

RELATÓRIO FINAL

Avaliação de Risco à Saúde Humana por exposição a resíduos perigosos nos municípios de Porto Nacional e Divinópolis no Estado de Tocantins

Equipe de Avaliação de Risco

Coordenação: Alexandre Pessoa da Silva (AMBIOS)

Carmem Ildes Froes Asmus (IESC/UFRJ)

Cássia de Fátima Rangel Fernandes (CGVAM/SVS/MS)

Daniela Buosi Rohlfs (CGVAM/SVS/MS)

Maria Paula do Amaral Zaitune (CGVAM/SVS/MS)

Priscila Campos Bueno (CGVAM/SVS/MS)

Colaboração: Secretaria de Estado de Saúde de Tocantins (SES/TO)

JUNHO 2013

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1 Metodologia de Avaliação de Risco à Saúde Humana	1
1.1 Histórico da avaliação de risco e etapas da metodologia.....	1
1.2 Aplicação da metodologia de avaliação de risco da ATSDR no Brasil.....	3
1.3 Aplicação da metodologia de avaliação de risco à saúde humana em Porto Nacional ..	4
CAPÍTULO 1 - INFORMAÇÕES SOBRE O LOCAL	7
1 Histórico da Criação da Sucam	7
2 Histórico das Atividades na Área	8
2.1 Porto de Nacional	8
2.2 Divinópolis	17
3 Dados Ambientais.....	19
3.1 Caracterização ambiental do município de Porto Nacional	19
CAPÍTULO 2 - PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE	24
1. Introdução	24
2. Levantamento das Preocupações da População com sua Saúde.....	25
2.1 Principais problemas de saúde relatados pelos trabalhadores	27
2.2 Levantamento das preocupações dos trabalhadores	28
2.3 Levantamento das preocupações dos moradores do entorno	30
CAPÍTULO 3 - CONTAMINANTES DE INTERESSE	33
1 Seleção dos Contaminantes de Interesse	33
2 Valores de Referência.....	36
3 Amostragem Ambiental	37
4 Resultados Analíticos	39
4.1 Águas subterrâneas	39
4.2 Solo superficial	39
4.3 Poeira domiciliar.....	43
5 Considerações Finais Acerca dos Contaminantes de Interesse	47
CAPÍTULO 4 - ROTAS DE EXPOSIÇÃO.....	48
1 Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição.....	48
2 Categorização das Rotas como Potenciais ou Completas	49
2.1 Rotas de exposição completa	50
2.2 Rotas de exposição potenciais	51
3 Avaliação das Rotas de Exposição em Porto Nacional e Divinópolis	52
3.1 Categorização das rotas como potenciais ou completas	52

3.2	Rota de exposição água subterrânea	53
3.3	Rota de exposição solo superficial	54
3.3.1	<i>DDT</i>	54
3.3.2	<i>HCH</i>	57
3.3.3	<i>Organofosforados</i>	59
4	Resumo das Rotas de Exposição em Porto Nacional e Divinópolis	60
CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE.....		63
1	Relato e Avaliação das Informações de Saúde Existentes.....	63
2	Dados de Saúde.....	66
2.1	Relatório final do grupo de trabalho de especialistas em toxicologia – FUNASA. Março de 2002.	66
2.2	Dados de saúde dos trabalhadores entregues por ocasião das entrevistas realizadas pela equipe de avaliação de risco durante visita ao local.	70
3	Perfil Toxicológico dos Contaminantes de Interesse.....	71
3.1	Potencial carcinogênico	72
4	Considerações Gerais	80
CAPÍTULO 6 - RESPOSTA ÀS PREOCUPAÇÕES DE SAÚDE DA COMUNIDADE... 84		
1	Principais Problemas de Saúde Relatados pelos Trabalhadores.....	84
1.1	Exposição dos familiares.....	84
1.2	Preocupações em relação aos alimentos	85
1.3	Preocupação dos trabalhadores com a saúde da comunidade	85
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....		86
1	Introdução	86
1.1	Seleção de categorias de perigos para a saúde pública	86
2	Classificação da Categoria de Perigo à Saúde Pública	87
3	Recomendações de Ações de Saúde Específicas	90
4	Recomendações de Ações Ambientais	91
4.1	Solos contaminados	91
4.2	Poeira contaminada.....	92
4.3	Divinópolis	92
4.4	Porto Nacional	92
5	Referências Bibliográficas.....	93
ANEXOS.....		97

INTRODUÇÃO

1 Metodologia de Avaliação de Risco à Saúde Humana

1.1 Histórico da avaliação de risco e etapas da metodologia

O processo de industrialização tem gerado em todo mundo, de forma crescente, grandes volumes de resíduos. Em muitos casos, os insumos e produtos finais contêm substâncias de diversos níveis de toxicidade para o meio ambiente e para a saúde humana.

Diante dos perigos à saúde humana, as autoridades nos países mais industrializados criaram procedimentos de avaliação que, além de dimensionar o risco, assinalam recomendações para eliminação da exposição humana, ações de saúde direcionada às populações expostas, bem como de remediação das fontes de emissão.

A Agência de Registro de Substâncias Tóxicas e de Doenças - *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) foi criada por meio de legislação nos Estados Unidos da América - EUA (Acta de 1986 de Re-autorização e Emendas ao “Superfundo” da Acta integral, de 1980, para Resposta Ambiental, Compensação e Contingências - CERCLA) com a missão de desenvolver atividades de Saúde Pública, especificamente associadas com a exposição, real ou potencial, a agentes perigosos emitidos ao ambiente.

Nos EUA, a partir de uma lista nacional de locais prioritários, a ATSDR determina a aplicação da metodologia de avaliação de risco à saúde humana. A partir destas avaliações a agência também procede notificação para a Agência de Proteção Ambiental (*United States Environmental Protection Agency* – USEPA) de que existe alguma ameaça para a saúde pública nos locais sob risco, de tal forma que a mesma possa desenvolver alguma intervenção para mitigação ou prevenção da exposição e dos efeitos à saúde.

Considera-se objeto de avaliação para esta metodologia, compostos químicos, elementos ou combinações que, por sua quantidade, concentração, características físicas ou toxicológicas, possam representar um perigo imediato ou potencial para a

saúde humana ou ambiente, quando são inadequadamente usadas, tratadas, armazenadas, transportadas ou eliminadas. As etapas para o desenvolvimento da metodologia são:

a) Avaliação da Informação do Local - Descrição do local, aspectos históricos, avaliação preliminar das preocupações da comunidade, dados registrados sobre efeitos adversos à saúde, informação demográfica, usos do solo e outros recursos naturais, informações preliminares sobre contaminação ambiental e rotas ambientais (água subterrânea ou profunda, água superficial, solo e sedimento, ar e biota).

b) Preocupações da Comunidade - Compreende a identificação dos atores chave da comunidade, desenvolvimento de estratégias para envolver a comunidade no processo de avaliação e resposta às preocupações da comunidade levantadas durante a avaliação de risco.

c) Seleção dos Contaminantes de Interesse – Inclui a determinação dos contaminantes no local e fora deste, sua concentração nos meios ambientais, os níveis de concentração basais, a qualidade dos dados tanto do processo de amostragem quanto das técnicas de análise, o cálculo de valores de comparação (Guias de Avaliação dos Meios Ambientais - EMEG) e o inventário das emissões dos compostos tóxicos.

d) Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição – A partir da identificação da fonte de emissão dos contaminantes de interesse, é realizada a identificação dos meios ambientais contaminados, dos mecanismos de transporte, dos pontos de exposição humana, das vias de exposição e das populações receptoras. Estas informações permitem avaliar se as rotas são potenciais ou completas.

e) Implicações para a Saúde Pública – Nesta etapa do processo é realizada a avaliação toxicológica (estimativa da exposição, comparação das estimativas com normas de saúde, determinação dos efeitos à saúde relacionados à exposição e avaliação de fatores que influenciam nos efeitos adversos para a saúde e determinações das implicações para a saúde por perigos físicos), e dos dados sobre efeitos à saúde (usos e critérios para avaliar estes dados e discussão desta informação em resposta às preocupações da comunidade).

f) Conclusões e Recomendações – A determinação de Conclusões inclui a seleção de categorias de perigos, conclusões sobre informação consideradas insuficientes, conclusões sobre preocupações da comunidade sobre sua saúde e, por fim, as conclusões sobre rotas de exposição. Na determinação de recomendações são listadas as ações de saúde pública que devem ser adotadas com o objetivo de proteger a saúde da população exposta.

1.2 Aplicação da metodologia de avaliação de risco da ATSDR no Brasil

Nos EUA, como nos demais países, os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos fazem parte de uma legislação com recursos, poderes e deveres institucionais estabelecidos para cada uma das etapas do processo de reconhecimento do local de risco, avaliação do risco à saúde das populações expostas, medidas de inibição da exposição humana, ações de acompanhamento de saúde destas populações, bem como dos procedimentos de eliminação das fontes emissoras de resíduos perigosos.

Na aplicação da avaliação de risco à saúde humana segundo a metodologia da ATSDR, no relatório final de avaliação, a classificação dos diversos níveis de perigo à saúde humana impõe ações das diversas áreas de governo, antecipadamente estabelecidas. Estas ações são implementadas independente de quem tenha causado a situação de risco à saúde humana, com recursos de fundo próprio (*Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act – CERCLA, também conhecido como Superfund law*).

No Brasil os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos, vem sendo aplicados pelo Ministério da Saúde desde o ano 2000, contando hoje com a resolução CONANA nº 420/2009 que referenda este processo.

A classificação de perigo assinalada no relatório, bem como as recomendações daí decorrentes, devem ser avaliadas como um instrumental técnico-científico fundamental pelas esferas governamentais responsáveis pela tomada de decisões.

No Brasil, segundo o Art. 196 da Constituição Federal de 1988, a saúde é direito de todos e dever do estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem

à redução do risco de doença e outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a promoção, proteção e recuperação.

Para assegurar esse direito, a Constituição Federal de 1988 criou o Sistema Único de Saúde (SUS), sistema público descentralizado, integrado pelas três esferas de governo, que foi regulamentado pelas Leis Orgânicas da Saúde (Leis 8.080/90 e 8.142/90).

A Lei nº 8.080, no seu Art. 3 dispõe que: a saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais: os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do país.

Dentro desse contexto a saúde vai além da simples ausência de doença voltando-se para a qualidade de vida do indivíduo, grupos sociais, comunidades, países e regiões. A avaliação de risco à saúde das populações expostas a contaminantes ambientais representa um instrumento importante para a tomada de decisões e implementação, de maneira sistemática, de articulações e de ações intra e intersetoriais visando a promoção e proteção da saúde, para melhorar as condições sociais e de vida onde as pessoas vivem.

1.3 Aplicação da metodologia de avaliação de risco à saúde humana em Porto Nacional

A avaliação de risco à saúde humana representa um instrumento importante para a tomada de decisão e implementação, de maneira sistemática, de articulações e ações intra e intersetoriais visando à promoção e proteção da saúde, com o objetivo de melhorar as condições sociais e de vida da população.

Diante dos riscos à saúde humana, foram criados procedimentos de avaliação que, além de dimensionar o risco, assinalam recomendações para eliminação da exposição humana, ações de saúde direcionada às populações expostas, bem como de remediação das fontes de emissão.

Na década de 90 a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) difundiu a metodologia de avaliação de risco da ATSDR e, a partir do ano 2000, o Ministério da

Saúde iniciou sua aplicação em áreas piloto, com o objetivo de adaptá-la e desenvolver um instrumento nacional de avaliação de risco à saúde humana. As áreas com risco de exposição humana a contaminação ambiental, onde foram aplicadas a metodologia no Brasil, são:

- Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Contaminação por resíduos de pesticidas organoclorados. 2002.
- Santo Amaro da Purificação, Bahia. Contaminação por metais pesados. 2003.
- Condomínio Barão de Mauá, Barão de Mauá, São Paulo. Contaminação por compostos orgânicos voláteis. 2004.
- Condomínio Recanto dos Pássaros, Paulínia, São Paulo. Contaminação por organoclorados e fosforados. 2005.
- Condomínio Mansões Santo Antônio, Campinas, São Paulo. Contaminação por solventes. 2005.
- Baixada Santista, municípios de Itanhaém e São Vicente, São Paulo. Contaminação por resíduos de organoclorados. 2006.

Com base nas experiências de aplicação da metodologia de avaliação de risco à saúde humana no Brasil e com o objetivo de incentivar o trabalho conjunto entre os técnicos das Secretarias Estaduais de Saúde (SES) e Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMA) foi elaborado um Curso *on line* de Avaliação de Risco à Saúde Humana.

Durante o primeiro semestre de 2005, foi realizado curso com duração de quatro meses (março a junho), com a participação de cinco estados, entre eles, o Tocantins. Em julho de 2005, foi realizada etapa presencial do curso, onde ficou acordado que o estado do Tocantins aplicaria a metodologia de avaliação de risco à saúde humana no estado. Após visita técnica ao estado, com a participação de técnicos do Laboratório Central - LACEN, da vigilância ambiental, do NATURATINS, da saúde do trabalhador, da secretaria municipal de saúde de Porto Nacional e da CGVAM, ficou definida a área da SUCAM de Porto Nacional para aplicação da metodologia de avaliação de risco à saúde humana.

A proposta de aplicação da metodologia foi submetida à aprovação no Conselho Municipal de Saúde – CMS de Porto Nacional e pactuada na Comissão Intergestores Bipartite – CIB em 06 de outubro de 2005.

Após as pactuações necessárias nas instâncias de decisão do Sistema Único de Saúde, o estado passou por sucessivas trocas de governo, tanto estadual quanto municipal, implicando no atraso do início do trabalho de avaliação de risco à saúde humano em Porto Nacional, que só pode ser iniciado em 2011.

Afora isto, em função do desmembramento do Estado de Goiás, com a criação do Estado de Tocantins, no ano de 1988, e a conseqüente reorganização das atividades dos órgãos públicos, muitas informações foram perdidas ou encontram-se em locais desconhecidos. Boa parte dos registros das atividades da ex-SUCAM estão entre as informações que não foram localizadas. Por esta razão, grande parte das informações utilizadas no presente estudo têm como referência os relatos dos trabalhadores da ex-SUCAM.

CAPÍTULO 1 - INFORMAÇÕES SOBRE O LOCAL

1 Histórico da Criação da Sucam

Em 1956 é criado o Departamento Nacional de Endemias Rurais (Deneru), por meio da Lei nº 2.743 de 6 de março de 1956, com a finalidade de organizar e executar os serviços de investigação e promover o combate à malária, leishmaniose, doença de Chagas, dentre outras endemias existentes no país. A criação da Campanha de Erradicação da Malária (CEM) foi oficializada por meio da Lei nº 4709 de 28 de junho de 1965. Em 22 de maio de 1970 é criada a Superintendência de Campanha de Saúde Pública – SUCAM, pelo Decreto nº 66.623, resultado da fusão do Deneru, da Campanha de Erradicação da Malária e da Campanha de Erradicação da Varíola. Em 1976, é aprovado um regimento interno, por Portaria Ministerial nº 161/76, que reestrutura a SUCAM em órgãos centrais, com quatro departamentos, uma coordenadoria de planejamento, orçamento e controle, um gabinete e Diretorias Regionais, compostas por Distritos, ligadas diretamente à Superintendência.

O antigo Distrito de Porto Nacional era um dos seis distritos (unidades administrativas da SUCAM) que pertencia à Diretoria Regional de Goiás, com sede em Goiânia (Portaria nº 83 de 07/07/1976). Em 03 de dezembro de 1976, é publicada a Portaria nº 245, onde o superintendente da SUCAM resolve estabelecer as áreas de jurisdição dos Distritos que integravam a Diretoria Regional de Goiás.

