ 65.917.315,99 (CODEVASF, 1996). A área cultivada total correspondeu a 14.614,91 ha, inferior à do ano de 1995. A queda foi motivada pela tendência natural da implantação de culturas permanentes (abacate, acerola, aspargo, banana, caju, cana, capim, carambola, cítricos, coco, graviola, goiaba, laranja, lichia, macadamia, mamão, manga, maracujá, pinha, tangerina e uva), que ora ocupam 65,2% de sua área total, superando, assim, as culturas temporárias (abóbora, alface, batata-doce, cebola, cenoura, coentro, crotalária, feijão, jiló, girassol, mandioca, melancia, melão, milho, pimentão, quiabo, repolho, tomate).

Apesar da irregularidade entre a produtividade das culturas de um ano para o outro, em média, os empresários apresentam uma maior

produtividade de culturas e um maior índice de uso do solo que os colonos. Além disso, contam com uma estrutura de produção mais diversificada e uma maior proporção de culturas permanentes e, sobretudo, melhor tecnologia do que os colonos. No período 1984/88, a produtividade média dos colonos nas culturas do tomate era superior à dos empresários, diferentemente do que ocorreu em relação a outras culturas, bem como à produtividade meta e média do país (CODEVASF, 1989). Atualmente, a produtividade, em t/ha, é de 46,61 e 50,17 para os colonos e empresários, respectivamente (CODEVASF, 1996).

Os empresários têm menores riscos na produção agrícola e, conseqüentemente, maiores possibilidades de incrementar sua renda ou pelo menos mantê-la. Por outro lado, por investirem basicamente em culturas temporárias e sem muita diversidade, os colonos assumem maiores riscos na produção agrícola, apresentando, portanto, menores possibilidades de incrementar suas rendas (CODEVASF, 1989).

Nos primeiros anos de operação do projeto, existiu uma extensão e/ou uma assistência técnica adequada aos colonos, sobretudo no tocante aos serviços sociais, tendo sido, entretanto, mínima a capacitação dos colonos e evidente a falta de investimentos para o pequeno produtor rural ou o pessoal de baixa renda. Os colonos não obtinham crédito para culturas perenes por não disporem da garantia real, exigida pelos bancos, e pela dificuldade de encontrarem um avalista. O crédito agrícola não é uma variável controlada pelo projeto, depende da política financeira nacional, que, por sua vez, depende, também, da problemática da dívida externa e de exigências, tais como a retirada dos subsídios. Assim, a primeira avaliação técnica do projeto concluiu que a assistência aos

colonos não estava sendo eficiente e/ou efetiva, "faltou investir muito mais no homem: o pequeno produtor rural ou pessoal de baixa renda" (CODEVASF, 1989).

Através de contrato, a CODEVASF repassou a operação e a manutenção do perímetro ao Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho, associação civil de direito privado, de caráter coletivo, sediada na cidade de Petrolina. Esse fato, aliado ao acompanhamento técnico-científico do grupo de pesquisadores da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), resultou em um considerável melhoramento na assistência aos produtores, sobretudo aos colonos. No último relatório técnico gerado pela CODEVASF, por exemplo, consta que 104 projetos de financiamento para custeio foram elaborados por colonos, apesar de o crédito agrícola continuar com as limitações bancárias nas linhas de crédito. Por outro lado, no que se refere à infraestrutura social, a situação ainda é considerada deficiente, uma vez que estão disponíveis apenas 3 ambulatórios, 1 médico/clínico geral, 4 técnicos em enfermagem, 1 odontologista e 1 agente de saúde (CODEVASF, 1996).

As culturas irrigadas utilizam insumos de capital, como fertilizantes, praguicidas e maquinaria agrícola, em proporções altas, sobretudo na cultura da uva, seguida pela do tomate, da cebola e da melancia. De uma maneira geral, a comercialização de insumos e produtos no projeto é realizada de forma isolada, sobretudo no caso de colonos, que ficam à mercê de "atravessadores" e outros comerciantes.

Evidentemente, na sua fase inicial, não existiam grandes agressões ao meio ambiente. No entanto, no que se refere à manipulação de

praguicidas, desde o início, não havia diretrizes para a proteção dos trabalhadores envolvidos na pulverização dos produtos, o que fez surgir, naquela ocasião, casos graves de intoxicação. Com o aumento da produção, era previsível o aumento da exposição ocupacional a esses produtos (CODEVASF, 1989).

Em lugar algum do projeto existia a preocupação com a possível contaminação por praguicidas dos trabalhadores, da água do rio São Francisco, do solo e mesmo do alimento produzido. Quase 10 anos após o relatório inicial de avaliação (CODEVASF, 1989), no qual se chamava a atenção para a possibilidade de ampliação dos registros de intoxicação e grandes impactos ambientais, a situação continua a mesma, ou seja, sem política preventiva aos danos decorrentes do uso de praguicidas para a saúde humana e ambiental.

- **Município de Camocim de São Félix – Mesorregião Agreste Pernambucano**

O Município de Camocim de São Félix, área de estudo selecionada para este trabalho, localiza-se na Microrregião Brejo Pernambucano e conta com uma área de 50,9 km². É limitado ao Norte pelo Município de Bezerros, ao Sul por Bonito e São Joaquim do Monte, a Leste por Sairé e a Oeste por Sapucarana e Boas Novas. Está a 692 m acima do nível do mar e dista 123 km de Recife (Anuário estatístico de Pernambuco, 1995).

A precipitação pluviométrica anual é de 1.085 mm (média histórica), com chuvas ocorrendo entre os meses de março a setembro, estando o período de maior estiagem entre outubro e dezembro. Em termos de recursos hídricos, tem as bacias hidrográficas de Sirinhaém (60 km²), do

Ipojuca (12 km²) e do Una (10 km²). O clima predominante é do tipo quente úmido, com temperatura média de 24° C (Anuário estatístico de Pernambuco, 1995).

Camocim de São Félix foi fundada por um grupo de indivíduos que, chegando à região, organizaram um povoado chamado “Camocim”, posteriormente “Vila de Camocim”, pertencente ao Município de Bezerros. Foi elevado à categoria de município e cidade em 1953, passando a se chamar Camocim de São Félix, em homenagem ao santo padroeiro São Félix. A sua localização em terras com muita água foi fundamental para o progresso observado posteriormente.

A população estimada é de 13.834 habitantes, com um contingente rural de 3.313 habitantes, dos quais 1.713 são homens e 1.601 mulheres. As principais áreas de concentração populacional (vilas e povoados) estão resumidas na **Tabela 7**, na qual se observa uma proximidade entre essas vilas e povoados e o centro do município.

Quanto às unidades de prestação de assistência médico-sanitária, o município é dotado de uma unidade mista, com sete leitos para maternidade, dois postos de saúde municipais e uma clínica de olhos (privada). Quanto a profissionais de saúde locais, há um médico, que atende duas vezes por semana, três enfermeiras e dois dentistas.

Tabela 7 - Principais áreas de concentração populacional de Camocim de São Félix.

vila/povoado	população	distância da sede (km)	n° de produtores		
			prop.	parc.	arrend.
Pacas	752	15	158	19	52
Santa Luzia	165	06	98	18	39
Serra de Aires	503	15	-	-	-
Cruz de Rajada	425	04	85	08	26
Palmeiras	546	06	105	11	32
Mocós	154	12	142	10	48
Brejinho	-	08	45	04	16

prop.: proprietário; parc.: parceleiro; arrend.: arrendatário

FONTE: EMATER-PE, 1992, 1996.

A região tem elevado analfabetismo, 54% para maiores de 15 anos e, na zona rural, chega a cerca de 72% (Silva, 1991; Anuário estatístico de Pernambuco, 1995).

Tradicionalmente, o Agreste tem sido o celeiro de alimentos que convergem para os grandes centros urbanos do Estado. Nos brejos de altitude, que incluem, total ou parcialmente, municípios como Camocim de São Félix, Bezerros e Garanhuns, prevalecem os micro e pequenos proprietários que se dedicam à produção de cereais, frutas e hortaliças, além da criação de gado bovino para corte e leite (Carvalho, 1996). As culturas de tomate, repolho, pimentão, pepino e milho são as que têm maior quantidade de produtores envolvidos e maiores áreas cultivadas, porém, quanto à produtividade, a laranja, o milho e o feijão são as que se destacam.

A comercialização da produção agrícola ocorre através dos chamados atravessadores, que levam os produtos para a CEASA do Recife-PE, São Luís-MA, Belém-PA e João Pessoa-PB e para as feiras-livres das cidades circunvizinhas.

Existem deficiências de informação quanto à estrutura fundiária de Camocim de São Félix, pois os dados relativos a “posse da terra” não foram levantados pelo senso do IBGE. No entanto, em 1992, a EMATER-PE fez um levantamento que revelou que 70% dos produtores de hortaliças são arrendatários, perfazendo um número de 210 produtores em áreas de 1,0 hectare, em média.

Segundo Silva (1991), a distribuição de terra é desigual, a irrigação artificial ocorre sem critérios técnicos, há excesso de adubos químicos e o solo encontra-se empobrecido.

A agricultura existente aponta para um sério problema de saúde pública. A aplicação de praguicidas ocorre sem o cumprimento das boas práticas agrícolas e de orientação técnica, além disso, não existem, até o momento, mecanismos de cadastramento, controle, tratamento ou acompanhamento da população exposta diretamente aos riscos no campo.

Em virtude de as plantações existentes, principalmente de tomates, localizarem-se nas margens do reservatório hídrico que abastece a cidade, o uso de praguicidas sem controle ou fiscalização é algo preocupante. A população local acredita que a contaminação por praguicidas é generalizada, atingido até mesmo a água distribuída pela Companhia de Abastecimento-COMPESA e causando sérios danos à saúde dos moradores.

Além dos praguicidas, os esgotos domésticos podem contribuir consideravelmente para a contaminação bacteriológica das águas dos reservatórios e da água consumida pela população (ITEP, 1997). O saneamento inexistente e é usual a comercialização de água proveniente de “chafariz” por particulares; esse abastecimento é canalizado para as

residências dos interessados e, pelo que se sabe, não há qualquer tipo de fiscalização sanitária. A questão da água é crítica, pois, além de insuficiente, é de péssima qualidade. Há queixas de que tem mau cheiro e provoca prurido na pele quando usada para o banho.

O reservatório que abastecia a cidade, Tanque das Piabas, encontra-se interditado devido a suspeitas de contaminação, sobretudo por esgotos domésticos e praguicidas. Assim, o Município de Camocim de São Félix vem sendo abastecido, desde 1990, pelo Reservatório Poço de Areia, localizado no município de Bezerros (ITEP, 1997).

Segundo avaliação da Diretoria de Meio Ambiente da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado (SECTMA, 1996), Camocim de São Félix exerce uma grande pressão sobre o recurso florestal. A razão principal disso é a demanda ocasionada pelas 32 serrarias existentes no município, as quais desdobram madeira para a confecção de caixotes destinados ao acondicionamento da produção agrícola, sobretudo de tomates de mesa (750.000 caixas/ano). O setor industrial, casa de farinha, padaria e olaria, também contribui para o elevado consumo de lenha e carvão. Essas atividades, ao longo do tempo, vêm trazendo alguns problemas ao município, no que diz respeito ao uso dos recursos naturais.

Com o auxílio do Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal, será executado um programa de educação ambiental em algumas regiões do Estado, o qual inclui um trabalho de extensão e assistência técnica em Camocim de São Félix, através da orientação quanto à conservação do solo e uso de praguicidas. O co-executor do

projeto será a Prefeitura Municipal de Camocim de São Félix (SECTMA, 1996).

Resumidamente, as principais características do Município de Camocim de São Félix, que o tornam representativo para o presente estudo, são:

- a) trata-se de um município representante de muitas outras situações próprias das áreas semi-áridas de Pernambuco, que pode exemplificar a vulnerabilidade inerente dos ecossistemas dessas regiões;
- b) o Município experimentou transformações ambientais, tais como: desflorestamento, monocultura e pecuária;
- c) os processos sociais são semelhantes aos de outros locais do Nordeste;
- d) o município padece as conseqüências da completa interação entre a sociedade e o meio ambiente, tais como: um amplo espectro de problemas ecológicos, alterações hidrológicas, degradação do solo (erosão, salinização), perda de recursos bióticos e contaminação de diversas naturezas;
- e) à luz desses acontecimentos, a população (grupos sociais majoritários) apresenta severas deficiências em suas condições de vida e de saúde.

Esses processos de deterioração sócio-ambiental não são independentes entre si, estão relacionados com um conjunto de mudanças nas propriedades estruturais do sistema sócio-ambiental envolvido, de natureza bastante complexa.

2.3. A SITUAÇÃO DOS PRAGUICIDAS EM PERNAMBUCO

Existem evidências de uso abusivo e intoxicações por praguicidas em diferentes regiões rurais do Estado de Pernambuco, porém não existem registros dos mesmos, pela falta de uma política de monitoramento, para a qual é essencial, entre outros requisitos, a existência de um laboratório capacitado para a detecção de resíduos tóxicos.

Segundo Silva (1991), o desconhecimento da legislação, o descumprimento das constituições federal, estadual e municipal e dos códigos penal e civil, a falta de informação de usuários, a não utilização do receituário agrônomo, a omissão de funcionários e de órgãos públicos e o pouco conhecimento de técnicos de serviços de extensão rural, fazem de Pernambuco um dos grandes consumidores de praguicidas do país.

Certamente, em Pernambuco, a legislação é pouco conhecida da maior parte dos órgãos que têm atribuições dessa natureza, e as ações em desenvolvimento carecem de integração e eficácia.

Estudos realizados no Estado de Pernambuco nos últimos anos revelam a existência de ações de informação e de diagnóstico da situação da exposição ocupacional aos praguicidas em algumas regiões do Estado (Silva, 1991; Luna e col., 1995; FUNDACENTRO, 1996; Fischer e Melo, 1996; Melo, 1997; Teixeira e Brandão, 1998), porém, essas iniciativas apresentam características isoladas, não gerando, portanto, um conhecimento integrado nem tampouco uma política voltada para os aspectos de prevenção dos problemas relacionados à saúde e à proteção ambiental.

Em uma dessas ações, a atividade da acetilcolinesterase foi

determinada, no período de 1991 a 1992, em trabalhadores rurais do município de Camocim de São Félix. Com a utilização do kit Lovibond®, amostras de sangue foram analisadas e, segundo os autores, os resultados indicaram intoxicação por inseticidas inibidores da colinesterase em 56 dos 431 (13%) indivíduos selecionados (Luna e col., 1995). Os resultados, porém, não foram confirmados por outra técnica de maior precisão.

As condições de trabalho no município de Camocim de São Félix são semelhantes às encontradas em outras regiões rurais, onde se pôde observar a ausência absoluta de qualquer tipo de equipamento de proteção individual (EPIs), a escassez de água para a lavagem ou o uso em caso de acidente, a falta de instruções técnicas, a reutilização de embalagens para a armazenagem de alimento ou bebida, a dificuldade em ler/entender instruções do rótulo, a alimentação do produtor e da família no local de trabalho ou durante a aplicação, o uso da mesma roupa durante vários dias ou semanas e, sobretudo, a falta de autoridades regulamentadoras e de fiscalização (Silva, 1991; Carvalho, 1996; Fischer e Melo, 1996; FUNDACENTRO, 1996; Melo, 1997).

Algumas situações irregulares e preocupantes ocorridas em Camocim de São Félix foram registradas por pesquisadores e/ou pela imprensa, por exemplo: uma foto foi divulgada pelo Jornal do Comércio, Recife (Silva, 1991), na qual uma criança prepara a mistura (calda) de praguicidas para a aplicação em cultivos de tomate (Figura 2). A Figura 3, obtida no mesmo município, mostra a aplicação de praguicidas por crianças/adolescentes, vestidos apenas com calções curtos e camisetas (Silva, 1991).

Figura 2 – Preparação da mistura de praguicidas para aplicação na cultura de tomate do Município de Camocim de São Félix (Silva, 1991).

Figura 3 – Aplicação de praguicidas no Município de Camocim de São Félix (Silva, 1991).

O uso ilegal de praguicidas também foi registrado: foram encontrados produtos banidos pela legislação brasileira, como o aldrin; de uso não permitido na agricultura ou específico para determinadas culturas, como o BHC, o DDT e o endosulfan; ou de registro desconhecido, como o Atta-mex e o Vazepion (Silva, 1991).

Segundo depoimento de agricultores da região, ainda é comum o uso de BHC e aldrin em culturas de hortaliças (Silva, 1991). As entrevistas realizadas por Silva (1991) mostraram que a maneira de lidar com os praguicidas é fruto de experiências pessoais, conforme mostram os relatos a seguir:

Faz 15 anos que eu trabalho com esse tipo de produto, até mesmo com o BHC... Aldrin só prejudica se você aplicar a dosagem alterada. Nós pulverizamos o tomate, com dois ou três dias, os meninos comem o tomate até sem lavar e nunca fez mal... Eles querem aplicar tudo de uma vez, que é para acabar mais rápido com a praga, aí é que aumenta a praga.

A terra contaminada não tem possibilidade de prejudicar os rios, só as pragas.

O tomate, depois que cresce, fica na altura da gente, aí eles pulverizam o veneno ao lado deles, e morrem. O outro mexe o veneno com a própria mão.

Você planta um pé de tomate e, se não botar agrotóxico nele, você não tira tomate, apodrece antes de amadurecer... O Dithane não é tóxico, não capina, não cheira nem nada.

Basta eu passar o veneno que não agüento, é uma dor de cabeça medonha.

Eu ouvi falar que as pessoas morrem com o veneno, mas não sei qual é o veneno... Eu só vejo é: fulano morre envenenado, mas não sei qual é a qualidade do veneno.

Danos no sistema auditivo foram relacionados com o uso de praguicidas por trabalhadores da Zona da Mata Pernambucana, no Município de Vitória de Santo Antão. O resultado da avaliação de 98 trabalhadores com idade média de 38 anos e mais de cinco anos em atividade na lavoura indicou uma tendência de perda auditiva em 57% dos examinados, os quais, em exame preliminar, não apresentaram obstrução do canal auditivo externo, deficiência auditiva de etiologia congênita ou idade superior a 59 anos (Teixeira e Brandão, 1998).

Na mesorregião São Francisco Pernambucano, nos Municípios de Petrolândia e Santa Maria da Boa Vista, foi elaborado um trabalho, durante o período de 1993 a 1996, com o objetivo de conhecer a população exposta aos praguicidas na lavoura, a qual foi classificada segundo alguns fatores, como condição sócio-econômica, idade, sexo, escolaridade,

instruções recebidas, atividade exercida, tipo de contato com praguicidas, produtos mais utilizados, além de dados que pudessem evidenciar uma possível intoxicação. Foram aplicados questionários a 1.193 trabalhadores, tendo todos eles fornecido sangue para avaliação da exposição aos inibidores da acetilcolinesterase, através da utilização do *kit Lovibond*® (FUNDACENTRO, 1996). Os resultados indicaram que 12,4% da população estudada apresentaram atividade da colinesterase abaixo de 75%, porém não foram feitas correlações diretas entre os resultados sangüíneos e as informações da população obtidas através dos questionários. Nesse levantamento, os produtos referidos como sendo os mais utilizados pertenciam às classes dos inseticidas organofosforados, em especial, o metamidofós, o paration metil, o profenofós e o monocrotofós, e o fungicida mancozeb, pertencente à classe dos etilenobisditiocarbamatos.

No perímetro irrigado do Vale do São Francisco, na mesorregião do São Francisco Pernambucano, os produtores/colonos indicaram ter um maior conhecimento a respeito do risco oferecido pelos praguicidas, provavelmente em consequência de uma certa organização já existente. Prova disso é o fato de o colono rejeitar o trabalho de pulverização, contratando terceiros, os quais, em função dos danos à saúde relacionados aos praguicidas e do número reduzido de interessados, estabeleceram que o valor da diária na pulverização é sempre superior ao das demais atividades. Por outro lado, mesmo tendo ouvido falar dos riscos envolvidos no trabalho com os praguicidas, nas localidades irrigadas, o aplicador comumente pulveriza esses produtos sem fazer uso de qualquer tipo de equipamento de proteção, pois, na sua opinião, o equipamento dificulta a respiração.

Apesar de a taxa de analfabetismo dos trabalhadores do perímetro irrigado do Nordeste ser de 29,6%, de uma maneira geral, eles estão conscientes dos efeitos negativos dos praguicidas sobre a saúde, especialmente de suas conseqüências mais imediatas. Poucos, contudo, estão conscientes de que eles podem causar prejuízo a longo prazo (Fischer e Melo, 1996).

Em 1996, Fischer e Melo realizaram uma pesquisa, de cunho social, sobre o trabalho rural feminino nos perímetros irrigados e registraram como principais queixas de saúde: a dor de cabeça, seguida de problemas de coluna, doenças de pele, infecções, males dos aparelhos respiratório e digestivo. As infecções, relatadas por diversas trabalhadoras, ocorriam, principalmente, nos órgãos ginecológicos e estavam associadas à colheita do tomate, durante a qual as mulheres trabalhavam quase sentadas. É importante esclarecer que a mulher não pulveriza, mas, quando está colhendo, tem contato direto com o praguicida. Nessa região, a colheita do tomate rasteiro, para fins industriais, era realizada quase que exclusivamente por mulheres e estava definida como uma atividade feminina. As autoras registraram vários depoimentos dessas mulheres, trabalhadoras do tomate, alguns dos quais foram transcritos:

O pó do tomate dá coceira...

O agrotóxico dá muita doença. A pessoa fica roxa, manchada ou vermelha e vomita. Vai para o médico, toma uma injeção e fica boa.

O pêlo do tomate incha os olhos.

No começo, quando iniciei na irrigação, eu vomitava e tinha vertigem, depois me acostumei.

Na colheita do tomate, a mulher respira o pó do tomate. Este pó dá dor de cabeça, amargor na boca, tontura. Dá problema na pele e na cabeça.

A irmã da minha avó (trabalhadora do tomate) morreu por causa do veneno... O médico disse que foi doença que pegou no plantio... Ela morreu de câncer.

O veneno fica no tomate. Os olhos coçam, sinto coceira nos braços. Quando tomo banho, passo tomate podre no corpo para facilitar a retirada do pêlo, preciso passar muito sabão no corpo.

Quando chego em casa, tenho de tomar banho para sair o verde do tomate. É preciso passar sabão duas vezes. O pó do tomate dá problema na pele e na cabeça. Quando chego em casa sinto a pele arder, formigar, depois de meia hora passa.

O veneno fica na folha do tomate. Quando a gente respira, fica com falta de ar e a vista fica parda, o nariz entope e os olhos coçam.

Eu trabalho no tomate todo o tempo, até quando estou grávida. Acho que isso prejudicou meu filho, porque ele já está com mais de 2 anos e não anda.

Seria bom ter um lugar para discutir os problemas... A gente quando está lavando roupa fala das doenças.

A ocorrência de intoxicação ocupacional por praguicidas no Vale do São Francisco, a qual às vezes provoca óbitos, é admitida por alguns empregadores da cultura do tomate e técnicos do Projeto de Irrigação (Fischer e Melo, 1996).

Segundo informações de trabalhadores da cultura de uva daquela região, o médico contratado pela empresa, arbitrariamente, desaprova os atestados de saúde concedidos por outros médicos, principalmente à mulher, tornando-os sem efeito ou reduzindo o número de dias do licenciado; essa queixa foi formalizada e denunciada pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Petrolina/Pernambuco ao Conselho de Medicina do Estado (Melo, 1997). Segundo Melo (1997), o comportamento desrespeitoso praticado pelo profissional da Medicina pode ser usado como mecanismo para levar o trabalhador a não interromper sua atividade profissional para cuidar da saúde, dentro ou fora da empresa e reflete o modelo conservador de administração efetivado pela empresa, o qual dá pouca importância aos recursos humanos.

Existem outros aspectos culturais da região, que constituem ameaça permanente à saúde dos trabalhadores, como, por exemplo: a água

potável nos locais de trabalho e o trabalho infantil. Como na colheita o pagamento é por produção, para não perder tempo, o trabalhador consome a água proveniente dos canais de irrigação, possivelmente contaminada por produtos químicos. Na versão das entrevistadas, a partir dos cinco anos, um menino deve começar a ajudar ao pai na lavoura e, se não trabalhar, “vira malandro” (Fischer e Melo, 1996).

O emprego oferecido por colonos absorve, na maioria das vezes, os trabalhadores rurais que não conseguem um contrato permanente de trabalho nas empresas agrícolas de maior porte. Diferentemente do que ocorre em relação às empresas, os colonos contratam trabalhadores rurais de acordo com a produção, sem salário fixo. Nessas condições, permitem a entrada de menores para ajudarem os pais nas tarefas agrícolas e remuneram apenas a força de trabalho adulta contratada (Melo, 1997).

Mesmo apresentando os problemas relatados, estando longe do nível considerado satisfatório, a educação na área agrícola em processo de modernização avançou significativamente em relação às áreas de cultivo tradicionais, de acordo com Fischer e Melo (1996).

No que se refere ao meio ambiente, o único trabalho de investigação analítica sobre a contaminação ambiental por praguicidas no Estado de Pernambuco foi realizado em 1995/96. Trata-se de um diagnóstico da qualidade da água do Rio Ipojuca identificando os trechos mais críticos de contaminação, na tentativa de rastrear as principais fontes poluidoras. O estudo abrangeu o período de seca e estiagem, tendo sido incluídos pontos de coleta ao longo de toda a Bacia do Rio Ipojuca, localizada nas mesorregiões do Agreste, da Mata e Metropolitana, e um total de 250 km. Foram detectados níveis de inseticidas organoclorados acima dos aceitos

pela Resolução CONAMA, dentre eles alguns de uso proibido (Araújo e col., 1998).

Devido, sobretudo, à insuficiência laboratorial para a análise de resíduos de praguicidas, o Estado de Pernambuco não possui dados analíticos em qualquer tipo de alimento, de origem vegetal ou animal, anterior a este trabalho. Porém, observando-se os dados existentes no país, essa situação, infelizmente, é bastante comum em vários outros estados. A Tabela 8 mostra os principais trabalhos analíticos realizados no país, referentes a resíduos de praguicidas em alimentos, com objetivo de controle, monitoramento ou avaliação. Dos 36 trabalhos analisados, 25 foram realizados com amostras coletadas no Estado de São Paulo, não havendo registro de estados do Nordeste.

Tabela 8- Principais trabalhos publicados no país, referentes ao monitoramento, controle ou avaliação de resíduos de praguicidas em alimentos.

ordem	alimento	praguicidas analisados	ano de execução	estado	órgão executor	referência
01	carne bovina	inseticidas organoclorados	1969	SP	IAL	Lara e col., 1971
02	leite	inseticidas organoclorados	1970	SP	IAL	Almeida e Barretto, 1971
03	água	inseticidas organoclorados	1972	SP	IAL	Lara e Barretto, 1972a
04	arroz, feijão, farinha, ovos, hortaliças, óleo vegetal	inseticidas organoclorados	1972	SP	IAL	Lara e Barretto, 1972b
05	sardinha, atum, salsicha, patê de fígado	inseticidas organoclorados	1977/1978	SP	ITAL	Yokomizo, 1979
06	carne, peixe, hortaliças, leite e derivados	inseticidas organoclorados	1978/1979	PR	SUREHMA	Tiboni, 991

Continuação da Tabela 8.

07	carne bovina	inseticidas organoclorados	1978/1979	SP	LARA	Carvalho e col., 1980
08	frutas, hortaliças	inseticidas organoclorados e fosforados	1978/1980	SP	IB	Ungaro e col., 1980
09	grãos de trigo e de soja	inseticidas organoclorados	1978/1981	RS	CIENTEC	CIENTEC, 1981
10	frutas e hortaliças	inseticidas organoclorados e fosforados	1978/1983	SP	IB	Ungaro e col., 1985
11	leite pasteurizado	inseticidas organoclorados	1979	SP	IAL	Lara e col., 1980a
12	carne bovina processada	Inseticidas organoclorados	1979/1980	SP	LARA	Nishikawa e col., 1982
13	leite materno	inseticidas organoclorados	1979/1981	SP	IAL	Lara e col., 1982
14	feijão, soja, cacau, alho, amendoim, arroz, banana	fosfina	1980	SP	IAL	Barretto e col., 1984
15	peixes, camarões, ostras	BHC, DDT	1980	SP	IAL	Lara e col., 1980b
16	carne bovina	inseticidas organoclorados	1980	MG	IAL	Maia e Brant, 1980
17	leite pasteurizado	inseticidas organoclorados	1980/1981	SP	IAL	Lara e col., 1985
18	leite em pó, manteiga, queijo	inseticidas organoclorados	1980/1982	SP	ITAL	Yokomizo e col., 1984a
19	hortaliças, pêsego, trigo	inseticidas organoclorados e fosforados	1982/1983	PR	TECPAR	Tiboni, 1991
20	frutas, hortaliças	inseticidas organoclorados e fosforados	1983	SP	IB	Ungaro e col., 1983
21	frutas, hortaliças	inseticidas organoclorados e fosforados	1983/1984	MG	CIAP	Soares, 1985
22	morango	dicofol e endossulfan	1983/1988	SP	IB	Guindani e Ungaro, 1988
23	carne	inseticidas organoclorados	1984	SP	LARA	Carvalho e col., 1984
24	óleos, gorduras vegetais	inseticidas organoclorados	1984	SP	ITAL	Yokomizo e col., 1984b
25	frutas, hortaliças	inseticidas organoclorados e fosforados	1985/1986	SP	IB	Ungaro e col., 1987

Continuação da Tabela 8.

26	frutas, hortaliças	inseticidas organoclorados	1986	MG	UFMG	Soares, 1986
27	frutas, hortaliças	fungicidas ditiocarbamatos	1986/1988	RJ	UFF	Reis e Caldas, 1991
28	frutas, hortaliças	fungicidas, herbicidas e inseticidas organoclorados fosforados, carbamatos e piretróides	1987/1992	PR	CSVS	Zandoná e Zappia, 1993
29	hortaliças, frutas	inseticidas organoclorados e fosforados e deltametrina	1988	PR	TECPAR	Tiboni, 1991
30	gordura de frango	inseticidas organoclorados	1988/1991	SP	IAL	Barreto e col., 1992
31	maçã	dicofol	1989	PR	TECPAR	Tiboni, 1991
32	morangos	Endosulfan, dicofol, captan, clorotalonil, mancozeb	1991	SP	ITAL	Oliveira e Toledo, 1995
33	frutos, tubérculos	endosulfan	1993	SP	IAL	Lemes e col., 1993
34	frutas	inseticidas e fungicidas	1994	SP	B	Gebara e col., 1995
35	batata inglesa	ETU	1994	RS	UFSM	Dal Piva e col., 1995
36	hortaliças, carnes, leite, arroz, feijão, farinha de trigo, fubá	inseticidas organoclorados e fosforados	1994	SP	IAL	Barreto e col., 1996

CIAP: Centro Integrado de Apoio à Produção de Minas Gerais; **CIENTEC:** Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul; **CSVS:** Centro de Saneamento e Vigilância Sanitária do Paraná; **IAL:** Instituto Adolfo Lutz; **IB:** Instituto Biológico; **ITAL:** Instituto de Tecnologia de Alimentos; **LARA:** Laboratório Regional de Apoio Animal; **SUREHMA:** Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná; **TECPAR:** Instituto de Tecnologia do Paraná; **UFF:** Universidade Federal Fluminense; **UFMG:** Universidade Federal de Minas Gerais; **UFSM:** Universidade Federal de Santa Maria.