O Distrito de Porto Nacional, com sede na cidade de Porto Nacional, era constituído por 17 municípios: Almas, Brejinho de Nazaré, Cristalândia, Davinópolis, Duerá, Formosa do Araguaia, Gurupi, Ilha de Bananal, Lizarda, Miracema do Norte, Natividade, Novo Acordo, Peixe, Pium, Ponte Alta do Norte, Porto Nacional e Tocantínia (Portaria nº 245 de 03/12/1976).

Em 1989, após a criação do estado do Tocantins, o Distrito de Porto Nacional passou a integrar os municípios do então Distrito de Tocantinópolis, aumentando para 46 o número de municípios do Distrito, que passa a compor a Diretoria Regional do Tocantins (Portaria nº 398 de 18/05/1989). Os municípios do Distrito de Porto Nacional passam a ser: Aliança do Norte, Almas, Alvorada, Aparecida do Rio Negro, Araguaçu,

Arraias, Aurora do Tocantins, Barrolândia, Brejinho de Nazaré, Conceição do Norte, Combinado, Cristalândia, Dianópolis, Divinópolis, Dueré, Fátima, Figueirópolis, Formoso do Araguaia, Gurupi, Lizarda, Marianópolis do Norte, Miracema do Tocantins, Miranorte, Monte do Carmo, Natividade, Nova Rosalândia, Novo Acordo, Novo Alegre, Palmeirópolis, Paraíso do Norte, Paraná, Peixe, Pindorama, Pium, Ponte Alta do Bom Jesus, Ponte Alta do Tocantins, Porto Alegre do Tocantins, Porto Nacional, Rio Sono, Santa Rosa do Tocantins, Santa Tereza do Norte, São Valério da Natividade, Silvanópolis, Taguatinga, Taquarussú do Porto e Tocantínia (Portaria nº 419 de 24/05/1989).

Em 1991, a SUCAM foi fundida com outras instituições de saúde pública (FSESP, DATAPREV, e Pioneiras Sociais) resultando na criação da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

2 Histórico das Atividades na Área

2.1 Porto de Nacional

A área da sede do Distrito de Porto Nacional está localizada no município de Porto Nacional, a 60 km da capital do estado, Palmas, ao longo do anel viário que margeia o perímetro urbano, no bairro denominado Setor Aeroporto. As instalações tomam todo quarteirão, tendo duas residências ao fundo como vizinhos. Lateralmente é delimitada pelas ruas Deocresiano Aires e Bernadino Cantuária e frontalmente pela Rodovia Anel Viário. As ruas do entorno não eram asfaltadas. As edificações da sede do Distrito foram construídas na década de 60, sendo as mesmas até os dias de hoje (Figura 1), contando com instalações administrativas, garagem para veículos e antigo depósito de inseticidas.

Figura 1: *Croqui* - distribuição espacial dos diferentes ambientes onde eram desenvolvidas as rotinas de trabalho na sede do Distrito de Porto Nacional.



Legenda

	Residências do entorno da Sede do Distrito
	Ponto de escoamento
	Lanchonete – comércio de alimentos
	Ponto de troca de óleo dos veículos oficiais
	Posto de abastecimento de veículos oficiais (combustível)

Na área foram perfurados três poços objetivando a captação de água subterrânea. Em uma das perfurações (“Poço 1” no croqui), em decorrência do tipo de confinamento do aquífero captado, as águas eram escassas, tendo sido esgotadas rapidamente, implicando no abandono da captação. A partir de então o poço passou a ser utilizado como ponto de deposição de resíduos sólidos, incluindo embalagens dos lotes de agrotóxicos manuseadas no local. A abertura desta perfuração foi cimentada, não havendo o correto lacramento do poço.

A segunda perfuração, segundo informações coletadas, era utilizada como fossa. A terceira perfuração (“Poço 3” no croqui) foi utilizada, até o ano de 1994, para captação de água para consumo humano. Com a oferta do abastecimento público, esta captação foi desativada. Posteriormente, a ocorrência de surtos de mosquitos resultou na aplicação de óleo queimado neste poço, impossibilitando definitivamente a utilização da água.

Desde a década de 60, diversos produtos foram utilizados na área em estudo, durante as campanhas de saúde pública, para o controle de endemias. Segundo relatos de extralanhadores, os produtos utilizados foram os compostos organoclorados DDT e HCH, os organofosforados temefós (abate), malation, e cition, e os piretróides akito e cipermetrina.

O galpão utilizado para depósito dos antigos inseticidas apresenta resíduos dos produtos impregnados no piso e paredes, com exalação de forte odor característico, sendo ainda hoje utilizado como depósito. Na sala ao lado, existe também depósito de inseticidas para controle de vetores de dengue, malária, leishmaniose e doença de Chagas.

A área da sede do Distrito de Porto Nacional teve diferentes atividades no decorrer dos anos, que serão descritas a seguir e podem ser divididas em:

- a) Distrito da SUCAM em atividade – 1962 a 2000;
- b) Sede da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional – 2001 a 2008;
- c) Depósito de inseticidas e sucatas – a partir de 2008.

a) Distrito da SUCAM em atividade – 1962 a 2000

Após a criação do estado de Tocantins em 1989, o Distrito de Porto Nacional passou a contar com 46 municípios sob sua jurisdição.

Os produtos utilizados nas campanhas de saúde pública chegavam aos Distritos em cargas enviadas pelo Ministério da Saúde. Segundo relatos, da sede do Distrito de Porto Nacional, os produtos eram distribuídos para os Subdistritos Técnicos e para os Postos de Abastecimento (PA's). Os PA's situavam-se tanto em áreas rurais (fazendas) como em urbanas (próprias da Sucam), e suas instalações eram utilizadas como locais de distribuição dos inseticidas e “casas de apoio”, que serviam como

dormitório e ponto de armazenamento de alimentos dos profissionais que realizavam a borrifação.

Segundo relatos, os trabalhadores eram polivalentes, realizando múltiplas funções (chefe de guarda, inspetor geral, chefe de distrito, guarda de endemias, borrifadores, coletores de sangue e censeadores dos vetores da doença de Chagas).

- **Utilização dos Inseticidas:**

DDT

Segundo relatos dos trabalhadores, o DDT foi utilizado na área desde o ano de 1962 até os primeiros anos da década de 90 do século passado.

Em Porto Nacional, a atividade de fracionamento do DDT era realizada ao ar livre, diretamente sobre o solo, embaixo das árvores frutíferas, que serviam de abrigo para os trabalhos durante a pesagem e também preparação da calda dos inseticidas, bem como para os períodos de descanso no decorrer da jornada de trabalho. As frutas destas árvores (pequi - *Caryocar brasilienses*; manga - *Mangifera indica*; caju - *Anacardium occidentale*; e goiaba - *Psidium guajava*) também eram consumidas pelos trabalhadores.

Inicialmente o DDT chegava a granel, em embalagens de 50kg sendo ensacados manualmente, pelos agentes de saúde pública, em porções padrão de 670g. Estas porções eram então transportadas em jipes ou camionetes abertas para as regionais do Distrito e PA's, para utilização em campo nas campanhas de combate às endemias. A partir do ano de 1988, o DDT já chegava ao Distrito fracionado em pacotes de 670g, acondicionados em caixas de 40 x 40 x 80 cm, com capacidade para 50 unidades.

As fotos 1, 2 e 3 apresentam momentos distintos do processo de recepção, manuseio e aplicação dos inseticidas em Porto Nacional.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Sobre a quantidade de produtos que eram manipulados, os trabalhadores relataram que chegavam de 2 a 3 caminhões por semestre, com 30 toneladas cada um, vindo do Rio de Janeiro e, posteriormente o DDT passou a vir de Goiânia.

A pesagem para o fracionamento do DDT ocorria duas vezes ao ano, no intervalo das atividades de campo das campanhas de saúde pública. À medida que os pacotes de DDT ficavam prontos, as equipes seguiam para o campo. Relatos indicam que saía em torno de 30 caixas de DDT de Porto Nacional, por campanha, para serem distribuídas nos Subdistritos e PA's.

Na sede do Distrito dois espaços eram destinados para a realização das refeições: a copa e a lanchonete/cantina. Entretanto, há relatos de que os trabalhadores também realizavam suas refeições sob as árvores, no mesmo local e nas proximidades onde ocorria a manipulação dos produtos.

O deslocamento para o campo era realizado, na maioria das vezes, por meio de jipes onde seguiam o inspetor geral, os borrifadores, o DDT ensacado, as bicicletas, as bombas para borrifação e os alimentos.

O transporte era realizado até os PA's que serviam de pontos de distribuição dos inseticidas para os borrifadores. Esses PA's, localizados em propriedades rurais, eram pré-definidos a cada campanha conforme o trajeto a ser percorrido pelos borrifadores. Estes postos eram residências localizadas em pontos estratégicos, de acordo com as metas a serem cumpridas para cada grupo de trabalhadores.

Os PA's eram utilizados para pernoite e armazenamento dos alimentos dos borrifadores. Na maioria das vezes, os borrifadores dormiam com a mesma roupa utilizada durante o dia. O armazenamento dos produtos nestas residências era

realizado em cômodos internos disponibilizados pelos moradores, e até mesmo nas vigas do telhado da sala, para impedir o contato com os animais e proteção contra umidade, calor, chuva, vento, etc.

A rotina de trabalho dos borrifadores compreendia o preparo da calda e a borrifação das residências. Para o preparo da calda, cada pacote de 670g era diluído em 10 litros de água. Inicialmente era diluído em uma pequena porção de água, em um balde de alumínio, com o auxílio de uma pá de madeira artesanal, até a obtenção de uma pasta homogênea. Em seguida, eram adicionados 5 litros de água e, após nova homogeneização, era transferido para a bomba, onde eram vertidos mais 5 litros de água. A orientação quanto à aplicação do DDT, era a borrifação de 2g por metro quadrado de parede das residências.

Durante as atividades de campo, os trabalhadores relatavam lavar seus uniformes nos corpos d'água existentes no trajeto percorrido. Após o ciclo das atividades de campo das campanhas, ao retornarem para suas casas, o uniforme utilizado era lavado pelas esposas, juntamente com as roupas dos demais moradores da residência.

De acordo com os relatos, no ano de 1998 o Distrito ainda recebia estoques de DDT. Destaca-se que a proibição do uso de inseticidas organoclorados pelo Ministério da Saúde ocorreu com a publicação da Portaria n 11, de janeiro de 1998.

Outra possível fonte de exposição ao DDT na sede do Distrito de Porto Nacional decorreu de um episódio, em 1989, de infestação de piolhos de pombo "pichilinga" sobre o forro das salas dos pavilhões da área administrativa. Na tentativa de eliminar a infestação foi aplicada uma carga de 670g de DDT em pó sobre o forro das salas.

HCH

Outro produto utilizado neste período foi o HCH. Relatos apontam para o início do uso no ano de 1982, e que em 1988 não se utilizava mais o HCH no Distrito. A informação que se tem é que o produto chegava ao Distrito de Porto Nacional a granel, em grandes caixas, e sua pesagem era realizada pelos trabalhadores. Ao contrário do DDT, a utilização do HCH era esporádica, quando da ocorrência de casos de doenças de Chagas, sendo seu uso destinado ao controle do barbeiro, hospedeiro do agente causador da doença.

Ressalta-se a dificuldade em se obter informações sobre a delimitação temporal do uso do HCH e sobre a forma de manipulação do produto. Entretanto, todos os relatos relacionados ao uso do HCH destacaram que o produto provocava forte reação aos trabalhadores que o manipulavam, causando coceira e sensação de queimadura na pele, principalmente no rosto, braços e pés.

Organofosforados

Relatos apontam para o início do uso do temefós (Abate) em meados da década de 90, porém um ex-trabalhador do Distrito relaciona o início de sua utilização ao aparecimento do primeiro foco de *Aedes Aegypti* no município de Araguaína, no ano de 1982. O temefós era utilizado para o controle de larvas do *Aedes Aegypti*, sendo o pó aplicado diretamente nas cisternas (depósito de água). Os relatos também indicam que os inseticidas organofosforados Malation, Cition e Feniltroton foram utilizados a partir de 1990.

O inseticida temefós chegava ao Distrito em pacotes de 500g. Um dos ex-trabalhadores relatou que o fracionamento em pacotes de 500g era realizado no Distrito. Os agentes levavam o pacote dentro de suas bolsas, e realizavam o cálculo da quantidade a ser colocada nas cisternas, considerando a proporção de 1 (uma) colher para cada 200 litros de água. Segundo alguns dos trabalhadores ouvidos, seu manuseio estava associado à ocorrência de dores de cabeça e ausências.

O uso dos inseticidas malation e do cition também foi mencionado, e sua utilização foi relatada a partir do início dos anos 90. Assim como no caso do HCH, destaca-se a dificuldade em obter informações sobre a delimitação temporal do uso e forma de manipulação destes produtos.

Piretróides

Também a partir do início da década de 90, os trabalhadores relatam o início da utilização de inseticidas piretróides, notadamente a cipermetrina. Posteriormente, na virada do século, segundo os trabalhadores, passaram a ser usados também os inseticidas piretróides à base de alfacipermetrina, deltametrina e piriza.

- **Medidas de controle da exposição:**

No início das atividades do Distrito, foi relatado que como Equipamentos de Proteção Individual (EPI) eram utilizados calça de brim cáqui, camisa de manga comprida, botinas e capacete de alumínio. Segundo os trabalhadores, não eram utilizados máscaras e luvas na manipulação dos produtos. Os trabalhadores relataram receber duas mudas de uniforme para o desenvolvimento de suas atividades, que eram lavados apenas nos finais de semana. A foto 4 assinala o tipo de uniforme utilizado.

Foto 4 – Uniforme utilizado pelos trabalhadores no Distrito de Porto Nacional (década de 70 do século passado).



A preocupação com a saúde dos trabalhadores que realizavam a manipulação dos produtos aparece a partir do ano de 1998, quando, segundo os relatos, a Funasa distribuiu uma cartilha sobre medidas de proteção a todos os funcionários. A partir do ano de 1999 passou a ser oferecido aos funcionários um curso sobre medidas de segurança química.

Os principais expostos aos contaminantes eram as pessoas diretamente ligadas às atividades na sede do Distrito de Porto Nacional. O manuseio das substâncias tóxicas, da forma como eram conduzidas, criava condições de emissões também para as áreas externas às instalações da SUCAM, possibilitando a exposição das populações do entorno. Isto atingia as residências mais próximas, principalmente quando os

ventos favoreciam o transporte das nuvens de contaminantes durante o fracionamento dos inseticidas. Estas emissões foram particularmente intensas durante o período em que os inseticidas organoclorados DDT e HCH eram fracionados no local.

b) Sede da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional – 2001 a 2008

Após o encerramento das atividades da SUCAM no ano 2000, a área passou a ser utilizada como sede administrativa da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional. Esta transição funcional ocorreu sem qualquer tipo de adequação nas instalações. O local continuou sendo um ponto de armazenamento e distribuição de inseticidas usados nas campanhas de saúde pública.

Afora as atividades administrativas da Secretaria, como a sede do gabinete do Secretário, também eram realizados atendimentos de saúde à população.

Os inseticidas utilizados a partir de então eram da classe dos organofosforados, principalmente o produto temefós, bem como substâncias piretróides como as cipermetrinas, a partir do ano de 2007. Algumas das formulações de piretróides utilizadas causavam nos trabalhadores efeitos como forte sensação de ardência e queimadura.

A potencial contaminação do solo pelas atividades pregressas, bem como das instalações prediais pela poeira possivelmente impregnada de resíduos, possibilitaria a exposição dos novos grupos de funcionários, bem como dos usuários dos serviços de saúde oferecidos no local. A inexistência de calçamento no interior da área ocupada pela SMS acentuava a possibilidade de exposição aos resíduos pelo contato dérmico e inalação da poeira originada dos solos.

A inadequação do local também se dava pelos equipamentos de ar condicionado utilizados desde as atividades da SUCAM. A evidência de contaminação dos equipamentos de ar condicionado foi assinalada através dos relatos de trabalhadores sobre a exalação de odores característicos dos produtos químicos ali manuseados.

Como indicativo destas inadequações, a equipe da educação em saúde teve seu local de trabalho alterado por três vezes: no início, imediatamente ao lado da sala onde eram depositados os organoclorados utilizados nas campanhas de saúde pública. Em seguida, em função do forte odor que emanava da sala vizinha, a equipe passou a

ocupar uma sala no galpão 2, onde foi instalado o mesmo ar condicionado que era utilizado na sala inicial. Por fim, ainda em decorrência dos odores provenientes dos produtos armazenados, a equipe passou para o Galpão 3, próximo à sala do Secretário Municipal de Saúde, onde permaneceu até que as atividades da Secretaria Municipal de Saúde foram encerradas no Distrito (Ver Figura 1).

No ano de 2008, em função da aplicação da metodologia de Avaliação de Risco à Saúde Humana, e sob alerta da equipe de avaliação de risco sobre as claras evidências de exposição humana aos resíduos - incluindo a população que buscava os serviços assistenciais de saúde, considerado grupo populacional vulnerável - foi providenciada a mudança da sede da SMS e de outras funções administrativas deste local.

c) Depósito de inseticidas e sucatas – a partir de 2008

Finalmente, com a mudança da SMS, em 2008, o local passou a ser utilizado como depósito de inseticidas do grupo químico dos organofosforados e piretróides para combate aos vetores de doenças endêmicas, além de servir como garagem e área de deposição de sucatas da própria secretaria.

Atualmente o galpão utilizado no passado para depósito de organoclorados, serve como depósito de bombas de Ultra Baixo Volume – UBV's, barcos e motores de popa e outros equipamentos para combate aos vetores. No local foi observado forte odor característico, originado provavelmente de resíduos dos contaminantes, visíveis no piso, paredes e em todo o ambiente.

Nesta etapa funcional, transitam na área funcionários da SMS encarregados do controle de endemias. Os dados assinalados levantavam a hipótese de que, além dos trabalhadores, a população do entorno poderia também estar sujeita à exposição aos contaminantes.

2.2 Divinópolis

Um dos PA's para onde eram levados os inseticidas, já fracionados em porções, era o município de Divinópolis do Tocantins. O município foi criado em 30 de dezembro de

1987 após ser desmembrado do município de Miracema do Tocantins (antiga Miracema do Norte).

Divinópolis está a 125 km de Palmas e possui uma área de 2.347 Km², e população de 6.363 habitantes (Censo 2010-IBGE). Segundo informações obtidas no local, desde o ano de 1996, os inseticidas são armazenados em uma pequena sala localizada no galpão onde aos domingos funciona a feira livre, adjacente à rodoviária da cidade. Neste local a equipe de avaliação de risco identificou a presença de recipientes contendo pasta de DDT, bem como resíduos derramados. Antes desse período, segundo relatos de antigos trabalhadores, não havia um ponto fixo, estabelecido para o armazenamento dos produtos.

O preparo da calda, pelos agentes de controle de endemias, é ainda realizado no galpão em frente a sala onde são armazenados os produtos. Há informações de que as bombas borrifadoras são lavadas neste mesmo local.

Da mesma forma como já destacado para o conjunto dos documentos de Tocantins, em relação ao histórico do processo de distribuição e aplicação dos produtos químicos, existem lacunas importantes na informação.

A descrição de localização e forma de operação relativa a este PA de Divinópolis não deve ser considerada um padrão abrangente para todos os PA's. Existem relatos, de que a localização destes Postos não era fixa, sendo deslocada constantemente, de acordo com as rotas de trabalho adotadas pelas equipes. Isto incluía, por exemplo, as fazendas de cada região.

As populações expostas podem ser diversas. Considerando as condições de trabalho, os componentes das equipes eram o principal grupo populacional exposto em função dos contaminantes utilizados continuamente em todas as etapas de trabalho. O contato com a roupa de trabalho contaminada, por exemplo, se dava por vários dias, bem como durante as refeições e períodos de repouso. Afora isso, todos os locais de manuseio (preparo da calda e aplicação) poderiam criar situações de exposição pontuais às populações nessas áreas.

3 Dados Ambientais

3.1 Caracterização ambiental do município de Porto Nacional

Segundo os dados demográficos (IBGE, 2010), Porto Nacional conta com uma população de 49.146 habitantes em uma área de 4.450 Km², indicando uma densidade populacional de 11,04 habitantes/ Km². A foto 5 assinala a vista aérea do município de Porto Nacional.



Foto 05: Vista aérea do município de Porto Nacional

- **Geologia e Geomorfologia**

A geologia da região de Porto Nacional é formada por unidades geológicas diferenciadas, com predominância de terrenos cristalinos do Complexo Goiano e da Formação Pimenteiras e sedimentares da Bacia Sedimentar do Meio-Norte. Além destas, registram-se em Porto Nacional as seguintes unidades geológicas: Alcalinas de Peixe, Cobertura

Sedimentar Quaternária Detrito-laterítica e Aluviões Holocênicos, Complexo Metamórfico Aruanã-Piauí, Complexo Porto Nacional, Depósitos Aluvionares, Formação Longa, Formação Monte do Carmo, Granitos Intrusivos, Grupo Estrondo, Rio Araguaia e Suíte Ipueiras.

O ambiente geológico da cidade de Porto Nacional é de Coberturas Cenozóicas, que se estendem ao longo das duas margens do rio Tocantins. Na área rural são verificados ambientes dos Complexos Metamórficos do Arqueano e Proterozóico Inferior, faixas de dobramento do Roterozóico Médio e Superior e da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

- **Relevo**

O relevo ao norte apresenta, de forma geral, uma topografia suavemente ondulada com altitudes entre 100 e 500 m. Na porção nordeste do território, o relevo encontra-se dissecado em formas tabulares características de superfícies sedimentares, como a Serra do Lajeado, superfícies de pediplanos, inselbergs e terraços fluviais. Na parte sul do município, são freqüentes os morros isolados. Na porção oeste, verificam-se dissecções em cristas, mesas, interflúvios tabulares e colinas com vales encaixados.

- **Declividade**

A declividade predominante no território municipal é de natureza suave, igual ou inferior a 5%, com escoamento superficial lento ou médio e reduzida erosão hídrica. Observam-se, entretanto, alguns trechos, a sudoeste e a noroeste do Município, com áreas inclinadas ou colinosas, de declive maior que 10% e igual ou inferior a 15%, nas quais o escoamento superficial é rápido e o terreno é facilmente erodível, a não ser quando muito permeável e não muito arenoso.

- **Pedologia**

Os solos predominantes na região de Porto Nacional são minerais, profundos, argilosos ou de textura média, bem drenados, pouco susceptíveis à erosão e com baixa fertilidade natural. Verificam-se no Município:

- Areias Quartzosas – solos pouco desenvolvidos, profundos, com origem em sedimentos areio-quartzosos não consolidados ou arenitos. São fortemente ácidos,

com baixa porcentagem de matéria orgânica e, conseqüentemente, com baixa fertilidade natural e carência generalizada de nutrientes. São observadas em pequenas porções ao norte do município.

- Hidromórfico gleizado – verificados ao longo das margens dos rios Tocantins e Água Suja, são associações de solos glei pouco húmico, de textura indiscriminada, com latossolo vermelho-amarelo plíntico, de textura argilosa, e solo aluvial, com textura indiscriminada. Todos eles são distróficos e de relevo plano, com baixa disponibilidade de nutrientes e fortemente ácidos.
- Latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro – solos minerais, não hidromórficos, muito profundos, que vão de forte a moderadamente drenados, com baixa fertilidade natural, formados pela mistura de partículas minerais. Sua tonalidade varia de vermelha muito escura, no horizonte A, vivas, no B e claras, amareladas, no C. Geralmente, apresentam avançado estágio de intemperização. Distribuem-se por todo o território municipal.
- Solos concrecionários – com alta concentração laterítica, perfis profundos, encontram-se nas bordas de chapadas ou áreas de acumulação do noroeste, oeste e parte sul do território. São, na maioria, distróficos, fortemente ácidos com carência generalizada de nutrientes e com baixo teor de carbono nos horizontes superficiais.
- Solos litólicos – apresentam associações de solos com textura indiscriminada, solos com textura argilosa e afloramentos de rocha, nos quais todos os tipos associados são distróficos, de relevo montanhoso e fortemente ondulado. São observados no leste e sudeste do município. Apresentam perfis pouco desenvolvidos, rasos, com horizonte A, assentado sobre a rocha (A, R) ou sobre um horizonte C de pouca espessura. Na maioria carentes de nutrientes e acentuadamente ácidos, bastante suscetíveis à erosão, bem drenados, não apropriados para o uso agrícola pela pequena profundidade e elevada acidez. Entretanto, apresentam, em pequenas proporções, solos férteis, desenvolvidos a partir de rochas básicas.
- Nas escavações realizadas para a instalação de poço para amostragem na área da ex-SUCAM, na proximidade da área de manipulação para dosagem dos agrotóxicos, observou-se a presença de latossolo vermelho-amarelo plíntico, de textura argilosa.

- **Recursos Hídricos**

O território municipal é todo drenado pela Bacia do Tocantins (figura 2), cujos principais afluentes no Município são os Ribeirões São João, Areias e Água Suja. O primeiro é utilizado como fonte de captação de água para abastecimento da Cidade, desde 1960. O município de Porto Nacional é cortado pelo Rio Tocantins, tendo sua sede urbana localizada à margem direita deste rio. Com a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, o trecho do rio que banha a Cidade transformou-se em um grande lago, potencialmente importante para a recreação, lazer, esporte e turismo, além das possibilidades de navegação fluvial e pesca e de exploração econômica.

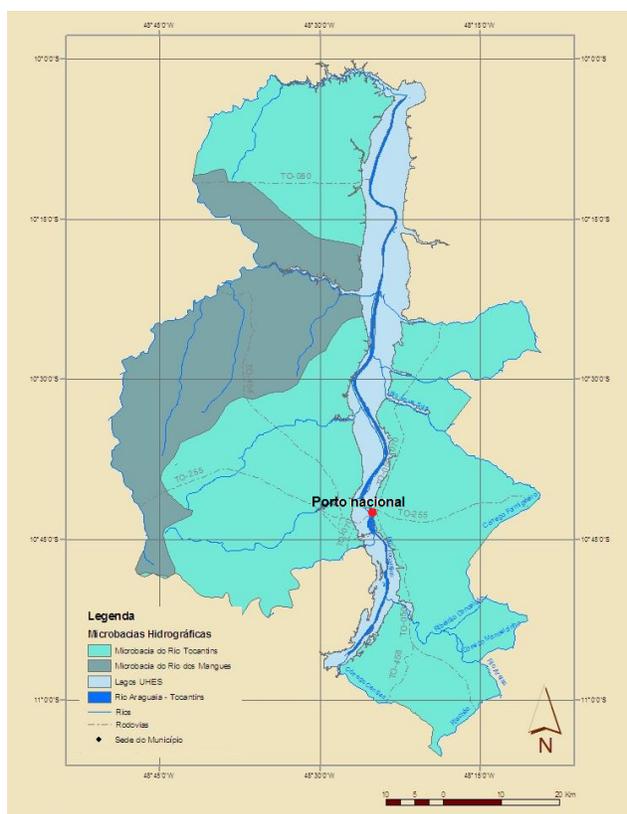


Figura 2 – Hidrografia

- **Clima**

A 10ª Estação Climatológica de Porto Nacional classifica o clima de Porto Nacional como seco de savana. A temperatura média anual oscila entre 28°C e 29°C, sendo a parte oeste ligeiramente mais quente do território. Setembro é o mês com as mais altas temperaturas,

cerca de 39°C, enquanto janeiro registra as mínimas anuais, de 13,1°C. Os ventos sopram de Norte para Sul, fracos, chegando a, no máximo, 6 pontos na escala Beufort.

A precipitação pluviométrica anual varia de 1.500 mm, na porção sudeste e na sede municipal, e a 1.800 mm no extremo norte do município, com mais de 80% de incidência no período entre outubro e abril, quando podem ocorrer chuvas torrenciais de grande capacidade erosiva.

O período da seca, de maio a setembro, registra índices muito baixos de precipitação, com notável redução da vazão dos cursos d'água que não chegam, porém, a secar.

- **Cobertura Vegetal**

Porto Nacional situa-se em uma região de cerrado, com predominância de vegetação xeromorfa aberta, dominada por estrato herbáceo. Apresenta algumas faixas de savana arbórea sem floresta de galeria, no leste, sudeste e sul e savana parque, na metade oeste do município, mais concentradas na região da Serra das Cordilheiras.

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, apenas suplantado pela Floresta Amazônica. Cobre cerca de 2 milhões de km², ou 20% do território nacional, distribuídos em 10 estados brasileiros. Suas árvores possuem longas raízes pivotantes, entre 10 a 15 metros de profundidade, o que possibilita a busca de água nos aquíferos subterrâneos durante os longos períodos de estiagem. A vegetação herbácea, composta de subarbustos perenes e gramíneas, apresenta órgãos subterrâneos de resistência, como bulbos, xilopódios e sóboles para sobrevivência à seca. Seu caráter semidecíduo permite a rebrotação e floração antes do reinício das chuvas, confirmando a amplitude das reservas hídricas edáficas de profundidade durante o período seco.

CAPÍTULO 2 - PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM SUA SAÚDE

1. Introdução

O principal propósito desta etapa no processo de avaliação de risco à saúde é estabelecer a comunicação com os envolvidos no problema, principalmente com as populações expostas aos contaminantes de interesse, levantando suas preocupações de saúde, e desenvolvendo mecanismos de participação da comunidade.

Nesta fase da avaliação foram conhecidas as fontes e redes de informação existentes na comunidade, as preocupações da população relacionadas com a sua saúde e os locais contaminados. Estas informações permitem à equipe de avaliação de risco: identificar as questões (saúde e ambiente) que precisam ser esclarecidas e respondidas para a população; gerar subsídios para a definição das rotas de exposição, incluindo aquelas oriundas do processo de trabalho nos PA's; e obter dados sobre a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI).

Para o levantamento das preocupações da comunidade com sua saúde, levando em conta a possibilidade de alto nível de exposição, foi realizada uma estratégia de consulta tanto aos trabalhadores da SUCAM, Funasa e SMS, quanto aos moradores do entorno da área da sede do Distrito de Porto Nacional e do PA de Divinópolis.

Nesta etapa de levantamento das preocupações em relação à saúde foram ouvidos cerca de 100 pessoas entre ex-trabalhadores da SUCAM, trabalhadores da Funasa, e das Secretárias Municipais de Saúde de Porto Nacional e de Divinópolis. Também foram ouvidos moradores residentes no entorno da sede do Distrito de Porto Nacional e do PA de Divinópolis.

2. Levantamento das Preocupações da População com sua Saúde

As populações ouvidas, em várias ocasiões levantaram preocupações referentes às condições em que os produtos eram manipulados, armazenados e transportados.

No decorrer das campanhas, os trabalhadores notavam que alguns animais morriam após contato com eles, porém não faziam relação destes eventos com o uso dos produtos, uma vez que não tinham conhecimento sobre os riscos associados a estes. Somente depois de anos foram realizadas capacitações sobre os produtos e uso de EPIs, além de uma bateria de exames clínicos e laboratoriais nos trabalhadores.

Relatos do final da década de 80 mostram o começo das preocupações com os riscos relacionados ao manuseio do DDT, como a necessidade em manter as botinas sempre bem engraxadas, para dificultar a penetração do produto.

Relatavam que permaneciam 30 dias fora de casa para levar os produtos para área rural. Transportavam os alimentos, como por exemplo, os ovos, dentro das caixas de DDT, para não quebrar na viagem. Dormiam nos pontos de apoio com a mesma roupa, no meio dos produtos. A calça era de brim grosso, não dava para ser lavada. Às vezes ficavam a semana toda com o mesmo uniforme durante o dia, que somente eram trocadas à noite.