Apesar da falta de um monitoramento da qualidade dos alimentos comercializados no Estado de Pernambuco, há indícios de que o problema de contaminação por agentes químicos diversos existe e pode ser grave, como mostram resultados de alguns trabalhos realizados com lingüiça e

amendoim comercializados no Recife (Araújo e Ribeiro, 1992; Araújo e col., 1994).

O Estado de Pernambuco possui apenas levantamentos de uso na agricultura de praguicidas em alguns municípios, realizados pela Secretaria de Agricultura em 1997, EMATER-PE em 1990, 1994 e 1997 e pela Prefeitura de Camocim de São Félix em 1991. Esses dados foram obtidos através de questionários respondidos pelas prefeituras, sob a coordenação de técnicos das regionais do Departamento de Inspeção e Fiscalização Agropecuária da Secretaria de Agricultura e técnicos de extensão rural das regionais da EMATER-PE. No entanto, os resultados desses levantamentos não passaram por qualquer tipo de avaliação ou ação conjunta para um melhor aproveitamento, ficaram registrados apenas nos órgãos executores.

2.4. INSETICIDAS ORGANOFOSFORADOS, INSETICIDAS ORGANOCLORADOS E FUNGICIDAS DITIOCARBAMATOS

2.4.1. INSETICIDAS ORGANOFOSFORADOS

Os praguicidas inibidores da acetilcolinesterase, inseticidas organofosforados e carbamatos, são utilizados mundialmente em grande escala, sobretudo para substituir os inseticidas organoclorados persistentes. Um alto percentual da população está real e potencialmente exposto a essas substâncias, não só os indivíduos em atividades ocupacionais, mas os da comunidade em geral; há imensas possibilidades

de esses compostos provocarem efeitos nocivos para a saúde (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1991).

De acordo com a estrutura química, os inseticidas organofosforados podem ser classificados em fosforados (mevinfós), tiofosforados (paration metílico), clorofosforados (triclorfon) e flúor / cianofosforados (sarin) (Larini, 1993).

As vias de entrada preferenciais dos organofosforados no organismo humano são a pulmonar, devido à elevada pressão de vapor, e dérmica, por serem esses compostos lipossolúveis. A vida média do composto inalterado e de seus produtos de biotransformação, no organismo é relativamente curta. A biotransformação ocorre através da ação de enzimas oxidases, hidrolases e transferases, principalmente hepáticas (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1991).

Os inseticidas organofosforados inibem o centro esterásico da acetilcolinesterase, incapacitando a mesma para exercer sua função, ou seja, desdobrar a acetilcolina em colina e ácido acético. Na presença do organofosforado, a enzima é fosforilada e provoca um acúmulo de acetilcolina nas fibras nervosas pós-ganglionares parassimpáticas (receptores muscarínicos), nas fibras simpáticas e parassimpáticas e nervos motores somáticos (receptores nicotínicos) e no cérebro (receptores da acetilcolina). Como consequência, os indivíduos intoxicados apresentam um quadro clínico neurológico (central e periférico) que pode evoluir ao óbito por paralisia dos músculos respiratórios e inibição dos centros do sistema nervoso central que controlam a respiração (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1991; Larini, 1993; Stine e Brown, 1996).

Outras manifestações clínicas associadas à exposição aos inseticidas organofosforados são a síndrome neurotóxica intermediária, que pode ocorrer no período de 24 a 96 horas depois dos sinais e sintomas colinérgicos agudos, e a síndrome neurotóxica tardia, resultante da inibição de uma carboxiesterase neuronal não específica. Quando instaladas, o prognóstico é grave, a mortalidade elevada e a recuperação dos sobreviventes é lenta (Larini, 1993).

A determinação rotineira da atividade sangüínea das colinesterases tem sido freqüentemente aplicada em trabalhadores com possibilidade de exposição aos organofosforados. Após exposição única dos indivíduos ao composto, a atividade da colinesterase plasmática tende à recuperação mais rapidamente do que a eritrocitária, sendo que, após intoxicação severa, a atividade da plasmática é recuperada por volta de 45 dias e a da eritrocitária em 100 dias, tempo correspondente à síntese hepática de novas enzimas e à síntese de novos eritrócitos, respectivamente (Murphy, 1986).

A colinesterase eritrocitária ou acetilcolinesterase, geralmente, constitui um recurso mais específico e sensível do que a colinesterase plasmática ou pseudocolinesterase, pois apresenta, na maioria dos casos, correlação com a severidade do quadro clínico. Porém, dependendo do composto, a inibição relativa da pseudocolinesterase plasmática e da acetilcolinesterase eritrocitária pode diferir. Compostos como malation, diazinon e diclorvós inibem primeiramente a colinesterase plasmática, fazendo deste parâmetro o mais sensível indicador de exposição, porém essa inibição pode não estar bem correlacionada com o quadro clínico apresentado (Murphy, 1986).

Há, ainda, que ser ressaltado o fato de que existem limitações para o uso desses indicadores, decorrentes das variações individuais, tais como: sexo, idade, raça, estado nutricional, gravidez, consumo de álcool, condição genética, problemas hepáticos e renais, além da exposição a outras substâncias e da sazonalidade (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1991). Esses indicadores, portanto, não devem ser utilizados isoladamente, mas associados à história ocupacional e clínica dos indivíduos, e, preferencialmente, os valores laboratoriais de referência devem ser os do próprio indivíduo antes da exposição, ou, caso seja impossível obtê-los, valores de referência para a população da região devem ser estabelecidos.

Em virtude do uso elevado dos inseticidas organofosforados na agricultura e da disponibilidade de métodos confiáveis para a detecção de seus resíduos, é prática comum incluí-los em trabalhos de controle e monitoramento de alimentos; como consequência, existem mais informações sobre a exposição humana em geral a esses produtos presentes em alimentos. A literatura está repleta de métodos multi-resíduos para a detecção dessa classe de praguicidas, e a escolha da melhor técnica parece depender, sobretudo, da estrutura disponível de cada laboratório.

2.4.2. INSETICIDAS ORGANOCLORADOS

Os organoclorados são produtos derivados de hidrocarbonetos policlorados, como diclorodifeniletanos (DDT), ciclodienos (aldrin) e

hexaclorociclohexano (lindano), com pronunciada lipossolubilidade e grande estabilidade química e ação residual (Murphy, 1986; Larini, 1993).

São amplamente absorvidos pelas vias oral, respiratória e dérmica, apresentando uma distribuição desigual no organismo, com facilidade de atravessar as barreiras hematoencefálica e placentária. O armazenamento no tecido adiposo do organismo animal é considerável, assim como a eliminação láctea (Larini, 1993; Stine e Brown, 1996).

A apolaridade e a lipossolubilidade características dos inseticidas organoclorados favorecem a sua bioconcentração. A bioconcentração de um toxicante é a proporção da sua concentração em um determinado organismo em relação a sua concentração no ambiente (Stine e Brown, 1996). Assim, semelhantemente ao que ocorre a outros toxicantes ambientais lipofílicos, os níveis de DDT em espécies aquáticas pequenas são baixos, em torno de 1 ppm, atingindo, porém, níveis elevados (20 a 25 ppm) em organismos do topo da cadeia alimentar. Esses níveis são suficientes para, por exemplo, interferir na formação da casca do ovo de pássaros carnívoros, à medida que reduzem drasticamente o número de filhos viáveis na população afetada. O DDT, composto biologicamente ativo, é biotransformado em produtos também biologicamente ativos e apenas lentamente são convertidos em formas inativas (Stine e Brown, 1996).

A resistência à degradação e a capacidade bioacumulativa são responsáveis pelo impacto no meio ambiente e na saúde. Os organoclorados têm maior chance de penetrar nas cadeias alimentares e permanecer por tempo indeterminado no meio ambiente e no organismo humano (Murphy, 1986; Zambrone, 1986; Stine e Brown, 1996).

Os inseticidas organoclorados interferem na transmissão axônica do impulso nervoso, comprometendo a função do sistema nervoso central e autônomo, resultando em alteração de comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade muscular involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração. Em casos de intoxicação aguda, após duas horas, surgem os sintomas neurológicos: hiperexcitabilidade, parestesia na língua ou nos lábios, também evidente nos membros inferiores, desassossego, desorientação, fotofobia, cefaléia persistente, fraqueza, vertigem, alterações do equilíbrio, tremores, ataxia, depressão central severa e coma. As alterações do eletroencefalograma podem perdurar por seis meses após a intoxicação. Caso ocorra absorção respiratória, podem ocorrer sintomas específicos, como tosse, rouquidão, edema pulmonar, irritação laringo-traqueal, rinorréia, broncopneumonia, bradipnéia, hipertensão, taquicardia, arritmias. As principais manifestações da intoxicação crônica são: atrofia muscular, paralisias, discrasias sangüíneas diversas, inclusive aplasia medular, além da perda do apetite, hepatomegalia, lesões hepáticas com alterações das transaminases e fosfatase alcalina, lesões renais, pneumonia química e dermatites (Murphy, 1986).

Dieldrin e clordano foram registrados para muitos usos na agricultura, e o clordano foi o principal agente utilizado contra a formiga branca nos últimos 30 anos. Contudo, o registro desses compostos e de muitos outros inseticidas ciclodienos foi cancelado pela Environmental Protection Agency - EPA, devido à ação residual apresentada e à suspeita de carcinogenicidade. Atualmente, estudos mostram que tanto o dieldrin como o clordano bloqueiam o receptor GABA (ácido gama-aminobutírico),

aminoácido neurotransmissor produzido pelos neurônios (Hoffmann, 1996; Stine e Brown, 1996).

A estrutura química do mirex, produto comprovadamente carcinogênico, permite que praticamente não ocorra biotransformação e haja acumulação nos tecidos adiposos, devido a combinação de lipossolubilidade e um processo de biotransformação muito lento. O lindano, derivado do benzeno, interfere no funcionamento do sangue no organismo, à medida que age na medula óssea. Danos na medula óssea podem provocar pancitopenia, uma diminuição do número de células vermelhas e brancas e plaquetas; danos severos ou destruição da medula impedem a produção de novas células, o que caracteriza a anemia aplástica (Stine e Brown, 1996).

Modificações genéticas, teratogenicidade e carcinogenicidade direta são aceitas para alguns organoclorados, como aldrin, dieldrin e clordano, porém outros compostos agem como promotores no processo cancerígeno (Zambrone, 1986; Hoffmann, 1996;). Estudos recentes, apesar de não conclusivos, levantam a possibilidade do envolvimento desses compostos com o câncer de mama (Hoffmann, 1996).

A partir da década de 70, inúmeros países passaram a restringir o uso dos organoclorados na agricultura, o que ocorreu em 1974 nos Estados Unidos. No Brasil, a proibição só veio em 1985, através da Portaria N° 329, a qual, porém, abre exceções à restrição. A Lei 7.802/89 exigiu uma reavaliação do registro de todos os praguicidas organoclorados (Andrade, 1995).

Assim como para os organofosforados, os métodos analíticos para resíduos de organoclorados em alimentos e amostras biológicas estão bem

estabelecidos e, normalmente, são os primeiros a serem implementados nos laboratórios que se propõem o controle de alimentos e monitoramento de exposição a praguicidas.

2.4.3. FUNGICIDAS DITIOCARBAMATOS

Os fungicidas ditiocarbamatos podem ser divididos em duas classes: os dimetilditiocarbamatos (DMDCs), tendo como modelo ferbam, ziram, tiram, e os etilenobisditiocarbamatos (EBDCs), como maneb, zineb e mancozeb. Com exceção do tiram, todos esses produtos são derivados organometálicos (WHO, 1988).

O uso dos ditiocarbamatos é bem conhecido desde 1934 no controle de um grande número de espécies pertencentes a grupos taxonomicamente diferentes, como bactérias, fungos, nematóides e moluscos. Eles possuem propriedades fungicida, inseticida e herbicida e são utilizados, também, como repelentes de roedores para proteger plantas novas. Além de serem aplicados na agricultura, os ditiocarbamatos são empregados na indústria como aceleradores da vulcanização de vários elastômeros e antioxidantes em borracha, no controle do crescimento de alga, bactéria e fungo em sistemas de refrigeração, como reagentes na análise de metais pesados, como quelantes de metais no tratamento de efluentes e na medicina humana, por exemplo, em caso de intoxicação por níquel (Van Leeuwen e col., 1985a; Krause, 1989; Kurtzio e col., 1992; Meiring e De Jong, 1994).

Como regra geral, os ditiocarbamatos podem ser absorvidos pelo organismo através da pele, das mucosas e do trato respiratório e

gastrointestinal. O contato regular aos compostos pode causar alterações funcionais nos sistemas nervoso e hepático. A exposição dérmica pode induzir dermatite de contato e alguns desses compostos podem induzir sensibilização (WHO, 1988).

Os ditiocarbamatos não são considerados fitotóxicos e as doses letais calculadas para animais são consideradas altas. As DL_{50} para rato são 1.400, 4.600, >5.200 e >8.000 mg/kg para ziram, maneb, zineb e mancozeb, respectivamente (WHO, 1988; Mestres e Mestres, 1991). Estudos de efeitos crônicos em animais permitiram estabelecer níveis de não efeito (NOEL) e ingestão diária aceitável (IDA), conforme mostra a Tabela 9 (Mestres e Mestres, 1991).

Tabela 9 – Níveis de não efeito (NOEL) e ingestão diária aceitável (IDA) estabelecidos para alguns fungicidas ditiocarbamatos (Mestres e Mestres, 1991).

produto	NOEL		NOEL		IDA mg/kg
	dieta em ppm rato	ppm cão	mg/kg rato	mg/kg cão	
Ferbam	250	-	12,5	5	0 – 0,02
Mancozeb	100	-	5	-	0 – 0,005
Maneb	250	-	12,5	-	0 – 0,005
Tiram	48	-	2,5	5	0 – 0,005
Zineb	<500	2.000	50	-	0 - 0,005
Ziram	250	-	12,5	5	0 - 0,02

Os compostos do grupo dos EBDCs são degradados ou biotransformados a outros produtos, dentre eles a etilenotiuréia (ETU),

com alta hidrossolubilidade e possíveis efeito tóxicos associados (WHO, 1988).

2.4.3.1. Os etilenobisditiocarbamatos (EBDCs) e etilenotiuréia (ETU)

- **Uso e ocorrência**

Os etilenobisditiocarbamatos (EBDCs) representam uma das classes de fungicidas mais antigas e usadas do mundo, reunindo um relativo baixo custo e amplo espectro de ação contra fungos e bactérias. Esses produtos já foram utilizados para controlar cerca de 400 agentes patogênicos em mais de 70 culturas, incluindo maçã, tomate, batata, banana, milho e trigo. Estima-se que mais de 65 milhões de quilos por ano ainda sejam usados em todo o mundo (Van Leeuwen e col., 1985a).

Agricultores americanos consideram o seu uso de extrema importância para a garantia de uma boa colheita, acreditam ser a única alternativa para algumas culturas, como tomate, pimenta doce e alface, pois a associação do cobre com os EBDCs é aceita como a medida eficaz contra certas bactérias (Frakes, 1988). Os EBDCs, em especial Maneb e Zineb, são de amplo uso no controle de fungos comuns nas plantações de pepino, pimenta e tomate, cultivados em estufa fria no Egito (Walash e col., 1993). No estado americano de Maine, o mancozeb e o maneb são os produtos de maior uso em culturas de batata, maçã, brócolis e feijão (Frakes, 1988, Neil e Williams, 1990); também é grande seu uso na cultura de berinjela, na Índia (Kumar e Agarwal, 1992), e de tomate para processamento, na Malásia (Cheah, 1985). Em 1987, mais de 2.300

toneladas de EBDCs foram utilizadas na Holanda, incluindo o maneb, o mancozeb, o nabam e o zineb (Van der Poll e col., 1993).

No Brasil, seu uso também é bastante disseminado e representa o principal produto contra fungos. Conforme dados da Associação Nacional de Defensivos Agrícolas (ANDEF, 1995/1996), o consumo aparente de fungicidas deve representar cerca de 40% do consumo total de praguicidas, sendo cerca de 60% pertencentes aos etilenobisditiocarbamatos.

O fungicida mancozeb tem sido bastante utilizado nas culturas de tomate de mesa e industrial, em diferentes regiões do Estado de Pernambuco. Nas plantações de tomate industrial do perímetro irrigado do Vale do São Francisco, por exemplo, o mancozeb representa 30% do total de praguicidas em uso naquela região, quando considerada a quantidade de princípio ativo de cada um dos 53 praguicidas listados pelos usuários do Projeto Senador Nilo Coelho.

Os EBDCs são produtos instáveis na presença de umidade, oxigênio ou em fluidos biológicos (Hogendoorn e col., 1991; Lehotay e Kisová, 1993). Decompõem-se e provocam a formação de, entre outros produtos, etilenotiuréia (2-imidazolidinethione ou ETU), a qual é relativamente estável (WHO, 1988).

A degradação dos EBDCs pode ocorrer durante a manufatura ou o armazenamento da fórmula fungicida, na cultura após o tratamento e, principalmente, durante o processamento do alimento. Prova disso é o fato de a ETU ser raramente encontrada como tal após o tratamento da cultura com EBDCs, mas ser detectada quando frutas e vegetais tratados são cozidos. Portanto, para evitar resíduos de ETU em produtos acabados, é

necessário eliminar a presença de precursores nos alimentos crus, como frutas e vegetais (Hogendoorn e col., 1991; Mestres e Mestres, 1991).

Segundo Bottomley e col.(1985), a preocupação no que se refere à concentração de ETU como consequência do processamento do alimento parece procedente. Os procedimentos empregados, em particular o calor, podem favorecer a transformação de resíduos de EBDCs, elevando o nível de ETU no alimento processado, chegando a valores bem mais altos do que os encontrados no alimento cru. Foi registrado um aumento de ETU de 45,6% em berinjela, 20% em espinafre e 34% em maçã, em amostras adicionadas de mancozeb, resultante do cozimento a 92-97°C por 25 minutos (Kumar e Agarwal, 1991).

Após a aplicação do mancozeb, foi observado que a ETU pode ser continuamente gerada pela degradação do fungicida e que existe a possibilidade de sua presença ainda no produto a ser aplicado na cultura (Lehotay e col., 1992). A relação entre a quantidade de fungicida aplicado em diferentes culturas, como tomate, alface e pimentão, e a formação de ETU tem sido demonstrada por vários autores (Pelegrí e col., 1988; Kumar e Agarwal, 1992).

Segundo Lehotay e col. (1992), o nível de ETU diminui vagarosamente, apresentando uma meia vida de cerca de 6 dias. Aparentemente, sua degradação é mais rápida do que a sua formação por degradação do mancozeb (Lehotay e col., 1992). No entanto, segundo relatório publicado por Neil e Williams (1990), a ETU é bastante persistente no meio ambiente, tendo sido encontrada em água de poço após 6 meses da última aplicação de mancozeb.

Apesar de não ser considerado o fator mais crítico na exposição à ETU, existe, também, uma certa preocupação no controle de sua presença em formulações de fungicidas EBDCs, como uma impureza ou um produto de degradação. Nesse caso, a concentração de ETU depende do tempo entre a fabricação e o uso, das condições de estocagem, umidade e temperatura (Camoni e col., 1988; Hogendoorn e col., 1991). De uma maneira geral, espera-se que sua concentração não exceda 0,5% no produto final, o que nem sempre ocorre (Camoni e col., 1988).

A **Figura 4** mostra um mecanismo proposto para a degradação oxidativa dos EBDCs: a ETU é uma consequência da quebra do dissulfeto de etilenotiamina (ETD), o qual é formado pela oxidação de EBDC (Hogendoorn e col., 1991; Mestres e Mestres, 1991).

A Comissão de Resíduos de Praguicidas da Comissão de Química Aplicada da IUPAC (IUPAC, 1977) publicou um relatório de ocorrência de ETU resultante do uso de fungicidas da classe dos EBDCs. Desse documento constam revisões técnicas da química da ETU, da dinâmica e das transformações dos resíduos de ETU no ambiente, animal, alimento e o efeito do cozimento e do processamento dos EBDCs.

A relativa estabilidade e, sobretudo, a alta polaridade da ETU têm sido motivo de preocupação em muitos países, no que se refere à possibilidade de ocorrência em água subterrânea, de rios e potável, em áreas onde os EBDCs são utilizados para proteção da lavoura (Hogendoorn e col., 1991; Van der Poll e col., 1993).

(1)

(2)

ETD: etilenoditiocarbamato; EDI: etilenodiisotiocianato; ETM: etilenotioram; EU: etilenouréia

Figura 4 - Possível mecanismo oxidativo de degradação dos EBDCs (1) e fotooxidação da ETU (2).

A contaminação generalizada por ETU do vulnerável suprimento de água subterrânea pelo uso de praguicidas tornou-se prioridade para a Agência Americana de Proteção Ambiental (USEPA) no início dos anos 80. Em 1983, o Congresso dos Estados Unidos encarregou a USEPA de monitorar a água potável e os reservatórios do país, para o estabelecimento do grau de contaminação por esse produto (Longbottom e col., 1993). Essa iniciativa gerou estudos colaborativos cujo objetivo principal foi determinar e comparar as médias de recuperação e precisão para a determinação da ETU em água reagente e água potável e contou com a participação de 20 laboratórios americanos.

A persistência e o movimento no solo do fungicida mancozeb e de seus produtos de degradação também foram estudados por Calumpang e col. (1993), com o objetivo de avaliar o potencial de contaminação de lençóis freáticos. Os autores concluíram que tanto o mancozeb como a ETU, se aplicados dentro das boas práticas agrícolas, não devem contaminar águas subterrâneas. Fazem ressalvas, porém, visto que o comportamento observado depende das condições do solo, que apresenta rápida degradação em condições tropicais.

De fato, na região estudada, a meia vida do mancozeb no solo, por exemplo, varia de 2 a 14 dias e, para o maneb e o zineb, está entre 23 a 56 dias (Kumar e Agarwal, 1992; Calumpang e col., 1993; Lehotay e Kisová, 1993). Em estudos realizados por Calumpang e col. (1993), demonstrou-se que a ETU atinge a profundidade de, no máximo, 8 cm do solo após 14 dias da aplicação do mancozeb, e apenas 2% da ETU inicial foi detectada após 21 dias de aplicação do produto.

Um dos poucos trabalhos realizados no Brasil relacionados com os resíduos de fungicidas EBDCs estuda a presença de resíduos de ditiocarbamatos, na forma inalterada, em 466 amostras de vegetais e frutas comercializadas na cidade do Rio de Janeiro (Reis e Caldas, 1991). Observou-se que 63% das amostras acusaram a presença de resíduos, estando 24% delas com concentrações superiores ao limite legal estabelecido. Os principais produtos com elevado nível residual foram alface, cenoura e tomate, com 50%, 47,4% e 38,2% acima do limite, respectivamente. Um outro trabalho, apresentado resumidamente em reunião científica, refere-se à concentração da própria ETU, presente em níveis elevados em uvas coletadas no Rio Grande do Sul (Dal Piva e col., 1995).

A literatura internacional, por outro lado, oferece uma infinidade de resultados analíticos de resíduos de fungicidas ditiocarbamatos e ETU em alimentos, como o pepino (Lehotay e Kisová, 1993), a uva (Pellacani e col., 1993), a alface, o tomate e o pimentão (Pelegri e col., 1988), o tomate e derivados (Bolzoni e col., 1993), e no meio ambiente, como o solo (Calumpang e col., 1993) e a água (Hogendoorn e col., 1991; Van der Poll e col., 1993).

Acredita-se, porém, que, quando aplicados corretamente, dentro da boa prática agrícola, e obedecidos os intervalos de segurança entre a última aplicação e a colheita, os níveis de resíduos remanescentes nos alimentos não deverão apresentar valores maiores do que os permitidos pela legislação para uma grande parte das culturas testadas. Foi observado, também, que uma simples lavagem com água e sabão em

alguns produtos, como o tomate, por exemplo, pode reduzir até 70% do resíduo (Cheah, 1985; Mestres e Mestres, 1991; EPA, 1992).

Mestres e Mestres (1991) observaram que, sendo obedecido um período de carência de 14 dias após a aplicação do EBDC em vegetais, os níveis residuais estariam dentro do limite permitido, podendo haver variações, contudo, nas diferentes folhas de um mesmo vegetal. No entanto, Ankumah e Marshall (1984) demonstraram que resíduos de ETU são estáveis em suco de tomate, tendo sido detectados 76 a 91% após 12 semanas da aplicação. Existem estudos nos quais foi comprovada a remoção de resíduos de ETU e EBDCs em tomate e feijão, após o uso de solução diluída de hipoclorito de sódio (Marshall, 1982).

Em 1974, a Comissão de Resíduos de Praguicidas da FAO/WHO estabeleceu níveis máximos de ETU para 11 diferentes produtos (JMPR, WHO/FAO, 1975) e a Comissão do Codex Alimentarius, em 1986, estabeleceu a IDA para ETU de 0,002 mg/kg de peso corpóreo/dia (Mestres e Mestres, 1991).

Nos Estados Unidos, em 1991, a EPA propôs o cancelamento do uso dos EBDCs em 45 tipos de culturas, incluindo vegetais, e outros países começaram a se preocupar com as consequências do uso dos EBDCs, como a Alemanha e a Grã Bretanha. No entanto, devido ao interesse econômico envolvido, foi grande a reação da indústria, de grupos ativistas e organizações de agricultores americanos contra a medida, o que gerou a publicação de uma grande quantidade de artigos científicos ou não e deu início a uma situação polêmica no que se refere à relação risco/benefício advinda dessa prática.

A decisão final, divulgada em 1992 pela EPA, manteve a proibição para apenas 11 culturas, chamando a atenção, porém, para o estabelecimento de algumas condições, como o uso de roupas de proteção, um maior intervalo de carência e uma diminuição das aplicações. Um fato decisivo para a liberação do produto foi o intenso estudo, estimado em 10 milhões de dólares, realizado nos Estados Unidos, durante o qual 6.000 amostras de alimentos foram analisadas. Ficou comprovado que os níveis residuais de EBDCs encontrados nos alimentos estavam muito abaixo daqueles estimados pela EPA em 1989, quando foi proposto o cancelamento do seu uso em um grande número de culturas (American Vegetable Grower, 1992; EPA, 1992). A decisão de dar continuidade à aplicação do composto foi apoiada pela Associação Nacional dos Processadores de Alimento dos Estados Unidos, a qual estimava que o benefício do uso dos EBDCs era da ordem de 260 a 500 milhões de dólares (American Vegetable Grower, 1992).

Contudo, a reação de grupos ambientalistas e ativistas da comunidade americana contra o uso de praguicidas foi imediata, levantando suspeitas sobre a decisão oficial da EPA. A principal justificativa era baseava-se no fato de a EPA ter aceito dados e informações fornecidos por fabricantes de EBDCs, através do grupo chamado "EBDC/ETU Task Force", composto por representantes de quatro empresas comerciais (American Vegetable Grower, 1992; EPA, 1992).

- **Efeitos tóxicos**

São inúmeros os trabalhos citados na literatura atual sobre os possíveis efeitos tóxicos da ETU, porém este ainda é um assunto cercado

de grande polêmica. Assim, artigos científicos de resultados contraditórios estão disponíveis na literatura especializada, por exemplo: ora mostra-se que o zineb não possui efeito citotóxico *in vitro* e a ETU parece não ser capaz de exercer efeitos mutagênicos (Perocco e col., 1995), ora danos genéticos são observados em relação aos mesmos compostos (Franekié e col., 1994).

Comprovadamente, a ETU tem a capacidade de induzir tumor na tireóide de roedores e no fígado de camundongo (Trivedi e col., 1993; Yoshida e col., 1993; Yoshida e col., 1994; Elia e col., 1995; Perocco e col., 1995). Parece claro que a indução do tumor da tireóide ocorre por via não-genotóxica, porém o papel da ETU na indução do tumor de fígado permanece não elucidado (Elia e col., 1995). Sabe-se, no entanto, que o fígado e a tireóide são locais de acúmulo de ETU no organismo (Nebbia e col., 1991).

Dearfield (1994), em trabalho de revisão sobre a genotoxicidade da ETU, concluiu que, embora a ETU não seja um potente agente, ela é um composto fracamente genotóxico, e sugeriu novos estudos para a elucidação do seu potencial genotóxico. Dentre os efeitos genotóxicos associados à ETU, citados em seu trabalho, estão mutações genéticas e aberrações na estrutura de cromossomas. Segundo o mesmo autor, suas conclusões coincidem com a posição final do Programa de Praguicidas da Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA, 1992).

Esses dados são conflitantes com relatórios de autoridades independentes, cujas colocações apontam a ETU como um agente não genotóxico para mamíferos (IARC, 1987; NIH, 1992; JMPR, FAO/WHO, 1994;). Esta última posição foi endossada por Elia e col. (1995), que, ao

estudarem os possíveis efeitos mutagênicos da ETU, não observaram efeito genotóxico em sistemas mamíferos, o que sugere que a ETU induz tumor hepático em camundongo por um mecanismo não-genotóxico.

A neoplasia de tiróide de roedores induzida pela ETU está bem caracterizada, sendo considerada típica de agentes goitrogênicos, cuja administração crônica interrompe a axis pituitária-tireóide. A ETU inibe a peroxidase tireóidica, provocando uma diminuição na circulação dos níveis de hormônio da tiróide e um aumento compensatório de secreção pela pituitária do hormônio estimulador da tiróide, TSH (Elia e col., 1995).

No sistema aquático, os etilbisditiocarbamatos mostraram ação citotóxica após um período de curta exposição para bactérias, algas verdes, crustáceos e peixes (Van Leeuwen e col., 1985a; Van Leeuwen e col., 1985b).

A ETU foi incluída pelo método da Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (IARC, 1987) no grupo de “possíveis compostos carcinogênicos para humanos”, grupo 2B. Segundo Meiring e De Jong (1994), existe suficiente evidência animal, mas limitada ou insuficiente evidência de carcinogenicidade em seres humanos disponível.

São descritos casos de alterações temporárias no sistema nervoso central, diarreia e dano agudo renal em trabalhadores expostos à ETU, e a roupa parece ter um papel importante na proteção à exposição (Kurttio e col., 1990). Em 1985, foi publicado um caso em que o fungicida mancozeb induziu dermatite de contato alérgica, caracterizada como dermatite semelhante à pelagra, em um trabalhador rural de 68 anos (Lisi e Caraffini, 1985); os autores chamam a atenção para o aspecto clínico não

usual e para o fato raro de aparecimento de dermatite de contato em área de vitiligo.

Durante a exposição ocupacional, tanto os EBDCs como a ETU podem ser absorvidos pelos pulmões, trato gastrintestinal e pele. A administração de mancozeb em animais de laboratório mostrou que a maior parte da dose é eliminada inalterada pelas fezes e uma pequena quantidade (15,5%) é biotransformada e aparece na urina na forma de ETU, etilenouréia e N-acetiletlenodiamina. Em virtude da biotransformação dos EBDCs no organismo, a ETU urinária tem sido mencionada como indicador da exposição a essa classe de fungicidas (Kurttio e col., 1990; Kurttio e Savolainen, 1990; Canossa e col., 1993).

As principais preocupações associadas à ETU são, portanto, a exposição ocupacional na indústria e agricultura, os riscos relacionados com resíduos de ETU no alimento e o impacto ambiental.

Observa-se que, em vários países, estão sendo discutidos os possíveis níveis residuais tóxicos para a ETU e sua relação com o valor médio ao qual suas populações estão expostas. Entretanto, no Brasil, não existem estudos com dados analíticos que permitam uma avaliação do grau de exposição ocupacional e da população em geral à ETU ou mesmo uma definição dos alimentos com maiores níveis residuais.

- **Revisão dos métodos analíticos**

Em virtude da importância econômica dos fungicidas EBDCs na prática agrícola e dos riscos para o homem e meio ambiente associados aos resíduos de ETU, são vários os estudos analíticos desenvolvidos com

o objetivo de detecção de resíduos de ETU em diferentes matrizes (Tabela 10).

Tabela 10 – Principais trabalhos analíticos, citados na literatura, relativos à detecção de ETU.

autor, ano	país	identificação	matriz	L.Q.	recupe- ração
Caccialanza e col., 1980/1981	Itália	HPLC/UV	tomate, maçã uva, vinho	-	92 - 97%
Massey e col., 1982	Grã- Bretanha	HPLC/UV	cerveja	10 ppb	62 - 75%
Nitz e col., 1982	Alemanha	CG/DFC	cerveja, uva, lúpulo	5,0 ppb	85 - 95%
Greve e Herbold, 1983	Bélgica	HPLC/UV	alho, chicória	0,01 - 0,02 ppm	90%
Matsova e col., 1984	Eslováquia	CG/DIC-DCE	uva, vinho, trigo	0,02 – 1,0 ppb	33 - 92%
Krause e Wang, 1988	E.U.A.	HPLC/eletroquímico	maçã, batata, espinafre	0,1 ppm	89 - 109%
Kurttio e col., 1988	Finlândia	HPLC/UV-DAD	urina, filtros ambientais	0,2 ppb (para urina)	79 - 94%
Krause, 1989	E.U.A.	HPLC/eletroquímico	tomate, feijão, alface	0,01 – 0,02 ppm	92%
Moza e Hustert, 1989	Alemanha	HPLC / UV	água, solo	0,1 ppm	-
Rogers e col., 1989	E.U.A.	HPLC/UV	leite, carne	-	-
Doerge e Yee, 1991	Havaí	HPLC/eletroquímico	água, mamão, banana	5,0 ppb	80 - 93%
Hogendoorn e col., 1991	Holanda	HPLC/UV	Água	1,0 ppb	96%
Kobayashi, 1992	Japão	HPLC / UV	pepino	-	87,2%
Kurttio e col., 1992	Finlândia	HPLC / DSM	urina	0,2 ppb	-
Lehotay e col., 1992	Eslováquia	HPLC / UV	tomate, maçã, batata	0,1 ppm	> 80%
Liska e col., 1992	Holanda	HPLC / DAD	Água	-	-

Continuação da Tabela 10.

Bolzoni e col., 1993	Itália	HPLC/eletroquímico CG/DFC	tomate e derivados, frutas	3,0 ppb	68 - 87 %
Longbottom e col., 1993	E.U.A.	CG / DNP	água	2,0 ppb	85 - 98%
Van der Poll e col., 1993	Holanda	CG / DNP CG / DSM	água	0,1 ppb	70 - 72%
Walash e col., 1993	Egito	espectrofotometria no visível	tomate, pepino, pimenta	10 ppm	98,4%
Maruyama, 1994	Japão	HPLC/eletroquímico	tomate, pepino	0,01 ppm	83 - 84%
Meiring e De Jong, 1994	Holanda	CG / DSM	água	0,05 ppb	80 ± 20%
Dal Piva e col., 1995	Brasil	HPLC / UV	batata	-	-

L.Q. = Limite de quantificação; **HPLC** = Cromatografia líquida de alta eficiência; **UV** = Ultravioleta; **CG** = Cromatografia a gás; **DFC** = Detetor fotométrico de chama; **DIC** = Detetor de ionização de chama; **DCE** = Detetor de captura de elétrons; **DAD** = Detetor de arranjo de diodos; **DSM** = Detetor seletivo de massa; **DNP** = Detetor de nitrogênio/fósforo.

Em 1984, a literatura já era rica de artigos específicos ou de revisão sobre os fungicidas EBDCs e seu produto de degradação, a ETU. Porém, segundo Bottomley e col. (1985), existiam várias razões para se proceder a uma revisão dos métodos analíticos: a) necessidade de definir quais os níveis reais de detecção da ETU em várias situações; b) carência de estudos das dificuldades relatadas por vários pesquisadores na aplicação desses métodos em outros substratos para os quais eles foram desenvolvidos; c) os artigos científicos procuravam cobrir, sobretudo, aspectos relacionados à toxicologia, ao metabolismo e ao destino no meio ambiente, o que resultava em menor consideração dos fatores analíticos.

em camada delgada (CCD), 23 por cromatografia em fase gasosa (CG) e 11 por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

Em 1962, Jonhson e Tyler estudaram o uso de cromatografia em camada delgada (CCD) para demonstrar a presença de ETU em EBDCs. Na aplicação do método para amostras de tomate e suco de laranja, chamaram a atenção para possíveis erros na quantificação de ETU relatados em trabalhos anteriores. Seguiram-se vários trabalhos por CCD (Bottomley e col., 1985), nos quais foi estudada a separação do maneb e do zineb de seus produtos de degradação, os produtos de degradação dos EBDCs, a detecção de resíduos de ETU em alimentos, a maior absorção do ETU pelas plantas do que por seus precursores, a fotólise e a degradação do próprio ETU na planta, entre outros aspectos. A CCD foi usada para detecção de resíduos muitas vezes em conjunção com radioisótopos. A técnica por cromatografia em camada delgada, no entanto, requer um considerável processo de purificação, pode favorecer a degradação do ETU na própria placa cromatográfica, além de apresentar precisão e limite de detecção duvidosos (Bottomley e col., 1985; Krause, 1989).

A análise por espectrofotometria de absorção na região do visível, após a formação de um composto colorido com 2,6-dibromoquinona ou 2,6-dicloroquinona, já foi citada como uma técnica simples e precisa para a quantificação da ETU. Os fungicidas maneb e zineb, na suas formas inalteradas, também seriam detectados pelo método, porém a grande desvantagem da técnica residia no limite de quantificação de 10 ppm, o que a fazia não ser indicada, portanto, para a análise residual de ETU (Walash e col., 1993).

A cromatografia em fase gasosa (CG) é amplamente empregada para a determinação de ETU, provavelmente devido ao limite de detecção e à especificidade obtidos a partir do uso de diferentes tipos de colunas e detetores. Um grande número de técnicas foram publicadas, sobretudo na década de 80, com a análise da ETU por CG, com coluna empacotada ou capilar, sem ou com derivação (Bottomley e col., 1985).

A análise direta de resíduos de ETU por CG, ou seja, sem derivação, apesar de mais simples, pode apresentar resultados frustrantes na análise quantitativa, em virtude da alta polaridade, da adsorção e da baixa volatilidade da ETU, o que resulta em picos assimétricos. Dessa forma, a derivação, antes da sua análise por CG, parece ser a mais recomendada (Bottomley e col., 1985; Doerge e Yee, 1991; Mestres e Mestres, 1991).

Vários autores desenvolveram técnicas de identificação da ETU por cromatografia a gás, propondo diferentes agentes de derivação (Onley e Yip, 1971; Newsome, 1972; Nash, 1975; King, 1977; Paese e Holt, 1977), as quais foram utilizadas por outros autores, com pequenas modificações (Mestres e Mestres, 1991). Todos esses procedimentos envolvem um passo múltiplo ou único (Sing e col., 1979; Matsova e col., 1984), com temperaturas elevadas, nas quais podem ocorrer decomposições da ETU (Meiring e De Jong, 1994).

Além disso, a técnica de derivação aumenta sobremaneira o tempo de análise, tornando-se inadequada para métodos de rotina. Há, ainda, a possibilidade de reação incompleta e interferência na reação de derivação por substâncias co-extraídas, o que dá margem a uma baixa ou errônea recuperação da ETU (Bottomley e col., 1985; Kuttio e col., 1988; Krause, 1989). Alguns derivados formados são instáveis sob certas condições, por

isso devem ser analisados rapidamente, e a maioria desses compostos são voláteis, exigindo cuidados no manuseio e etapas de concentração do método, para evitar perdas por evaporação (Bottomley e col., 1985).

Segundo Krause (1989), alguns autores encontraram dificuldades na análise de resíduos de ETU com derivação e posterior quantificação por cromatografia a gás, método oficial em alguns países, obtendo resultados anômalos. A etapa de purificação para a eliminação de compostos interferentes requer grande atenção, em particular com relação àqueles presentes em amostras de alimento (Bottomley e col., 1985).

Os primeiros pesquisadores a descrever o uso da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) para a análise de resíduos de ETU, em 1977, desenvolveram um elaborado processo de purificação que permitia o uso da técnica sem a etapa da derivação (Onley e Yip, 1977). Posteriormente, vários outros autores estudaram essa técnica, com resultados satisfatórios. São métodos mais simples porque não necessitam de derivação, e, através dos mesmos, obtêm-se picos simétricos em colunas de fase reversa (C_{18}) e em fase normal (NH_2), porém, segundo Bottomley e col. (1985), na maioria das situações, não se conseguem níveis tão baixos como os obtidos por cromatografia a gás.

O detetor espectrofotométrico (UV) acoplado ao HPLC, com comprimento de onda a 240 nm, foi o primeiro sistema testado e ainda é o indicado por vários autores (Kurtio e col., 1988; Kobayashi, 1992; Lehotay e col., 1992), porém existe uma tendência de se aceitar o detector eletroquímico como o mais adequado, devido ao aumento de seletividade e precisão apresentado (Krause, 1989; Doerge e Yee, 1991; Bolzoni e col., 1993). A absorção em torno de 240 nm é uma região susceptível a

interferentes encontrados sobretudo em amostras ambientais, o que torna o detetor eletroquímico, amperométrico ou coulométrico, bastante aceito para essa finalidade (Doerge e Yee, 1991).

Um estudo comparativo entre os métodos por CG/DSM (Detetor seletivo de massa) e HPLC/UV, realizado por Meiring e De Jong (1994), revelou que, de 20 amostras, 5 deram resultado falso-positivo por HPLC/UV. Os autores acreditam que a contaminação da amostra pode ocorrer na borracha selante do rotavapor usado para a concentração da amostra e mostraram a necessidade de confirmação dos resultados obtidos por técnicas independentes, quando se trata de análise de traços (<0,1 ppb).

O detetor de arranjo de diodos (DAD) acoplado ao HPLC também tem sido indicado para a confirmação de resultados obtidos pelo UV, porém, para níveis menores que 1 ppb, essa técnica parece não ser suficientemente sensível (Liska e col., 1992).

Após estudo realizado por Krause (1989), em que os resultados obtidos pelo método oficial da AOAC foram minuciosamente avaliados, o autor concluiu que a cromatografia líquida (HPLC) elimina a etapa de derivação, aumenta a recuperação da ETU, reduz o tempo de análise, elimina a necessidade de reagentes adicionais e resulta em um método mais seletivo. Bolzoni e col. (1993) utilizaram CG/DFC (Detetor fotométrico de chama) para a confirmação de resultados obtidos por HPLC com detetor eletroquímico; em 100 amostras analisadas, apenas 1 caso de ETU não foi confirmado pela CG/DFC, e, neste caso, o produtor diferenciava-se dos demais.

2.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AMOSTRAGEM PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS

Os passos envolvidos na obtenção de dados devem ser considerados, para se colocar a amostragem dentro do contexto de um processo analítico. A sequência consiste de cinco ações maiores: 1 - construção de um modelo; 2 - elaboração de um plano; 3 - coleta de amostras; 4 - performance analítica; 5 - avaliação dos resultados. O modelo define os objetivos do trabalho: população a ser estudada, substância a ser quantificada, extensão da distribuição dentro da população e nível de precisão requerido. O plano de amostragem especifica o número, o tamanho e a localização das amostras e os procedimentos para a redução das amostras a serem enviadas para o laboratório. O plano deve ser escrito detalhadamente em protocolo prévio, incluir critérios de seleção na coleta de amostras válidas e estabelecer quando uma amostra deve ser considerada estranha ao experimento e, assim, rejeitada. Devem ser incluídas, também, informações sobre procedimentos para a proteção da amostra contra contaminação antes e após a coleta, para a preservação e a marcação de informações importantes. O próximo passo é a amostragem, na qual amostras de campo são coletadas e, se necessário, subdivididas em porções para os testes. Em seguida, vem a análise propriamente dita, envolvendo a preparação da amostra por dissolução, extração e assim por diante, seguida da aquisição de dados. Por fim, o melhor resultado é selecionado, e a precisão e a exatidão são definidas (avaliação). Com base nos resultados, a validade do modelo é estabelecida, se necessário, revisada,

e as operações repetidas (Ambrus,1978; Kratochvil,1987). Todos esses passos afetam o processo de amostragem e são afetados pelo mesmo, e, portanto, essas coletas devem ter total segurança contra tendências e contaminações.

A exatidão de uma determinação analítica é, então, fortemente dependente da amostra de campo. Para uma determinação ser exata, a amostra deve obedecer a dois conceitos: o de validade e o de representatividade. Uma amostra é válida quando é selecionada de modo a assegurar que cada unidade do material a ser retirada para amostra tenha a mesma probabilidade de ser analisado (procedimento aleatório). A representatividade, por sua vez, tem relação com o tamanho e a composição do material a ser analisado, ou seja, para que uma amostra seja representativa, deve possuir um tamanho e uma composição tal, de modo a assegurar que, se várias subamostras forem tomadas para análise, as variações entre elas sejam insignificantes (Kratochvil,1985; Kratochvil,1987, Abakerli, 1991).

O trabalho com amostras compostas, produzidas por homogeneização de duas ou mais porções coletadas em diferentes pontos de um mesmo lote, requer um menor número de análises, além de armazenamento, registro e manuseio mais simplificados. Porém, muitas informações úteis podem ser perdidas nessa conduta. A análise de amostras individuais, coletadas adequadamente, permite a determinação da variabilidade intra e interamostras, além da média da composição. Essa informação ajuda a estabelecer a heterogeneidade da população, identificar amostras anômalas e avaliar diferenças intra e interlaboratórios. Portanto, amostras compostas fornecem informações limitadas e devem

ser empregadas apenas após uma consideração cuidadosa das desvantagens envolvidas (Kratochvil e Peak, 1989).

Se a porção da amostra selecionada é maior do que a quantidade necessária para a análise, deve-se proceder a uma subamostragem do material. Essa operação pode ser simples, para muitos materiais líquidos ou gasosos, ou complexa, para volumes sólidos. O trabalho necessário para produzir uma subamostra uniforme depende da heterogeneidade do material original. Subamostragem de sólidos pode requerer vários passos de redução de partículas e de misturas (Kratochvil, 1985).

O processo para uma amostragem adequada para a análise de resíduos de praguicidas representa um problema complexo, em virtude, principalmente, da possibilidade de as concentrações serem baixas e não uniformemente distribuídas. Essa é a razão pela qual não se trabalha com médias, mas sim com medianas e o nonagésimo percentil (Lara, 1988).

A distribuição de resíduos de praguicidas em um campo tratado é influenciada por vários fatores, como, por exemplo: o tipo de aplicação e de formulação, o número de tratamentos, a dosagem (litro/hectare), o tamanho e a posição dos bicos de pulverização, o modo do cultivo, a variedade e o tipo de cultura, a degradação química, as características do solo e as condições climáticas durante a aplicação (Abakerli, 1991).

Em um extenso trabalho de campo e analítico sobre a influência da amostragem na análise de resíduos, Ambrus (1978) obteve algumas informações de grande valor prático. Por exemplo, a verificação de que folhas velhas e em crescimento e brotos apresentam capacidades diferentes de absorção do produto, sendo as folhas em crescimento as de maior poder de absorção.

Em virtude de esses e outros fatores estarem envolvidos na variabilidade dos resultados analíticos, costuma-se, para efeito prático, utilizar o procedimento de composição de amostra. Consiste na obtenção de uma amostra global, de uma maneira aleatória e estratificada. Em seguida, misturam-se as unidades amostradas e tomam-se duas quartas em posições opostas, formando-se, então, a amostra composta. Com essa amostra, pode-se proceder a tratamentos ou práticas agrícolas normais, bem como efetuar reduções subseqüentes de tamanho, de modo a tornar a amostra conveniente para o transporte até o laboratório. Nessas condições, ficou comprovado que a média obtida na análise de 10 amostras individuais apresentou um coeficiente de variação de 60%, ao passo que 10 análises da amostra composta apresentaram um coeficiente de variação de 20% (Abakerli, 1991).

3 – OBJETIVOS

3.1. GERAIS

- Contribuir para o conhecimento da situação em que se encontra o Estado de Pernambuco no que se refere ao uso de praguicidas na agricultura e seu impacto para a saúde e o meio ambiente;
- contribuir para dotar o Estado de Pernambuco de estrutura laboratorial para a análise de resíduos de praguicidas, com o objetivo de apoiar programas de vigilância sanitária, controle ambiental e qualidade da produção agrícola.

3.2. ESPECÍFICOS

- Desenvolver, implementar e validar método multi-resíduo para a análise de inseticidas organoclorados e organofosforados, e métodos específicos para a análise de metamidofós e ETU em amostras de tomate;
- analisar resíduos de praguicidas na produção de tomate industrial e de mesa do Estado de Pernambuco;
- caracterizar os trabalhadores rurais envolvidos na cultura do tomate segundo aspectos sócio-ambientais e de morbidade.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA ADOTADA PARA EFEITO DE AMOSTRAGEM

As duas regiões selecionadas para estudo, perímetro irrigado do Vale do São Francisco/Projeto Senador Nilo Coelho e Município de Camocim de São Félix, apresentam características distintas, o que exigiu a adoção de condutas específicas de amostragem, que se adaptassem aos processos de produção existentes. Na medida do possível, as considerações sobre amostragem foram respeitadas, houve uma grande preocupação de se evitarem tendências, obtendo-se, ao mesmo tempo, amostras com critérios de validade e representatividade.

4.1.1. PROJETO SENADOR NILO COELHO – TOMATE INDUSTRIAL

A região com plantio de tomate para processamento ou industrial escolhida para estudo compreende todo o Projeto Senador Nilo Coelho, é composta, essencialmente, por pequenos agricultores, com um bom nível de organização.

A estrutura existente na produção de tomate industrial pode ser caracterizada por um tipo de sistema fechado (Durval, G., 1993). Os lotes, bem delimitados e cadastrados, são cultivados pelos proprietários e estão dentro de um distrito de irrigação, com registro de propriedade. Há um planejamento de produção, com calendário de plantio, o qual é rigorosamente obedecido.

A área, com cerca de 15.000 hectares, é dividida em 11 núcleos, subdivididos em lotes (**Anexo I**). Cerca de 4.000 ha são, normalmente,

destinados à plantação de tomate.

A época de plantação de tomate nos 11 núcleos é previamente escalonada em função da capacidade das indústrias de processamento, sendo a safra anual a conduta adotada, com o objetivo de diminuir as pragas.

No período da realização deste trabalho, o primeiro grupo, compreendendo os núcleos 6, 7, 8 e 9, iniciou o plantio no final de fevereiro/96, considerado período de chuva na região, quando as doenças do tomateiro estão mais presentes. O segundo grupo, núcleos 1, 2, 3, 4 e 5, plantou em época com condição climatológica intermediária (março/96) e o último grupo, núcleos 10 e 11, em período de seca, caracterizado por uma maior possibilidade de ocorrência de pragas (abril/96). Após 30 dias de sementeira, as mudas de tomate são transplantadas, e leva mais 90 dias o completo amadurecimento do fruto. Portanto, a colheita teve início em junho/julho, com o primeiro grupo e estendeu-se indo até agosto/setembro, com os demais.

Antecipadamente, cada produtor negocia a sua futura safra diretamente com as indústrias, independentemente do núcleo a que pertence. Cabe à indústria "contratada" fornecer aos produtores as sementes e os praguicidas que deverão ser utilizados em suas culturas. Os praguicidas entregues, como forma de adiantamento, diferem um pouco de empresa para empresa, porém, fica a critério do produtor utilizar ou não apenas os produtos fornecidos. Para a safra de 1996, participaram um total de 772 produtores de tomate na região estudada, os quais negociaram com 3 grandes empresas locais de processamento de tomate, a saber: Cica ® , Etti ® e Tat ®.

A autonomia de comercialização dos lotes que compõem cada núcleo caracteriza uma falta de uniformidade dos lotes pertencentes a um mesmo núcleo. Por essa razão, a divisão da área em 11 núcleos não foi considerada para a etapa de amostragem, e, sim, cada lote com plantio de tomate, individualmente.

Tomando-se por base o exposto, duas variáveis foram consideradas no processo de amostragem: 1 - condição climatológica na época do plantio e 2 - empresa fornecedora dos praguicidas.

Assim, todos os lotes do Projeto Senador Nilo Coelho foram divididos em 3 grandes grupos, de acordo com o período de plantio. Cada grupo foi, então, subdividido em 3 subgrupos conforme a empresa contratada. Através de sorteio, segundo o qual todos os lotes com plantação de tomate tiveram as mesmas chances de participação, foram selecionados 3 lotes de cada um dos 3 subgrupos, perfazendo um total de 27 amostras (Tabela 11). Assim, a variável "plantio em época de chuva, intermediária e de seca" foi relacionada com a variável "praguicidas fornecidos por cada empresa, Cica®, Etti® e Tat®". O sorteio dos lotes foi realizado com a participação de técnicos do perímetro, na sede da coordenação do Projeto Senador Nilo Coelho, localizada em Petrolina, com o auxílio do cadastro existente dos lotes/produtores e época de plantio.

Tabela 11 – Lotes do Projeto Senador Nilo Coelho com plantação de tomate industrial sorteados para estudo, segundo época de plantio e empresa contratada.

época de plantio	empresa contratada	número dos lotes sorteados com respectivos núcleos
FEVEREIRO	CICA	N ₇ -1086 / N ₈ -1281 / N ₈ -1296
	ETTI	N ₆ -682 / N ₇ -1047 / N ₈ -1325
	TAT	N ₇ -1036 / N ₇ -1081 / N ₉ -1137
MARÇO	CICA	N ₄ - 013 / N ₅ - 417 / N ₅ - 418
	ETTI	N ₄ - 031 / N ₄ - 049 / N ₄ - 076
	TAT	N ₁ - 484 / N ₁ - 510 / N ₂ - 569
ABRIL	CICA	N ₁₀ -1446 / N ₁₀ -1452 / N ₁₁ -841
	ETTI	N ₁₀ -1435 / N ₁₁ - 853 / N ₁₁ - 827
	TAT	N ₁₁ - 887 / N ₁₁ - 890 / N ₁₁ - 909

Devido à distância de 700 km entre o laboratório em Recife e o perímetro irrigado e à existência de apenas um voo diário, as amostras para análise eram coletadas pela manhã, o mais cedo possível, acondicionadas e enviadas, por via aérea, no mesmo dia para o laboratório. As amostras eram liberadas pela companhia aérea à noite e transportadas para o laboratório imediatamente para início da análise um dia após a coleta em campo.

4.1.2. MUNICÍPIO DE CAMOCIM DE SÃO FÉLIX – TOMATE DE MESA

A seleção de uma região com plantio de tomate de mesa, representativa da produção do Estado, foi realizada com base em relatório fornecido pela Companhia de Abastecimento e de Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco-CEAGEPE, onde constam a quantidade de tomate e os municípios do Estado fornecedores do fruto no período de 1991 a 1996. Dentre as regiões de maior fornecimento de tomate de mesa, destacaram-se os município vizinhos, Camocim de São Félix e São Joaquim do Monte (**Tabela 12**), provavelmente em virtude da altitude e das condições climatológicas características.

Em Camocim de São Félix, a plantação de tomate ocorre de forma desordenada, sem registro oficial da produção e dos produtores existentes, sem assistência técnica adequada ou mesmo coordenação por qualquer tipo de entidade.

O proprietário não é quem trabalha na terra, e o arrendatário, por sua vez, contrata colonos. O nível técnico dos produtores é primário e a compra de praguicidas é realizada, quase sempre, através de vendedores ocasionais, sem endereço fixo, e, evidentemente, o receituário agrônômico é inexistente nessas transações.

A estrutura agrária de produção constitui uma espécie de sistema aberto (Durval, G., 1993), e, na definição do procedimento de amostragem, foi necessário considerar a possibilidade de mudanças na estratégia inicial, com garantia de não introduzir tendências.

Tabela 12- Comercialização de tomate pela CEAGEPE, segundo quantidade fornecida por municípios pernambucanos, em toneladas, durante 6 anos.

município	1991 (t)	1992 (t)	1993 (t)	1994 (t)	1995 (t)	1996 (t)	TOTAL (t)
Arcoverde	3.514	1.285	158	20	49	16	5.042
Bezerros	1.266	659	700	265	514	499	3.903
Bonito	204	218	343	292	162	83	1.302
Cabrobó	97	306	214	91	64	28	800
Camocim de São Félix	3.689	4.936	5.306	3.332	4.812	5.499	27.574
Floresta	198	278	1.338	1.012	434	342	3.602
Ibimirim	296	510	918	409	412	578	3.123
João Alfredo	390	54	182	76	118	83	903
Macaparana	449	442	358	105	209	211	1.774
Orocó	249	313	94	45	-	69	770
Pesqueira	932	405	376	469	218	154	2.554
Petrolina	994	969	2.435	1.521	988	923	7.830
Sairé	520	491	1.034	673	921	1.011	4.650
São Joaquim do Monte	3.895	4.957	4.858	3.212	6.090	5.256	28.268
Vitória de Santo Antão	245	150	28	51	113	72	659

Dados fornecidos pela Diretoria de Abastecimento da Companhia de Abastecimento e de Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco (CEAGEPE).

A identificação e a posterior definição da área a ser estudada foram etapas de certa dificuldade. Foram organizadas visitas prévias ao município, a partir de julho de 1996, com o objetivo de levantar dados da região de cultivo de tomate, através de conversas com habitantes da região, técnicos da Prefeitura, agentes comunitários e com o único técnico de extensão rural da EMATER-PE existente na ocasião.

Os proprietários das terras disponíveis para a agricultura arrendam pequenos lotes, em média de 1,5 ha, a diferentes produtores, para uso em culturas perenes. Em 1996, a área destinada ao cultivo de tomate foi de aproximadamente 150 hectares, envolvendo cerca de 8 a 10 trabalhadores/hectare.

Normalmente, a plantação de tomate tem início no mês de agosto e prossegue até o mês de dezembro, e a colheita ocorre entre novembro e maio, com pico de produção em fevereiro. Porém, por não se seguir um calendário muito rígido, muitas alterações são observadas, dependendo do início do período de chuva em cada ano, da disponibilidade da terra, do preço do mercado ou da decisão do próprio agricultor. Em 1996, por exemplo, alguns produtores iniciaram a plantação em agosto e garantiram tomate disponível para comercialização no mês de novembro, quando as primeiras amostras para este trabalho começaram a ser coletadas.

Houve uma tentativa, junto com técnicos da EMATER-PE, da FUNDACENTRO-PE, da Delegacia Regional do Trabalho -DRT e da Secretaria Estadual de Agricultura, de definir, antecipadamente, a produção de tomate para a safra de 1996/97, a partir da identificação do tamanho das propriedades, da quantidade de hectares reservados para o plantio do tomate e dos principais produtores.

Foi, então, estabelecido o estudo de resíduos nas propriedades que haviam, inicialmente, destinado cinco ou mais hectares para o plantio de tomate, resultando no total de 6 propriedades, fazendas ou sítios (Tabela 13). Assim, na primeira tentativa, a projeção da amostragem foi feita considerando-se as 6 propriedades identificadas, de onde seriam

coletadas amostras representativas de cada produtor independentemente, obtendo-se, no total, cerca de 30 amostras compostas.

Tabela 13 – Propriedades de Camocim de São Félix inicialmente selecionadas para estudo.

ordem	localidade	proprietário	área total (hectare)	área destinada ao tomate	nº provável de produtores
1	Sítio Palmeiras	M. G. O.	43 ha	7 ha	3
2	Faz. Boa Esperança	G. C. A.	184 ha	6 ha	2
3	Sítio Guará	L. M. S.	80 ha	5 ha	1
4	Sítio Mondé dos Cabrais	M. G. O.	98 ha	7 ha	13
5	Sítio Palmeiras	S. X. S.	66 ha	5 ha	1
6	Fazenda 3 Marias	L. G.	205 ha	20 ha	A definir

Porém, a área total de plantio estimada inicialmente foi alterada ao longo do período de cultivo, devido às flutuações do preço do tomate no mercado, o que desestimulou alguns produtores, ou mesmo pela escassez de água para irrigação, problema constante na região. Alguns proprietários deixaram de plantar, como foi o caso do Sítio Guará (nº 3) e Palmeiras (nº 5), ou iniciaram o plantio tardiamente, e ainda outros, que produziam em grande escala, diminuíram a produção, como a Fazenda 3 Marias (nº 6), ocorrendo, também, a situação inversa. Esse fato exigiu um constante acompanhamento do cultivo nas áreas pré-selecionadas, decorrendo pequenas alterações ao longo do trabalho, de forma a não prejudicar um plano de amostragem confiável.

Após uma reavaliação do plano inicialmente proposto, duas

propriedades foram excluídas do trabalho (Guará e Palmeiras), passando-se, então, a trabalhar com 11 propriedades de tamanhos diversos. O critério de seleção adotado foi a escolha das mais extensas, com possibilidade de acesso através de veículo automotor e autorização dos produtores para a entrada dos técnicos na plantação para a coleta de tomates. Foram, então, coletadas amostras de tomate em 32 plantações de produtores distintos, em áreas pertencentes às 11 propriedades.

Os novos pontos de coleta estão identificados nas **Tabelas 14 e 15**, e o **Anexo II** mostra o mapa do município de Camocim de São Félix, obtido por imagem de satélite digitalizada, com a distribuição espacial aproximada dos pontos amostrados.

No total, foram realizadas 8 viagens, com o objetivo de coleta em campo, compreendidas entre os meses de dezembro de 1996 e abril de 1997. As amostras coletadas, devidamente embaladas, eram imediatamente enviadas para o laboratório.

As 11 propriedades, juntas, destinaram cerca de 65 hectares para o plantio de tomate na safra 96/97, conforme mostra a **Tabela 15**. Portanto, as 32 amostras de tomate coletadas, provenientes de uma área total de 42,6 hectares (**Tabelas 14 e 15**), representaram 65% do plantio de tomate nas propriedades selecionadas. Estima-se que a área de plantio, em todo o município, tenha sido de cerca de 150 hectares, o que significa uma amostragem em 28,4% de toda a plantação de tomate.