Quando em campo, os trabalhadores lembraram que muitas vezes usavam os capacetes para beber água. Às vezes não tinham água nem pra lavar as mãos, nem mesmo quando iam se alimentar.

Preenchiam os formulários com os relatos de suas rondas, e tinham o hábito de contar com os dedos, que eram passados na língua para facilitar a contagem. Foi relatado que até os trabalhadores da área administrativa, adoeciam por entrar em contato com fichas contaminadas.

Também na sede do Distrito, sobre o trabalho de conferência dos boletins, os relatos diziam que era realizado em uma sala fechada, com ar condicionado, e que o cheiro de veneno era fortíssimo, levando inclusive alguns funcionários a

passar mal. Um integrante do grupo relatou que depois de ter sido levado ao hospital algumas vezes, e de muito pedir, conseguiu mudar de sala.

Observou-se ainda que os trabalhadores estavam preocupados com seus familiares no que se refere à possível contaminação pelo contato com os inseticidas no passado, como nas situações descritas a seguir:

- As esposas lavavam as roupas impregnadas de DDT e/ou HCH, juntamente com as demais roupas da família;
- Ao chegarem do campo (trabalho), por falta de conhecimento sobre os perigos que os inseticidas ofereciam, abraçavam sua esposa e filhos;
- Suas casas também eram borrifadas;
- Utilizavam os venenos para matar insetos domésticos, como por exemplo, formigas e baratas.

Durante os depoimentos, os trabalhadores relataram que *“começaram a perceber que o DDT não só matava os invertebrados, como também animais vertebrados”*. Por esta razão, os trabalhadores orientavam aos moradores que, após a borrifação, varressem as casas e enterrassem os insetos, ciscos e sujeiras, para não matar os outros animais. Os trabalhadores testemunharam:

- a mortandade de animais como ratos, gatos entre outros;
- que lavar as roupas de trabalho em pequenos córregos, cacimbas e nascentes encontrados pelas rotas de campanha, resultava em morte de peixes e insetos nas proximidades; e
- a morte de sapos que se alimentavam de insetos nas proximidades.

Em várias ocasiões levantaram preocupações em relação aos alimentos. Segundo um dos relatos, um médico chegou a alertar para não comerem nenhuma fruta do local. Foram relatadas situações descritas abaixo:

- As embalagens de DDT eram acondicionadas nas mesmas bolsas que continham os alimentos (farinha, ovos, carne seca, rapadura etc.);
- A comida era transportada em camionete no mesmo compartimento dos inseticidas e juntamente com as pessoas;

- A manipulação dos produtos era realizada sob as árvores frutíferas da área do Distrito de Porto Nacional, cujos frutos eram ingeridos diariamente tanto pelos trabalhadores, quanto pela população residente no entorno.

Foi possível notar a existência de grande preocupação com questões trabalhistas e financeiras. Os trabalhadores relataram a existência de ações trabalhistas abertas junto ao Ministério do Trabalho, alegando problemas de saúde e requerendo indenizações pelos danos decorrentes da exposição aos produtos que manuseavam.

Notou-se ainda, a preocupação dos trabalhadores com a saúde da comunidade, sugerindo que “*deveríamos também cuidar da saúde das pessoas onde as suas casas foram borrifadas*”, situações estas em que segundo eles, a população também teria sido exposta.

Afirmam que o DDT não foi o único inseticida manuseado pelos antigos funcionários da ex-Sucam e da Funasa, citando entre eles: HCH, cipermetrina, deltametrina e malation, além dos atuais, alfa cipermetrina e temefós (abate).

2.1 Principais problemas de saúde relatados pelos trabalhadores

Os trabalhadores descreveram vários problemas de saúde que, de acordo com seu entendimento, estão relacionados com a contaminação pelo DDT e outros produtos manuseados. Relataram a ocorrência de:

- Leucopenia (gerando afastamento das funções com contato direto com os produtos, por recomendação médica);
- Sintomas de tonturas rotineiras, náuseas, diarreias e dores de cabeça diárias;
- Falta de concentração, má coordenação motora, tremores, irritabilidade, dificuldades de respiração e memorização, esquecimento;
- Dores e fraqueza nas pernas, mãos, nervos, juntas e ossos;
- Má circulação sanguínea;
- Dormência nas extremidades, formigamento, câimbras;
- Alergias, descamações na pele;
- Impotência sexual;

- Depressão;
- Convulsões, com necessidade de medicação de uso controlado;
- Problemas renais;
- Hipertensão;
- Atrofia cerebral;
- Tumor de cérebro;
- Câncer, inclusive com desfecho de óbito, entre outros problemas.

Afirmaram ainda que mesmo apresentando problemas de saúde decorrentes da contaminação, não eram afastados do trabalho, sendo obrigados a continuar trabalhando para completar o tempo de serviço necessário para a aposentadoria.

Citaram também situações em que colegas de trabalho vieram a falecer em decorrência de problemas de saúde adquiridos pelo contato com o DDT. Em função disso, demonstraram preocupação se estariam vivos para ver a solução para o problema.

Grande parte dos trabalhadores levou consigo laudos contendo dados analíticos de concentração de DDT total em sangue e relatos acerca de morbidade referida por eles e por residentes do entorno das áreas, anexados a processos judiciais. As informações consolidadas de saúde serão abordadas no Capítulo de Implicações à Saúde.

2.2 Levantamento das preocupações dos trabalhadores

Dentre os depoimentos realizados pelos trabalhadores e ex-trabalhadores na etapa de levantamento de preocupações com sua saúde foram destacados alguns relatos descritos abaixo.

- **Sobre a contaminação**

“...todos trabalhávamos sem uso de EPIs e éramos obrigados a borrifar cinco casas por dia durante cinco meses ininterruptos...”

“Sei que não é aconselhável, mas até hoje guardo lá em casa um pouco de DDT, pois tenho esperanças de que um dia irá servir como prova da minha contaminação...”

“...a maioria de nós fez exames que comprovam que os níveis de DDT no sangue estão acima do permitido...”

“Devido à falta de água em algumas regiões, passávamos cerca de uma semana usando o uniforme sem lavar”.

“A água barrenta que encontrávamos, era coada nas flanelas utilizadas para limpeza dos equipamentos de borrifação”.

“As refeições eram realizadas com a presença constante do DDT e do HCH nas mãos e roupas, devido à dificuldade de encontrar água para a diluição e remoção do veneno”.

“Nós pesávamos e diluíamos os inseticidas embaixo dos pés de pequi, de caju e de manga, esses que ainda hoje estão lá”

“a vida inteira comemos esses frutos e ainda hoje”

“..pode ser que estejam contaminados, mas ainda hoje comemos, tem gente que deixou de comê-los”;

“... trabalhava com uma bicicleta onde carregava duas bolsas com identificação da SUCAM e outra pessoal com roupas, além de balde e bomba de borrifação. Nestas bolsas, pequenas porções de alimentos (carne seca, farinha, rapadura, etc.) eram acondicionadas juntamente com o DDT”.

- **Descrença com os estudos realizados**

“Por que a equipe ao invés de se preocuparem prioritariamente com o local da contaminação, exames do solo do local, etc., não passam a se preocupar com as vidas, com os exames de saúde das pessoas contaminadas...?”

“...enquanto já existem pessoas procurando médicos para se tratarem da contaminação ou ainda processando a FUNASA pelos danos à saúde decorrentes dos trabalhos realizados, os membros da equipe estariam demonstrando preocupação com o terreno contaminado há mais de 40 anos”.

“Técnicos do Ministério da Saúde já vieram aqui outras vezes e não deu em nada. Falaram, falaram e nada fizeram”.

- **Sentimento de exclusão social e rotulação**

“...era doador voluntário de sangue e me disseram que não poderia mais doar sangue por apresentar concentrações elevadas de inseticida no sangue, e isso foi comigo e com todos os colegas contemporâneos...ninguém mais podia doar sangue. Somos os contaminados”.

- **Acusação ao Setor Saúde**

“O Ministério da Saúde é culpado, pois nunca nos informou dos perigos que o DDT oferecia e nem dos cuidados que tínhamos que tomar para evitar a contaminação”.

“...fizemos exames no Laboratório Adolfo Lutz, onde acusou níveis elevados de DDT no sangue. Mas em atendimento a demandas judiciais foram realizados exames no Laboratório H. Pardini em Minas Gerais, por conta da FUNASA, onde não se detectou níveis consideráveis de contaminação”.

- **Expectativas quanto aos estudos**

“...mas quando vocês vão concluir esse trabalho? Vai demorar muito?”

“Precisamos saber se vão realizar exames no pessoal”.

“...agora vocês vão confirmar a contaminação? ”

“...quem teve contato com DDT poderá desenvolver quais doenças?”

2.3 Levantamento das preocupações dos moradores do entorno

Considerando a proximidade da população do entorno à área da sede do Distrito de Porto Nacional, bem como a importância de conhecer as possíveis rotas de exposição desta comunidade aos produtos ali manipulados, foi elaborada uma estratégia específica para a abordagem.

Foi elaborado um questionário (anexo 1) para ser aplicado nas entrevistas realizadas com os responsáveis pelas residências do entorno imediato à área. A aplicação do questionário foi precedida da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (anexo 2). Neste documento é apresentada a justificativa do estudo, bem como esclarecimentos acerca das

implicações do estudo para os participantes, e a concordância explícita para a sua participação.

As áreas frontais à sede do Distrito de Porto Nacional são desabitadas, havendo somente as instalações do aeroporto local e das Forças Armadas. Para estas áreas sopram os ventos predominantes na região.

A área onde está localizada a sede do Distrito de Porto Nacional é de chão batido e apresenta declividade no sentido da rodovia em direção ao rio Tocantins, de tal maneira que as residências do seu entorno estão em plano levemente inferior. A foto 6 apresenta uma visão aérea do bairro Setor Aeroporto com a demarcação da área ocupada pela sede do Distrito de Porto Nacional.



Foto 6: Vista aérea da área da antiga sede do Distrito de Porto Nacional (em destaque).

Até 1988, em decorrência da partição e pesagem dos produtos DDT e HCH que chegavam em grandes embalagens, relatos apontam para a ocorrência de uma frequente nuvem branca que pairava em direção às residências. Além disso, com as chuvas, a água misturada com os produtos manipulados no interior da área era carregada por um espaço aberto no muro e corria pela rua lateral Deocreciano

Aires, atualmente pavimentada. Relatos indicam que crianças costumavam brincar na *“cachoeira de água com espuma”* que ali se formava.

Antes da chegada da água da rede de abastecimento público, os moradores do entorno utilizavam poços em suas residências. Houve também um relato assinalando que *“moradores levavam pedaços de papelões das caixas onde eram transportados os produtos para cobrir as janelas das casas, como cortinas”*.

Um dos trabalhadores, que também é morador do entorno, relatou que criava galinhas que tinham que ser cobertas durante a borrifação para que não morressem.

CAPÍTULO 3 - CONTAMINANTES DE INTERESSE

1 Seleção dos Contaminantes de Interesse

Os contaminantes de interesse são os compostos químicos específicos do local de risco selecionados para uma avaliação posterior sobre seus efeitos potenciais na saúde. A identificação dos contaminantes de interesse é um processo iterativo que se baseia na análise das concentrações dos contaminantes no local, na qualidade dos dados da amostragem ambiental e no potencial de exposição humana.

Com base nos dados ambientais reportados, determina-se os contaminantes de interesse que serão utilizados nos estudos futuros, principalmente nos processos de monitoramento ambiental e acompanhamento de saúde das populações envolvidas. Os contaminantes de interesse serão aqueles cujas concentrações nos compartimentos ambientais analisados superam os limites utilizados como referência.

Os contaminantes de interesse devem ser selecionados em cada meio ambiental separadamente. Qualquer contaminante que exceda os valores de referência em qualquer compartimento ambiental deve ser considerado contaminante de interesse. Levando em conta o critério de precaução quanto ao risco maior, a seleção dos contaminantes de interesse considerou as concentrações máximas detectadas de cada contaminante, dentro e fora dos focos de emissão, nos compartimentos ambientais analisados.

Se a concentração máxima do contaminante no meio está abaixo de um valor de referência, o contaminante deve ser selecionado para uma avaliação posterior, da mesma forma, no caso de não existir algum valor de referência para tal contaminante, este também deve ser selecionado.

Inicialmente, determinam-se os contaminantes de potencial interesse a serem investigados. Para este estudo, seguindo as orientações da metodologia de avaliação de risco adotada pelo Ministério da Saúde, a escolha dos contaminantes

a serem investigados, para a determinação dos contaminantes de interesse, se baseia nos seguintes critérios:

- ter sido manipulado na sede do Distrito, transportado, estocado e aplicado nas campanhas de saúde pública;
- ser intermediário de degradação de qualquer dos compostos que tenham sido manipulados na sede do Distrito, transportados, estocados e aplicados nas campanhas de saúde pública;
- apresentar concentrações em qualquer dos compartimentos ambientais analisados superiores às normas estabelecidas.

Desde a década de 60, durante as campanhas de saúde pública, diversos produtos foram utilizados no Distrito de Porto Nacional para o controle de endemias. Como em outras localidades onde houve atividades da ex-SUCAM, em Porto Nacional/TO substâncias químicas agrotóxicas foram transportadas, estocadas, manuseadas e aplicadas com o objetivo de eliminar vetores (insetos) de endemias.

O termo “agrotóxico” é utilizado para denominar venenos utilizados nas atividades agrícolas visando o controle de pragas, doenças e regular o crescimento de plantas, embora também estas substâncias possam ser utilizadas no ambiente urbano e na saúde pública, para o controle de vetores de doenças.

Embora estes produtos também sejam conhecidos sobre a denominação de defensivos agrícolas, pesticidas ou praguicidas, o Brasil não adotou a terminologia internacional (pesticida do inglês *pesticide*) passando a utilizar o termo *agrotóxico*¹. Conforme já assinalado, os dados registrados são escassos, devido principalmente, às circunstâncias do processo de criação do estado de Tocantins. Segundo relatos, os produtos utilizados foram os compostos organoclorados DDT e HCH, os organofosforados temefós (abate), malation, e cition, e os piretróides akito, e cipermetrina.

¹ Esta terminologia foi definida por meio de legislação específica, Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, artigo 2º de 04 de janeiro de 2002. Semelhante a definição da legislação brasileira, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) define os agrotóxicos como produtos químicos ou quaisquer substâncias ou mistura de substâncias destinadas à prevenção, à destruição ou ao controle de qualquer praga, incluindo os vetores de doenças humanas ou de animais, que causam prejuízo ou interferem de qualquer outra forma na produção, elaboração, armazenagem, transporte ou comercialização de alimentos, para os homens ou para os animais, de produtos agrícolas, de madeira e seus produtos, ou que podem ser administrados aos animais para combater insetos, aracnídeos ou outras pragas dentro ou sobre seus corpos.

Na avaliação dos contaminantes de interesse são utilizados os dados, já relatados, sobre os contaminantes que poderiam resultar em exposição humana. Afora os dados ambientais é necessário o reconhecimento das características de cada contaminante e condicionantes ambientais locais que propiciem a mobilidade ou fixação destes contaminantes nos diversos meios ambientais. Estas características condicionam os mecanismos de transporte dos contaminantes no ambiente.

Em função de sua grande persistência ambiental, os derivados do processo de degradação dos compostos organoclorados podem ser identificados por longos períodos após as emissões. Por sua menor persistência ambiental, os compostos organofosforados, decorrido o longo período de sua manipulação na área, não permitem a busca de seus derivados na atualidade. Já os compostos piretróides, de baixíssima persistência ambiental, de dias ou no máximo poucas semanas, impossibilitam qualquer comprovação de sua existência atual através de procedimentos de amostragem ambiental.