Tabela 14 - Identificação dos pontos de coleta de tomate em Camocim de São Félix para a análise de resíduos de praguicidas, com as respectivas áreas cultivadas, data de coleta da amostra para análise e datas de plantio e colheita.

ordem	propriedade fazenda/sítio	produtor	área cultiva- da	data coleta	data plantio	data colheita
1	Boa Esperança	S. L. N.	1,5 ha	03/12/96	10/09/96	18/11/96
2	Três Marias	S. J. S.	3,0 ha	03/12/96	20/08/96	06/11/96
3	Três Marias	R. S. S.	0,5 ha	03/12/96	22/08/96	15/11/96
4	Boa Esperança	G. S. S.	2,0 ha	03/12/96	10/09/96	28/11/96
5	Mondé dos Cabrais	N. B. S.	1,0 ha	08/01/97	20/08/96	
6	Mondé dos Cabrais	M. G.	2,0 ha	08/01/97	20/08/96	
7	Alagado	J. A.	2,5 ha	08/01/97	05/11/96	20/01/97
8	Cruz de Rajada	J. A. S.	2,0 ha	05/02/97	01/10/96	06/01/97
9	Lagoa do Ramalho	S. F. C.	1,0 ha	05/02/97	15/10/97	15/01/97
10	Boa Vista	F. M. S.	1,5 ha	27/02/97	01/10/96	02/03/97
11	Boa Vista	J. S. S.	1,0 ha	27/02/97	08/10/96	27/02/97
12	Palmeira	F. V. S.	1,5 ha	27/02/97	14/10/96	27/02/97
13	Lagoa do Ramalho	A. G.	2,0 ha	27/02/97	04/11/96	20/02/97
14	Lagoa do Ramalho	M. F. C.	2,0 ha	27/02/97	25/11/96	25/02/97
15	Mocós	R. O.	0,5 ha	12/03/97	27/12/97	06/03/97
16	Mocós	J. A. M.	1,0 ha	12/03/97	18/12/96	20/02/97
17	Mocós	G.	0,5 ha	12/03/97	23/12/97	04/03/97
18	Mocós	S. V.	1,0 ha	12/03/97	15/12/96	12/03/97
19	Nossa Sra. Carmo	F. M.	2,0 ha	12/03/97	03/12/96	12/03/97
20	Lagoa do Ramalho	J. E. M.	2,0 ha	19/03/97	06/12/96	18/03/97
21	Cruz de Rajada	F. V. S.	1,0 ha	19/03/97	02/12/96	15/03/97
22	Cruz de Rajada	L. N.	1,0 ha	19/03/97	16/12/96	29/03/97
23	Lagoa do Ramalho	F.	1,0 ha	19/03/97	22/12/96	19/03/97
24	Lagoa do Ramalho		1,0 ha	19/03/97	22/11/96	30/03/97
25	Palmeiras	J. G. S.	2,0 ha	26/03/97	25/12/96	01/03/97
26	Palmeiras	E. S. S.	2,0 ha	26/03/97	14/12/96	26/03/97
27	Pacas II	M. B. S.	0,5 ha	08/04/97	03/02/96	01/04/97
28	Pacas II	J. J. S.	0,4 ha	08/04/97	16/01/97	20/04/97
29	Pacas II	M. J. L.	1,5 ha	08/04/97	04/02/97	02/04/97
30	Pacas II	S. M. L.	0,5 ha	08/04/97	18/01/97	18/03/97
31	Pacas II	J. M. S.	0,5 ha	08/04/97	03/02/97	01/04/97
32	Mocós	M. J. A.	0,7 ha	08/04/97	03/02/97	08/04/97

Tabela 15 - Distribuição das amostras de tomate coletadas em Camocim de São Félix para análise de praguicidas, em relação às propriedades e áreas cultivadas.

ordem	propriedade	área amostrada com plantio de tomate	área total com plantio de tomate	nº de amostras coletadas para análise
1	Alagado	2,5 ha	2,5 ha	1
2	Boa Esperança	3,5 ha	6,0 ha	2
3	Boa Vista	2,5 ha	2,5 ha	2
4	Cruz da Rajada	4,0 ha	4,0 ha	3
5	Lagoa do Ramalho	9,0 ha	9,0 ha	6
6	Mocós	3,7 ha	3,7 ha	5
7	Mondé dos Cabrais	3,0 ha	7,0 ha	2
8	Nossa Sra. do Carmo	2,0 ha	2,0 ha	1
9	Pacas	3,4 ha	3,4 ha	5
10	Palmeira	5,5 ha	5,0 ha	3
11	Três Marias	3,5 ha	20 ha	2
TOTAL		42,6 ha	65,1 ha	32

4.2. PROCEDIMENTO PARA A COLETA DAS AMOSTRAS NO CAMPO SELECIONADO

No procedimento da coleta de tomate no campo selecionado para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas amostras compostas por frutos coletados em 15 pontos diferentes do mesmo lote ou plantação. Ao ser selecionada a área de coleta, seguindo-se as linhas de um "Z" imaginário cobrindo-se toda a plantação e eliminando-se a bordadura, 3 tomates foram coletados em 15 pontos diferentes, conforme o esquema da Figura 5 (Kratochvil e Peak, 1989). Ao se escolherem os 3 tomates de cada ponto, teve-se o cuidado de selecionar frutos com possíveis

diferenças na exposição aos praguicidas (Ambrus, 1978). Cada amostra composta, representada por 45 frutos de um mesmo lote, pesava cerca de 6 kg de tomate industrial e cerca de 10 kg de tomate de mesa.

Papel alumínio foi utilizado para envolver as amostras, evitando-se contato com qualquer outro material de embalagem. Após o acondicionamento, em caixas de isopor com gelo reciclável, o envio para o laboratório era realizado imediatamente.

Uma vez no laboratório, as amostras passavam por um quarteamento, e, por eliminação dos quartis opostos, alcançava-se a quantidade a ser triturada e homogeneizada (Batista, 1986;). A extração era realizada em seguida, no menor espaço de tempo possível, ficando o material remanescente armazenado em congelador, para fins de repetições.

Figura 5 - Esquema utilizado para a coleta de tomate em cada campo selecionado.

4.3. - CLASSES DE PRAGUICIDAS SELECIONADAS PARA INVESTIGAÇÃO ANALÍTICA

Considerando a disponibilidade laboratorial e os recursos limitados para a execução do trabalho analítico, foi necessário assumir que apenas alguns princípios ativos poderiam ser investigados, o que exigia uma seleção prévia. Como havia interesse na comparação dos resultados obtidos entre os processos de produção para a cultura do tomate praticados nas duas regiões de estudo, os princípios ativos selecionados para a análise deveriam ser os mesmos, seguindo-se um critério único de seleção.

O primeiro passo nesse sentido foi avaliar os levantamentos sobre o uso de praguicidas no tomateiro existentes para as duas regiões de interesse, obtidos por órgãos comuns: EMATER-PE, Secretarias de Agricultura do Estado e Prefeituras.

Em média, foram citados 12 princípios ativos para o município de Petrolina e 25 em Camocim de São Félix. Analisando-se esses dados frente ao risco e à gravidade do dano ao ambiente e à saúde dos expostos e, sobretudo, à estrutura analítica disponível na ocasião, foram selecionados para estudo alguns inseticidas organofosforados, organoclorados e fungicidas da classe dos etilenobisditioarbamatos (EBDCs).

Segundo a nossa legislação, o uso de inseticidas organoclorados é restrito, não sendo autorizado em culturas de tomate. A sua inclusão neste trabalho deve-se ao interesse de se verificarem algumas denúncias e

suspeitas existentes no que se refere ao uso indevido, e não ao conhecimento oficial de seu uso na cultura de tomate.

4.4. - AVALIAÇÃO DOS TIPOS DE PRAGUICIDAS UTILIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Para esse objetivo foram utilizados dados secundários obtidos de diversas fontes do Estado: Secretaria Estadual de Agricultura (1997), EMATER (1990, 1991 e 1997) e Secretaria de Agricultura do Município de Petrolina (1995). Foram utilizados, também, dados primários obtidos através de questionários respondidos por produtores das áreas onde as amostras de tomate para análise de resíduos foram coletadas.

Os dados secundários foram analisados com o objetivo de: (1) estabelecer a distribuição do uso de praguicidas em todo o Estado segundo a divisão por mesorregiões; (2) avaliar se essa distribuição é coerente com as culturas tradicionalmente praticadas em cada uma dessas regiões; (3) verificar quais as classes de praguicidas mais utilizadas; (4) identificar o uso de produtos sem registro desconhecido, cancelado ou não permitido, segundo a legislação vigente.

Foi utilizado, como referência, o programa AGROFIT/97, elaborado e cedido graciosamente pela Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos do Ministério da Agricultura, e as monografias das Portarias do Ministério da Saúde publicadas pelo ILSI-Brasil (1995).

4.5. - LEVANTAMENTO DE DADOS SÓCIO-AMBIENTAIS E DE MORBIDADE REFERIDA EM TRABALHADORES ENVOLVIDOS NA CULTURA DO TOMATE

- **Projeto Senador Nilo Coelho**

Foi elaborado um questionário simples (**Anexo III**) para ser respondido pelos agricultores responsáveis pelos lotes sorteados. O questionário foi um instrumento utilizado para a obtenção de informações sobre o produto aplicado, dados gerais sobre saúde e segurança ocupacional.

Durante a realização do trabalho de campo, não havia, em Petrolina, uma estrutura local capaz de oferecer cobertura para a área de saúde, inquérito epidemiológico ou social. Por se tratar de um primeiro trabalho do gênero na região e considerando a distância, os custos envolvidos e a falta de pessoal treinado, não foi possível a ampliação e o aprofundamento do inquérito, sobretudo no que se refere à aplicação de um questionário mais complexo. Por outro lado, trata-se de uma região com vários dados registrados e um eficiente controle do processo produtivo.

Após visitas ao local, o levantamento de informações existentes e da estrutura disponível, além de discussão com os técnicos dispostos a colaborar, foi definida uma estratégia de estudo. Técnicos da área agrônoma do Distrito de Irrigação do Projeto Senador Nilo Coelho ficaram responsáveis pela coleta em campo e aplicação dos questionários, enquanto que o acondicionamento e o envio das amostras para o laboratório ficaram sob a responsabilidade de técnicos da EMBRAPA/CPATSA.

- **Município de Camocim de São Félix**

Nessa parte do trabalho, houve a possibilidade da participação de diferentes órgãos, compatibilizando vários interesses. Assim, foi possível, através de um questionário semi-estruturado (**Anexo IV**) dirigido aos trabalhadores rurais, fazer um inquérito epidemiológico e caracterizar as condições de trabalho e ambientais, e levantar a morbidade referida, relacionadas no processo produtivo do tomate. Este inquérito contou com a colaboração, para elaboração e aplicação, de técnicos representando diversos órgãos que também tinham outros objetivos no estudo dessa produção agrícola: pesquisadores do Núcleo de Estudos em Saúde Coletiva –NESC/CPqAM/FIOCRUZ, técnicos da área da saúde ligados ao Programa de Vigilância da Saúde do Trabalhador da Secretaria da Saúde do Estado e agentes da saúde da Prefeitura de Camocim de São Félix.

Participaram dessa etapa 8 agentes comunitários de saúde do município, supervisionados pela equipe de pesquisa, composta por um médico, um engenheiro agrônomo, um técnico de segurança e dois técnicos agrícolas.

Dadas as condições de imprevisibilidade na atividade rural, a grande dispersão e as dificuldades de reunir os trabalhadores dentro ou fora da atividade produtiva, optou-se por saber no momento da coleta de tomate para análise, quantos trabalhadores estavam naquela propriedade e estabelecer como alvo para a aplicação do inquérito epidemiológico 50 % do efetivo do dia. Foi seguida a seguinte orientação: com autorização do produtor e acompanhados pelo técnico de extensão rural da EMATER-PE, os técnicos entravam no campo e, na medida em que iam encontrando os

trabalhadores, independentemente de idade ou sexo, convidavam-nos a responder o questionário, até completar o número definido para aquela propriedade, de acordo com a estimativa de área de cultivo do tomate.

Segundo informação da EMATER-PE, são utilizados, no plantio de tomate, cerca de 8 trabalhadores por hectare. Então, para as propriedades selecionadas, que representavam um total de 65,1 hectares, cerca de 520 trabalhadores deveriam estar envolvidos na produção do tomate para aquela safra e, aproximadamente, 340 nos 42,6 hectares amostrados.

Foi estabelecido como meta atingir, no mínimo, 25% da população de trabalhadores rurais, ou seja, $\frac{1}{4}$ da população, o que equivaleria a 130 trabalhadores das 11 propriedades. Foram realizadas 159 entrevistas, o que significou cerca de 30,6% da população trabalhadora total prevista. Considerando apenas a área de coleta de tomate para análise, 46,6% da população participaram do inquérito epidemiológico.

Para o mapeamento da região, o levantamento das áreas de produção, a elaboração e a aplicação do inquérito epidemiológico, a coleta de tomate e o envio para o laboratório, foi necessária a mobilização de diversos setores e o envolvimento de profissionais ligados a órgãos municipais, estaduais e federais. A EMATER-PE colaborou com um técnico de extensão rural, conhecedor da região e dos produtores, para o mapeamento da área e para facilitar o acesso às propriedades; a FUNDACENTRO, as Secretarias Estaduais da Agricultura e da Saúde cederam transporte durante todo o trabalho e técnicos, que foram encarregados da coleta, do acondicionamento e do envio dos tomates para o laboratório ou da aplicação dos questionários; a elaboração do questionário e o treinamento dos técnicos responsáveis pela sua aplicação

ficaram a cargo de pesquisadores do NESC/CPqAM/FIOCUZ, participantes, também, das etapas de amostragem e entendimento da região; estudantes de pós-graduação do NESC ficaram responsáveis pelo treinamento de agentes comunitários para o auxílio na aplicação dos questionários, o acompanhamento do trabalho de campo e a organização computacional dos dados levantados; a Prefeitura do município forneceu agentes de saúde e veículo para a circulação entre as plantações, e a FACEPE, órgão estadual de fomento à pesquisa, forneceu auxílio para o pagamento de diárias e parte das análises laboratoriais realizadas.

4.6. MÉTODOS ANALÍTICOS

Foi utilizado um método multi-resíduo para a análise de 21 inseticidas organoclorados e 9 inseticidas organofosforados. Porém, foi necessária a aplicação de um método específico para a análise do inseticida organofosforado metamidofós, em virtude de sua alta polaridade. A inclusão do metamidofós neste estudo foi considerada importante, por ser este um princípio ativo presente em formulações de grande uso na cultura do tomate, como o Taron ®.

Pela mesma razão, ou seja, pela grande utilização em culturas de tomate, o estudo dos fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos também foi incluído (Dithane ®, Manzate ®, Ridomil ®, Curzate ®). Nesse caso, porém, houve necessidade de uma pesquisa mais aprofundada sobre o assunto, bem como de diversos experimentos analíticos prévios, devido,

sobretudo, à ausência de método oficial, aceito internacionalmente, para o controle de resíduos dos EBDCs.

4.6.1. - CUIDADOS E PROCEDIMENTOS ESPECIAIS DURANTE AS ANÁLISES DE RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS

- Solventes: considerados de alto grau de pureza, "grau pesticida", a fim de evitar interferências na análise; a cada mudança de lote, uma alíquota do solvente era concentrada e analisada;
- sulfato e cloreto de sódio, usados para a adsorção de água e para evitar eventuais emulsões na fase de extração, respectivamente: previamente calcinados a 550-600° C, por 12 h;
- florisil utilizada na preparação da coluna para a purificação dos extratos: calcinada por 12 h a 550-600° C e deixada em repouso em dessecador, à temperatura ambiente por, no mínimo, 2 h, antes do procedimento de desativação;
- desativação da florisil: o teste para a escolha do melhor percentual de desativação da florisil era realizado com o auxílio de um adicionado de inseticidas organoclorados em óleo; a florisil desativada estava pronta para uso por um período de até 3 dias;
- água utilizada na padronização do adsorvente (florisil) e na hidratação das amostras: purificada com uma mistura de éter de petróleo: cloreto de metileno, na proporção de 4:1;

- limpeza de vidraria, espátulas e tampas: lavagem com extran alcalino (Merck ®), 2 a 5%, e, em seguida, com bastante água corrente e água destilada e desmineralizada;
- controle do material utilizado: lâ de vidro, evaporador rotativo, vidraria, espátulas e demais materiais eram descontaminados com hexano ou éter de petróleo antes do uso; periodicamente, era realizado um teste de avaliação de uma possível contaminação;
- balões volumétricos utilizados com padrões ou amostras concentradas: eram colocados no ultrassom, com extran alcalino (Merck ®), por 45 minutos a 1 hora, antes da lavagem indicada para vidraria;
- todos os cromatogramas obtidos nessa fase eram analisados para a verificação da necessidade de nova descontaminação ou da presença de picos que pudessem interferir na quantificação dos praguicidas estudados.

4.6.2 - MÉTODO PROPOSTO PARA ANÁLISE DE INSETICIDAS ORGANOCLORADOS EM AMOSTRAS DE TOMATE

- **Soluções – padrão**

As soluções - padrão de aldrin, dieldrin, endrin, HCB, heptacloro, heptacloro epóxido, mirex, p-p'- DDE, o-p'- DDD, p-p'- DDD, o-p'- DDT, p-p'- DDT, α - clordano, γ - clordano, α - HCH, β - HCH, γ - HCH, δ - HCH, α - endosulfan, β - endosulfan e endosulfan na forma de sulfato foram preparadas em iso-octano grau pesticida (Merck ®).

As soluções-estoque dos 18 primeiros padrões foram diluídas para a obtenção das soluções de trabalho, em diferentes concentrações. As três soluções-padrão de endosulfan, α , β e sulfato, foram diluídas até a solução de trabalho, também em diferentes concentrações. Todas as diluições foram preparadas com iso-octano grau pesticida (Merck ®).

- **Extração de inseticidas organoclorados em amostras de tomate e purificação dos extratos obtidos**

O método multi-resíduos de referência para a análise dos clorados e fosforados, validado e aplicado neste trabalho, foi publicado por um grupo de pesquisa holandês, envolvido no desenvolvimento e melhoramento de métodos para análise de resíduos (Dutch Ministry of Public Health, Welfare and Sport, 1996). Após algumas adaptações citadas em outras metodologias (Mitchell, 1976 e Luke, 1975), foi estabelecida a seguinte marcha analítica:

1. A 15 gramas da amostra de tomate, acompanhados das amostras de "branco" e adicionado, foram adicionados 25 mL de acetato de etila; após duas etapas de agitação vigorosa e repouso por 2 min, sulfato de sódio anidro foi adicionado, com agitação, até a água ficar aderida ao sulfato; 5 mL da fase orgânica foram evaporados até a secura, com corrente de nitrogênio;
2. o extrato seco foi ressuspenso com 5 mL de éter de petróleo e transferido para uma coluna de vidro contendo cerca de 6 g de florisil, previamente preparada. Mantendo-se o fluxo de 5 mL/min, os inseticidas organoclorados foram eluídos da coluna de florisil com 60 mL de duas misturas passadas pela coluna, na seguinte ordem: primeiro, a mistura

contendo éter de petróleo e cloreto de metileno (4:1), e, em segundo, a mistura contendo éter de petróleo e cloreto de metileno (6:4);

3. os dois extratos obtidos nesta fase foram evaporados, separadamente, em evaporador rotativo até cerca de 5 mL, e até a secura, com o auxílio de um fluxo de nitrogênio; os extratos secos foram, então, ressuspensos com 5 mL de éter de petróleo, estando prontos para injeção no cromatógrafo a gás.

O fluxograma do método multi-resíduos utilizado está ilustrado na **Figura 6**.

- **Análise por cromatografia em fase gasosa**

Foi empregado um cromatógrafo a gás Hewlett Packard, modelo 5890-serie II, acoplado a detetor de captura de elétrons, com integrador Hewlett Packard, modelo 3396-serie II, e insensor do tipo splitless. A separação foi obtida em coluna cromatográfica capilar Ultra 2, 5% metilfenil silicone, 25 m × 0,2 mm de diâmetro interno e 0,33 µm de espessura de fase. O hélio foi utilizado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL/min, e o nitrogênio, como gás auxiliar, com fluxo de 50 mL/min.

Figura 6 - Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de inseticidas organoclorados e organofosforados em amostras de tomate.

Condições cromatográficas

- ◇ temperatura do injetor: 220° C;
- ◇ temperatura do detetor: 280° C;
- ◇ programação de aquecimento do forno:
 - temperatura inicial de 70° C por 1 min;
 - aumentar 25° C/min até 180° C e permanecer por 1 min;
 - aumentar 10° C/min até 230° C e permanecer por 30 min;
- ◇ volume injetado: 1 µL

Foi efetuada uma corrida cromatográfica para cada um dos padrões individualmente, com o objetivo de avaliar a resposta do detetor para cada padrão e sequência de eluição dos inseticidas estudados, através da determinação dos tempos de retenção. Assim, foi possível assegurar a possibilidade da preparação de soluções contendo 18 dos padrões estudados, em diferentes concentrações, o que facilitou, sobremaneira, a análise das amostras e, além disso, representou uma considerável economia de tempo e custos envolvidos. Ficou definido que os três padrões de endosulfan, α , β e sulfato, comporiam uma segunda curva de calibração.

A identificação e a quantificação foram realizadas utilizando-se uma curva de calibração, cujos cálculos foram obtidos pela área versus a concentração de cada um dos padrões (**Tabelas 16 e 17**).

Colunas cromatográficas de diferentes polaridades foram selecionadas para a necessidade de eventuais confirmações da presença dos princípios ativos estudados.

Tabela 16 – Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 18 padrões de inseticidas organoclorados, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas.

padrão	soluções, em ng/mL			
	A	B	C	D
α - HCH	1,24	2,49	4,98	9,96
HCB	0,62	1,24	2,48	4,96
β - HCH	1,26	2,53	5,06	10,12
γ - HCH	1,26	2,53	5,06	10,12
δ - HCH	1,33	2,67	5,34	10,68
heptacloro	1,27	2,55	5,10	10,20
aldrin	1,24	2,48	4,96	9,92
heptacloro epóxido	1,24	2,48	4,96	9,92
γ - clordano	1,25	2,51	5,02	10,04
α - clordano	1,29	2,59	5,18	10,36
pp'- DDE	1,24	2,49	4,98	9,96
dieldrin	1,26	2,52	5,04	10,08
op'- DDD	1,27	2,55	5,10	10,20
endrin	1,42	2,84	5,68	11,36
pp'- DDD	3,15	6,30	12,60	25,20
op'- DDT	3,08	6,17	12,34	24,68
pp'- DDT	3,12	6,25	12,50	25,00
mirex	3,12	6,37	12,70	25,40

Tabela 17 – Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 3 padrões de endosulfan, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas.

padrão	soluções, em ng/mL			
	A	B	C	D
α - endosulfan	2,48	4,96	9,92	14,88
β - endosulfan	2,6	5,2	10,4	15,6
endosulfan sulfato	5,06	10,12	15,18	25,3

4.6.3. MÉTODO PROPOSTO PARA A ANÁLISE DE INSETICIDAS ORGANOFOSFORADOS EM AMOSTRAS DE TOMATE

- **Soluções-padrão**

As soluções-padrão de diclorvós, fosdrin, diazinon, fenclorvós, pirimifós metil, paration metil, malation, fenitrothion, paration etil foram preparadas em acetato de etila grau pesticida (Merck ®).

As soluções-estoque foram diluídas para a obtenção das soluções de trabalho, em diferentes concentrações. Todas as diluições foram preparadas com acetato de etila grau pesticida (Merck ®).

- **Extração de inseticidas organofosforados em amostras de tomate**

Foi utilizado o método multi-resíduos, esquematizado na **Figura 6**, excluindo-se a fase de purificação em coluna de florisil:

1. A 15 gramas da amostra de tomate, acompanhados das amostras de “branco” e adicionado, foram adicionados 25 mL de acetato de etila. Após duas etapas de agitação vigorosa e repouso por 2 min, sulfato de sódio anidro foi adicionado, com agitação, até a água ficar aderida ao sulfato. A fase orgânica foi transferida para um balão volumétrico de 10 mL, estando pronta para injeção no cromatógrafo a gás.

- **Análise por cromatografia em fase gasosa**

Foi empregado um cromatógrafo a gás Hewlett Packard, modelo 5890-serie II, acoplado a detetor fotométrico de chama, com integrador Hewlett Packard, modelo 3396-serie II. A separação foi obtida em coluna cromatográfica de 1,8 m × 1/8”, suporte sólido Chromosorb W-HP 80-100

mesh e fase estacionária composta de 1,5% OV 17% + 1,95% OV 210. O nitrogênio foi utilizado como gás de arraste, com fluxo de 30 mL/min.

Condições cromatográficas

- ◇ temperatura do injetor: 220° C;
- ◇ temperatura do detetor: 220° C;
- ◇ programação de aquecimento do forno:
 - temperatura inicial de 200° C por 0,5 min;
 - aumentar 3° C/min até 230° C, e permanecer por 2 min;
- ◇ volume injetado: 2 µL

Da mesma forma citada anteriormente, uma corrida cromatográfica dos padrões isoladamente foi realizada, e a identificação e a quantificação obtidas através de curva de calibração, altura versus concentração, de cada um dos padrões (Tabela 18).

Tabela 18 – Concentração das soluções preparadas para a obtenção das curvas de calibração de 9 padrões de inseticidas organofosforados, por ordem de eluição nas condições cromatográficas estabelecidas.

padrão	soluções, em ng/mL			
	A	B	C	D
diclorvós	12	23	35	46
fosdrin	22	45	67	89
diazinon	21	41	62	82
fenclorvós	52	104	156	208
pirimifós metil	51	101	152	202
paration metil	51	101	152	202
malation	56	111	166	222
fenitroton	51	102	153	204
paration etil	30	61	91	121

Colunas cromatográficas de diferentes polaridades foram selecionadas para a confirmação, se necessário, da identidade dos princípios ativos estudados.

4.6.4. MÉTODO PROPOSTO PARA A ANÁLISE DE METAMIDOFÓS EM AMOSTRAS DE TOMATE

- **Solução-padrão**

- A solução-padrão de metamidofós foi preparada em acetato de etila grau pesticida (Merck ®). A solução-estoque foi diluída para a obtenção da solução de trabalho em acetato de etila.

- **Extração de metamidofós em amostras de tomate**

A técnica de extração adotada foi adaptada por Zavatti e Abakerli (1996) e compõe-se dos seguintes passos:

1. A 50 g da amostra de tomate, acompanhados das amostras de “branco” e adicionado, foram adicionados 15 g de cloreto de sódio e 100 mL de acetona. Após homogeneização por 3 min, foram adicionados 75 mL de cloreto de metileno, seguindo-se uma nova homogeneização e um repouso por alguns minutos. A fase superior foi concentrada em evaporador rotativo até cerca de 5 mL, transferida para balão volumétrico de 10 mL, e o volume aferido com acetona, para injeção no cromatógrafo a gás. O fluxograma do procedimento está ilustrado na **Figura 7**.

Figura 7 – Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de metamidofós em amostras de tomate.

• Análise por cromatográfica em fase gasosa

Foi empregado um cromatógrafo a gás Hewlett Packard, modelo 5890-serie II, acoplado a detetor fotométrico de chama, com integrador Hewlett Packard, modelo 3396-serie II. A separação foi obtida em coluna cromatográfica Carbowax 20 M, 20 m x 0,53 mm de diâmetro interno e 2,65 µm de espessura de fase. O nitrogênio foi utilizado como gás de arraste, com fluxo de 20 mL/min.

Condições cromatográficas

- ◇ temperatura do injetor: 180° C;
- ◇ temperatura do detetor: 220° C;
- ◇ temperatura do forno: 180° C;
- ◇ volume injetado: 2 µL

Nas condições citadas acima, foi obtida uma curva de calibração para o padrão de metamidofós, nas seguintes concentrações: 0,16, 0,32, 0,8 e 1,6 µg/mL. A quantificação foi realizada utilizando-se a curva de calibração calculada pela área versus a concentração de metamidofós.

4.6.5 - MÉTODO PROPOSTO PARA A ANÁLISE DE ETILENOTIURÉIA (ETU) EM AMOSTRAS DE TOMATE**• Solução-padrão**

A solução-padrão de etilenotiuréia foi preparada em metanol grau pesticida (Merck ®), na concentração de 0,1%. A solução de trabalho

utilizada, na concentração de 10 µg/mL, foi obtida por diluição em metanol grau pesticida (Merck ®).

- **Extração de ETU em amostras de tomate e purificação dos extratos obtidos**

A técnica de extração adotada foi baseada nos trabalhos de Bolzoni e col. (1993) e Diserens (1991), com algumas adaptações. Após a homogeneização da amostra de tomate, com cerca de 10° Brix, 50 g foram pesados e filtrados em funil de Büchner e papel de filtro de 8 µm. O pH do filtrado aquoso foi ajustado com NaOH 5 N para 7,5 e, em seguida, filtrado, em série, usando-se filtros de 5 e 1,2 µm; 1 mL do filtrado foi transferido para a coluna contendo 6 g de extrelut (Merck ®), e, após 10 min, a ETU foi eluída com uma mistura de cloreto de metileno e metanol (98:2). O eluato foi evaporado até a secura em rotavapor a 30° C e corrente de nitrogênio. Metanol (1 mL) foi utilizado para ressuspender o extrato, sendo, então, transferido para a coluna de fase reversa C₁₈ (Sep-pak ®), previamente condicionada; 3 mL de metanol foram utilizados para a eluição, e o eluato foi novamente evaporado, utilizando-se rotavapor a 30° C até um volume de aproximadamente 0,5 mL e corrente de nitrogênio até a secura. O extrato foi ressuspenso em 200 µL de água/acetonitrila (98:2), e, após filtração em 0,45 µm, 20 µL foram utilizados para a análise cromatográfica. O fluxograma do procedimento da extração é mostrado na **Figura 8**.

Figura 8 – Fluxograma do procedimento analítico usado na determinação de ETU em amostras de tomate.

- **Análise por cromatografia a líquido de alto desempenho**

Foi empregado um cromatógrafo a líquido (HPLC) da CG Instrumentos Científicos Ltda, modelo 480-C, acoplado a detetor de absorção na região do ultravioleta e visível, modelo 437-B, com integrador Hewlett Packard, modelo 3396-serie II. A separação foi obtida em coluna Lichrosorb ® RP-18 250 x 4,6 mm, 5 µm e coluna-guarda de 20 x 4,6 mm com a mesma fase, ambas da Merck ®.

Condições cromatográficas

- ◇ fase móvel: água / acetonitrila (98:2);
- ◇ fluxo da fase móvel: 0,8 mL/min;
- ◇ comprimento de onda: 240 nm;
- ◇ Volume injetado (loop): 20 µL.

A identificação e a quantificação foram realizadas através de uma curva de calibração, calculada pela altura versus a concentração de etilenotiuréia, nas seguintes concentrações: 10, 25, 50, 100 e 200 ng / mL.

O detector eletroquímico da Hewlett Packard, modelo 1049A, foi utilizado na confirmação dos picos referentes à etilenotiuréia, segundo metodologia descrita por Maruyama (1994).

4.6.6. VALIDAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS

4.6.6.1- Especificidade

A especificidade foi estabelecida através da determinação de amostras de tomate “branco” (Chasin e col., 1994), cultivados sem aplicação de praguicidas e provenientes de plantações de origens conhecidas.

4.6.6.2. Preparação das curvas de calibração

As curvas de calibração foram preparadas através de diluição das soluções de trabalho de modo a se obterem as concentrações descritas nas Tabelas 16, 17 e 18 e em 4.6.4 e 4.6.5.

A linearidade, estabelecida através da análise de regressão dos mínimos quadrados, foi avaliada através do coeficiente de correlação (r) da curva, obtida pela projeção das concentrações de cada um dos padrões no eixo das abscissas e das suas áreas ou alturas correspondentes. O intervalo dinâmico (faixa linear utilizável) para cada um dos padrões foi determinado com o coeficiente de correlação maior que 0,98 (Chasin e col., 1994).

4.6.6.3. Parâmetros de confiança dos métodos

- **Limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ)**

As concentrações estabelecidas como limites de detecção e quantificação foram obtidas através de adicionados dos padrões em macerados do “branco” de tomate, calculadas nas curvas de calibração (4.6.6.2). Foi considerada como limite de quantificação a menor concentração na qual a imprecisão (expressa pelo coeficiente de variação) foi inferior a 20% (Chasin e col., 1994).

- **Precisão**

A precisão foi avaliada através do coeficiente de variação (CV%) entre as concentrações obtidas da análise de cinco amostras adicionadas de soluções de trabalho, com valores próximos ao limite de quantificação de cada método (Chasin e col., 1994).

- **Recuperação**

O cálculo da recuperação (%) foi obtido por adição de padrão, em concentrações próximas ao limite de quantificação, a amostras de tomate “branco”, quantificadas na curva de calibração (Chasin e col., 1994).

5 - RESULTADOS

5.1. AVALIAÇÃO DOS TIPOS DE PRAGUICIDAS UTILIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

As informações sobre o uso de praguicidas, obtidas pela Secretaria Estadual de Agricultura em 1997 e EMATER-PE em 1990, 1991 e 1997, envolvendo diversos municípios do Estado, quando somadas, corresponderam a 76,9% da área total do Estado, ou seja, 76.089,1 km², o que representa 113 dos 178 municípios existentes.

Os dados de cada município foram, inicialmente, agrupados por microrregião, para uma avaliação da abrangência dos mesmos e, posteriormente, distribuídos nas cinco mesorregiões do Estado. A Tabela 19 mostra a distribuição do número de praguicidas por grupos, citados em cada mesorregião, com as principais culturas praticadas. A análise possível, no entanto, só pôde ser baseada no tipo de formulação citada, uma vez que, nos dados analisados neste trabalho, não constam concentração e/ou quantidade do produto utilizado, ou mesmo frequência de aplicação para todos os municípios, o que inviabilizou o cálculo de princípio ativo utilizado/hectare.

Foram citadas um total de 129 formulações comerciais diferentes em uso na agricultura para todo o Estado, das quais 26 não têm registro e apresentam produção e composição desconhecidas pelos usuários.

Os inseticidas organoclorados com referência de uso na agricultura foram o aldrin, dieldrin, endosulfan, dicofol, mirex. O produto comercial Polytrin ® (profenofós + cypermetrina), indicado para uso apenas em culturas de algodão e café, foi citado em praticamente todas as regiões do Estado, sobretudo no Agreste, Sertão e São Francisco Pernambucano.

Tabela 19 - Distribuição dos praguicidas citados, por grupos, segundo a divisão territorial do Estado e as principais culturas praticadas.

mesorregiões	principais culturas	nº de produtos diferentes citados					
		I	F	H	outros	SR	TOTAL
Metropolitana	coco da baía	11	4	0	0	0	15
Mata	cana de açúcar, banana, coco da baía	27	6	2	6	6	47
Agreste	abacaxi, banana, manga, batata doce, tomate, mandioca, feijão, fava, milho, café	41	17	4	10	19	91
Sertão	algodão, mamona, sisal, feijão, milho	42	24	9	10	14	99
São Francisco	manga, uva, arroz melão, melancia, tomate, cebola	36	19	3	4	11	73

I: inseticidas; F: fungicidas; H: herbicidas; SR: sem registro

Elaborada a partir de levantamentos realizados pela Secretaria Estadual de Agricultura (1997) e EMATER-PE (1990, 1991 e 1997).

Dentre os inseticidas, os organofosforados são, de longe, os mais citados, respondem tipicamente por cerca de 50% da classe, estando os carbamatos e piretróides em segundo lugar.

Os fungicidas cúpricos, seguidos dos etilenobisditiocarbamatos, são mencionados em todas as regiões indiscriminadamente, compondo, em média, 21,6% do total de praguicidas citados.

A Secretaria de Agricultura de Petrolina, em conjunto com a EMBRAPA/CPATSA, elabora, anualmente, um trabalho de acompanhamento das aplicações de praguicidas pelos produtores do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho. Cada cultura do perímetro contendo área cultivada/produtor é identificada segundo as pequenas

propriedades, chamadas de campos ou subcampos, e estes, por sua vez, dentro do núcleo a que pertencem. Além do tipo de praguicida utilizado, com datas das aplicações dos produtos, consta a quantidade aplicada/hectare.

De posse desse registro, foi possível transformar os dados em quantidade de princípio ativo/hectare de tomate plantado, e, considerando-se o número de aplicações, foi estimado o uso real de cada produto durante uma safra inteira. A distribuição dos princípios ativos por grupos (inseticidas, fungicidas, herbicidas e acaricidas) resultou nos dados apresentados na **Tabela 20**, na qual são indicados os percentuais de uso para cada um dos grupos citados. Na **Tabela 21** encontram-se listados os produtos mais citados para cada grupo.

Com relação aos produtos de origem biológica, no Projeto Senador Nilo Coelho, eles representam 68,9% contra 31,1% dos de origem química, considerando-se a quantidade total de princípios ativos empregados/hectare. Os produtos biológicos citados foram Dipel ® e Vertimec ®.

Dentre os fungicidas, responsáveis por 29,5% do total, a citação mais freqüente cabe aos fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos (57,4%), seguidos pelos compostos cúpricos (20,4%). Os compostos contendo enxofre responderam por apenas 7,3% do total de fungicidas, ficando 14,8% destinados ao uso de outros produtos de ação fúngica.

Tabela 20 - Distribuição dos pragulcidas de origem química, empregados na cultura de tomate industrial do perímetro irrigado do Projeto Senador Nilo Coelho.

produto químico	percentagem de uso (%)
inseticidas	
carbamatos	43,1
piretróides	6,9
organofosforados	3,9
fungicidas	29,5
acaricidas	9,4
herbicidas	7,2

Elaborada a partir de dados fornecidos pela Secretaria de Agricultura de Petrolina (março/95).

Tabela 21 - Produtos mais citados no perímetro irrigado do Projeto Senador Nilo Coelho, com os respectivos princípios ativos em parênteses e sua indicação de uso ^(*).

grupo químico	nome comercial (princípio ativo)
inseticidas	
carbamatos	Carbaryl (carbaril), Lannate (metomil), Thiobel (cartap)
piretróides	Decis (deltametrina), Karate (lambdacyhalothrin), Pounce (permetrina)
fosforados	Folidol (paration metílico), Nuvacron e Tamaron (monocrotofós), Polytrin ^(*) (profenofós + cypermetrina)
fungicida	Benlate (benomil), Coprantol (cobre), Daconil (clorotalonil) Dithane (mancozeb), Kumulus (enxofre)
acaricidas	Omite (propargita)
herbicidas	Hebadox ^(*) (pendimetalina), Podium ^(*) (fenoxaprop-p-etil), Trifluralina (trifluralina)

^(*) uso não indicado para a cultura do tomate (ILSI-Brasil, 1995).

5.1.1. TIPOS DE PRAGUICIDAS EMPREGADOS NAS SAFRAS DE TOMATE ESTUDADAS, SEGUNDO INFORMAÇÕES DOS PRODUTORES.

As Tabelas 22 e 23 mostram os praguicidas empregados nas safras de tomate estudadas do Projeto Senador Nilo Coelho e do Município de Camocim de São Félix. Essas informações foram fornecidas pelos próprios produtores das áreas onde foram efetuadas coletas de tomate para a análise de resíduos, através dos questionários:

- Projeto Senador Nilo Coelho

Tabela 22 - Praguicidas utilizados na safra de tomate de 1996 do Projeto Senador Nilo Coelho, segundo informações fornecidas pelos produtores através de questionário.

nº de ordem	amostra (núcleo/lote)	produtos utilizados
1	N ₇ - 1086	Derosal (F), Dipel (B), Funguran* (Cu), Karate (IP), Orthene (IF), Previcur (IC), Tamaron (IF), Vertimec (B)
2	N ₈ - 1281	Agrinose* (Cu), Atabron* (I), Derosal (F), Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Previcur (IC), Tamaron (IF), Vertimec (B)
3	N ₈ - 1296	Atabron* (I), Dipel (B), Hamidop* (IF), Karate (IP), Orthene (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
4	N ₆ - 682	Bac-control* (H), Cartap (IC), Funguran (Cu), Karate* (IP), Tamaron (IF), Vertimec (B)
5	N ₇ - 1047	Bac-control* (H), Cartap (IC), Dipel* (B), Folisuper* (IF), Funguran (Cu), Hamidop* (IF), Karate* (IP), Nomolt* (I), Orthene* (IF), Pounce* (IP), Stron* (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
6	N ₈ - 1325	Não informado

Continuação da Tabela 22.

7	N ₇ - 1036	Cartap [*] (IC), Dipel (B), Folisuper [*] (IF), Funguran [*] (Cu), Karate (IP), Orthene (IF), Ridomil (F), Tamaron (IF), Vertimec (B)
8	N ₇ - 1081	Dipel (B), Funguran [*] (Cu), Karate (IP), Nomolt [*] (I), Orthene (IF), Stron [*] (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
9	N ₉ - 1137	Confidor [*] (I), Dipel (B), Funguran [*] (Cu), Fusilade (H), Karate (IP), Mycoshield [*] (A), Orthene (IF), Ridomil [*] (F), Stron [*] (IF), Vertimec (B)
10	N ₄ - 013	Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
11	N ₅ - 417	Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Recop [*] (Cu), Tamaron (IF), Vertimec (B)
12	N ₅ - 418	Atabron [*] (I), Dipel (B), Karate (IP), Nomolt [*] (I), Orthene (IF), Recop [*] (Cu), Tamaron (IF), Vertimec (B)
13	N ₄ - 031	Bac-control [*] (H), Funguran (Cu), Orthene [*] (IF), Pounce [*] (IP), Thiobel [*] (IC), Vertimec (B)
14	N ₄ - 049	Bac-control [*] (H), Cartap (IC), Cobre [*] , Hamidop [*] (IF), Pounce [*] (IP), Tamaron (IF), Vertimec (B)
15	N ₄ - 076	Bac-control [*] (H), Funguran (Cu), Orthene [*] (IF), Pounce [*] (IP), Tamaron (IF), Thiobel [*] (IC), Vertimec (B)
16	N ₁ - 484	Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Stron [*] (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
17	N ₁ - 510	Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Stron [*] (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
18	N ₂ - 569	Dipel (B), Karate (IP), Nomolt [*] (I), Orthene (IF)
19	N ₁₀ - 1446	Dipel (B), Orthene (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
20	N ₁₀ - 1452	Derosal (F), Dipel (B), Karate (IP), Nomolt [*] (I), Orthene (IF), Previcur (IC), Tamaron (IF), Vertimec (B)
21	N ₁₁ - 841	Dipel (B), Karate (IP), Orthene (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
22	N ₁₀ - 1435	Bac-control [*] (H), Cartap (IC), Hamidop [*] (IF), Pounce [*] (IP), Thiobel [*] (IC), Vertimec (B)
23	N ₁₁ - 853	Bac-control [*] (H), Hamidop [*] (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
24	N ₁₁ - 827	Bac-control [*] (H), Pounce [*] (IP), Tamaron (IF), Vertimec (B)
25	N ₁₁ - 887	Bac-control [*] (H), Elsan [*] (IF), Hamidop [*] (IF), Karate (IP), Orthene (IF), Pounce [*] (IP), Vertimec (B)
26	N ₁₁ - 890	Dipel (B), Karate (IP), Funguran [*] (Cu), Orthene (IF), Stron [*] (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)

Continuação da Tabela 22.

27	N ₁₁ – 909	Dipel (B), Karate (IP), Funguran [*] (Cu), Orthene (IF), Tamaron (IF), Vertimec (B)
----	-----------------------	---

* : produto não fornecido pela empresa contratada

(I): inseticida; (IF): inseticida organofosforado; (IC): inseticida carbamato; (IP): inseticida piretróide; (F): fungicida; (H): herbicida; (Cu): produto à base de cobre; (B): produto de origem biológica; (A): antibiótico.

O uso de diferentes formulações comerciais por um mesmo produtor variou de 4 a 13, porém o valor médio foi de 6,8 produtos/cultura. Os produtores, juntos, citaram um total de 25 praguicidas diferentes, dos quais 56% eram inseticidas e, dentre os inseticidas, os organofosforados responderam por um número maior, 42,8%, sendo o Tamaron ® (metamidofós) e o Orthene ® (acefato) os principais produtos.

O uso de pelo menos um produto de origem biológica foi citado por todos os produtores, tendo sido o Vertimec ® o produto biológico mais citado, dentre todos os praguicidas, e empregado por 25 dos 26 produtores que forneceram esse dado. Dois deles, o Confidor ® e Bac-control ®, não constam como produtos registrados, segundo a Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos do Ministério da Agricultura-AGROFIT(1997).

• **Município de Camocim de São Félix**

Tabela 23 - Praguicidas utilizados na safra de tomate de 1996/97 do Município de Camocim de São Félix, segundo informação fornecida pelos produtores através de questionário.

nº de ordem	amostra (fazenda/sítio)	produtos utilizados
1	Boa Esperança	Baytroid (IP), Cobose, Dithane (F), Karate (IP), Manzate (F), Vertimec (B)
2	Três Marias	Curacron (IF), Decis (IP), Karate (IP), Talcord (IP), Vertimec (B)
3	Três Marias	Dithane (F), Karate (IP), Thiodan (C)
4	Boa Esperança	Agrimicina (A), Ambush (IP), Karate (IP), Ridomil (F)
5	Mondé dos Cabrais	Não informado
6	Mondé dos Cabrais	Não informado
7	Alagado	Ambush (IP), Atabron (I), Curzate, Decis (IP), Funguran (Cu), Karate (IP), Manzate (F), Match (I), Meltron, Nomolt (I), Reconil (Cu), Recop (Cu), Ridomil (F), Trigard (I), Vertimec (B)
8	Cruz de Rajada	Cartap (IC), Cupravit (Cu), Cymbush (IP), Dithane (F), Elsan (IF), Folicur (F), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I), Recop (Cu), Ridomil (F), Talcord (IP)
9	Lagoa do Ramalho	Ambush (IP), Baytroid (IP), Cartap (IC), Dithane (F), Elsan (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I), Orthene (IF), Orthocide (F), Ridomil (F), Thiobel (IC)
10	Boa Vista	Ambush (IP), Baytroide (IP), Dithane (F), Elsan (IF), Folicur (F), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I)
11	Boa Vista	Ambush (IP), Benlate (F), Decis (IP), Folidol (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I), Orthocide (F), Recop (Cu), Tamaron (IF), Thiobel (IC)
12	Palmeira	Baytroide (IP), Cartap (IC), Elsan (IF), Folicur (F), Folidol (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I)
13	Lagoa do Ramalho	Decis (IP), Dithane (F), Kelthane (C), Karate (IP), Manzate (F), Match (I), Thiobel (IC)
14	Lagoa do Ramalho	Não informado
15	Mocós	Não informado
16	Mocós	Não informado
17	Mocós	Não informado
18	Mocós	Dithane (F), Elsan (IF), Karate (IP), Orthocide (F), Talcord (IP), Tamaron (IF)

Continuação da Tabela 23.

19	Nossa Sr ^a do Carmo	Dithane (F), Elsan (IF), Karate (IP), Sumidan (IP), Talcord (IP), Tamaron (IF)
20	Lagoa do Ramalho	Baytroide (IP), Dithane (F), Elsan (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Kelthane (C), Lannate (IC), Sumidan (IP), Talcord (IP), Vertimec (B)
21	Cruz de Rajada	Ambush (IP), Cartap (IC), Dithane (F), Elsan (IF), Karate (IP), Orthocide (F), Sumidan (IP), Talcord (IP), Tamaron (IF)
22	Cruz de Rajada	Ambush (IP), Benlate (F), Cartap (IC), Decis (IP), Elsan (IF), Folidol (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I), Talcord (IP)
23	Lagoa do Ramalho	Baytroide (IP), Decis (IP), Dithane (F), Elsan (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Kelthane (C), Lannate (IC), Sumidan (IP), Talcord (IP), Tamaron (IF), Vertimec (B)
24	Lagoa do Ramalho	Ambush (IP), Baytroide (IP), Cartap (IC), Dithane (F), Elsan (IF), Funguran (Cu), Karate (IP), Match (I), Orthocide (F), Talcord (IP), Tamaron (IF)
25	Palmeiras	Ambush (IP), Decis (IP), Formicida shell (C), Karate (IP), Simirex, Tamaron (IF)
26	Palmeiras	Ambush (IP), Baytroide (IP), Benlate (F), Cartap (IC), Dithane (F), Folicur (F), Funguran (Cu), Karate (IP), Manzate (F), Match (I), Sumidan (IP), Talcord (IP), Tamaron (IF)
27	Pacas II	Decis (IP), Funguran (Cu), Manzate (F), Vertimec (B)
28	Pacas II	Curacron (IF), Folidol (IF), Manzate (F), Tamaron (IF), Vertimec (B)
29	Pacas II	Curacron (IF), Hamidop (IF), Manzate (F), Match (I), Tamaron (IF), Vertimec (B)
30	Pacas II	Curacron (IF), Hamidop (IF), Manzate (F), Match (I), Tamaron (IF), Vertimec (B)
31	Pacas II	Decis (IP), Funguran (Cu), Manzate (F), Vertimec (B)
32	Mocós	Cuprozeb (Cu), Decis (IP), Dithane (F), Hamidop (IF), Karate (IP), Manzate (F), Meothrin (IP), Nomolt (I), Piredan (IP)

(I): inseticida; (IF): inseticida organofosforado; (IC): inseticida carbamato; (IP): inseticida piretróide; (C): inseticida organoclorado; (F): fungicida; (H): herbicida; (Cu): produto à base de cobre; (B): produto de origem biológica; (A): antibiótico.

Dos 32 produtores selecionados, houve perda de 6 respostas, e alguns declararam o uso de esterco de galinha, apenas.

A utilização de diferentes formulações comerciais por um mesmo produtor variou de 3 a 15, com o valor médio de 8 produtos/cultura.

Foram citados um total de 42 praguicidas diferentes, dos quais 59% eram inseticidas e, dentre os inseticidas, os piretróides responderam por um número maior. O uso de um produto de origem biológica foi citado por apenas 10 produtores.

Dois inseticidas organoclorados foram mencionados, Thiodan ® (endosulfan), com uso restrito e mediante prescrição de receita agrônômica, para culturas de algodão, café, cacau e soja, e Kelthane ® (dicofol), indicado para culturas de cítricos e algodão. O Formicida Shell ® (clorfenvinfós) também foi utilizado, apesar de ter uso destinado exclusivamente contra formigas, com aplicação direta no canal do formigueiro, assim como o inseticida organofosforado Curacron ® (profenofós), de emprego autorizado para soja, café, milho e algodão.

Um dos produtos tem seu registro cancelado (Curzate ®), e outros 3, não permitem identificação, ou seja, são de origem desconhecida (simirex, cobose e meltron).

5.2. LEVANTAMENTO DE DADOS SÓCIO-AMBIENTAIS E DE MORBIDADE REFERIDA EM TRABALHADORES ENVOLVIDOS NA CULTURA DO TOMATE

5.2.1. TOMATE INDUSTRIAL – PROJETO SENADOR NILO COELHO

Em 14 dos 27 campos estudados com plantação de tomate, a aplicação de praguicidas foi realizada por pessoas contratadas pelos proprietários, utilizando-se, para isso, o equipamento de maior uso na região, o pulverizador costal. Em apenas três produções, foi citado o uso pelos proprietários de tratores para esse fim.

As embalagens vazias dos produtos após o uso eram enterradas no próprio lote ou na área de sequeiro (37 %) ou eram armazenadas para posterior queima (18,5 %) ou não tinham um destino estabelecido previamente (44,5 %).

Cerca de 80% dos aplicadores que manuseavam praguicidas há mais de cinco anos possuíam pouco conhecimento sobre os equipamentos de proteção individual, e, dentre os poucos incômodos relatados, estavam a tontura, a náusea e a dor de cabeça.

Apenas três aplicadores afirmaram que se submetem a exames de saúde periódicos, e, dos sete que informaram ter tido problemas de saúde por exposição a praguicidas, quatro necessitaram de atendimento médico, havendo uma internação hospitalar. No entanto, apenas um caso foi registrado como acidente de trabalho.

5.2.2. TOMATE DE MESA – CAMOCIM DE SÃO FÉLIX

Diferentemente do Projeto Senador Nilo Coelho onde já existiam dados sobre o processo produtivo do tomate, em Camocim de São Félix somente foi possível obter informações através do questionário aplicado, cujos resultados são apresentados a seguir:

Condições sócio-ambientais

- Na safra de 1996/1997, houve uma predominância de homens (70,1%) na população de trabalhadores rurais da plantação de tomate de Camocim de São Félix, dos quais 26,0% eram menores de 18 anos, sendo a idade média observada de 27 anos;
- quanto à escolaridade, 41,0% eram analfabetos e 41,0% possuíam o primário incompleto. Apenas 30,9% dos casos estudados tinham acesso à água tratada, sendo que, dentre as fontes de abastecimento, o poço se apresentou como a mais importante (46,7%);
- com relação ao tipo de contrato de trabalho, a modalidade diarista era predominante (47,2%), seguida pela de produção (22,9%) e pela de meeiro (18,8%); os assalariados correspondiam apenas a 2,8%;
- a renda familiar observada foi menos de 2 salários mínimos para 57% das famílias, e 86% possuíam renda familiar inferior a 3 salários mínimos. Com relação ao salário individual, 57% recebiam menos de 1 salário mínimo, e 40,5% recebiam de 2 a 3 salários mínimos; 75% tinham de 2 a 5 membros da família trabalhando na lavoura;

- apenas 4,5 % dos trabalhadores rurais trabalhavam até 8 horas, a maioria, 72,5%, trabalhava de 8 a 10 horas diárias, e 20%, mais de 10 horas;
- foi registrada a precariedade previdenciária e de direitos trabalhistas dos lavradores envolvidos na produção de tomate, uma vez que apenas 1,3% possuíam registro em carteira de trabalho, e 97,8% não possuíam cobertura previdenciária; apenas 15,4% eram sindicalizados;
- com relação à função exercida, 71,4% dos trabalhadores participaram de todas as etapas do processo de produção, exceto a pulverização; 18,4% trabalharam em todas as atividades e também na pulverização, e 10,2% tiveram como única atividade a pulverização; dessa forma, o total de trabalhadores que tiveram contato diretamente com praguicidas nesse cultivo foi de 28,6%, dos quais 34,2% estavam desempenhando essa atividade há mais de 10 anos;
- no que se refere aos equipamentos utilizados na aplicação de praguicidas, 34,1% das pessoas entrevistadas desconheciam o tipo de equipamento utilizado; o uso de bomba a motor foi o meio mais empregado em 53,2% dos casos, e os outros instrumentos, como bomba manual/costal, pistola/caneta, são de uso pouco freqüente;
- a maioria dos entrevistados usualmente não observou a direção dos ventos no momento da aplicação do produto; quanto ao uso do equipamento de proteção individual (EPI), 64,2% revelaram não utilizá-lo;
- a forma de obtenção do praguicida foi, quase sempre, através do comércio local e nas cooperativas; no entanto, cerca de 28,0% foram comprados em outros municípios ou diretamente de vendedores;

apenas 13,0% informaram ter recebido instruções sobre o uso por ocasião da última compra, e o Receituário Agrônômico foi utilizado em apenas 36,0% da negociação; foi significativo o número de trabalhadores (30%) que ignoravam o que seja esse instrumento de compra e orientação;

- 45,8% não respeitaram o tempo de carência após a aplicação dos praguicidas, e 18,3% ignoravam sua necessidade;
- a maioria das embalagens (54,4%) foi deixada no campo ou teve outro destino inadequado, como o depósito de lixo comum. Constatou-se que 1,9% dos entrevistados mencionaram reaproveitamento das embalagens;
- as roupas de trabalho eram lavadas, em 75,2% dos casos, no ambiente doméstico; 24,8% revelaram lavá-las em açudes, cacimbas e rios;
- quanto às lavagens dos equipamentos de aplicação, 57,0% mencionaram que foram realizadas no campo (local de trabalho); não houve qualquer referência à tríplex lavagem.

Morbidade referida

- 13,2% já sofreram algum tipo de intoxicação devido ao praguicida utilizado na lavoura, a maioria necessitando socorro médico; 45 dos 159 relataram mal-estar durante a aplicação do produto;
- os problemas relacionados com o sistema imunológico apresentaram maior número de queixas (36,4%): prurido na pele, olhos e nariz ou febre freqüente; o sintoma relacionado com o sistema ósteomuscular de maior ocorrência foi o de dor nas articulações (35,8%), enquanto os sistemas nervoso central e periférico foram responsáveis por 32,5% das

queixas: tontura, formigamento nos membros superiores, alterações de sono e vômitos;

- com relação ao tratamento realizado por aqueles que sofreram intoxicação por praguicidas, foram relatados: ingestão de antibióticos, leite, ovo com fumo, comprimido, injeção e reza;
- os entrevistados relataram ter conhecimento de alguns mecanismos de proteção contra a exposição ao praguicida, como não ficar na direção do vento durante a aplicação e beber leite ou caldo de feijão; 40,9% das pessoas revelaram nada fazer;
- 70,6% das mulheres entrevistadas relataram perda de feto, e 39,4% revelaram ter perdido um filho com menos de um ano de vida.

5.3. VALIDAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS

- **Especificidade**

As Figuras 9, 10, 11, 12 e 13 mostram os cromatogramas de tomate “branco”, enriquecidos com 18 inseticidas organoclorados, endosulfan (α , β e sulfato), 9 inseticidas organofosforados, metamidofós e etilenotiuréia (ETU), respectivamente. A Figura 14 mostra o cromatograma obtido por cromatografia a líquido (HPLC) e detector eletroquímico, em adicionado de amostra de tomate “branco”, utilizado para a confirmação da presença de ETU e propilenotiuréia (PTU).

Figura 9 – Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 18 inseticidas organoclorados com concentrações entre 2,1 a 21,2 $\mu\text{g/kg}$ e seus respectivos tempos de retenção em minutos.

Figura 10 – Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com endosulfan (α , β e sulfato) com concentrações entre 4,0 a 6,1 $\mu\text{g/kg}$ e seus respectivos tempos de retenção em minutos.

Figura 11 - Cromatograma de tomate "branco" enriquecido com 9 inseticidas organofosforados com concentrações entre 0,02 a 0,1 mg/kg e seus respectivos tempos de retenção em minutos.

Figura 12 - Cromatograma de tomate "branco" enriquecido com 0,06 mg/kg de metamidofós e seu respectivo tempo de retenção em minutos.

Figura 13 - Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com 30 µg/kg de ETU e seu respectivo tempo de retenção em minutos.

Figura 14 – Cromatograma de tomate “branco” enriquecido com ETU e PTU (propilenotriuréia), obtido por cromatografia a líquido (HPLC) e detector eletroquímico e seus respectivos tempos de retenção em minutos.

- **Curvas de calibração**

As representações gráficas das curvas de calibração obtidas para um padrão de cada grupo estudado estão expressas nas Figuras 15, 16, 17, 18 e 19.

Figura 15 – Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 1,24 a 9,96 ng/mL de α -HCH.

Figura 16 - Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 2,5 a 14,9 ng/mL de α -endosulfan.

Figura 17 - Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 12 a 46 ng/mL de diclorovós.

Figura 18 - Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 0,16 a 1,6 µg/mL de metamidofós.

Figura 19 - Representação gráfica da curva de calibração obtida para a faixa de concentração de 10 a 200 ng/mL de ETU.

• **Parâmetros de confiança do método**

Os parâmetros de confiança dos métodos validados (limites de detecção-LD e de quantificação-LQ, precisão e recuperação) estão indicados nas Tabelas 24 e 25.

Tabela 24 – Parâmetros de confiança do método multi-resíduo proposto para a determinação de inseticidas organoclorados em tomate.

padrão	parâmetros				
	LD ppb	LQ ppb	intervalo dinâmico (µg/mL)	precisão (%)	recuperação (%)
α - HCH	1,0	4,1	1,2 – 25,0 (r = 0,99)	12,6	80,9
HCB	0,5	2,1	0,6 – 12,5 (r = 0,98)	19,7	79,2
β - HCB	1,0	8,4	1,2 – 25,0 (r = 0,98)	13,8	84,0
γ - HCH	1,0	4,2	1,2 – 25,0 (r = 0,98)	11,4	83,7
δ - HCH	1,1	4,2	1,3 – 25,0 (r = 0,99)	14,1	86,3
heptacloro	1,0	4,2	1,2 – 25,0 (r = 0,98)	9,9	86,1
aldrin	1,0	4,1	1,2 – 25,0 (r = 0,99)	16,8	78,4
heptacloro epóxido	1,0	8,3	1,2 – 25,0 (r = 0,98)	11,5	85,8
γ - clordano	1,0	4,2	1,2 – 50,0 (r = 0,98)	14,6	83,5
α - clordano	1,1	4,3	1,2 – 50,0 (r = 0,98)	16,2	82,8
pp' – DDE	1,0	4,1	1,2 – 60,0 (r = 0,98)	14,9	82,0

Continuação da Tabela 24.

dieldrin	1,0	8,4	1,2 – 20,0 (r = 0,98)	7,0	78,1
op' – DDD	1,0	8,5	1,2 – 50,0 (r = 0,98)	9,1	81,6
endrin	1,1	9,5	1,4 – 12,5 (r = 0,98)	6,3	84,4
pp' – DDD	2,5	10,5	3,1 – 50,0 (r = 0,98)	15,5	80,5
op' – DDT	2,5	10,3	3,0 – 50,0 (r = 0,98)	13,9	76,8
pp' – DDT	2,5	10,4	3,1 – 50,0 (r = 0,98)	13,1	76,9
Mirex	2,5	21,2	3,1 – 50,0 (r = 0,98)	13,1	76,9
α - endosulfan	1,9	4,0	2,5 – 14,9 (r = 0,99)	3,5	86,3
β - endosulfan	2,1	4,2	2,6 – 15,6 (r = 0,99)	8,2	81,4
endosulfan sulfato	4,7	6,1	5,1 – 25,3 (r = 0,99)	7,8	104,3

Tabela 25- Parâmetros de confiança dos métodos multi-resíduos e específicos propostos para a determinação de inseticidas organofosforados e etilenotiuréia (ETU) em tomate.

padrão	parâmetros				
	LD	LQ ppm	intervalo dinâmico ($\mu\text{g/mL}$)	precisão (CV %)	recuperação (%)
diclorvós	-	0,02	0,012 – 0,046 ($r = 0,99$)	13,3	96,0
fosdrin	-	0,03	0,022 – 0,089 ($r = 0,99$)	21,0	85,1
diazinon	-	0,03	0,021 – 0,082 ($r = 0,99$)	10,3	91,0
fenclorvós	-	0,09	0,052 – 0,208 ($r = 0,99$)	9,0	96,6
pirimifós metil	-	0,08	0,051 – 0,202 ($r = 0,99$)	6,7	97,4
paration metil	-	0,08	0,051 – 0,202 ($r = 0,99$)	14,1	88,0
malation	-	0,09	0,056 – 0,222 ($r = 0,99$)	14,0	92,6
fenitroton	-	0,08	0,051 – 0,204 ($r = 0,99$)	12,1	90,7
paration etil	-	0,05	0,030 – 0,121 ($r = 0,99$)	10,3	98,9
metamidofós	0,04	0,05	0,16 – 1,6 ($r = 0,99$)	15,0	80,5
ETU	0,01	0,025	0,025 – 0,2 ($r = 0,99$)	20,1	77,0

5.4. ANÁLISE DE RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS NAS AMOSTRAS DE TOMATE SELECIONADAS PARA ESTUDO

As Tabelas 26 e 27 mostram os resultados obtidos das análises de resíduos de praguicidas para as 27 amostras sorteadas no Projeto Senador Nilo Coelho.