Entretanto, levando também em consideração os relatos dos trabalhadores, as substâncias selecionadas como potenciais contaminantes para a área foram as seguintes:

- DDT e seus isômeros;
- HCH e seus metabólitos;
- Organofosforados (temefós, malation);
- Piretróides (alfa-cipermetrina, delta-cipermetrina).

Como assinalado nos capítulos anteriores, a emissão dos contaminantes ocorria na armazenagem, manuseio e na dosagem para a “preparação da calda” (Porto Nacional), como também nos pontos de abastecimento – PA’s (Divinópolis, por exemplo) e locais de aplicação (fazendas e residências na área rural).

Na determinação dos contaminantes de interesse, avaliou-se também as emissões em momentos diversos da atuação da ex-Sucam: de substâncias do grupo organoclorados nas fases iniciais, de organofosforados e de piretróides na fase final de atuação da ex-Sucam em Porto Nacional.

Afora Porto Nacional, como exemplo de caracterização das emissões, buscou-se a determinação de contaminantes de interesse em uma das localidades onde havia a atuação de um PA, sendo escolhido o PA no município de Divinópolis.

Segundo o período, formas e intensidades de utilização, e tipos de substâncias, pode-se definir diferentes tipos de contaminantes de interesse, ou seja, de substâncias que resultaram em rotas de exposição aos trabalhadores da ex-Sucam ou aos residentes do entorno da área.

2 Valores de Referência

Os contaminantes de interesse são aqueles cujas concentrações nos compartimentos ambientais analisados superam os limites utilizados como referência. Os valores de referência podem ser os limites propostos por organismos nacionais ou internacionais para cada uso específico (por exemplo, padrões de potabilidade, limites para solos residenciais, industriais, etc). Em cada caso, a equipe de avaliação de risco fará a escolha dos valores de referência mais adequados para cada situação.

No caso do estudo de avaliação de risco à saúde humana em Porto Nacional, os dados sobre manipulação e transporte dos contaminantes indicavam os compartimentos solo, água subterrânea e poeira domiciliar como os principais componentes das possíveis rotas de exposição, a partir dos pontos de emissão na sede do Distrito.

Como valor de referência para o compartimento ambiental água subterrânea foi considerado o padrão estabelecido na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que determina o padrão de potabilidade da água para consumo humano.

Para o compartimento solo foram considerados os valores preconizados pela Resolução Conama nº 420/2009.

O compartimento poeira domiciliar não pode ser correlacionado a um determinado padrão de referência. As indicações propondo padrões da concentração de contaminantes na poeira domiciliar são apresentadas em estudos diversos para situações específicas e locais. Desta forma, no Brasil, nos estudos de avaliação de

risco à saúde humana já realizados, a utilização da poeira domiciliar tem sido adotada como um indicativo do histórico da contaminação no local sem, no entanto, permitir uma correlação direta com a exposição. Como exemplos, podemos citar os estudos realizados em Cidade dos Meninos/RJ (contaminantes organoclorados) e Santo Amaro/BA (contaminantes metais).

3 Amostragem Ambiental

Não existem dados ambientais que caracterizem as emissões para os compartimentos ambientais das substâncias utilizadas pela Sucam no passado. Portanto, os dados produzidos na campanha de amostragem no período deste estudo de avaliação de risco, realizada em outubro de 2011, somente descrevem a situação atual. Estas informações poderão indicar se existem no momento situações de contaminação ambiental que poderiam na atualidade criar situações de exposição humana.

Por outro lado, principalmente, utilizando os dados da amostragem de poeira domiciliar, são possíveis informações qualitativas sobre o histórico das emissões de contaminantes para o compartimento atmosférico.

O Plano de Amostragem (ver anexo 3), seguindo os critérios utilizados nos estudos de avaliação de risco à saúde, foi elaborado buscando evidenciar a pior situação, ou seja, a escolha dos compartimentos ambientais a ser amostrados levou em consideração as hipótese, mesmo remotas, de pior cenário de emissão durante o período de atuação da SUCAM.

A seguir assinalam-se somente os aspectos mais gerais de fundamentação dos preceitos usados na amostragem ambiental. O detalhamento da amostragem, incluindo premissas e procedimentos de amostragem, mapas de localização dos pontos (georeferenciados) e demais aspectos são apresentados no anexo 3.

Levando em conta as principais características físico-químicas, bem como os mecanismos de transporte e condicionantes ambientais da área, foram escolhidos como potencialmente impactados pelas emissões de contaminantes, os compartimentos ambientais: solo superficial, água subterrânea e poeira domiciliar. Considerando estes critérios, próprios da avaliação de risco à saúde, os pontos de amostragem foram

escolhidos com o viés de serem possíveis de contaminação ambiental pelas emissões das atividades da SUCAM.

Desta forma, a amostragem de solo superficial foi realizada no ponto onde se realizava a partição do DDT e do HCH, conforme os relatos dos trabalhadores, quando as substâncias eram recebidas em embalagens de 50 Kg, até o ano de 1982, e em outros pontos da instalação da ex-SUCAM em Porto Nacional; na proximidade imediata da manipulação no PA (Ponto de Abastecimento) em Divinópolis; e em pontos situados – em Porto Nacional e Divinópolis - próximos destes locais onde, em função das características ambientais do local (relevo, declividade, direção dos ventos, etc.) e dos mecanismos de transporte dos contaminantes, indicassem maior probabilidade de contaminação pelas emissões dessas atividades.

As amostras de água superficial, com exceção do poço na sede do Distrito em Porto Nacional, de maior profundidade, foram coletadas em poços rasos de captação do aquífero freático. A amostragem de água subterrânea também levou em consideração levantamentos anteriores realizados pela Secretária Estadual de Saúde de Tocantins (anexo 4).

Em Porto Nacional, a amostragem de água subterrânea foi realizada em um poço existente na área da ex-SUCAM que foi utilizado até o ano de 1994 para a captação de água para consumo humano. Os demais pontos de amostragem foram definidos em poços existentes em residências próximas, situados à jusante do fluxo subterrâneo em relação à área da ex-SUCAM. Em Divinópolis, os pontos de amostragem foram poços de captação de água subterrânea nas residências, situados à jusante do fluxo subterrâneo em relação ao PA local.

Na amostragem de poeira domiciliar em Porto Nacional, os pontos de amostragem foram escolhidos nas áreas onde o histórico indicava atividades com maior potencial de emissão das substâncias agrotóxicas manipuladas, ou em residências nas proximidades imediatas à ex-SUCAM, mais antigas, e que não tivessem sofrido reformas ao longo de todo o período desde o início das atividades da ex-SUCAM até os dias atuais.

As amostras foram coletadas em duplicatas sendo alíquotas enviadas para análise nos laboratórios do Instituto Evandro Chagas, órgão do Ministério da Saúde, em Belém/PA; e no Laboratório AgroSafety em Piracicaba/SP.

As amostras de poeira domiciliar, em função do pouco material disponível para ser amostrado, principalmente nas residências, foram coletados em alíquota única, sendo as amostras enviadas somente para o Laboratório AgroSafety em Piracicaba/SP. Foram seguidas todas as normas de preservação e rastreabilidade das amostras.

Os laudos analíticos do Laboratório AgroSafety estão apresentados nos anexos 5,6 e 7. Os laudos analíticos do Instituto Evandro Chagas/MS (IEC) estão apresentados no anexo 8.

4 Resultados Analíticos

4.1 Águas subterrâneas

Conforme se observa nos laudos analíticos (anexo 5), em todas amostras de água subterrânea não foi detectada a presença dos contaminantes de potencial interesse selecionados para análise até o limite de detecção da metodologia analítica utilizada pelos dois laboratórios.

Desta forma, para o compartimento ambiental água subterrânea nenhum dos contaminantes analisados pode ser considerado como contaminante de interesse.

4.2 Solo superficial

Como valor se referência para a avaliação de qualidade do solo superficial a equipe de avaliação de risco optou pelo estabelecido na Resolução CONAMA nº 420/2009, especificamente os valores orientadores para solos em áreas residenciais. Desta forma, adicionalmente, levou-se em consideração o condicionante de não existir atividades de produção de alimentos no entorno imediato das instalações da ex-SUCAM – tanto em Porto Nacional bem como no PA de Divinópolis.

Levando em consideração o largo período desde quando as emissões foram provavelmente mais intensas, quando ainda se procedia o reempacotamento dos

inseticidas na sede do Distrito, a equipe de avaliação de risco optou pela utilização do “Valor de Prevenção” da Resolução CONAMA nº 420/2009 como valor de referência para a determinação dos contaminantes emitidos no passado e que foram detectados na amostragem ambiental realizada pelo presente estudo.

A **tabela 1** assinala os valores de referência da Resolução CONAMA nº 420 para as substâncias detectadas nas amostras de solo coletadas.

Tabela 1: Contaminantes detectados na amostragem de solo e valores orientadores da Resolução CONAMA nº 420/2009

Contaminantes detectados	Solo (mg.kg-1 de peso seco) (1)				
	Valor de Referência de qualidade	Valor de Prevenção ²	Valor de Investigação		
			Agrícola APMax	Residencial	Industrial
DDT	na	0,010	0,55	2	5
DDD	na	0,013	0,8	3	7
DDE	na	0,021	0,3	1	3
γ- HCH (Lindano)	na	0,001	0,02	0,07	1,5
HCH beta	na	0,011	0,03	0,1	5

na - não se aplica para substâncias orgânicas.

A **tabela 2** assinala os resultados analíticos do DDT e seus isômeros para as amostras de solo superficial. Como se observa, os dois laboratórios obtiveram resultados bem coincidentes, principalmente nos pontos onde foram detectadas as maiores concentrações, onde ocorria com maior intensidade o manuseio do DDT e do HCH. Nas amostras de solo superficial coletadas tanto em Divinópolis como em Porto Nacional somente foram detectados os contaminantes p,p'-DDT e seus metabólitos p,p'-DDD e p,p'-DDE.

A não detecção de nenhum dos isômeros HCH, nem mesmo dos isômeros ambientalmente mais persistentes (alfa e beta), confirma a informação dos relatos dos trabalhadores sobre o uso esporádico deste inseticida.

² Valor de Prevenção - é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais de servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo.

Tabela 2: Concentração de DDT e seus metabólitos detectadas nas amostras de solo superficial (concentração em mg/Kg)

AMOSTRA	CONCENTRAÇÃO mg/kg					
	p,p'-DDD		p,p'-DDE		p,p'-DDT	
	IEC	AGROSAF	IEC	AGROSAF	IEC	AGROSAF
DISO 01	NA	ND	NA	ND	NA	ND
DISO 02	0,037	ND	0,062	ND	0,198	ND
PNSO 01	<LQ	<LQ	<LQ	0,021	<LQ	0,010
PNSO 02	0,012	0,029	0,050	0,075	0,071	0,022
PNSO 03	1,740	2,20	0,347	0,747	19,948	19,453
PNSO 04	0,012	<LQ	0,015	<LQ	0,050	<LQ
PNSO 05	0,012	<LQ	0,020	<LQ	0,030	0,012
PNSO 06	<LQ	ND	<LQ	<LQ	<LQ	ND
PNSO 07	0,011	ND	0,015	<LQ	0,028	ND
PNSO 08	<LQ	ND	<LQ	ND	<LQ	ND

Prefixo das amostras:

DI = Divinópolis PN = Porto Nacional SO = Solo XZ = Número da amostra

IEC = Laboratório do Instituto Evandro Chagas

AGROSAF = Laboratório Agrosafety

ND = Não detectado no limite de detecção do método analítico

LQ = Limite de Detecção do método analítico

NA = Não analisado

a) Divinópolis

Em Divinópolis, a amostra de solo coletada nas proximidades do PA, ao lado da sala onde ocorria a manipulação dos agrotóxicos (DISO 02), apresentou concentrações de p,p'-DDT e seus isômeros acima dos valores orientadores da Resolução CONAMA 420 para prevenção.

Levando em consideração o longo período decorrido da manipulação destas substâncias no local, e da degradação já havida, é possível que as concentrações destes contaminantes no solo superficial tenham sido maiores que as detectadas na atualidade.

Por esta razão, na área do PA de Divinópolis e em seu entorno imediato, as substâncias DDT e seus metabólitos devem ser considerados **contaminantes de interesse no passado**.

Desta forma, segundo os critérios utilizados pela equipe de avaliação de saúde deste estudo, afora os trabalhadores da ex-SUCAM, expostos durante o manuseio, existe a possibilidade que os transeuntes na localidade também estiveram, expostos a estes contaminantes no passado.

b) Porto Nacional

Em Porto Nacional, conforme se observa nos resultados analíticos apresentados na Tabela 2, o local de maior manipulação dos inseticidas, ponto PNSO 01, nas proximidades do pé de pequi, apresenta concentrações de DDT e seus metabólitos muito baixas. Isto se justifica pela característica do solo superficial no local (seco, argiloso, sem camada húmica) e pela exposição à irradiação solar (forte fator de degradação dos organoclorados).

Por outro lado, ao lado do prédio de administração da ex-SUCAM, em área sombreada pela presença de algumas árvores, com solo úmido e presença de camada húmica (amostra PNSO 03), foram encontradas concentrações de DDT e seus metabólitos muito acima dos valores de referência utilizados. Este resultado indica que esta área continua com níveis de contaminação muito acima dos valores referenciados para intervenção. Afora isto, como já assinalado, esta área se encontra na direção dos ventos dominantes, a partir do ponto de maior emissão no pé de pequi.

Desta forma, o DDT e seus metabólitos representam **rota de exposição completa para solo superficial no passado, no presente e no futuro**, caso não sejam tomadas medidas de remediação. Os trabalhadores da ex-SUCAM e pessoas que transitavam na área, inclusive os funcionários da saúde e usuário do atendimento da SMS, na ocasião de seu funcionamento naquela área, estiveram expostos ao solo superficial contaminado.

A Foto 7 apresenta a vista aérea da área da antiga sede do Distrito de Porto Nacional e arredores, assinalando os pontos de amostragem de solo superficial.



Foto 7: Vista aérea da área da antiga sede do Distrito de Porto Nacional e arredores, assinalando os pontos de amostragem de solo superficial.

Afora isto, vários pontos de amostragem nas imediações da sede do Distrito da ex-SUCAM apresentam concentrações de DDT e de seus metabólitos acima dos valores de referência para prevenção.

Desta forma, de acordo com os preceitos estabelecidos pela equipe de avaliação de risco deste estudo, estas substâncias devem ser consideradas **contaminantes de interesse no passado**.

Assim sendo, além dos trabalhadores da ex-SUCAM, expostos na área da sede do Distrito, também os residentes e transeuntes no entorno imediato desta área também estiveram expostos a estes contaminantes no passado.

4.3 Poeira domiciliar

Principalmente nas localidades onde as atividades emissoras já não existem, como no caso da sede do Distrito da ex-SUCAM em Porto Nacional e no PA de Divinópolis, a poeira domiciliar acumulada ao longo dos anos, tanto na área contaminada como no seu entorno, pode fornecer importantes informações sobre a composição das emissões atmosféricas no passado.

Na metodologia de amostragem utilizada, a poeira domiciliar nas residências do entorno da fonte emissora (sede do Distrito da ex-SUCAM) é coletada em alguns pontos destas residências denominados depósitos recônditos de poeira³

A Foto 8 apresenta uma vista aérea da sede do Distrito da ex-SUCAM e de seus arredores, assinalando as residências onde foram coletadas amostras de poeira domiciliar.