Tabela 26 - Resultados da análise de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados das 27 amostras de tomate para indústria sorteadas no Projeto Senador Nilo Coelho, segundo a época de plantio e empresa contratada.

nº de ordem	amostra	época de plantio	empresa contratada	Inseticidas (em ppm)		
				clorados MR	fosforados MR	metamidfós
1	N ₇ -1086	fevereiro	CICA	ND	ND	< LQ
2	N ₈ - 1281	fevereiro	CICA	ND	ND	< LQ
3	N ₈ - 296	fevereiro	CICA	ND	ND	< LQ
4	N ₆ - 682	fevereiro	ETTI	ND	ND	ND
5	N ₇ -1047	fevereiro	ETTI	ND	ND	< LQ
6	N ₈ -1325	fevereiro	ETTI	ND	ND	ND
7	N ₇ -1036	fevereiro	TAT	ND	ND	ND
8	N ₇ -1081	fevereiro	TAT	ND	ND	< LQ
9	N ₉ -1137	fevereiro	TAT	ND	ND	ND
10	N ₄ - 013	março	CICA	ND	ND	0,1
11	N ₅ - 417	março	CICA	ND	ND	< LQ
12	N ₅ - 418	março	CICA	ND	ND	< LQ
13	N ₄ - 031	março	ETTI	ND	ND	ND
14	N ₄ - 049	março	ETTI	ND	ND	0,1
15	N ₄ - 074	março	ETTI	ND	ND	ND
16	N ₁ - 484	março	TAT	ND	ND	0,8
17	N ₁ - 510	março	TAT	ND	ND	0,2
18	N ₂ - 569	março	TAT	ND	ND	ND
19	N ₁ -1446	abril	CICA	ND	ND	< LQ
20	N ₁₀ -1452	abril	CICA	ND	ND	< LQ
21	N ₁₁ -841	abril	CICA	ND	ND	0,3
22	N ₁₀ -435	abril	ETTI	ND	ND	ND
23	N ₁₁ - 853	abril	ETTI	ND	ND	ND
24	N ₁₁ - 827	abril	ETTI	ND	ND	ND
25	N ₁₁ - 887	abril	TAT	ND	ND	ND
26	N ₁₁ - 890	abril	TAT	ND	ND	1,8
27	N ₁₁ - 909	abril	TAT	ND	ND	ND

MR: método multi-resíduos ND: não detectado; <LQ: menor do que o limite de quantificação do método.

Tabela 27- Resultados da análise de resíduos de ETU das 27 amostras de tomate para indústria sorteadas no Projeto Senador Nilo Coelho, segundo a época de plantio e empresa contratada.

nº de ordem	amostra	época de plantio	empresa contratada	ETU (em ppb)
1	N ₇ - 1086	fevereiro	CICA	ND
2	N ₈ - 1281	fevereiro	CICA	< LQ
3	N ₈ - 1296	fevereiro	CICA	ND
4	N ₆ - 682	fevereiro	ETTI	ND
5	N ₇ - 1047	fevereiro	ETTI	ND
6	N ₈ - 1325	fevereiro	ETTI	ND
7	N ₇ - 1036	fevereiro	TAT	ND
8	N ₇ - 1081	fevereiro	TAT	< LQ
9	N ₉ - 1137	fevereiro	TAT	ND
10	N ₄ - 013	março	CICA	ND
11	N ₅ - 417	março	CICA	ND
12	N ₅ - 418	março	CICA	34,2
13	N ₄ - 031	março	ETTI	< LQ
14	N ₄ - 049	março	ETTI	ND
15	N ₄ - 074	março	ETTI	ND
16	N ₁ - 484	março	TAT	27,7
17	N ₁ - 510	março	TAT	< LQ
18	N ₂ - 569	março	TAT	< LQ
19	N ₁₀ - 1446	abril	CICA	< LQ
20	N ₁₀ - 1452	abril	CICA	< LQ
21	N ₁₁ - 841	abril	CICA	< LQ
22	N ₁₀ - 435	abril	ETTI	< LQ
23	N ₁₁ - 853	abril	ETTI	ND
24	N ₁₁ - 827	abril	ETTI	31,3
25	N ₁₁ - 887	abril	TAT	< LQ
26	N ₁₁ - 890	abril	TAT	< LQ
27	N ₁₁ - 909	abril	TAT	< LQ

ND: não detectado

<LQ: menor do que o limite de quantificação do método

As Tabelas 28 e 29 mostram os resultados obtidos das análises de resíduos de praguicidas para as 32 amostras selecionadas no Município de Camocim de São Félix.

Tabela 28 - Resultados da análise de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados das 32 amostras de tomate de mesa selecionadas no Município de Camocim de São Félix.

nº de ordem	amostra (fazenda/sítio)	Inseticidas (em ppm)		
		clorados	fosforados	
		MR	MR	metamidfós
1	Boa Esperança	ND	ND	0,4
2	Três Marias	ND	ND	ND
3	Três Marias	endosulfan (0,28)	ND	ND
4	Boa Esperança	ND	ND	ND
5	Mondé dos Cabrais	ND	ND	ND
6	Mondé dos Cabrais	ND	ND	ND
7	Alagado	endosulfan (0,39)	ND	ND
8	Cruz de Rajada	ND	ND	ND
9	Lagoa do Ramalho	endosulfan (0,51)	ND	0,2
10	Boa Vista	ND	ND	< LQ
11	Boa Vista	endosulfan (0,03)	ND	< LQ
12	Palmeira	endosulfan (0,04)	ND	< LQ
13	Lagoa do Ramalho	ND	ND	0,3
14	Lagoa do Ramalho	endosulafn (0,035)	ND	0,2
15	Mocós	ND	ND	ND
16	Mocós	ND	ND	0,2
17	Mocós	endosulfan (0,13)	ND	< LQ
18	Mocós	endosulfan (0,102)	ND	ND
19	N. Sr ^a do Carmo	endosulfan (0,2)	ND	ND
20	Lagoa do Ramalho	ND	ND	ND
21	Cruz de Rajada	ND	ND	1,0
22	Cruz de Rajada	ND	ND	ND
23	Lagoa do Ramalho	ND	ND	0,6
24	Lagoa do Ramalho	ND	ND	0,7
25	Palmeiras	ND	ND	0,2
26	Palmeiras	ND	ND	0,3
27	Pacas II	ND	ND	ND
28	Pacas II	ND	ND	< LQ
29	Pacas II	ND	ND	ND
30	Pacas II	ND	ND	< LQ
31	Pacas II	ND	ND	ND
32	Mocós	ND	ND	1,8

MR: método multi-resíduos

ND: não detectado

< LQ: menor do que o limite de quantificação do método

Tabela 29 - Resultados da análise de resíduos de ETU das 32 amostras de tomate de mesa selecionadas no Município de Camocim de São Félix.

nº de ordem	amostra (fazenda/sítio)	ETU (em ppb)
1	Boa Esperança	< LQ
2	Três Marias	< LQ
3	Três Marias	< LQ
4	Boa Esperança	< LQ
5	Mondé dos Cabrais	ND
6	Mondé dos Cabrais	< LQ
7	Alagado	ND
8	Cruz de Rajada	ND
9	Lagoa do Ramalho	< LQ
10	Boa Vista	< LQ
11	Boa Vista	< LQ
12	Palmeira	< LQ
13	Lagoa do Ramalho	< LQ
14	Lagoa do Ramalho	< LQ
15	Mocós	ND
16	Mocós	< LQ
17	Mocós	< LQ
18	Mocós	< LQ
19	Nossa Sr ^a do Carmo	< LQ
20	Lagoa do Ramalho	< LQ
21	Cruz de Rajada	< LQ
22	Cruz de Rajada	ND
23	Lagoa do Ramalho	< LQ
24	Lagoa do Ramalho	< LQ
25	Palmeiras	< LQ
26	Palmeiras	< LQ
27	Pacas II	< LQ
28	Pacas II	ND
29	Pacas II	ND
30	Pacas II	< LQ
31	Pacas II	< LQ
32	Mocós	26,6

ND: não detectado;

< LQ: menor do que o limite de quantificação do método.

Figura 20a e 20b – Descarte de embalagens vazias de praguicidas após o uso em culturas de tomate do Município de Camocim de São Félix.

Figura 21 – Descarte de embalagens vazias de praguicidas após o uso em culturas de tomate do Município de Camocim de São Félix, próximo ao reservatório de água.

Em geral, na exposição a produtos químicos em um ambiente fabril, há um risco maior para os trabalhadores diretamente envolvidos com o processo produtivo, e isso foi constatado no Estado de Pernambuco por Araújo e col. (1993). No entanto, na produção agrícola, o uso inadequado de praguicidas provoca impactos para além do aspecto ocupacional, afetando o meio ambiente, os consumidores e os familiares que vivenciam o processo produtivo. Foi possível observar esse fato em Camocim de São Félix, onde o tomate é ingerido, no campo, como fonte de alimento por crianças filhas dos trabalhadores (**Figura 22**). Essas evidências mostraram, também, que as ações corretivas devem ser feitas no ambiente como um todo e no processo produtivo, não se restringindo aos aplicadores de praguicidas.

Figura 22 – Filhos de produtores de tomate do Município de Camocim de São Félix ingerindo o fruto retirado diretamente do tomateiro.

Os métodos analíticos utilizados para este trabalho apresentaram resultados satisfatórios, conforme mostram os dados da validação, com limites de quantificação, quando pertinentes, coerentes com os limites máximos aceitos pela legislação brasileira. A variação do coeficiente de correlação (r) foi de 0,98 a 0,99, porém o coeficiente de determinação (r^2) também apresentou boa relação, com variação entre 0,96 a 0,98.

Para a análise de um grande número de amostras nas quais, historicamente, o tratamento com praguicidas é desconhecido, são indicados métodos analíticos capazes de determinar, simultaneamente, diversos resíduos de praguicidas. Esses métodos, chamados de multi-resíduos, podem analisar até cerca de 300 princípios ativos ao mesmo tempo, abrangendo diferentes classes de praguicidas. Os métodos seletivos para resíduos, por sua vez, são empregados para a determinação

6 - DISCUSSÃO

A análise efetuada com os dados dos órgãos oficiais envolvidos com a agricultura no Estado de Pernambuco mostra claramente que não há uma correlação entre os tipos de culturas e os praguicidas mais utilizados conforme as características agropecuárias de cada mesorregião. Por exemplo, na Zona da Mata Pernambucana, tipicamente reduto do cultivo da cana-de-açúcar, houve apenas duas citações para dois tipos de herbicidas, o paraquat e o 2,4-D. Apesar de não ser possível, por esses dados, avaliar a quantidade de princípios ativos/hectare utilizada em cada região, pode-se dizer que a diversidade de praguicidas em uso em todo o Estado é elevada (n= 127).

Esses dados, acrescidos aos fornecidos pela Secretaria Municipal de Petrolina e pela EMBRAPA/CPATSA, também são responsáveis por outras preocupações. A utilização de Polytrin ® (profenofós + cypermetrina), por exemplo, citado em todas as mesorregiões do Estado, sobretudo no Agreste e no perímetro irrigado Projeto Senador Nilo Coelho, onde o seu uso não se justifica, pois o mesmo é prescrito apenas para as culturas de algodão e café.

Foram citados 35 produtos sem registro e de composição desconhecida, além de inseticidas organoclorados, alguns de empregos agrossanitário e domissanitário não autorizados, como é o caso do aldrin. Os demais produtos clorados citados foram endosulfan, dicofol, mirex e dieldrin, todos não indicados para a cultura do tomate.

Os dados fornecidos pela Secretaria de Agricultura do Município de Petrolina indicam que, do total de princípios ativos empregados/hectare no perímetro irrigado, os produtos de origem biológica representam 68,9% e os de origem química, 31,1%. Na classe dos fungicidas, responsável por

29,5% do total, a citação mais freqüente cabe aos fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos (57,4%), seguidos pelos compostos cúpricos (20,4%). Os compostos contendo enxofre responderam por apenas 7,3% do total de fungicidas, ficando 14,8% destinados ao uso de outros produtos de ação fúngica.

Os dados obtidos pela investigação junto aos produtores de tomate das áreas estudadas revelaram que no perímetro irrigado há, de fato, maior consumo de produtos de origem biológica, citados por 96 % dos entrevistados. Provavelmente, esse fato representa um conhecimento e uma orientação técnica maiores do que os observados entre os produtores do Município de Camocim de São Félix, onde apenas 31% fizeram uso dos produtos biológicos.

Apenas quatro produtores do Projeto Senador Nilo Coelho limitaram-se aos praguicidas cedidos pelas agroindústrias, no entanto, não foi observado o uso de produto proibido para a cultura de tomate. Esse é mais um dado que indica obediência à orientação técnica recebida da empresa, dos funcionários do Distrito de Irrigação e dos técnicos da EMBRAPA.

As informações obtidas em Camocim de São Félix mostraram o uso de quatro inseticidas não permitidos para o tomateiro, dentre eles três organoclorados e um com registro cancelado, além disso foram citados mais três de origem desconhecida. Os tipos e quantidades de praguicidas utilizados variavam consideravelmente entre os produtores, o que indica falta de orientação técnica ou decisão individual, que se revela, também, no fato de os praguicidas serem aplicados, via de regra, preventivamente. Esse é um grave problema fitossanitário, em particular, pela possibilidade

de aumentar a resistência de pragas e requerer um crescente uso de novos produtos e misturas, o que eleva o custo e as perdas da produção.

Nas duas regiões de estudo, pôde-se constatar um grande desconhecimento por parte dos produtores e aplicadores de praguicidas no que se refere aos efeitos tóxicos para a saúde e o meio ambiente associados ao uso indevido de praguicidas. As queixas dos agricultores envolvidos na cultura do tomate são, na sua maioria, compatíveis com a sintomatologia esperada das intoxicações por esses produtos. As queixas mais freqüentes foram dor de cabeça, náusea, tontura, problemas de pele, alterações de sono e formigamento nos membros superiores. Como se pôde constatar, em Camocim de São Félix, não há um sistema de saúde voltado para o atendimento da população exposta aos praguicidas, o que implica, também, a falta de informação para as medidas de prevenção.

O descarte das embalagens dos praguicidas é um grave problema ambiental na lavoura de tomate de Camocim de São Félix (**Figuras 20a e 20b**). A prática, entre alguns produtores e agricultores, de deixar as embalagens vazias ou restos de produtos espalhados pelo campo promove, certamente, através das águas de chuva e de irrigação, o arraste de resíduos pelo solo até atingirem reservatórios e cursos de água e provocarem a contaminação ambiental generalizada (**Figura 21**).

de praguicidas cuja determinação não é possível ou satisfatória por um método multi-resíduos (NFA, 1994). A utilização de métodos seletivos eleva sobremaneira o custo e o tempo envolvidos na análise de resíduos, apesar de essas técnicas apresentarem, usualmente, limite de quantificação mais baixo que o obtido por métodos multi-resíduos. Assim, na utilização destes últimos, é fundamental que o limite de quantificação obtido seja inferior ao limite tolerável, quando existente, para cada praguicida estudado (FDA, 1993).

O método multi-resíduos utilizado foi bastante satisfatório por possibilitar a quantificação nas faixas de concentração de interesse e, sobretudo, por ser rápido e relativamente econômico. No entanto, ele só foi empregado para a análise de 30 princípios ativos, sendo 21 inseticidas organoclorados e 9 organofosforados, devido à capacidade laboratorial existente na ocasião.

A inclusão de dois métodos específicos para a análise do inseticida organofosforado metamidofós e de fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos, através de um produto de degradação (ETU), tornou o trabalho consideravelmente mais oneroso, muito embora a opção se tenha justificado, por serem os compostos de grande citação no controle de pragas do tomateiro e por não existirem referências analíticas das regiões estudadas, anteriores a este trabalho. O metamidofós (Hamidop ®, Stron ®, Tamaron ®) foi o mais citado (n = 33) no perímetro irrigado Projeto Senador Nilo Coelho; já os fungicidas da classe dos etilenobisditiocarbamatos (Dithane ®, Manzate ®, Ridomil ®) foram os produtos de maior uso na cultura do tomate de mesa do Município de Camocim de São Félix (n = 28).

Na análise da ETU por cromatografia a líquido (HPLC) e detecção por absorção a 240 nm, a propilenotiuréia (PTU) foi testada para uso como padrão interno da ETU. A PTU é o princípio ativo do fungicida ditiocarbamato Propineb ®, de uso não registrado no Brasil e com estrutura química muito semelhante à da ETU, razão pela qual foi escolhida como padrão interno na primeira validação do método proposto. Porém, durante a fase final do trabalho, quando as últimas amostras de tomate de mesa provenientes de Camocim de São Félix foram analisadas, duas delas, nº 30 e nº 32, deram resultado positivo para PTU, e seus picos cromatográficos indicavam a presença de quantidades elevadas. Nesse ponto, até mesmo para fins de registro do laboratório, foi elaborada uma curva de calibração para a PTU, com o objetivo de quantificar os resíduos encontrados, obtendo-se 41,3 ppb e 203,1 ppb para as amostras de números 30 e 32, respectivamente.

Uma preocupação referente ao método proposto para a análise de etilenotiuréia (ETU), citada por Moza e Hustert (1989), foi a verificação de uma possível co-eluição da etilenouréia (EU), que é outro produto de degradação dos EBDCs; nesse sentido, foi realizada uma corrida cromatográfica de soluções contendo os dois padrões e pôde-se observar que, além de ocorrer a separação dos picos referentes à ETU e à EU, a resposta do detector utilizado para a EU é muito pequena em relação à da ETU, ou seja, 0,5 ng de ETU corresponderam a cerca de 20 µg de EU.

Para a extração da ETU, foi inicialmente testada e validada a técnica proposta por Diserens (1991), cujos resultados preliminares obtidos no laboratório foram divulgados em encontro científico (Araújo e Gorni, 1995). Porém, devido ao tempo envolvido nas etapas de extração e

de purificação dos extratos, a técnica publicada por Bolzoni e col. (1993), após algumas modificações, foi escolhida para ser aplicada neste trabalho, também por permitir a análise de um número maior de amostras/dia e consumir uma menor quantidade de solventes. Essa decisão implicou assumir-se uma menor recuperação da ETU em relação à observada na técnica anterior.

A resposta do detector de absorção em 240 nm apresentou limite de quantificação (LQ) para a solução padrão de ETU correspondente a 0,2 ng / 20 µL. Porém, para amostras de adicionados de ETU em tomate, o LQ foi obtido com 2,5 ng / 20 µL, o que representa uma concentração de 25 ppb, valor este superior àqueles citados por alguns autores (Massey e McWeeny, 1982; Greve e Herbold, 1983; Kobayashi, 1992) e, ao mesmo tempo, inferior ao obtido por Lehotay e col. (1992). Níveis de LQ mais baixos poderiam ser estabelecidos com a aplicação de um detector mais seletivo, como o eletroquímico (Doerge e Yee, 1991; Bolzoni e col., 1993; Maruyama, 1994). Neste trabalho, devido a problemas técnicos no detector eletroquímico, o que limitou o tempo necessário para a validação do método quantitativo, ele foi empregado apenas como técnica de confirmação dos picos cromatográficos da ETU, já identificados e quantificados em detector de absorção na região do ultravioleta.

Considerando-se os praguicidas utilizados nas safras de tomate estudadas, industrial e de mesa, segundo dados obtidos pelos questionários, os métodos aplicados cobriram cerca de 20% de todos os produtos citados. Avaliando-se os praguicidas não analisados neste estudo e citados pelos produtores sorteados do perímetro irrigado, a inclusão do inseticida organofosforado Orthene ® (acefato), citado por 21 dos 26

produtores (80,7%), e do inseticida piretróide Karate ® (labdacialotrina), citado em 73% dos casos, abrangeria todos os produtos mais citados na cultura de tomate industrial. Para a cultura de tomate de mesa, por sua vez, a análise de inseticidas piretróides, como Karate ® (labdacialotrina), Ambush ® e Talcord ® (permetrina) e Decis ® (deltametrina), tornaria o trabalho mais completo, visto que os piretróides foram os mais utilizados no Agreste, segundo informações dos próprios produtores. Para os dois casos, do inseticida organofosforado Orthene ® e dos piretróides relacionados acima, é possível a utilização de métodos multi-resíduos, obtendo-se resultados considerados bastante satisfatórios (NFA, 1994).

Porém, devido a algumas irregularidades observadas na cultura do tomate de mesa praticada no município de Camocim de São Félix, como o uso de produtos não permitidos, por exemplo: Kelthane ® (dicofol) e Curacron ® (profenofós), provavelmente a inclusão desses produtos em estudos futuros forneça dados para uma avaliação ainda mais abrangente da prática agrícola adotada na região e dos riscos envolvidos na aplicação de praguicidas.

Com relação aos inseticidas organoclorados, ficou evidente, tanto pelos levantamentos obtidos pela Secretaria Estadual de Agricultura e EMATER/PE, como pelas análises residuais realizadas, que eles ainda são utilizados no Estado e, portanto, devem ser incluídos em todos os estudos analíticos realizados.

Os resultados analíticos obtidos pelo método multi-resíduos para os inseticidas organofosforados estudados foram negativos para as duas regiões produtoras de tomate. No tomate de mesa, foi detectada a presença de diazinon, porém em quantidade abaixo do limite de tolerância

estabelecido pela legislação brasileira, que é de 0,5 ppm. Na análise de duas amostras provenientes de Camocim de São Félix, os cromatogramas registraram um pico com tempo de retenção em 10,2 min, porém, pelo fato de este não coincidir com os tempos de retenção dos princípios ativos analisados neste trabalho, não foi possível a sua identificação.

Por outro lado, valores acima do permitido de inseticida organofosforado metamidofós (0,3 ppm), identificado por método específico, estavam presentes em 11,1% e 25% das amostras de tomate do Projeto Senador Nilo Coelho e de Camocim de São Félix, respectivamente. As concentrações encontradas variaram entre 0,3 ppm a cerca de 2,0 ppm para as duas regiões.

As duas concentrações de metamidofós mais elevadas encontradas no tomate industrial, 0,8 e 1,8 ppm, foram detectadas em plantações cujo fornecimento do pacote de praguicidas foi realizado pela mesma empresa, a TAT; porém, o produto técnico fornecido, Tamaron®, é de uso permitido nessa cultura, o que sugere a utilização indevida pelo produtor. Quanto à segunda variável considerada, época de plantio, observou-se que duas amostras de tomate positivas para metamidofós, amostras nºs 21 e 26, tiveram o seu plantio em época de seca, quando, segundo os técnicos agrícolas da região, há maior possibilidade da ocorrência de pragas; a terceira amostra de tomate positiva para metamidofós, nº 16, iniciou o plantio em época considerada intermediária entre chuva e seca.

Comparando-se os valores encontrados neste trabalho com os resultados de um monitoramento de praguicidas realizado no estado do Paraná durante cinco anos (Zandoná e Zappia, 1993), observou-se que os primeiros são elevados. No Paraná, 26 amostras de tomate foram

analisadas, das quais 38,5% apresentaram algum tipo de resíduo. Os princípios ativos encontrados foram: BHC, metamidofós, metaxil e aldicarb, em 100, 40, 80 e 43% das amostras investigadas, respectivamente. Porém, dos resultados encontrados para metamidofós, apenas um, com 0,35 ppm, representou violação da legislação vigente.

Na análise da ETU, três amostras de tomate industrial (11,1%) e apenas uma de tomate de mesa (3,1%) apresentaram resultados acima do limite de quantificação do método proposto. No entanto, a ETU foi detectada em 25 das 32 amostras de tomate de mesa (78,1%) e em 15 das 27 de tomate industrial (55,5%).

A legislação brasileira estabelece níveis de tolerância para os fungicidas da classe do EBDCs bastante discutíveis; para o maneb, a tolerância em tomate é de 2 ppb, enquanto que, para o mancozeb e zineb a tolerância estabelecida para a mesma cultura está baseada no resíduo de dissulfeto de carbono (CS_2), liberado na hidrólise ácida do fungicida e quantificado por colorimetria.

São raros os trabalhos de monitoramento de resíduos de fungicidas da classe dos EBDCs realizados no Brasil, sobretudo os baseados na detecção da ETU. Em um deles, Dal Piva e col.(1995) encontraram valores acima de 20 ppm em batatas inglesas cultivadas no Rio Grande do Sul, o que é bastante preocupante. O limite máximo de resíduos de ETU em água para alguns países é de 3 ppb (Neil e Williams, 1990); em alimentos, a Alemanha aceita até 50 ppb (Dal Piva, 1995), enquanto que a FAO/WHO estabeleceu valores entre 10 a 100 ppb para 11 tipos de vegetais (Bolzoni, 1993).

O trabalho realizado por Reis e Caldas (1991) mostra que a presença de ETU em tomate deve ser avaliada de forma criteriosa. Nesse estudo, envolvendo 466 amostras de hortaliças e frutas coletadas na cidade do Rio de Janeiro, resíduos de fungicidas ditiocarbamatos foram detectados, nas suas formas inalteradas, em 63% das amostras. Do total de amostras com resíduos de ETU, 24% encontravam-se com valores acima dos permitidos, e os tomates foram responsáveis por 38,2% dessas amostras que violaram a legislação em vigor. Os autores chamam a atenção para o fato de a ETU não ter sido analisada e poder estar presente em todas as amostras com resultados positivos para os fungicidas precursores da mesma.

Em termos de resíduos de praguicidas no tomate, no entanto, a maior prova de irregularidade foi detectada no tomate de mesa: das 32 amostras de tomate provenientes de Camocim de São Félix, nove, portanto, 28,1%, deram resultado positivo para o inseticida organoclorado endosulfan, e apenas um produtor citou o seu uso (Thiodan ®). Pode ter ocorrido omissão intencional dos demais produtores, visto que se trata de um produto de uso proibido para a cultura de tomate, mas pode ser, também, a dificuldade que têm de ler o rótulo, lembrar ou descrever os produtos empregados.

A contaminação, a baixas concentrações, por organoclorados não significa necessariamente o emprego direto desses produtos. Trabalhos confirmando a sua persistência nos solos por vários anos indicam a possibilidade de que a aplicação dos referidos praguicidas possa ter ocorrido anteriormente à portaria nº 329 de 02/09/85, do Ministério da Agricultura, com conseqüente contaminação do solo (Oliveira e Toledo,

1995). Porém, com uma meia vida de aproximadamente 6 meses no solo e a possibilidade de hidrólise na água, o endosulfan não é persistente e cumulativo como outros compostos clorados do grupo dos ciclodienos. (Lemes e col., 1993). Além disso, os níveis de endosulfan encontrados neste trabalho podem ser considerados altos, com valores até 510 ppb.

O endosulfan tem sido detectado em amostras de frutas e hortaliças comercializadas em algumas cidades do país, em diferentes períodos: em amostras coletados na CEASA de Belo Horizonte-MG, a concentração variou de 4 a 220 ppb (Soares, 1986); na cidade de São Paulo-SP, em trabalho de monitoramento realizado pelo Instituto Biológico entre 1983 a 1988, ele foi detectado em 29,3% das amostras (Guindani e Ungaro, 1988), e em outro monitoramento efetivado pelo mesmo órgão, no ano de 1994 (Gebara e col., 1995), ele foi detectado em frutas comercializadas na CEAGESP; concentrações de 14, 40 e 60 ppb foram encontradas em amostras da cidade de Campinas-SP (Oliveira e Toledo, 1995).

Em trabalho de monitoramento de alimentos consumidos no estado de São Paulo, realizado em 1994 pelo Instituto Adolfo Lutz, foram realizadas 4.809 determinações de inseticidas organofosforados e organoclorados em 242 amostras. Apenas uma irregularidade foi observada com relação a 10 ppb de endosulfan, quantificados em uma amostra de tomate, o que levou os autores a concluir que as normas regulamentadoras governamentais e as boas práticas agrícolas estavam sendo obedecidas e seguidas naquele estado (Barretto e col., 1996).

Segundo Garcia (1996), a detecção de endosulfan no trabalho de monitoramento realizado pelo Instituto Biológico de São Paulo, citado anteriormente (Guindani e Ungaro, 1988), indica fácil acesso dos

produtores a esse praguicida. Após 1985, apesar de proibido, ele tinha uso emergencial autorizado apenas para algumas culturas que não incluíam o morango e, mesmo nesses casos, mediante receituário agrônômico.

No Brasil, o endosulfan está classificado como éster do ácido sulfuroso de um diol cíclico, e o seu uso é permitido nas culturas de cacau e cana-de-açúcar, com tolerância de 10 ppb, e de café, cujos grãos podem conter até 40 ppb (ILSI-Brasil, 1995). Esse produto tem seu uso proibido na Bulgária e é severamente controlado na Dinamarca, Hungria, Grécia e Suécia desde 1986 (Dinham, 1993).

O endosulfan é constituído por dois estereoisômeros, alfa e beta. Pelo fato de o produto ser um éster, sua hidrólise é favorecida, o que transforma seus isômeros nos dióis e sulfatos correspondentes. O endosulfan diol e o sulfato de endosulfan, principais produtos de biotransformação do endosulfan, apresentam toxicidades distintas: o primeiro não é tóxico, enquanto que o segundo apresenta uma toxicidade similar à do composto precursor, e, por isso, considera-se resíduo de endosulfan a soma dos níveis encontrados dos isômeros alfa e beta e do sulfato de endosulfan (WHO, 1984; Lemes e col., 1993).

O endosulfan está entre os produtos que apresentam maior toxicidade aguda em peixes. É um inseticida organoclorado de amplo espectro. Em peixes, age no SNC, nas brânquias, em glândulas produtoras de hormônios, na concentração de proteínas séricas totais e alterações estruturais nos hepatócitos. Como consequência, a intoxicação por endosulfan pode alterar o comportamento, o metabolismo e o sucesso reprodutivo dos peixes. Descaracterização da forma celular e da membrana plasmática, lateralização nuclear, cromatina condensada na

região central e núcleos picnóticos, grandes vacúolos citoplasmáticos e necrose focal foram as alterações observadas nas células hepáticas de peixes expostos ao endosulfan por diferentes tempos. Os resultados indicaram que o endosulfan é altamente tóxico para a espécie de peixe *Brachydanio rerio* e que, apesar de sua rápida degradação na água, fica acumulado nos tecidos (Viana e Martins, 1995). Segundo Viana e Martins (1995), algumas alterações histológicas observadas sugerem evolução de neoplasias e indicam a necessidade de estudos da exposição a longo prazo. Em camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, foi observado que o endosulfan provoca alterações no comportamento natatório, perda de equilíbrio, mudança na coloração natural e aumento da frequência de muda (Lombardi e col., 1997). Portanto, cuidados especiais devem ser introduzidos no manuseio desse produto em locais próximos a mananciais, rios, lagos ou com declives que facilitem o seu arraste (Lemes e col., 1993).

O endosulfan pode ser absorvido pelo trato gastro-intestinal, por inalação ou por contato com a pele. O maior risco para o homem associado ao endosulfan é a exposição acidental ou ocupacional e, em caso de intoxicação aguda, podem ocorrer manifestações neurológicas, como irritabilidade e convulsões (Lemes e col., 1993).

Ainda com relação às amostras de tomate provenientes de Camocim de São Félix, é importante registrar a presença de picos não identificados durante a análise dos organoclorados em oito das 32 amostras. Nas condições estabelecidas, dois picos com tempos de retenção em 13,7 e 26 minutos indicavam a presença de algum outro produto cujo princípio ativo não estava sendo estudado. Foi realizada uma tentativa de identificação

utilizando-se os padrões dos fungicidas clorotalonil, cujo limite de tolerância é 1,0 ppm, e vinclozolina, de uso não permitido para o tomateiro, porém os tempos de retenção não corresponderam aos dos produtos suspeitos.

Considerando a atual legislação do país sobre resíduos de praguicidas em alimentos (ILSI-Brasil, 1995), três amostras provenientes do perímetro irrigado Projeto Senador Nilo Coelho (11,1%) estavam impróprias para consumo, em virtude dos níveis de metamidofós encontrados. A situação da produção de Camocim de São Félix foi mais grave, visto que 53,1% das amostras de tomate ($n = 17$) violaram o estabelecido pela nossa legislação, com níveis não permitidos para o organofosforado metamidofós e o organoclorado endosulfan.

Em estudo realizado por Carvalho em 1996, ficou evidenciado que, no período 1980 a 1994, o Vale do São Francisco, mais especificamente a agricultura irrigada e a exportação de frutas foram responsáveis pela maior produção de trabalhos científicos em relação a outras áreas do Estado de Pernambuco. As zonas da Mata e Agreste, onde se situa o Município de Camocim de São Félix, apresentaram o menor índice de estudos técnico-científicos.

Na atual legislação brasileira constam mais de 75 princípios ativos de praguicidas de origem química registrados para uso na cultura do tomate. Na sua maioria, são inseticidas, fungicidas, acaricidas e herbicidas (ILSI-Brasil, 1996; Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos-AGROFIT, 1997). Ainda assim, o uso de outros produtos com registro não autorizado para o tomateiro é prática comum, conforme foi observado no desenvolvimento deste trabalho. A situação é agravada pelo

fato de não existir qualquer tipo de controle sistemático de resíduos de praguicidas nos alimentos ou dos produtos comercializados no Estado e de serem poucas as campanhas efetivas na orientação, no apoio e na educação dos produtores envolvidos.

Em outras palavras, o problema em estudo é complexo, e, para uma avaliação, deve-se considerar, entre outras questões, se: 1) as quantidades utilizadas são adequadas para uma determinada praga; 2) há excesso na aplicação e, portanto, maior exposição ocupacional e possibilidade de resíduos tóxicos no alimento e ambiente; 3) as quantidades pulverizadas estão abaixo da dose efetiva para fungos e bactérias, o que apenas estaria tornando-os mais resistentes; 4) o período de carência está sendo respeitado; 5) ocorre contaminação dos aplicadores, inclusive de crianças da família que colaboram no campo.

O monitoramento de praguicidas em alimentos possibilita a avaliação da qualidade da produção agrícola, de tendências de aumento de uso desses produtos e da fonte de contaminação, além de fornecer dados para permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas, antes que a contaminação se torne um risco para a saúde pública ou cause grandes perdas econômicas (Barretto e col., 1996). É importante um levantamento de dados que permitam conhecer qual a ingestão diária de resíduos de praguicidas nos diferentes centros populacionais. Porém, deve-se ter em mente que os dados laboratoriais são limitados; nem sempre as amostras são representativas de uma determinada situação de risco, devido ao pequeno número de amostras analisadas, à restrição das classes analisadas, de transporte e acondicionamento (Garcia, 1996).

Os processos produtivos praticados na agricultura atingiram um determinado nível de dependência de praguicidas que, ainda por muitos anos, a população mundial estará vulnerável aos seus possíveis efeitos nocivos. Segundo Gravena (1997), a previsão para o próximo século é de que todas as pragas e doenças estarão em todas as partes do mundo devido à globalização e aos meios de comunicação e transporte cada vez mais eficientes e rápidos; outra preocupação é a de que o uso de praguicidas seja crescente em volume e área, o que causaria um impacto ambiental negativo e irreversível (Gravena, 1997).

Aproximadamente 2,5 milhões de toneladas/ano de praguicidas já são aplicadas na agricultura mundial e movimentam 20 bilhões de dólares. É significativa a contribuição desses produtos para a manutenção da produção de alimentos. As estimativas indicam que as perdas com pragas aumentariam 10%, se não fosse utilizado qualquer tipo de praguicida, e algumas culturas específicas teriam perda de até 100%. A maior parte dos benefícios, no entanto, baseia-se somente no retorno direto da colheita, não inclui os custos ambientais e de saúde pública indiretos associados aos praguicidas (Pimentel e col., 1992).

Condenar sumariamente o uso de praguicidas pode não ser, ainda, uma postura realista, visto que as alternativas, existentes em pequenas escalas, necessitam de mais apoio para poder alcançar os níveis desejados de produção agrícola. O objetivo deve ser, portanto, usá-los racional e adequadamente, adotando políticas que reduzam, consideravelmente, o custo humano e ambiental.

O Sistema Nacional de Informações Tóxico-farmacológicas (SINITOX, 1995) registrou, no período de 1993 a 1995, um crescimento de

cerca de 18,2% ao ano das intoxicações por praguicidas no país. Foram registrados, nesse mesmo período, 150.224 casos de intoxicações, dos quais 8,6% relacionavam-se com os praguicidas, que ocupam a terceira posição dentre os demais agentes tóxicos. Dos 1.040 óbitos registrados, 36,5% referem-se aos praguicidas, que ocupam o primeiro lugar e estão entre os três principais agentes tóxicos relacionados aos óbitos para todas as faixas etárias (Bortoletto e Bochner, 1997).

As intoxicações agudas por praguicidas, em determinadas regiões do país, estão bem definidas e em outras são totalmente sub-registradas. Na região Nordeste, no ano de 1993, foram diagnosticados 10.223 casos de intoxicações agudas, dos quais 1.069 ocorreram no estado de Pernambuco; em relação aos praguicidas, foram registrados apenas 307 casos de intoxicações agudas e nenhum deles foi considerado acidente de trabalho, conforme dados do SINITOX de 1993. Em 1995, foram registrados 9.254 casos de intoxicações na região Nordeste, dos quais 536 relacionavam-se ao uso de praguicidas e apenas 50 foram considerados de origem profissional (SINITOX, 1995).

Os programas de treinamento e qualidade de mão-de-obra, implantados pelas administrações regionais do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), têm proposto medidas para contornar as dificuldades no uso de praguicidas, oferecendo segurança aos aplicadores e preservação ambiental, e representam uma das poucas iniciativas dirigidas para o trabalhador (Góis, 1996).

No entanto, a falta de regulamentação observada no trabalho rural é uma das maiores dificuldades para as medidas de proteção, uma vez que a lei se aplica aos trabalhadores formais.

No Brasil, existem normas regulamentando o uso de praguicidas na agricultura, mas, salvo em alguns estados, que dispõem de fiscalização efetiva, a obediência às leis ainda esbarra em questões sócio-culturais particulares de cada realidade; a contribuição no âmbito do laboratório de análise de resíduos é importante quando acompanha políticas que buscam tratar o problema dentro de sua globalidade.

7 - CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível concluir que:

- os métodos validados para a análise de resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados em tomate foram satisfatórios, segundo os limites toleráveis estabelecidos pela legislação vigente;
- a utilização do detector eletroquímico acoplado à cromatografia a líquido será importante para determinar níveis mais baixos de resíduos de ETU em tomates: 67,8% das amostras totais apresentaram resíduos de ETU, porém apenas 6,8% foram quantificadas com segurança;
- os dados obtidos neste estudo, em laboratório e nos levantamentos realizados, poderão orientar futuras ações de avaliação e monitoramento de produtos oriundos da agricultura local e orientar a seleção de métodos multi-resíduos ou seletivos a serem implementados;
- 11,1% das amostras provenientes da produção de tomate industrial estavam impróprias para consumo, em virtude dos níveis de metamidofós encontrados; a situação da produção de tomate de mesa foi mais grave, visto que 53,1% das amostras de tomate violaram o estabelecido pela legislação brasileira, com valores acima do permitido para o inseticida organofosforado metamidofós e a presença ilegal do organoclorado endosulfan;
- os trabalhos rurais de cultura do tomate apresentaram características sócio-ambientais desfavoráveis para a qualidade de vida dos indivíduos envolvidos; a morbidade referida foi compatível com o quadro clínico esperado para expostos a praguicidas;

- a implantação do laboratório de análise de resíduos de praguicidas na rede estadual foi um passo de extrema importância para as ações de programas de vigilância à saúde e ambiental; o Estado, hoje, encontra-se apto para responder às demandas de monitoramento e controle de resíduos de praguicidas em alimentos, de certificação de produção limpa, o que contempla nesse processo a saúde do trabalhador e da população em geral e a preservação do meio ambiente.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAKERLI, R. Amostragem e sua influência nos resultados de resíduos. In: Encontro Nacional de Analistas de Resíduos de Pesticidas, 15º, São Paulo, 1991. *Resumos*. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1991. p. 30-43.
- ALMEIDA, J.A. & SOARES, D.M. Análise de variáveis sociais na questão do uso dos agrotóxicos: o caso da fumicultura. *Ciênc. Amb.*, 3: 85-104, 1992.
- ALMEIDA, M.E.W. & BARRETTO, H.H.C. Resíduos de pesticidas clorados em leite consumido em São Paulo. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 31:13-20, 1971.
- ALMEIDA, W.F. Intoxicação pelos modernos inseticidas. *Rev. Paul. Med.*, 55: 380-94, 1959.
- AMBRUS, A. The influence of sampling methods and other field techniques on the results of residue analysis. In: Geiss-Bühler, H., ed. *Advance in pest science*. Pergamon Press, 1978. p.620-32.
- AMERICAN VEGETABLE GROWER. *EBDC decision: sound science*. Washington, 1992.
- ANDRADE, M.J.F.V. Economia do meio ambiente e regulamentação: análise da legislação brasileira sobre agrotóxicos. Rio de Janeiro, 1995. [Dissertação de Mestrado – Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas].
- ANKUMAH, R.O. & MARSHALL, W.D. Persistence and fate of ethylenethiourea in tomato sauce and paste. *J. Agric. Food Chem.*, 32:1194-8, 1984.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO: 1992. Recife, Instituto de

- Planejamento de Pernambuco, 1995. v.41.
- ARAÚJO, A. C. P. & GORNI, R. Determinação de ETU por cromatografia líquida: validação de metodologia. In: Congresso Brasileiro de Toxicologia, 9º, Ribeirão Preto, 1995. *Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Toxicologia, 1995. p. 135.
- ARAÚJO, A. C. P.; KYT, S.N.V.; TELLES, D. L. Exposição ocupacional a agentes químicos em indústrias do Estado de Pernambuco. *Rev.Bras.Saúde Ocupac.*, 80: 45-49, 1993.
- ARAÚJO, A. C. P.; RIBEIRO, R. D. Estudos dos níveis de nitratos e nitritos em linguças comercializadas na cidade de Recife. *Rev. Bras. Toxicol.*, 5: 17-18, 1992.
- ARAÚJO, A. C. P.; TELLES, D. L.; ALMEIDA, M.G.; NASCIMENTO, E.S. Determinacion de aflatoxinas en cacahuetes comercializados en Recife. *Alimentaria*, 249: 35-37, 1994.
- ARAÚJO, A. C. P.; TELLES, D. L.; GORNI, R.; LIMA, L. A. Organochlorine pesticides contamination in the Ipojuca Basin, Brasil. *Environ. Technol.*, 19: 109 – 113, 1998.
- ARGERICH, C. A.; MELO, P. C. T.; VALDERRAMA, L. A. Update on the agro-industry situation of processing tomatoes in South American countries. In: International Conference on the Processing Tomato, 1st, Recife, 1996. *Proceedings*. Alexandria, ASHS Press, 1997.p.15-21.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. Vendas de defensivos agrícolas 1995/1996. São Paulo, 7p.[Mimeografado]
- BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K.; LARA, W.H. Determinação de fosfina em alimentos. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 44: 149-153, 1984.

- BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K.; LEMES, V.R.R. Níveis de pesticidas organoclorados em gordura de frango, 1988-1991. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 52: 97-100, 1992.
- BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K.; LEMES, V.R.R.; KUSSUMI, T.A.; SCORSAFAVA, M.A.; ROCHA, S.O.B. Monitoramento de resíduos de pesticidas em alimentos comercializados no Estado de São Paulo em 1994. *Pestic. Rev. Téc. Cient.*, 6: 1-12, 1996.
- BATISTA, G. C. Orientação para estudos de resíduos – amostragem. In: Encontro de Analistas de Resíduos de Pesticidas, 10º, São Paulo, 1986. *Anais*. São Paulo, GARP, 1986. p.40-53.
- BIECHE, B. Update on the agro-industry situation of processing tomatoes in the AMITOM countries. In: International Conference on the Processing Tomato, 1st, Recife, 1996. *Proceedings*. Alexandria, ASHS Press, 1997. p.2-9.
- BOLZONI, L.; SANNINO, A.; BANDINI, M. Determination of ethylenethiourea and propylenethiourea in tomato products and in fruit purees. *Food Chem.*, 47: 299-302, 1993.
- BORTOLETTO, M. E. & BOCHNER, R. Intoxicações por agrotóxicos no Brasil: uma análise das tendências no período de 1993 a 1995. *Rev. Bras. Toxicol.*, 10: 23, 1997. (Suplemento).
- BOTTOMLEY, P.; HOODLESS, R. A.; SMART, N. A. Review of methods for the determination of ethylenethiourea (imidazolidine-2-thione) residues. *Res. Rev.*, 95: 45-89, 1985.
- BRANCO, E. P. Construção do fosso para descarte de embalagens de agrotóxicos. *Lavoura*: 16-7, set/out, 1994.

- BULL, D. & HATHAWAY, D. *Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo*. Rio de Janeiro, Vozes/OXFAM/FASE, 1986.
- CACCIALANZA, G.; GANDINI, C.; ROGGI, C.; ZECCA, E. Determinazione diretta di 2-imidazolidietione(ETU) in matrici alimentari mediante cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC). *Farmaco*, 35: 449, 1980.
- CACCIALANZA, G.; GANDINI, C.; ROGGI, C.; ZECCA, E. Detection and determination of ethylenethiourea in grapes and wine. *Farmaco*, 36: 73, 1981.
- CALUMPANG, S. M. F.; MEDINA, M. J. B.; ROXAS, N. P.; MAGALLONAS, E. D. Movement and degradation of mancozeb fungicide and its metabolites, ethylenethiourea and ethyleneurea in silty clay loam soil. *Int. J. Pest Manag.*, 39:161-6, 1993.
- CAMONI, I.; MUCCUI, A.; PONTECORVO, D.; CITTI, P. Survey of ethylenethiourea (ETU) in ethylenebisdithiocarbamate (EBDC) fungicides. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 16: 176-9, 1988.
- CANOSSA, E.; ANGIULI, G.; GARASTO, G.; BUZZONI, A.; DE ROSA, E. Indicatori di dose in agricoltori esposti a mancozeb. *Med. Lav.*, 84: 42-50, 1993.
- CARVALHO, J.P.; NISHIKAWA, A.M.; ARANHA, S.; FAY, E.F. Resíduos de praguicidas organoclorados em gordura bovina. *Biológico*, 50: 39-48, 1984.
- CARVALHO, J.P.; NISHIKAWA, A.M.; FAY, E.F. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados em produtos cárneos sob inspeção federal. *Rev. Saúde Públ.*, 14: 408-419, 1980.

- CARVALHO, M. A. A questão alimentar em Pernambuco à luz da ciência da informação. Rio de Janeiro, 1996. [Dissertação de Mestrado – Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro].
- CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGÍA HUMANA Y SALUD. *Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas*. México, 1991. (OMS – Serie Vigilancia, 11).
- CHASIN, A. M.; CHASIN, M.; SALVADORI, M. C. Validação de métodos cromatográficos em análises toxicológicas. *Rev. Farm. Bioquim. Univ. S. Paulo*, 30:49-53, 1994.
- CHEAH, U. B. Mancozeb residues in highland and lowland tomatoes. *Mardi Res. Bull.*, 13: 279-83, 1985.
- CIENTEC. Controle sistemático de resíduos de defensivos agrícolas em trigo e soja. Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 1981.
- COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, Las Haya, 1995. *Report: Resíduos de plaguicidas presentes en alimentos y piensos*. Rome, Organizacion Mundial de la Salud, 1995. (WHO – CX/PR 96/5 – Parte A, 28ª reunión).
- COMPANHIA DE ABASTECIMENTO E DE ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – CEAGEPE. *Análise conjuntural de mercado a nível de atacado na unidade CEASA-PE*. Secretaria de Agricultura, Recife, 1996.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO-CODEVASF. Brasil: Contratos de Empréstimo 576/SF-BR e 350/OC-BR, Brasília, 1989. Projeto de Irrigação Vale do Massangano (Senador

Nilo Coelho) – Avaliação Ex-Post.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO-CODEVASF. 3ª Superintendência Regional, Petrolina, 1996. Informações Técnicas, Petrolina, 1996. (Relatório Anual).

COORDENAÇÃO DE FISCALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS – AGROFIT/97. Sistema de Produtos Fitossanitários. Brasília, 1997, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

DAL PIVA, G.G.S.; MIRANDA, L.A.S.; DAL PIVA, S.L. Pesquisa de ETU em batatas inglesas da região de Silveira Martins, RJ. In: Congresso Brasileiro de Toxicologia, 9º, Ribeirão Preto, 1995. *Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Toxicologia, 1995. p.137.

DEARFIELD, K. L. Ethylenethiourea (ETU): a review of the genetic toxicity studies. *Mutat. Res.*, 317:111-32, 1994.

DINHAM, B. *The pesticide hazard: a global health and environmental audit*. London, Zed Books, 1993.

DISERENS, H. Determination of ethylene thiourea in various foods. Lausanne, Nestle, 1991.[Laboratory news, 62].

DOERGE, D. & YEE, A. B. K. Liquid chromatographic determination of ethylenethiourea using pulsed amperometric detection. *J. Chromatogr.*, 586:158-60, 1991.

DURVAL, G. Investigación disciplinaria y enfoque sistémico. *Avance y Perspectiva*, 12: 67-75, 1993.

DUTCH MINISTRY OF PUBLIC HEALTH, WELFARE AND SPORT. General Inspectorate for Health Protection. *Analytical methods for pesticide*

residues in foodstuffs – Part I. Amsterdam, 1996.

ELIA, M. C.; ARCE, G.; HURT, S. S.; NEILL, P. J.; SCRIBNER, H. E. The genetic toxicology of ethylenethiourea: a case study concerning the evaluation of a chemical's genotoxic potential. *Mut. Res.*, 341: 141-9, 1995.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. *EPA's final EBDC decision draws support.* Pestic. Toxic. Chem. News (19): 23-5, Feb.19, 1992.

FERRARI, A. *Agrotóxicos: a praga da dominação.* Porto Alegre, Mercado Aberto, 1985.

FERREIRA, A. C.; SANTOS, R. O; MENEZES, D. Avaliação da resistência a murcha bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) em cultivares de tomateiro. In: Congresso de Iniciação Científica da UFRPE, 5º, Recife, 1995. *Anais.* Recife, Ed. UFRPE, 1995. p.76.

FERREIRA, H. S. Pesticidas no Brasil: impacto ambiental e possíveis conseqüências de sua interação com a desnutrição humana. *Rer. Bras. Saúde Ocup.*, 80: 51-61, 1993.

FISCHER, L. R. & MELO, L. A. *O trabalho feminino: efeitos da modernização agrícola.* Recife, Massangana, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *Food, Nutrition and Agriculture.* Rome, 1995a, vol.13/14, 1995.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, *FAO yearbook: production.* Rome, 1995b. vol. 48. (FAO Statistics Series, 125).

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Pesticide Program. Washington, 1993 (FDA – Residue monitoring, 1993).

FRAKES, R. A. Drinking water guideline for ethylenethiourea, a metabolite of ethylenebisdithiocarbamate fungicides. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 8: 207-18, 1988.

FRANÇA, J. G. E. & ARRUDA, G. Conferencia magistral: biologia, cría y uso de los enemigos naturales para el control de Bemisia tabaci (Biotipo B). [Apresentado ao VI Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Germinivirus, Santo Domingo, República Dominicana, 1997].

FRANEKIÉ, J.; BRATULIÉ, N.; PAVLICA, M.; PAPES, D. Genotoxicity of dithiocarbamates and their metabolites. *Mut. Res.*, 325: 65-74, 1994.

FUNDAÇÃO IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1994. v.49.

FUNDACENTRO. Projeto de avaliação e prevenção de intoxicação por agrotóxicos. Petrolândia, Santa Maria da Boa Vista e Vitória de Santo Antão - Relatório de análise de dados. Recife, 1996. [Mimeografado]

GARCIA, E. G. Segurança e saúde no trabalho rural com agrotóxicos: contribuição para uma abordagem mais abrangente. São Paulo, 1996. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

GEBARA, A. B.; FERREIRA, M.S.; CISCATO, C.H.P.; SANTIAGO, M.R. Resíduos de agrotóxicos em frutas comercializadas na CEAGESP. In: Congresso Brasileiro de Toxicologia, 9º, Ribeirão Preto, 1995. *Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Toxicologia, 1995. p. 144.

GOÍS, J. M. Defensivos agrícolas. *A granja*, 52: 46-8, 1996.

- GRAVENA, S. Impacto ambiental do uso de praguicidas. *Rev. Bras. Toxicol.*, 10:5, 1997. (Suplemento).
- GREVE, P. A. & HERBOLD, H. A. A simple HPLC procedure for the determination of ethylenethiourea (ETU) in cooked vegetables. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent*, 48: 933-5, 1983.
- GUINDANI, C. M. A. & UNGARO, M. T. S. Avaliação de resíduos de dicofol e endosulfan em morangos comercializados. *Biológico*, 54: 53-4, 1988.
- HAJI, F. N. P. Ações para o problema da traça do tomateiro na região do submédio São Francisco. In: Encontro sobre manejo de pragas do tomateiro, 1º, Petrolina, 1989. *Anais. Petrolina*, Ed. EMBRAPA/CPATSA, 1989. p. 1-9 (Documentos, 65).
- HOFFMANN, W. Organochlorine compounds: risk of non-Hodgkin's lymphoma and breast cancer? *Arch. Environ. Heal.*, 51: 189-192, 1996.
- HOGENDOORN, E. A.; van ZONEN, P.; BRINKMAN, U. A. Column-switching RPLC for the trace-level determination of ethylenethiourea in aqueous samples. *Chromatographia*, 31: 285-92, 1991.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO – ITEP. Estudo da qualidade da água do Município de Camocim de São Félix. Recife, 1997 (Relatório técnico, 5923).
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. Genetic and related effects. *IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risk Hum. Suppl.*, 6: 304-7, 1987.
- INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE – ILSI. *Relação de substâncias para uso fitossanitário e domissanitário –Portarias do Ministério da Saúde*. São Paulo, 1995, Sellar Comunicação, 716p. (ILSI

Brasil – monografias).

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY - IUPAC.

Comissão de resíduos de praguicidas da comissão de química aplicada da IUPAC (IUPAC, 1977) IUPAC. *Ethylenethiourea. Pure Appl. Chem*, 49: 675, 1977.

JOINT MEETING OF THE FAO PANEL OF EXPERTS ON PESTICIDE

RESIDUES IN FOOD AND THE ENVIRONMENT AND THE WHO EXPERT GROUP ON PESTICIDE RESIDUES - JMPR, Geneve, 20-29 September, 1993. *Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations plant production and protection (FAO - paper 122, 1994).

JOINT MEETING OF THE FAO WORKING PARTY OF EXPERTS AND THE

WHO EXPERT COMMITTEE ON PESTICIDE RESIDUES - JMPR, Rome, 1974. *Report: Pesticides residues in food*. Geneva, World Organization, 1975. (WHO – Technical Report Series, 574; FAO – Agricultural Studies, 17).

JONHSON, E.I. & TYLER, J.F.C. Occurence of ethylenethiourea in

thiocarbamate fungicides and its detection in fruit juice. *Chem. Ind.*, 5: 305, 1962.

KING, R.R. Derivatization of ethylenethiourea with m-trifluoromethylbenzyl

chloride for analysis by electrocapture gas chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 25: 73-5, 1977.

KOBAYASHI, H.; NISHIDA, M.; MATANO, O.; GOTO, S. Effect of cysteine

on the stability of ethylenethiourea and ethylenebisdithiocarbamate in crops during storage and/or analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 76-80,

1992.

- KRATOCHVIL, B. Sampling for chemical analysis of the environment: Statistical considerations. In: Kurtz, D. A., ed. *Trace residue analysis: chemometric estimations of amount uncertainty and error*, Philadelphia, American Chemistry Society, 1985. [ACS Symposium Series, 284].
- KRATOCHVIL, B. General principles of sampling. In: *Sampling and Calibrations for Atmospheric Measurements - ASTM STP 957*. Philadelphia, J.K.Taylor Ed., 1987. p.5-13.
- KRATOCHVIL, B. & PEAK, J. Sampling techniques for pesticides analysis. In: Sherma, J., ed., *Analytical methods for pesticides and plant growth regulators*. New York, Academic Press, 1989, vol. 17, p.1-33.
- KRAUSE, R. T. Liquid chromatographic-electrochemical determination of ethylenethiourea in foods by revised official method. *J. Assoc. Off. Anal. Chem*, 72: 975-9, 1989.
- KRAUSE, R. T. & WANG, Y. Liquid chromatographic-electrochemical technique for determination of ethylenethiourea residues. *J. Liq. Chromatogr.*, 11: 349-62, 1988.
- KUMAR, U. & AGARWAL, H. C. Degradation of Dithane M-45 residues in brinjals during cooking. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 47: 725-31, 1991.
- KUMAR, U. & AGARWAL, H. C. Fate of [^{14}C] mancozeb in egg plants (*Solanum melongena* L.) during summer under sub-tropical conditions. *Pestic. Sci.*, 36:121-5, 1992.
- KURTTIO, P. & SAVOLAINEN, K. Ethylenethiourea in air and in urine as an indicator of exposure to ethylenebisdithiocarbamate fungicides. *Scand.*

- J. Work Environ. Health*, 16: 203-7, 1990.
- KURTTIO, P.; VARTIAINEN, T.; SAVOLAINEN, K. A high performance liquid chromatographic method for the determination of ethylenethiourea in urine and on filters. *Anal. Chim. Acta*, 212: 297-301, 1988.
- KURTTIO, P.; VARTIAINEN, T.; SAVOLAINEN, K. Environmental and biological monitoring of exposure to ethylenebisdithiocarbamate fungicides and ethylenethiourea. *Br. J. Ind. Med.*, 47: 203-6, 1990.
- KURTTIO, P.; VARTIAINEN, T.; SAVOLAINEN, K. Measurement of ethylenethiourea using thermospray liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Anal. Toxicol.*, 16: 85-7, 1992.
- LARA, W. A. Tolerância tem limites. *Ciênc. Cult.*, 4: 63-4, 1986.
- LARA, W. A. Laboratório de análise de resíduos de pesticidas no Brasil. In: Encontro Nacional de Analistas de Resíduos de Pesticidas, 13º, São Paulo, 1988. *Resumos*. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1988. p. 42-53.
- LARA, W.H. & BARRETTO, H.H.C. Resíduos de pesticidas clorados em águas. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 32: 69-74, 1972a.
- LARA, W.H. & BARRETTO, H.H.C. Resíduos de pesticidas clorados em alimentos. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 32: 89-94, 1972b.
- LARA, W.H.; BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K. Variação dos níveis de resíduos de pesticidas organoclorados em leite consumido na cidade de São Paulo em 1979. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 40: 65-74, 1980a.
- LARA, W.H.; BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K. Níveis de BHC e DDT

- em peixes, camarões e ostras do litoral de Santos, Estado de São Paulo. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 40: 29-33, 1980b.
- LARA, W.H.; BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K. Resíduos de pesticidas organoclorados em leite humano, São Paulo, Brasil, 1979-1981. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 42: 45-52, 1982.
- LARA, W.H.; BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K. Variação dos níveis de resíduos de pesticidas organoclorados em leite pasteurizado tipo B, distribuídos na cidade de São Paulo, de 1980 a 1981. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 45:43-52, 1985.
- LARA, W.H.; BARRETTO, H.H.C.; TAKAHASHI, M. Y. Resíduos de pesticidas clorados em conservas de carne bovina. *Rev.Inst.Adolfo Lutz*, 31: 63-70, 1971.
- LARINI, L. *Toxicologia*. 2 ed. São Paulo, Manole, 1993.
- LEHOTAY, J.; BRANDSTETEROVA, E.; OKTAVEC, D. High-performance liquid chromatographic determination of ethylenethiourea in food. *J. Liq. Chromatogr.*, 15: 525-34, 1992.
- LEHOTAY, J. & KISOVÁ, D. HPLC study of mancozeb degradation on leaves. *J. Liq. Chromatogr.*, 16: 1015-22, 1993.
- LEMES, V. R. R.; INOMATA, O. N. K; BARRETTO, H. H. C. Resíduos de endosulfan em tubérculos e frutos. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 53: 49-54, 1993.
- LISI, P. & CARAFFINI, S. Pellagroid dermatitis from mancozeb with vitiligo. *Contact Dermatitis*, 13: 124-5, 1985.
- LISKA, E. R.; BROUWER, A. G.; OSTHEIMER, H.; LINGEMAN, H.;

- BRINKMAN, U. A. Rapid screening of a large group of polar pesticides in river water by on-line trace enrichment and column liquid chromatography. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 47: 267-91, 1992.
- LOMBARDI, J. V.; GARCIA, A. L. B.; MACHADO NETO, J. G.; KUBO, E.; BOOCK, M. V. Toxicidade aguda dos pesticidas Gesapax-500 (ametrina) e Thiodan-CE (endosulfan) para o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. *Rev. Bras. Toxicol.*, 10: 83, 1997. (Suplemento).
- LONGBOTTOM, J. E.; EDGELL, K. W.; ERB, E. J.; LOPEZ-AVILA, V. Gas chromatographic/nitrogen-phosphorus detection method for determination of ethylenethiourea in finish drinking waters: collaborative study. *J. AOAC*, 76: 1113-20, 1993.
- LUKE, M. A.; FROBERG, J. E.; MASUMOTO, H. T. Extraction and cleanup of organochlorine, organophosphate, organonitrogen and hydrocarbon pesticides in produce for determination by gas-liquid chromatography. *J. AOAC*, 58: 1020-6, 1975.
- LUNA, A. J.; TEXEIRA, M. C.; CORREIA, M.; DANTAS, R. C.; MOURA, V. V. R. Resultados e ações de prevenção de intoxicação por organofosforados e carbamatos da campanha "Agrotóxicos: responsabilidade de todos". São Paulo, FUNDACENTRO, 1992. [Apresentado ao 1º Seminário de Destinação de Embalagens de Agrotóxicos no Estado de Pernambuco, Recife, 1995].
- MAIA, R. & BRANT, P. C. Estudo comparativo da contaminação da carne bovina por resíduos de pesticidas clorados, nas regiões do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Rev. inst. Adolfo Lutz*, 40: 15-21, 1980.