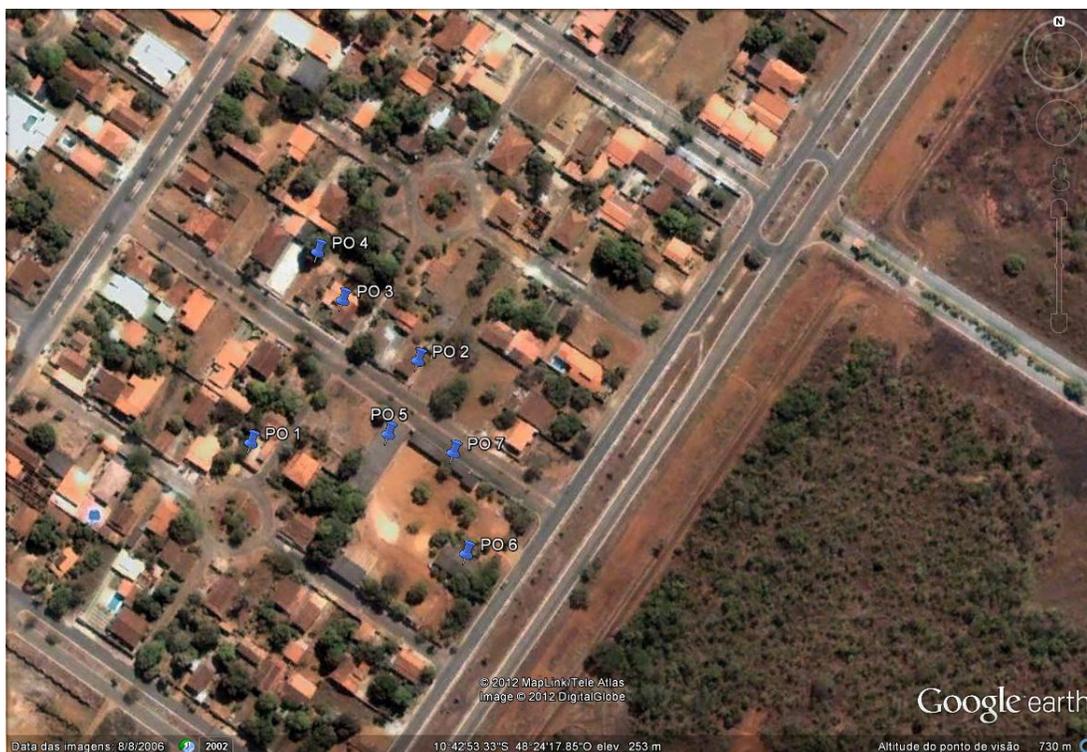


Foto 8: Vista aérea da área da antiga sede do Distrito de Porto Nacional e arredores, assinalando os pontos de amostragem de poeira domiciliar.

³ *Depósitos recônditos de poeira* são aqueles localizados na parte interna das casas, acima de 1,5 metros de altura e que não são comumente limpos quando se efetuam as limpezas domésticas normais. Nesses locais, forma-se um depósito de poeira e materiais particulados de granulometria bastante fina formada pelo carreamento de materiais particulados pelo ar, representando, dessa forma, um testemunho conveniente de processos de contaminação por dispersão atmosférica. Por este motivo, as poeiras coletadas devem (a) estar dentro das casas - local propício para a lenta deposição de material particulado de baixa granulometria; (b) acima de 1,5 metros - altura a partir da qual a contaminação das amostras por partículas provenientes do chão das casas é mínima; e (c) em locais de difícil acesso às pessoas que efetuam a limpeza doméstica - permitindo que seja formada uma camada de poeira tal que indique um histórico de contaminação no tempo – como, por exemplo, atrás ou em cima de armários, atrás de quadros, etc.

Apesar de não existir um padrão de referência que possa ser utilizado na avaliação da exposição humana, já que não é possível se relacionar a concentração dos contaminantes na poeira com um determinado volume de ar, a detecção dos contaminantes assinala a contaminação atmosférica no passado.

Em função da pequena quantidade de material possível de ser amostrado, somente foram enviadas amostras para análise ao Laboratório Agrosafety. De forma idêntica como observado nos resultados analíticos para as amostras de solo superficial, nas amostras de poeira domiciliar somente foram detectadas concentrações de DDT e seus metabólitos (DDD e DDE). A exceção a este fato ocorreu na amostra de poeira coletada no local de armazenagem dos inseticidas na sede do Distrito da ex-SUCAM, onde também foi detectada a presença de gama-HCH.

A Tabela 3 assinala os resultados analíticos das amostras de poeira domiciliar coletadas nas proximidades do PA e em residências de Divinópolis, e em Porto Nacional, nas proximidades da sede do Distrito da ex-SUCAM.

Tabela 3: Concentração de DDT e seus isômeros detectadas nas amostras de poeira domiciliar (concentração em mg/Kg)

AMOSTRA	CONCENTRAÇÃO mg/Kg		
	p,p'- DDD*	p,p'- DDE*	p,p'- DDT*
DIPO 01	ND	ND	ND
DIPO 02	2.764,207	91,379	8.549,937
PNPO 01	ND	ND	ND
PNPO 02	7,302	1,407	138,745
PNPO 03	ND	ND	ND
PNPO 04	0,060	0,052	0,065
PNPO 05	<LQ	0,049	ND
PNPO 06	0,092	0,217	0,171
PNPO 07	304,206	16,762	108,986

*Análises realizadas no Laboratório Agrosafety

Obs.: Em função da pequena quantidade de amostra coletável somente foram enviadas amostras para análise no Laboratório Agrosafety.

Prefixo das amostras:

DI = Divinópolis PN = Porto Nacional PO = Poeira XZ = Número da amostra

IEC = Laboratório do Instituto Evandro Chagas

AGROSAF = Laboratório Agrosafety

ND = Não detectado no limite de detecção do método analítico

LQ = Limite de Detecção do método analítico

NA = Não analisado

a) Divinópolis

Conforme se observa nos resultados analíticos, a amostra de poeira domiciliar coletada em uma residência nas proximidades da provável fonte de emissão (PA de Divinópolis), não detectou a presença de nenhum dos contaminantes investigados (DIPO01).

Por outro lado, a área utilizada como PA em Divinópolis apresentou alta concentração de DDT e seus metabólitos (DDD e DDE), demonstrando a alta contaminação desta área tanto no passado como ainda no presente (DIPO02).

Desta forma, o DDT e seus metabólitos, DDD e DDE, são **contaminantes de interesse** no passado, no presente e no futuro, caso não sejam tomadas medidas de remediação. A população exposta é composta pelos ex-trabalhadores da ex-SUCAM e pessoas que transitaram, transitam ou venham a transitar nas imediações desta sala no galpão da feira.

b) Porto Nacional

Nas amostras de poeira domiciliar analisadas em Porto Nacional somente foram detectadas concentrações de DDT e de seus metabólitos. Os resultados analíticos assinalam que amostras coletadas em residências na rua Deocreciano Aires, próximo à área de manipulação e armazenagem na sede do Distrito da ex-SUCAM (PNPO 02 e PNPO 04), apresentaram concentrações de DDT e de seus metabólitos que indicam a emissão destes contaminantes para esta área no passado.

Em algumas áreas da sede do Distrito ex-SUCAM, principalmente na área no prédio da administração (PNPO 06), que seria posteriormente utilizado como sede da Secretaria Municipal de Saúde, e no depósito de inseticidas (PNPO 07), foram encontradas concentrações de DDT e seus metabólitos que indicam a contaminação destes pontos, tanto no passado como no presente.

Na área do depósito dos inseticidas (PNPO 07), além de altas concentrações de DDT e de seus metabólitos, também foram encontradas concentrações relevantes do contaminante gama-HCH (0,078 mg/Kg).

Pelos resultados analíticos, podemos concluir que **o DDT e seus metabólitos são contaminantes de interesse**, tanto no passado como no presente, e as populações

expostas a estes contaminantes, no passado, eram os trabalhadores da ex-SUCAM e residentes mais próximos do entorno da sede do Distrito.

A presença de **HCH** na poeira da área do depósito indica esta substância como contaminante de interesse no passado. Neste caso, a população exposta era formada pelos trabalhadores da ex-SUCAM, principalmente os que tinham contato direto durante as diferentes formas de manuseio e aplicação desta substância.

5 Considerações Finais Acerca dos Contaminantes de Interesse

Conforme já assinalado, a amostragem ambiental realizada somente pode oferecer subsídios para avaliação sobre as áreas que ainda apresentam níveis diferenciados de contaminação pelas substâncias utilizadas pela ex-SUCAM em Porto Nacional e em Divinópolis, e estabelecer os indícios de contaminação e exposição humana no passado.

No entanto, independente das comparações dos resultados analíticos com os valores de referência utilizados nesta avaliação de risco à saúde humana, em decorrência da total inexistência de procedimentos de controle e prevenção dos riscos de exposição dos trabalhadores, a equipe de avaliação de risco considera que os compostos organoclorados utilizados nas atividades da ex-SUCAM são contaminantes de interesse para a avaliação de saúde dos trabalhadores.

Estas avaliações são mais pertinentes especialmente no período até o final da década de 80 do século passado, quando as condições de armazenagem, manuseio e aplicação possibilitavam as maiores exposições.

Desta forma, em relação à exposição dos trabalhadores da ex-SUCAM, levando-se em consideração as formas de manuseio e falta de medidas de prevenção e controle das emissões durante o armazenamento, manuseio e aplicação das substâncias inseticidas, principalmente até o final da década de 80 do século passado, devem ser considerados contaminantes de interesse a serem investigados nas etapas seguintes da avaliação de risco os compostos organoclorados: (i) DDT e seus isômeros; e (ii) HCH e seus metabólitos.

CAPÍTULO 4 - ROTAS DE EXPOSIÇÃO

O propósito deste capítulo é identificar cada um dos cinco elementos de cada rota de exposição que possam existir nas áreas de armazenagem, manuseio, transporte e aplicação dos contaminantes considerados de interesse, em Porto Nacional e em Divinópolis, determinando por sua vez, se estes elementos estão ligados entre si. Serão estabelecidos os parâmetros para categorizar cada rota de exposição como completa ou como potencial.

1 Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição

Uma rota de exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação. Não é simplesmente um compartimento ambiental (solo, ar, água, etc.) ou uma via de exposição (inalação, ingestão, contato); pelo contrário, inclui todos os elementos que ligam uma fonte de contaminação com a população receptora. A rota de exposição é composta pelos seguintes cinco elementos: fonte de contaminação, compartimento ambiental contaminado, ponto de exposição, via de exposição e população receptora. Estes elementos poderiam ocorrer no presente, no passado ou no futuro.

Fonte de contaminação: É a fonte de emissão do contaminante ao ambiente. Entretanto, no caso em que a fonte original seja desconhecida, pode ser representada pelo compartimento ambiental responsável pela contaminação de um ponto de exposição.

Compartimento ambiental: Os compartimentos ambientais são vários, incluindo: materiais ou substâncias de resíduos, água subterrânea ou profunda (aqüíferos), água superficial, ar, solo superficial, subsolo, sedimento e biota. Os mecanismos de transporte servem para mover os contaminantes através dos compartimentos ambientais, desde a fonte até os pontos onde a exposição humana pode ocorrer.

Ponto de exposição: É o lugar onde ocorre ou pode ocorrer o contato humano com o compartimento ambiental contaminado, por exemplo, uma residência, local de trabalho, parque desportivo, jardim, curso de água (rio, etc.), corpo de água (lago, etc.), um manancial, um poço ou uma fonte de alimentos.

Via de exposição: São os caminhos pelos quais o contaminante pode estabelecer contato com o organismo, tais como: a ingestão, a inalação e a absorção ou o contato dérmicos.

População receptora: São as pessoas que estão expostas ou potencialmente podem chegar a estar expostas aos contaminantes de interesse em um ponto de exposição.

As diferentes rotas de exposição, mesmo que tenham um mesmo contaminante em comum, podem significar diferentes problemas de saúde. Por outro lado, um compartimento ambiental ou uma via de exposição, podem chegar a ser parte de múltiplas rotas de exposição e podem dar lugar a que as pessoas se exponham a distintas concentrações dos contaminantes.

2 Categorização das Rotas como Potenciais ou Completas

As rotas de exposição podem ser categorizadas em completas ou potenciais. Cada rota completa ou potencial representa uma condição de exposição passada, presente ou futura que deve ser revelada. Deve-se discutir a possibilidade da exposição humana aos contaminantes localizados no local para cada rota potencial ou completa.

Apesar do enfoque de maior importância na avaliação de saúde ser sobre as rotas de exposição completas, deve-se reservar espaço para se discutir as rotas potenciais. Quando não existam rotas completas, devemos prestar maior atenção às rotas potenciais. Devemos entender que qualquer contaminante associado com

as rotas, sejam completa ou potencial, requererá uma avaliação posterior na seção de Implicações à Saúde Pública.

2.1 Rotas de exposição completa

Uma rota de exposição completa é aquela em que seus cinco elementos ligam a fonte de contaminação com a população receptora. Sem importar que a rota seja passada, presente ou futura, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta. Cada rota de exposição completa deve ser discutida separadamente. As rotas são apresentadas mostrando como os cinco elementos (fonte de contaminação, meio afetado, ponto de exposição, via de entrada ao organismo e população receptora) estão conectados entre si.

É necessário evitar confundir futuras rotas de exposição completas com futuras rotas potenciais, avaliando o estado da contaminação no ponto de exposição. Uma futura rota de exposição completa existe se cada uma das seguintes condições se apresenta:

- Existência de uma contaminação atual (i) em um ponto de exposição; ou (ii) em um meio ambiental em um lugar que poderia chegar a ser um ponto de exposição em dias, semanas ou meses (ex.: áreas em via de urbanizar-se e terrenos em zonas residenciais que têm solo contaminado).
- Pessoas de uma comunidade que no futuro terão acesso irrestrito a um ponto de exposição ou poderão participar em atividades do meio em questão (ex.: os trabalhadores das companhias que construirão parques desportivos sobre solos contaminados).
- A inexistência de controles institucionais, restrições em certas zonas ou edifícios, para prevenir o contato com contaminantes atuais em pontos de exposição já definidos ou prováveis, onde é alta a possibilidade de contato humano com um meio contaminado que pode aparecer a qualquer momento em um futuro próximo.

Por exemplo, existe uma futura rota de exposição completa se uma residência, casa em construção ou lote residencial sem um poço profundo, encontre-se localizada sobre um aquífero contaminado e não existem impedimentos para

prevenir aos residentes ou proprietários sobre a construção de poços no aquífero contaminado.

Outro exemplo de uma futura rota completa é quando existe a probabilidade de que a rota presente continue no futuro. Se uma residência habitada está construída sobre solos contaminados, os residentes seriam a população receptora para rotas presentes e futuras. Se uma residência vacante ou uma em construção se localiza na área com solos contaminados, existe uma futura rota de exposição completa pela alta probabilidade de que se apresente contato humano em um futuro próximo. Deve-se designar uma futura rota de exposição completa quando existe uma alta probabilidade de que se apresente uma atividade humana/contato em um meio contaminado em qualquer momento.

As rotas de exposição completas, tanto presentes como futuras, refletem uma exposição presente, contínua e provável em qualquer momento. Sabendo-se que as rotas completas envolvem uma exposição atual ou uma alta probabilidade de exposição no futuro, deve-se prestar mais atenção à avaliação e às medidas recomendadas para prevenir estas exposições.

2.2 Rotas de exposição potenciais

Uma rota deste tipo existe quando falta um ou mais dos elementos que constituem a uma rota de exposição. Também se incluem nesta categoria aquelas rotas para as quais se empregou a modelagem a fim de completar os furos de informação (ex.: modelagem de dados de um aquífero empregando informação da contaminação em um solo ou em outros aquíferos). Uma rota potencial indica que a exposição a um contaminante pode haver ocorrido no passado, que pode ocorrer no presente ou que poderia ocorrer no futuro.

Uma rota potencial poderia ocorrer no futuro quando no ponto de exposição não se encontra evidência atual de contaminação. Por exemplo, a futura rota potencial de exposição se estabelece quando: (i) a contaminação tem que migrar a algum ponto de exposição, ou (ii) calculou-se - mediante modelos - ou projetou-se que a contaminação se apresentará em algum ponto de exposição. Se existem possibilidades de que um poço privado de água potável seja afetado pelo

contaminante encontrado à montante dele, pode-se então antecipar a existência de uma futura rota de exposição potencial.

Condições particulares da zona de estudo, como a descoberta de um aquífero contaminado, com uma pluma à montante de um poço público para abastecimento de água, pode ser de suficiente para classificá-la como rota potencial. As avaliações de saúde devem incluir uma lista das rotas potenciais com uma estimativa da magnitude das populações por elas afetadas.

3 Avaliação das Rotas de Exposição em Porto Nacional e Divinópolis

As atividades da ex-SUCAM não se restringiram às localidades de Porto Nacional e Divinópolis. As avaliações sobre contaminantes de interesse e rotas de exposição deste relatório se limitam às avaliações dos dados obtidos para estas localidades.

3.1 Categorização das rotas como potenciais ou completas

Avaliando todos os dados existentes sobre manuseio e uso das substâncias utilizadas nas atividades da ex-SUCAM, bem como os dados da amostragem ambiental realizada, pode-se observar que:

- Não existiam dados ambientais que caracterizassem a contaminação ambiental pelas emissões de contaminantes nas diversas atividades da ex-SUCAM, desde o ponto de recebimento, armazenagem, manuseio, transporte, distribuição e aplicação dos inseticidas;
- Os relatos indicam formas de manuseio dos contaminantes HCH e DDT pelos trabalhadores, principalmente até o ano de 1988, quando estas substâncias passaram a chegar ao Distrito fracionadas em pacotes de 670g, que assinalam fortes emissões para o ambiente, originando rotas de exposição não somente para os trabalhadores na sede como, possivelmente, alguma exposição para os residentes mais próximos;
- Mesmo não havendo medições das concentrações que indicassem o nível de exposição, a forma de contato dos trabalhadores com os contaminantes, desde a sede do Distrito, durante o transporte, manipulação e aplicação dos

inseticidas, indicam rotas completas de exposição dos trabalhadores, pelo menos até o início da década de 90 do século passado, quando começaram a ser sistematizadas medidas de precaução e controle destas exposições.

Levando em consideração as questões acima expostas e, independente das comparações dos resultados analíticos da amostragem realizada com os valores de referência utilizados nesta avaliação de risco à saúde humana, a equipe de avaliação de risco considera que os compostos organoclorados utilizados nas atividades da ex-SUCAM são contaminantes de interesse para a avaliação de saúde dos trabalhadores, mais especificamente até o final da década de 80 do século passado, quando as condições de armazenagem, manuseio e aplicação possibilitavam as maiores exposições. Desta forma, em relação à exposição dos trabalhadores da ex-SUCAM, devem ser considerados contaminantes de interesse a ser investigados nas etapas seguintes da avaliação de risco:

- Compostos organoclorados: (i) DDT e seus isômeros; e (ii) HCH e seus metabólitos.

3.2 Rota de exposição água subterrânea

Em nenhuma amostra de água subterrânea coletada durante a campanha de amostragem ambiental, tanto em Divinópolis como em Porto Nacional, foi detectada a presença dos contaminantes investigados.

Em função das características hidrogeológicas do aquífero utilizado para a captação de água no passado, quando ainda não havia fornecimento da rede pública em Divinópolis e Porto Nacional, não se observa a possibilidade de existência de rotas de exposição pelo consumo da água de captação subterrânea no passado.

Pelos mesmos motivos, e em função das emissões pontuais, bem como pela não utilização das captações de água subterrânea para consumo humano, não se observa a possibilidade de rotas de exposição no presente e no futuro.

3.3 Rota de exposição solo superficial

3.3.1 DDT

Segundo relatos dos trabalhadores, o DDT foi utilizado na área desde o ano de 1962 até os primeiros anos da década de 90 do século passado. Inicialmente o DDT chegava a granel, em embalagens de 50kg sendo ensacados manualmente, pelos agentes de saúde pública, em porções padrão de 670g. Estas porções eram então transportadas em jipes ou camionetes abertas para as regionais do Distrito e PA's, para utilização em campo nas campanhas de combate às endemias.

Segundo relatos, a partir do ano de 1988, o DDT já chegava ao Distrito fracionado em pacotes de 670g, acondicionados em caixas de 40 x 40 x 80 cm, com capacidade para 50 unidades.

Sobre a quantidade de produtos que eram manipulados, os trabalhadores relataram que chegavam de 2 a 3 caminhões por semestre, com 30 toneladas cada um, vindo do Rio de Janeiro e, posteriormente o DDT passou a vir de Goiânia.

Afora isto, a forma de manuseio nas diversas atividades com esta substância, do armazenamento até a aplicação, indicam uma exposição direta e contínua dos trabalhadores em todas as etapas a esta substância. A exposição ocorreu de forma mais intensa aos contaminantes de interesse DDT e HCH, principalmente no período do início das atividades da ex-SUCAM em Porto Nacional (1962) até o ano de 1988 quando os produtos eram recebidos em embalagens de 50 Kg, sendo necessário o fracionamento para as embalagens menores.

- **Solo superficial - Divinópolis**

Em Divinópolis, a amostra de solo coletada nas proximidades do PA, ao lado da sala onde ocorria a manipulação dos agrotóxicos, apresentou concentrações de *p,p'*-DDT e seus isômeros acima dos valores orientadores da Resolução CONAMA 420 para prevenção.

Levando em consideração o longo período decorrido da manipulação destas substâncias no local, e da degradação já ocorrida, é possível que as concentrações destes contaminantes no solo superficial no passado tenham sido maiores que na atualidade.

Sendo a área de amostragem separada por parede, sem nenhum contato direto com a sala de manipulação dos produtos, é provável que a contaminação do solo na área adjacente tenha ocorrido pela deposição do material particulado (poeira) emitido desde a sala de manuseio do contaminante no PA.

Desta forma, segundo os critérios utilizados pela equipe de avaliação de risco deste estudo, afora os trabalhadores da ex-SUCAM, expostos durante o manuseio, existe a possibilidade que os transeuntes na localidade também estiveram expostos ao DDT e seus metabólitos no passado. Em função das incertezas quanto à permanência no local e nível de contaminação do solo, os transeuntes no local devem ser considerados como expostos a uma **rota de exposição potencial no passado**.

Para os trabalhadores da ex-SUCAM, em função da assiduidade de permanência no local, mesmo levando em consideração as incertezas sobre o nível de contaminação no passado, devem ser considerados como expostos a uma **rota completa de exposição ao DDT e seus metabólitos no passado**.

O **ponto de exposição** ocorria nas imediações do PA, onde há solo superficial e as **vias de exposição** mais plausíveis são o contato dérmico, a inalação de material particulado (poeira) mobilizado pelos ventos e a ingestão de alimentos que tiveram contato com os solos contaminados.

- **Solo superficial - Porto Nacional**

Em **Porto Nacional**, o local de manipulação dos inseticidas apresentou as maiores concentrações de DDT e seus metabólitos, acima do valor referência de prevenção. Em um dos pontos de amostragem na área da ex-SUCAM foram encontradas concentrações muito acima dos limites de investigação, indicando uma contaminação no presente.

Em outros pontos, a presença persistente deste contaminante, mesmo quando em concentrações somente superiores aos valores de referência de prevenção, indica concentrações possivelmente maiores no passado.

Os trabalhadores da ex-SUCAM e pessoas que transitavam na área estiveram expostos ao **solo superficial** contaminado no passado.

As pessoas que transitavam durante o período de funcionamento da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional na área da sede do Distrito da ex-SUCAM também estiveram expostas a estes contaminantes.

Pontos de amostragem nas imediações da sede do Distrito da ex-SUCAM também apresentam concentrações de DDT e de seus metabólitos acima dos valores de referência para prevenção. É plausível que a contaminação do solo superficial nesta área seja consequência da emissão de material particulado (poeira) a partir das atividades na sede do Distrito da ex-SUCAM, em ocasiões em que os ventos estivessem direcionados para aquelas imediações.

Assim sendo, além dos trabalhadores da ex-SUCAM, expostos na área da sede do Distrito, os residentes e transeuntes no entorno imediato desta área também estiveram expostos ao DDT e seus metabólitos pelo solo superficial contaminado no passado. As **vias de exposição** desta rota são o contato dérmico, ingestão e a inalação de material particulado originado deste solo.

- **Poeira domiciliar - Divinópolis**

Conforme se observa nos resultados analíticos, as amostras de poeira domiciliar coletadas em residências nas proximidades da provável fonte de emissão (PA de Divinópolis), não detectou a presença de nenhum dos contaminantes investigados. Por outro lado, a área utilizada como **PA em Divinópolis** apresentou concentração de DDT e seus metabólitos (DDD e DDE) acima dos valores de referência na **amostra de poeira**, demonstrando a alta contaminação desta área tanto no passado como ainda no presente.

Desta forma, em relação à **Divinópolis**, o DDT e seus metabólitos são componentes de uma **rota de exposição completa no passado, no presente e no futuro pela poeira contaminada**, caso não sejam tomadas medidas de remediação. A população exposta é composta pelos trabalhadores da ex-SUCAM e pessoas que transitam nas imediações desta sala no galpão da feira. As **vias de exposição** para esta rota são o contato dérmico, a inalação e a ingestão involuntária.

- **Poeira domiciliar - Porto Nacional**

Nas amostras de **poeira domiciliar** analisadas em **Porto Nacional** foi detectada a presença de DDT e de seus metabólitos. Os resultados analíticos assinalam que amostras coletadas em residências na rua Deocreciano Aires, próximo à área de manipulação e armazenagem na sede do Distrito da ex-SUCAM, apresentaram concentrações de DDT e de seus metabólitos que indicam a emissão destes contaminantes para estas áreas do entorno imediato da sede do Distrito no passado. No entanto, a ausência de dados ambientais do passado, resulta em **rota potencial de exposição passada**. O ponto de exposição foram as residências, e a população exposta são os moradores na época das emissões nas áreas do entorno imediato da sede do Distrito da ex-SUCAM. Como fator atenuante para a exposição, a direção dos ventos dominantes é contrária a esta área, no sentido do aeroporto.

No Distrito da ex-SUCAM, principalmente na área do prédio da administração (posteriormente utilizado como sede da Secretaria Municipal de Saúde) e no depósito de inseticidas, foram encontradas concentrações de DDT e seus metabólitos na **poeira** que indicam a contaminação destes pontos, assinalando uma **rota completa de exposição à poeira contaminada** no passado, no presente e no futuro, caso não sejam tomadas medidas de remediação.

As **populações expostas** ao DDT e seus metabólitos na sede do Distrito são os trabalhadores, durante as atividades da ex-SUCAM, os funcionários da saúde e os usuários daquele atendimento, durante o período de atividades da SMS na área. Os pontos de exposição são as instalações da ex-SUCAM.

3.3.2 HCH

O HCH foi uma das substâncias utilizadas como inseticida nas atividades da ex-SUCAM. Relatos apontam o início do uso do HCH no ano de 1982, sendo que a partir de 1988 já não se utilizava mais o produto no Distrito. Os relatos indicam que o produto chegava ao Distrito de Porto Nacional a granel, em grandes caixas, e sua pesagem era realizada pelos trabalhadores. Ao contrário do DDT, a utilização

do HCH era esporádica, quando da ocorrência de casos de doenças de Chagas, sendo seu uso destinado ao controle do barbeiro, hospedeiro do agente causador da doença.

Ressalta-se a dificuldade em se obter informações sobre a delimitação temporal do uso do HCH e sobre a forma de manipulação do produto. Entretanto, todos os relatos relacionados ao uso do HCH pela ex-SUCAM destacaram que o produto provocava forte reação nos trabalhadores que o manipulavam, causando coceira e sensação de queimadura na pele, principalmente no rosto, braços e pés.

Durante a campanha de amostragem o HCH e seus isômeros investigados **não foram detectados nas amostras coletadas de solo e de água subterrânea**. Somente uma amostra de **poeira domiciliar**, coletada na área do depósito dos inseticidas na sede do Distrito em Porto Nacional, assinalou concentração relevante do contaminante gama-HCH (0,078 mg/Kg).

A presença de **HCH** na poeira da área do depósito indica esta substância como componente de **rota de exposição por poeira no passado**. Neste caso, a **população exposta** é formada pelos trabalhadores da ex-SUCAM, principalmente os que tinham contato direto durante as diferentes formas de manuseio e aplicação desta substância.

Apesar da inexistência de dados ambientais no passado, as condições de uso deste contaminante indicam uma **rota completa de exposição no passado** e os trabalhadores da ex-SUCAM constituem a **população exposta**. Devido à forma de manuseio, os **pontos de exposição** ocorriam em todas as fases do uso deste inseticida, ou seja, na armazenagem, na reembalagem, no transporte e na aplicação. As **vias de exposição** ocorriam principalmente pela **inalação** do material particulado (poeira). No entanto, conforme os relatos, o contato direto dos trabalhadores com a substância durante o transporte, aplicação, impregnação dos uniformes, contato direto com os alimentos durante as jornadas de campo, indicam que o **contato dérmico e a ingestão** eram vias de exposição plausíveis.

Comparativamente, em função do seu uso esporádico, a intensidade da exposição ao HCH foi menor que ao DDT.

3.3.3 Organofosforados

Em nenhuma amostra coletada na campanha de amostragem ambiental foi detectada a presença dos compostos organofosforados investigados.

Relatos apontam o início do uso do temefós (Abate) em meados da década de 90, porém um ex-trabalhador do Distrito relaciona o início de sua utilização ao aparecimento do primeiro foco de *Aedes Aegypti* no município de Araguaína, no ano de 1982. O temefós era utilizado para o controle de larvas do *Aedes Aegypti*, sendo o pó aplicado diretamente nas cisternas (depósito de água). Os relatos também indicam que outros inseticidas organofosforados, como o Malation, Cition e Feniltrotion, foram utilizados a partir de 1990.

O inseticida temefós chegava ao Distrito em pacotes de 500g. Os agentes levavam o pacote dentro de suas bolsas, e realizavam o cálculo da quantidade a ser colocada nas cisternas, considerando a proporção de 1 (uma) colher para cada 200 litros de água. Segundo alguns dos trabalhadores ouvidos, seu manuseio estava associado à ocorrência de dores de cabeça e ausências.

Assim como no caso do HCH, destaca-se a dificuldade em obter informações sobre a delimitação temporal do uso e forma de manipulação destes produtos.

No final da década de 90, de forma crescente, segundo relatos dos trabalhadores, as medidas de controle e de higiene do trabalho foram se intensificando, diminuindo os riscos de exposição. É possível que as reclamações dos trabalhadores em decorrência do uso destas substâncias (ocorrência de dores de cabeça e ausências), possam estar relacionadas à fase inicial.

Como decorrência da avaliação da informação existente, consideramos que houve uma **rota potencial de exposição no passado**. Esta caracterização da rota como **potencial** se deve a total impossibilidade de se dimensionar as concentrações destes contaminantes no passado.

A população potencialmente exposta é constituída pelos trabalhadores da ex-SUCAM, principalmente os diretamente envolvidos com os procedimentos de armazenagem, transporte e aplicação deste grupo de inseticidas. Os pontos de exposição poderiam ocorrer nos locais desses procedimentos, como também por meio dos uniformes e utensílios utilizados pelos trabalhadores. As vias de

exposição poderiam ocorrer pelo contato dérmico, ingestão e inalação do particulado.

4 Resumo das Rotas de Exposição em Porto Nacional e Divinópolis

Após a conclusão da avaliação dos dados existentes, da elaboração e realização da amostragem ambiental foi possível a determinação dos contaminantes de interesse e seus mecanismos de transporte.