- MARSHALL, W. D. Preprocessing oxidative washes with alkaline hypochlorite to remove ethylenebis(dithiocarbamate) fungicide residues from tomatoes and greenbeans. *J. Agric. Food. Chem.*, 30: 649-52, 1982.
- MARUYAMA, M. Residue analysis of ethylenethiourea in vegetables by high-performance liquid chromatography. *Fresenius J. Anal. Chem.*, 348: 324-6, 1994.
- MASSEY, P.; KEY, P. E.; McWEENY, D. J. Analysis of ethylenethiourea in beer by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 240: 254-6, 1982.
- MATSOVA, E.; CHOVANCOVA, J.; BUZINKAIOVA, T. Capillary gas chromatography of ethylenethiourea, a degradation product of ethylenebis(dithiocarbamates). *J. Chromatogr.*, 286: 331, 1984.
- MEIRING, H. D. & DE JONG, A. P. J. M. Determination of ethylenethiourea in water by single-step extractive derivatization and gas chromatography-negative ion chemical ionization mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 683: 157-65, 1994.
- MELO, L. A. Reprodução da subordinação de gênero: o caso da mulher trabalhadora rural de empresas de uva do submédio São Francisco. Recife, 1997. [Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração Rural e Comunicação Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco].
- MERCOSUR. *Resíduos de plaguicidas em produtos agrícolas in natura: MERCOSUR/GMC/RES, 23/54*. In: Associação Brasileira da Indústrias de Alimentos. *Compêndio Mercosul: legislação alimentos e bebidas*.

São Paulo, ABIA, 1995.

MESTRES, R. & MESTRES, G. Ethylenebisdithiocarbamate and ethylenethiourea residues in food. *Rev. Bras. Toxicol.*, 4: 11-8, 1991.

MITCHELL, L.R. Collaborative study of the determination of endosulfan, endosulfan sulfate, tetrasul and tetradifon residues in fresh fruits and vegetables. *J. Asso. Off. Anal. Chem.*, 59: 209-212, 1976.

MOZA, P. N. & HUSTERT, K. An attempt to separate ethylenethiourea and ethyleneurea, degradation products of ethylenebis(dithiocarbamates), using HPLC. Radiotracer studies of fungicide residues in food plants. *IAEA Tec. Doc.*, 554: 107-10, 1989.

MURPHY, S.D. Toxic effects of pesticides. In: Casarett and Doull's toxicology – the basic science of poisons. 3 ed., New York, McMillan, 1986. p.519-81.

NASCHENVENG, R. A. Consequências sociais da utilização de defensivos agrícolas. *Rev. Bras. Saúde Ocup.*, 41: 7-13, 1983.

NASH, R. G. Gas liquid chromatographic method for determining ethylenethiourea in plants. *J. AOAC.*, 58: 566-71, 1975.

NATIONAL FOOD ADMINISTRATION (NFA). Pesticides residues in food of plant origin, 1994. Uppsala, 1995. (Rapport 20/95).

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH). National Toxicology Program. *Toxicology and carcinogenesis studies of ethylenethiourea in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed studies)*. Washington, DC, 1992. (NIH Publication, 92-2843; National Toxicology Program Technical Report Series, 388).

- NEBBIA, C.; FERRERO, E.; VALENZA, F.; CASTAGNARO, M.; RE, G.; SOFFIETTI, M. G. Pathologic changes, tissue distribution and extent of conversion to ethylenethiourea after subacute administration of zinc ethylene-bis-dithiocarbamate (zineb) to calves with immature rumen function. *Am. J. Vet. Res.*, 52: 1717-22, 1991.
- NEIL, G. D. & WILLIAMS, J. S. Ethylenethiourea in Maine ground water. Report, 1990. Department of Conservation, Maine Geological Survey, Augusta, 1990.
- NEWSOME, W. H. Determination of ethylenethiourea residues in apples. *J. Agric. Food Chem.*, 20: 967-9, 1972.
- NISHIKAWA, A.M.; FAY, E.F.; CARVALHO, J.P.; ARANHA, S. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados em conservas de carne bovina. *Biológico*, 48: 189-193, 1982.
- NITZ, S.; MOZA, P. N.; KORTE, F. Capillary gas liquid chromatographic method for determination of ethylenethiourea and propylenethiourea in hops, beer and grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 30: 593, 1982.
- OLIVEIRA, J.J.V. & TOLEDO, M.C.F. Resíduos de agrotóxicos em morangos. *Pest.Rev.Tec.Cient.*, 5: 95-100, 1995.
- ONLEY, J. H. & YIP, G. Determination of ethylenethiourea residues in food, using thin layer and gas chromatography. *J. AOAC.*, 54: 165-9, 1971.
- PAESE, H. L. & HOLT, R. F. Manganese ethylenebis (dithiocarbamate) (maneb)/ethylenethiourea (ETU) residues studies on five crops treated with ethylenebis (dithiocarbamate) (EBDC) fungicides. *J. Agric. Chem.*, 25: 561-7, 1977.

- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION - PAHO. Pesticides and health in Americas. Washington, 1993. (Environmental Series, 12).
- PELEGRI, R.; BELTRÁN, V.; COSCOLLÁ, R.; CUÑAT, P. La determinación de residuos de etilentiourea como índice de la contaminación de produtos agrícolas por etilenbisditiocarbamatos. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 28: 415-20, 1988.
- PELLACANI, M. A.; GUIDETTI, C.; RABITTI, T.; VANDELLI, F. Antiparassitari in viticoltura: Residui nel prodotto e contaminazione ambientale. *Inf. Agrar.*, 14: 45-46, 1993.
- PEROCCO, P.; COLACCI, A.; BONORA, B.; GRILLI, S. In Vitro transforming effect of the fungicides metalaxyl and zineb. *Teratog. Carcinog. Mutagen.*, 14: 73-80, 1995.
- PIMENTEL, D.; ACQUAY, H.; BILTONEN, M.; RICE, P.; SILVA, M.; NELSON, J.; LIPNER, V.; GIORDANO, S; HOROWITZ, A.; D'AMORE, M. Environmental and economic costs of pesticide use. *Bioscience*, 42: 750-60, 1992.
- PIMENTEL, D.; McLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; KLEINMAN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W. J.; GRAAP, E.; KEETON, W.S.; SELIG, G. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 46: 273-88, 1993.
- PLANET, N. Envenenamento produzido por inseticidas em operários rurais no combate às pragas d algodão. *Rev. Paul. Med.*, 37: 59-60, 1950.
- PRECHEUR, R. J.; Management of fungicide residues on processing tomatoes. *Plant Dis.*, 76: 700-2, 1992.
- PREZOTTI, L.; HAJI, F. N. P.; HONDA, O. T. ; ALENCAR, J. A.; ALENCAR,

- C. M. Seletividade de inseticidas utilizados no controle da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta*, sobre *Trichogramma pretiosum*, em laboratório. In: Simpósio de Controle Biológico-Siconbiol, 5º, Foz do Iguaçu, 1996. *Anais*. Curitiba, EMBRAPA-CNPSO/COBRAFI, 1996. p.373.
- REIS, M. R. C. S. & CALDAS, L. Q. A. Dithiocarbamate residues found on vegetables and fruit marketed in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Ciênc. Cult.*, 43: 216-8, 1991.
- REPETTO, R. & BALIGA, S. S. *Pesticides and the immune system: the public health risks*. Washington, World Resources Institute, 1996.
- RINCÓN, A. R. Crucial factors affecting the processing tomato-growing system in relation to fruit quality and impact on the environment. In: International Conference on the Processing Tomato, 1st, Recife, 1996. *Proceedings*. Alexandria, ASHS Press, 1997.p.34-40.
- RODRIGUES, D. C. Intoxicação por inseticidas. *Biológico*, 23: 137-40, 1957.
- RODRIGUEZ, R. R., RODRIGUEZ, J. M. T., SAN JUAN, J. A. M. *Cultivo moderno del tomate*. 2ª ed. Madrid, Mundi-Prensa Libros, 1997.
- ROGERS, E.; TUFTS, K.; WESTBERG, G. L. *Determination of ethylenethiourea in crops*. Sacramento, Morse Laboratories, 1989. (Analytical method, MTF-88AM-004).
- ROSS, M. A. & LEMBI, C. A. *Applied Weed Science*. Minneapolis, Burgess Pub., 1985.
- RÜEGG, E.F.; PUGA, F.R.; SOUZA, M.C.M.; ÜNGARO, M.T.S.; FERREIRA, M.S.; YOKOMIZO, Y.; ALMEIDA, W.R. *Impacto dos agrotóxicos sobre o*

- ambiente, a saúde e a sociedade*. 2ª ed. São Paulo, Ícone, 1991.
- SCHWARTZMAN, S. Tratamento das intoxicações por inseticidas organofosforados. *Rev. Paul. Med.*, 57: 107-15, 1960.
- SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE - SECTMA. Diretoria de Meio Ambiente. Programa Nacional de Meio Ambiente/Projetos de Execução Descentralizada - PNMA/PED. *Desenvolvimento de sistemas florestais sustentáveis nos municípios de Gravatá, Bonito, Camocim de São Félix e Camaragibe*. Recife, 1996.
- SILVA, E. S.; CABRAL, J. B.; MENEZES, D. Recuperação de embriões híbridos de *Lycopersicon esculentum* Mill e sua utilização na obtenção de linhagens puras. In: Congresso de Iniciação Científica da UFRPE, 5º, Recife, 1995. *Anais*. Recife, Ed. UFRPE, 1995.p.110.
- SILVA, J. N. Educação ambiental comunitária: alternativas para as zonas rurais - um estudo de caso. Cuiabá, 1991. [Monografia de Especialização em Educação Ambiental - Fundação Universidade Federal de Mato Grosso].
- SING, H. J.; COCHRANEW, P.; SCOTT, J. Extractive acylation of ethylenethiourea from water. *Bull. Environ. Toxicol.*, 23: 470-4, 1979.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO TÓXICO-FARMACOLÓGICA - SINITOX. Estatística anual de casos de intoxicação e envenenamento - Brasil - 1993. Fundação Oswaldo Cruz, 1995.
- SOARES, I.A.A. Resultados de análises de resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças comercializadas no CEASA/MG e analisadas no Centro Integrado de Apoio à Produção- CIAP, 1983 a 1984. [Apresentado ao Encontro de Analistas de

Resíduos de Pesticidas, São Paulo, 1985].

SOARES, I. A. A. Resíduos de inseticidas organoclorados em hortaliças e frutas. Belo Horizonte, 1986. [Dissertação de Mestrado – Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFMG].

STINE, K. & BROWN, T.M. Principles of toxicology. Boca Raton, CRC Press, 1996.

SULLIVAN, G. H. Economic performance, trade and competitive position in the North American tomato processing industry. In: International Conference on the Processing Tomato, 1st, Recife, 1996. *Proceedings*. Alexandria, ASHS Press, 1997.p.10-4.

TEIXEIRA, C.F. & BRANDÃO, M.F. Efeito dos agrotóxicos no sistema auditivo de trabalhadores rurais. *Rev. CIPA, jan/mar*: 46-50, 1998.

TIBONI, E.B. Generalidades sobre inseticidas. Curitiba, Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 1991.

TRIVEDI, N.; KAKKAR, R.; SRIVASTAVA, M. K.; MITHAL, A.; RAIZADA, R. B. Effect of oral administration of fungicide-mancozeb on thyroid gland of rat. *Indian J. Exp. Biol.*, 31: 564-6, 1993.

UNGARO, M.T.S.; GUINDANI, C.M.A; FERREIRA, M.S.; BAGDONAS, M. Resultados de análises de resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças no período de 1978 e 1983. *Biológico*, 51: 239-241, 1985.

UNGARO, M.T.S.; GUINDANI, C.M.A; FERREIRA, M.S.; BAGDONAS, M. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças(III). *Biológico*, 53: 51-56, 1987.

- UNGARO, M.T.S.; PIGATI, P.; GUINDANI, C.M.A; FERREIRA, M.S.; GEBARA, A.B.; ISHIZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças. *Biológico*, 19: 129-134, 1980.
- UNGARO, M.T.S.; PIGATI, P.; GUINDANI, C.M.A; FERREIRA, M.S.; GEBARA, A.B.; ISHIZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças (II). *Biológico*, 49: 1-8, 1983.
- VAN DER POLL, J. M., VERSLUIS-de HAAN, G. G., de WILDE, O. Determination of ethylenethiourea in water samples by gas chromatography with alkali flame ionization detection and mass spectrometric confirmation. *J. Chromatogr.*, 643: 163-8, 1993.
- VAN LEEUWEN, C. J.; MAAS-DIEPEVEEN, J. L.; NIEBEEK, G.; VERGOUW, W. H. A.; GRIFFIOEN, P. S.; LUIJKEN, M. W. Aquatic toxicological aspects of dithiocarbamates and related compounds. I. Short-term toxicity tests. *Aquat. Toxicol.*, 7: 145-64, 1985a.
- VAN LEEUWEN, C. J.; MOBERTS, F.; NIEBEEK, G. Aquatic toxicological aspects of dithiocarbamates and related compounds. II. Effects on survival, reproduction and growth of Daphnia Magna. *Aquat. Toxicol.*, 7: 165-75, 1985b.
- VIANA, A. & MARTINS, A. P. C. Alterações morfológicas em hepatócitos de *Brachydanio rerio* exposto à ação do endossulfan em dose subletal. *Pestic. Rev. Téc. Cient.*, 5: 83-94, 1995.
- WALASH, M. I.; BELAL, F.; METWALLY, M. E.; HEFNAWY, M. M. Spectrophotometric determination of maneb, zineb and their decomposition products in some vegetables and its application to kinetic studies after greenhouse treatment. *Food Chem.*, 47: 411-6.

1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Pesticide residue analysis*. Copenhagen, 1984. (Interim Document, 14).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Dithiocarbamate pesticides ethylenethiourea, and propylenethiourea: a general introduction*. Geneva, 1988. (WHO - Environmental Health Criteria, 78).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva, 1990.

YOKOMIZO, Y. Levantamento da contaminação de alimentos processados por resíduos de pesticidas. *Bol. ITAL*, 16: 41-51, 1979.

YOKOMIZO, Y.; MANTOVANI, D.M.B.; ANGELUCCI, E.; PASQUINELLI, S.R.; DESTRO, M.T. Avaliação da contaminação de óleos e gorduras vegetais por resíduos metálicos e de pesticidas. *Bol. ITAL*, 21: 121-276, 1984b.

YOKOMIZO, Y.; MANTOVANI, D.M.B.; ANGELUCCI, E.; PASQUINELLI, S.R.; OLIVER, G.M.C. Avaliação da contaminação de produtos de laticínios por resíduos de pesticidas e contaminantes metálicos. *Bol. ITAL*, 21: 469-488, 1984a.

YOSHIDA, A.; HARADA, T.; HAYASHI, S.; MORI, I.; MIYAJIMA, H.; MAITA, K. Endometrial carcinogenesis induced by concurrent oral administration of ethylenethiourea and sodium nitrite in mice. *Carcinogenesis*, 15: 2311-8, 1994.

YOSHIDA, A.; HARADA, T.; MAITA, K. Tumor induction by concurrent oral administration of ethylenethiourea and sodium nitrite in mice. *Toxicol. Pathol.*, 21: 303-10, 1993.

ZAMBRONE, F. A. D. *Perigosa família. Ciênc. Hoje*, 4: 44-7, 1986.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. *Pest. Rev. Téc. Cient.*, 3: 49-95, 1993.

ZAVATTI, L. M. S. & ABAKERLI, R. Determination of pesticide residues in tomato fruits with a multiresidue method. In: IUPAC/GARP workshop on pesticides - uses and environmental safety in Latin America, 1º, São Paulo, 1996. Book of Abstracts. São Paulo, IUPAC/GARP, 1996. p.78.

ZAMBRONE, F. A. D. *Perigosa família. Ciênc. Hoje*, 4: 44-7, 1986.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. *Pest. Rev. Téc. Cient.*, 3: 49-95, 1993.

ZAVATTI, L. M. S. & ABAKERLI, R. Determination of pesticide residues in tomato fruits with a multiresidue method. In: IUPAC/GARP workshop on pesticides - uses and environmental safety in Latin America, 1º, São Paulo, 1996. Book of Abstracts. São Paulo, IUPAC/GARP, 1996. p.78.

ANEXO I : Imagem digitalizada do perímetro irrigado do vale do São Francisco, obtida por satélite LANDSAT-TM

PERÍMETRO IRRIGADO DO VALE DE SÃO FRANCISCO

PROJETO SENADOR NILO COELHO

LEGENDA

LOTES IRRIGADOS

ÁREA URBANA

Cena LANDSAT-TM 217/86,
de nov/94, bandas 3, 2, 1,
cedida pela CODEVASF

Escala

1 : 150000

**ANEXO II: Imagem digitalizada do Município de Camocim
de São Félix, obtida por satélite LANDSAT-TM**

MUNICÍPIO DE CAMOCIM DE SÃO FÉLIX

LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DAS ÁREAS DE ESTUDO COM CULTIVO DE TOMATE

CARTA IMAGEM DE LANDSAT-TM

Cena LANDSAT-TM 214/68,
de fev/95, bandas 3,2,1,
adquiridas ao INPE.

LEGENDA

- ÁREA URBANA
- ESTRADAS
- ÁREA DE PLANTIO
- LIMITE DO MUNICÍPIO

ANEXO III: Questionário aplicado em produtores de tomate industrial do Projeto Senador Nilo

INFORMAÇÕES SOBRE A CULTURA E PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS
(para ser respondido pelo proprietário do lote)

1. Identificação do local

- Núcleo: _____ Lote: _____
- Responsável: _____

2. Dados da cultura

- Cultura anterior: _____
- Data do plantio: _____
- Data da colheita: _____
- Área cultivada: _____

3. Aplicação dos agrotóxicos

- Método de aplicação: pulverização costal ☐ sim ☐ não
outro: _____
- Equipamento de aplicação: manual ☐ sim ☐ não
- No processo, quantas pessoas trabalham na pulverização? _____
Quantas da própria família? _____
Quantas contratadas? _____
- Medida de proteção individual ☐ sim ☐ não
Qual? _____
- Destino do material utilizado (frascos, vidros, caixas) _____

4. Irrigação

- Tipo de irrigação: aspersão ☐ sim ☐ não
sulcos ☐ sim ☐ não
- Quantas irrigação por semana? _____
- Quanto tempo por irrigação? _____

INFORMAÇÕES SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS

(para ser respondido pelo aplicador de agrotóxico)

• Identificação

- Aplicador de agrotóxico _____

- Núcleo _____ Lote _____

• Tempo de trabalho com agrotóxicos _____

• Medidas de proteção individual ☐ sim ☐ não

Quais? _____

• Exame de saúde periódico ☐ sim ☐ não

Onde _____

• Já teve algum problema de saúde pela exposição a agrotóxicos

☐ sim ☐ não

Há quanto tempo? _____

Quantas vezes? _____

Precisou de atendimento médico? ☐ sim ☐ nãoPrecisou ser internado? ☐ sim ☐ não

As ocorrências foram registradas como acidente de trabalho?

☐ sim ☐ não• Já sofreu algum acidente de trabalho? ☐ sim ☐ nãoFoi registrado? ☐ sim ☐ não

Onde foi atendido? _____

• Sente algum incômodo ou dor constante?

☐ sim ☐ não

Qual? _____

Toma algum remédio? ☐ sim ☐ não

Por quê? _____

- Como a calda é preparada? _____
- Destino do material utilizado (frascos, vidros, caixas, etc) _____
- Calendário das aplicações

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

Data: _____ Produto químico: _____
Quantidade: _____ Tipo de formulação _____
.....

**ANEXO IV: Questionário aplicado em produtores de tor
de mesa do Município de Camocim de São Félix**

LEVANTAMENTO DE MORBIDADE OCUPACIONAL RELACIONADA AO USO
AGROTÓXICOS NA CULTURA DE TOMATE

Nome do entrevistador: _____

Data: ____/____/____

Município: _____ Nº ____

I - Processo de Produção: (produtor)

a - Data do plantio: ____/____/____

b - Data da colheita: ____/____/____

c - Irrigação: ☐ sim ☐ não

d - Frequência: _____

e -Tipo: _____

f - Insumos utilizados na produção _____

II - Identificação Geral do entrevistado (trabalhador)

1 - Nome: _____

2 - Data de nascimento: _____ Idade (em anos): _____

3 - Endereço atual: _____

4 - Município de origem: _____ Estado: _____

5 - Sexo: ☐ fem

☐ mas

6 - Estado civil: ☐ solteiro

☐ casado

☐ separado

☐ viúvo

7 - Até que ano você estudou?

☐ analfabeto

☐ primário incompleto

☐ primário completo

☐ secundário incompleto

☐ secundário completo

☐ outro

III - Condições gerais de vida:

8 - Local de moradia: ☐ na cidade

☐ no campo

9 - Os alimentos consumidos pela família são comprados?

☐ sim ☐ não

Quais? _____

10 - São produzidos para autoconsumo? ☐ sim ☐ não

Quais? _____

11 - N° de pessoas por dormitório: _____

12 - Água consumida

- ☐ açude
- ☐ bica
- ☐ caminhão pipa
- ☐ tratada
- ☐ poço
- ☐ rio

13 - Na residência tem privada? ☐ sim ☐ não

14 - No município o esgoto vai para:

- ☐ rede
- ☐ fossa séptica
- ☐ fossa negra
- ☐ rua/vala

15 - Principal divertimento (lazer): _____

IV - Relações de Trabalho

16 - Qual é o local de trabalho? _____

17 - Qua é sua função (o que faz?) _____

18 - Há quanto tempo trabalha nessa função? _____

- 19 - Como é seu contrato de trabalho? ☐ assalariado
☐ meeiro
☐ diarista
☐ autônomo
☐ por produção
☐ outro

20 - Há quanto tempo é lavrador? _____

21 - Quais as plantações em que trabalhou nos últimos dois anos? _____

22 - Onde trabalhou nestes últimos dois anos? _____

23 - Contando com o senhor(a) quantos são os membros da família? _____

24 - Número de filhos: _____

25 - Idade dos filhos em anos: homens ____/____/____/____/____
mulheres ____/____/____/____/____

26 - Quantos membros da família trabalham na lavoura? _____

27 - Quais filhos trabalham na lavoura, indicar por idade:

homens ____/____/____/____/____
mulheres ____/____/____/____/____

28 - Em caso de homem, se a mulher trabalha na lavoura?

29 - Quantos membros da família trabalham juntos? homens: _____
mulheres: _____

30 - Horário de trabalho: início: _____ término: _____

-
- 31 - Descanso semanal: ☐ sim ☐ não
- 32 - Quanto você recebe/mês? _____
- 33 - Qual é a renda familiar total (contando salário, aposentadorias, pensão, outras)?

- 34 - Qual é forma de pagamento? _____
- 35 - Quanto tempo gasta desde sua casa até chegar no trabalho? _____
- 36 - Qual é o meio de transporte para ir trabalhar? _____
- 37 - É fornecido pelo contratante ? ☐ sim ☐ não
- 38 - Tem carteira assinada? ☐ sim ☐ não
- 39 - Paga Previdência Social? ☐ sim ☐ não
- 40 - É filiado ao sindicato dos trabalhadores rurais?
☐ sim ☐ não
- 41 - Quais são os instrumentos utilizados no trabalho? _____

- 42 - São fornecidos pelo contratante ☐ ☐ são próprios

V - Dados epidemiológicos de contato com produtos agrícolas

43 - Produtos químicos que utiliza na cultura do tomate:

Preparo da terra: _____

Na sementeira: _____

Durante a cultura: _____

Na colheita: _____

44 - Compra dos produtos: ☐ representante
☐ comércio local
☐ outros municípios
☐ cooperativa
☐ fornecido pelo contratante
☐ outros _____

45 - Orientação de uso: ☐ sem orientação
☐ profissional técnico
☐ vendedor
☐ contratante
☐ outros: _____

46 - Como prepara a calda? _____

47 - Utilização do receituário agrônomo: ☐ sim
☐ não
☐ ignorado

48 - Forma de aplicação _____

49 - Obedece tempo de carência após última aplicação antes da colheita?

- ☐ sim
☐ não
☐ ignorado

50 - Utiliza equipamentos de proteção individual?

- ☐ sim
☐ não

Quais? _____

51 - Observa a direção do vento durante aplicação do veneno?

- ☐ sim
☐ não

52 - Destino das embalagens vazias:

- ☐ vendida
☐ deixada no campo
☐ reaproveitada
☐ depósito de lixo comum
☐ depósito de lixo tóxico
☐ queimada
☐ enterrada
☐ devolvida ao comerciante
☐ tripla lavagem
☐ outra _____

53 - Lavagem dos equipamentos de aplicação: ☐ local próprio

- ☐ rio/lago/açude
☐ no campo
☐ na lavoura
☐ outro _____

54 - Quem lava sua roupa de trabalho? _____

Onde? _____

VI - Dados epidemiológicos de antecedentes mórbidos

55 - Já sofreu algum tipo de intoxicação por veneno utilizado na lavoura?

☐ sim

☐ não

Há quanto tempo? _____

56 - Quantas vezes já sofreu intoxicação? _____

57 - Teve socorro médico?

☐ sim

☐ não

Onde? _____

Qual tratamento? _____

58 - Sente algum mal estar quando aplica veneno?

☐ sim

☐ não

Quanto tempo depois? _____

59 - Aponte as queixas de saúde:

a.1 - Tem dores de cabeça frequentes?

☐ sim

☐ não

a.2 - Tem falta de apetite?

☐ sim

☐ não

a.3 - Dorme mal?

☐ sim

☐ não

a.4 - Assusta-se com facilidade?

☐ sim

☐ não

a.5 - Tem tremores na mão?

☐ sim

☐ não

a.6 - Sente-se nervoso(a), tenso(a) ou preocupado

☐ sim

☐ não

a.7 - Tem má digestão?

☐ sim

☐ não

a.8 - Tem dificuldade para pensar com clareza

☐ sim

☐ não

a.9 - Tem se sentido triste ultimamente

☐ sim

☐ não

a.10 - Tem chorado mais do que de costume

☐ sim

☐ não

a.11 - Encontra dificuldades para realizar com satisfação as suas atividades diárias

☐ sim

☐ não

a.12 - Tem dificuldade para tomar decisões

☐ sim

☐ não

a.13 - Tem dificuldades no serviço (seu trabalho é penoso, causa-lhe sofrimento)

☐ sim

☐ não

a.14 - Sente-se incapaz de desempenhar um papel útil em sua vida?

☐ sim ☐ não

a.15 - Tem perdido o interesse pelas coisas?

☐ sim ☐ não

a.16 - Você se sente uma pessoa inútil sem préstimo?

☐ sim ☐ não

a.17 - Tem tido a idéia de acabar com a vida?

☐ sim ☐ não

a.18 - Sente-se cansado(a) o tempo todo?

☐ sim ☐ não

a.19 - Tem sensações desagradáveis no estômago?

☐ sim ☐ não

a.20 - Você se cansa com facilidade?

☐ sim ☐ não

b.1 - Sente-se chateado(a) com sigo mesmo(a) pela maneira com que costuma beber?

☐ sim ☐ não

b.2 - Costuma beber pela manhã para diminuir o nervosismo ou ressaca?

☐ sim ☐ não

b.3 - As pessoas o (a) aborrecem porque criticam o seu modo de beber?

☐ sim ☐ não

b.4 - Alguma vez sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida ou parar de beber?

☐ sim ☐ não

c.1 - Sente tontura?

☐ sim ☐ não

c.2 - Sente formigamento nos braços/pernas?

☐ sim ☐ não

c.3 - Sente alteração no sono?

☐ sim ☐ não

c.4 - Sente vontade de vomitar?

☐ sim ☐ não

c.5 - Sente dor de barriga?

☐ sim ☐ não

c.6 - Sente secura na boca?

☐ sim ☐ não

c.7 - Sente muita saliva na boca?

☐ sim ☐ não

c.8 - Sente dor ou irritação na garganta?

☐ sim ☐ não

c.9 - Sente irritação nos olhos?

☐ sim ☐ não

c.10 - Sente irritação ou coceira no nariz?

☐ sim ☐ não

c.11 - Sente coceira na pele?

☐ sim ☐ não

c.12 - Sente perturbação da visão?

☐ sim ☐ não

c.13 - Sente diminuição da audição/escuta?

☐ sim ☐ não

c.14 - Sente dor nas juntas do corpo?

☐ sim ☐ não

c.15 - Sente inchaço dos pés/pernas?

☐ sim ☐ não

c.16 - Tem febre com frequência?

☐ sim ☐ não

c.17 - Tem muito suor?

☐ sim ☐ não

- c.18 - Tem falta de ar quando faz esforço? ☐ sim ☐ não
- c.19 - Tem dor no peito? ☐ sim ☐ não
- c.20 - tem batadeira no coração? ☐ sim ☐ não
- c.21 - Tem pressão alta? ☐ sim ☐ não
- c.21 - Tem urina escura? ☐ sim ☐ não
- c.22 - Tem problemas sexuais (impotência/pouca vontade)?
☐ sim ☐ não

c.23 - outros: _____

60 - A que o sr. (a) atribui seus problemas de saúde? (por que fica doente?)

61 - O seu trabalho pode lhe trazer problemas de saúde? _____

Quais? _____

Como (Por que)? _____

62 - Está tomando algum remédio? ☐ sim ☐ não

Porquê? _____

Qual? _____

Quem receitou? _____

63 - Você conhece alguém que sofreu intoxicação pelo veneno?

☐ sim

☐ não

64 - Como esta pessoa está de saúde? _____

65 - O que você faz para se proteger do veneno? _____

66 - É fumante?

☐ sim

☐ não

Que tipo? _____

Quantos por dia? _____

VII - Em caso de mulher:

67 - Número de vezes que ficou grávida: _____

68 - Número de filhos vivos: _____

69 - Teve algum filho que morreu antes de nascer?

☐ sim

☐ não

Quantos? _____

Por

quê? _____

De qual (quais) gravidez? _____

70 - Teve algum filho que morreu antes do primeiro ano de vida?

☐ sim

☐ não

Porquê? _____

De qual gravidez? _____

71 - Teve algum filho nascido fora de tempo?

☐ sim

☐ não

Quantos? _____

De qual (quais) gravidez? _____

72 - Teve algum filho nascido com baixo peso?

☐ sim

☐ não

Quantos? _____

De qual gravidez? _____

73 - Tem algum filho com defeito físico ou mental? ☐ sim ☐ não

Que tipo? _____

De qual gravidez? _____

74 - Sofreu algum tipo de intoxicação por agrotóxico durante período da gravidez?

☐ sim

☐ não

☐ não sabe

De qual (quais) gravidez? (numere) _____

75 - Fez acompanhamento pré-natal? ☐ sim ☐ não

De que gravidez? (numere) _____

OBSERVAÇÕES GERAIS DO ENTREVISTADOR:

**ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O QUESTIONÁRIO
(INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS):**

- 1 - Identificação da cultura a ser informado pelo produtor
- 2 - Dados sócio-demográficos dos trabalhadores/condições de vida
- 3 - Relações de trabalho/processo de trabalho
- 4 - Dados epidemiológicos de contato com o agroquímicos na produção
- 5 - Dados epidemiológicos de morbidade
- 6 - Em caso de mulheres, dados reprodutivos