Por último, foram discutidas as possibilidades quanto à existência das rotas de exposição e sua classificação como completas ou potenciais.

Há de se recordar, como assinalado no início deste capítulo que, apesar do enfoque de maior importância na avaliação de risco à saúde ser sobre as rotas de exposição completas, deve-se reservar espaço para se discutir as rotas potenciais. Devemos entender que qualquer contaminante associado com as rotas, sejam completas ou potenciais, requererá uma avaliação posterior na seção de Implicações à Saúde Pública.

Uma rota de exposição completa é aquela em que seus cinco elementos ligam a fonte de contaminação à população receptora. **Sem importar que a rota seja passada, presente ou futura, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta.** Cada rota de exposição completa deve ser discutida separadamente. As rotas são apresentadas mostrando como os cinco elementos (fonte de contaminação, meio afetado, ponto de exposição, via de entrada ao organismo e população receptora) estão conectados entre si.

Uma **rota de exposição potencial** existe quando falta um ou mais dos elementos que constituem uma rota de exposição. Também se incluem nesta categoria aquelas rotas para as quais se empregou modelagem, ou outras deduções não factualmente comprováveis, com o objetivo de completar as lacunas de informação. Uma rota potencial indica que a exposição a um contaminante pode ter ocorrido no passado, que pode ocorrer no presente ou que poderá ocorrer no futuro.

A **Tabela 4** apresenta o quadro resumo das **rotas de exposição completas**, e a **Tabela 5** apresenta o quadro resumo das **rotas de exposição potenciais**.

Tabela 4: Rotas de Exposição Completas

ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO						
ROTA NOME	FONTE	MEIO AMBIENTE	PONTO DE EXPOSIÇÃO	VIA DE EXPOSIÇÃO	POPULAÇÃO RECEPTORA	TEMPO
Solo superficial	Manipulações na sede em Porto Nacional	Solo superficial	Área da sede do Distrito da ex-SUCAM em Porto Nacional	- Ingestão, - Contato dérmico	-Trabalhadores da ex-SUCAM -Funcionários; e -Usuário da SMS	Passado
Solo superficial	Manipulações na sede em Porto Nacional	Solo superficial	Área da sede do Distrito da ex-SUCAM em Porto Nacional	- Ingestão, - Contato dérmico	Usuário da área da sede da Ex-SUCAM	Presente e futuro
Uniformes e utensílios	Uniformes e utensílios contaminados	Uniformes e utensílios contaminados	-Durante a jornada de trabalho -Residências dos trabalhadores	- Contato dérmico - Inalação	-Trabalhadores da ex-SUCAM -Familiars dos trabalhadores da ex-SUCAM	Passado
Poeira domiciliar	Manipulações na sede em Porto Nacional	Material particulado (poeira)	Dependências na sede do distrito em Porto Nacional	Inalação	Trabalhadores da ex-SUCAM	Passado
Poeira domiciliar	Instalações contaminadas da SMS em Porto Nacional	Material particulado (poeira)	Dependências da SMS em Porto Nacional	Inalação	-Funcionários e usuários da SMS em Porto Nacional	Passado
Poeira domiciliar	Manipulações no PA em Divinópolis	Material particulado (poeira)	Dependências do PA em Divinópolis	Inalação	Trabalhadores da ex-SUCAM	Passado

Tabela 5: Rotas de Exposição Potenciais

ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO						
ROTA NOME	FONTE	MEIO AMBIENTE	PONTO DE EXPOSIÇÃO	VIA DE EXPOSIÇÃO	POPULAÇÃO RECEPTORA	TEMPO
Solo superficial	Manipulações na sede em Porto Nacional	Solo superficial	Entorno imediato da Sede do Distrito da Ex-SUCAM	- Ingestão, - Contato dérmico	Residentes do entorno imediato da sede da Ex-SUCAM	Passado
Solo superficial	Manipulações no PA em Divinópolis	Solo superficial	No PA e no entorno imediato em Divinópolis	- Ingestão, - Contato dérmico	-Trabalhadores da ex-SUCAM; -Transeuntes na área	Passado
Poeira domiciliar	Manipulações na sede em Porto Nacional	Poeira domiciliar	Residências no entorno da Sede do Distrito da Ex-SUCAM	Inalação	Residentes na entorno imediato da Sede do Distrito da Ex-SUCAM	Passado

CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE

1 Relato e Avaliação das Informações de Saúde Existentes

Nos capítulos anteriores, a exposição ambiental foi caracterizada a partir da discussão dos dados ambientais existentes, ou construídos, e dos relatos do processo produtivo feitos pelos ex-trabalhadores. A descrição das atividades de trabalho realizadas permitiu a identificação de três grupos populacionais com características de exposição distintas aos contaminantes de interesse estabelecidos:

- Trabalhadores da ex-SUCAM;
- Funcionários e usuários da sede da ex-SUCAM, inclusive quando nela funcionava a Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional (PN);
- Residentes no entorno da sede da ex-SUCAM em Porto Nacional e transeuntes no entorno do PA em Divinópolis.

A análise das implicações sobre a saúde da exposição à resíduos de agrotóxicos usados nas campanhas de saúde pública nos municípios de Porto Nacional e Divinópolis será baseada nestas características distintas de exposição decorrentes das atividades de trabalho realizadas.

Durante este relatório procurou-se caracterizar a exposição não só pelos dados ambientais, mas também através do relato e avaliação das informações de saúde existentes, e dos relatos dos ex-trabalhadores. Procurou-se também traçar o perfil toxicológico dos compostos definidos como de maior risco para a saúde. Focalizou-se para tanto o potencial carcinogênico e teratogênico destes compostos e a possibilidade de ocasionar efeitos tóxicos tardios, após exposição crônica. O objetivo foi caracterizar o potencial lesivo à saúde destes compostos e desta forma avaliar a existência de um risco adicional de agressão à saúde, a que os ex-trabalhadores estiveram expostos durante sua atividade de trabalho.

A utilização dos contaminantes de interesse pode ser dividida em três fases:

- (i) 1962 até início dos anos 90 (primeira fase) que se caracterizou pelo uso intenso do DDT, com um processo de trabalho que compreendia o

fracionamento das porções e a preparação da calda; houve uso esporádico de HCH.

(ii) 1988 até a proibição completa do uso do DDT em 1998 (segunda fase) em que as porções de DDT já chegavam prontas aos PAs e somente ocorria a preparação da calda no local de aplicação.

(iii) Início dos anos 90 até o encerramento das atividades no Distrito: utilização de agrotóxicos da classe dos organofosforados, em particular Temefós e Malation para o combate a outras endemias como a Dengue, posteriormente substituídos pelos piretróides.

A descrição do processo de trabalho é bastante rica em informações acerca da exposição dos trabalhadores da ex-SUCAM aos compostos tóxicos manipulados. Esta descrição foi obtida tanto durante o levantamento das preocupações da comunidade, na fase inicial deste estudo, mas também durante as entrevistas realizadas com os trabalhadores por ocasião da visita feita pela equipe de avaliação de risco ao local.

Os trabalhadores da ex-SUCAM descreveram de forma minuciosa as atividades do trabalho que realizavam. Estas atividades podem ser organizadas em 2 grandes grupos:

- (i) o preparo do agrotóxico para aplicação por meio do fracionamento e do preparo da calda;
- (ii) a aplicação do agrotóxico.

Estas atividades eram realizadas em locais inapropriados para tal fim e sem o uso dos equipamentos de proteção adequados. Fica bem caracterizada a exposição dos trabalhadores aos agrotóxicos pela manipulação inadequada, com possível absorção pelo contato dérmico e pela inalação das poeiras geradas. A contaminação dos uniformes utilizados era favorecida pelas condições de trabalho que impediam sua lavagem diária durante o trabalho de campo para aplicação destes compostos. Isto potencializava sua absorção pelo contato contínuo com a pele, em particular pelo fato de serem lipossolúveis, o que favorecia a absorção dérmica. Os relatos dos familiares de que os trabalhadores tinham um “odor característico” corrobora esta assertiva.

Paralelamente, também se pode estabelecer a exposição e possível absorção através da ingestão involuntária de poeiras, originadas durante o processo de manipulação, pela contaminação das mãos, da água e dos alimentos que eram ingeridos pelos trabalhadores durante a atividade de campo. É importante assinalar que, antes de 1998, os trabalhadores não dispunham de informações acerca dos efeitos tóxicos destes compostos sobre o organismo humano, o que dificultava a adoção de medidas que evitassem a exposição aos mesmos.

O fracionamento do produto e o preparo da calda eram atividades que determinavam uma intensa exposição ao produto. Isto foi confirmado pelos resultados das amostras do solo superficial nos locais onde estas atividades eram realizadas, em que são encontradas concentrações de DDT acima dos valores de referência utilizados, mesmo depois de encerrada a manipulação destes compostos há cerca de 13 anos.

Paralelamente, mesmo depois de cessada a atividade de fracionamento do produto, permanecia o preparo da calda e o processo de aplicação. Deve-se ressaltar que os trabalhadores se locomoviam para áreas distantes, percorrendo vários trechos a pé, com um gasto energético considerável e sujeitos às variações climáticas.

Os dados de contaminação do solo superficial e da poeira domiciliar, nos locais onde era realizada a preparação do produto, assinalam a persistência destes compostos nos meios ambientais. Esta característica determinou a exposição dos funcionários e usuários da sede da ex-SUCAM, quando nela funcionava a Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional, mesmo não havendo mais a manipulação dos compostos. De acordo com as atividades específicas realizadas na área pelos componentes deste grupo populacional, as condições e intensidade de exposição foram distintas, com inalação de poeiras e contato dérmico através do solo exposto na área.

Embora os estudos ambientais tenham localizado a contaminação nas áreas determinadas, é importante ressaltar que a exposição da população não está restrita somente aos trabalhadores envolvidos diretamente em cada processo de trabalho. Residentes no entorno da sede da ex-SUCAM em Porto Nacional e

transeuntes no entorno do PA em Divinópolis podem ter sido potencialmente expostos aos contaminantes identificados, embora não seja possível caracterizar adequadamente esta exposição.

2 Dados de Saúde

2.1 Relatório final do grupo de trabalho de especialistas em toxicologia – FUNASA. Março de 2002.

Este relatório apresentou os resultados oriundos das atividades deste Grupo de Trabalho (GT) relativas à “análise da exposição ocupacional de servidores da FUNASA ao DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), no estado do Pará, conforme protocolo estabelecido pelo GT”.

Foram avaliados 119 ex-trabalhadores durante o ano de 2001, quanto à situação de saúde e aos níveis de DDT e metabólitos no organismo. “O protocolo elaborado pelo GT para avaliação clínico-laboratorial e toxicológica dos 119 servidores do estado Pará constou de anamnese e exame clínico, exames laboratoriais (hematologia e bioquímica clínica), exame clínico neurológico, eletroencefalograma (EEG) e eletromiograma (EMG), exame toxicológico (determinação dos níveis séricos de DDT e metabólitos).”

Os autores consideraram que o trabalho não se tratava “... de pesquisa epidemiológica que permita inferências de causalidade”, não sendo possível “... estabelecer nexos entre determinado desfecho e a exposição.” Desta forma propõem “... avaliar, no plano individual, se eventuais problemas de saúde apresentados pelos servidores examinados poderiam ser considerados como suspeitos de serem devidos à exposição ocupacional ao DDT.” Para esta “consideração de suspeição”, os autores adotaram duas premissas: a “inexistência de outra explicação etiológica provável para o problema detectado no exame clínico-laboratorial...” e “tratar-se de alteração que tem sido atribuída de forma consistente ao DDT na literatura científica pertinente ...”.

Os resultados apresentados a partir da anamnese e exame clínico mostraram uma diversidade de problemas de saúde que os autores consideraram, à luz do

conhecimento científico à época, que poderiam estar "...relacionados ao estilo de vida (obesidade/hipertensão, alcoolismo/hepatopatia), a endemias (malária) e a outras causas (gastrite, compressão de raiz nervosa), mas não à exposição ao DDT." "O exame clínico neurológico foi normal em 64 indivíduos (53,7%) e apresentou alguma anormalidade, ainda que leve, em 55 (46,2%) dos pacientes examinados." Como resultados do exame eletromiográfico os autores relataram que 41 pacientes apresentaram polirradiculopatia C5-C7 (5ª a 7ª vértebras cervicais) e L5 (5ª vértebra lombar) - S1 (1ª vértebra sacra) bilateral; 56 pacientes apresentaram polineuropatia sensitivo-motora, axônio desmielinizante de membros inferiores e superiores; 4 pacientes apresentaram mononeuropatia axonal de membros inferiores ou superiores; e 24 pacientes apresentaram mononeuropatia múltipla, axônio desmielinizante de membros inferiores. Referem também que o exame eletroencefalográfico (EEG) apresentou anormalidades em apenas 02 pacientes. Os autores consideraram que "não houve, aparentemente, relação entre a exposição ao DDT (dose, duração, níveis séricos) e as neuropatias diagnosticadas no exame eletromiográfico" assim como em relação às alterações observadas no EEG de 2 pacientes.

Em relação aos níveis séricos de DDT-total e de DDE, os autores consideraram que "...os níveis médios encontrados nestes servidores são muito superiores aos que têm sido observados, por exemplo, na população geral não exposta ocupacionalmente...". Eles sugerem que "esses níveis, por outro lado, são comparáveis aos de outras populações expostas no passado, quando o DDT era intensamente usado, no Brasil e em outros países". O nível sérico médio de DDT-total foi 199 ppb e de *pp'*-DDE foi de 139,7 ppb, a partir de exames realizados entre 1997 e 2001.

Os autores concluem o trabalho considerando que "de acordo com os conhecimentos científicos atuais, não há evidências de que os vários problemas identificados no exame clínico, laboratorial e neurológico, assim como os achados eletromiográficos, possam ser atribuídos ao DDT".

O estudo apresentado merece algumas considerações. Em relação ao sistema nervoso, o sítio de ação do DDT é o sistema nervoso central (SNC). Ele interfere

com o movimento dos íons através das membranas dos neurônios, perpetuando sua despolarização e potencializando a liberação dos neurotransmissores, levando a um estado de hiperexcitabilidade do SNC (Ecobichon, 2001). Como muitas funções dos sistemas cardiovascular e respiratório são controladas pelo sistema nervoso, a exposição aguda a altas doses de DDT pode produzir uma grande variedade de sinais e sintomas relativos à toxicidade central e periférica. Podem ser observados parestesia da língua, lábios e face, hipersusceptibilidade a estímulos externos, irritabilidade, tonteados, vertigo, convulsões tônico-clônicas, tremor, confusão, cefaleia, ataxia, letargia, fadiga, entre outros (ATSDR, 2008).

Em relação ao efeito da exposição crônica ao DDT sobre o SNC poucas informações existem. Entre os sinais e sintomas de toxicidade crônica podem ser observados perda de peso e anorexia, anemia leve, fraqueza muscular, tremores, ansiedade e nervosismo (Ecobichon, 2001). Estes compostos podem causar efeitos tóxicos que são mediados através do eixo neuroendócrino. Como resultado, estes químicos podem ter um papel na alteração das funções metabólicas, reprodutivas, imunológicas, de crescimento e neurocomportamentais.

O presente estudo trata de trabalhadores que tiveram uma exposição crônica ao DDT, durante variados períodos de tempo, e a diferentes doses, porém, sem relatos de ocorrência de quadros clínicos de intoxicação aguda. Os níveis de DDT e DDE no sangue destes trabalhadores, observados após cessada a atividade laborativa, são indicativos de que houve não só exposição mas também absorção e acúmulo destes compostos. Não há informações no relatório quanto ao intervalo de tempo médio de afastamento da exposição destes trabalhadores.

Lessenger and Rilley (1991) relatam um estudo de caso em que, após um episódio de intoxicação aguda por Dicofol (*pp'*-dichlorodiphenyl-2,2,2-trichloroethanol) um análogo do DDT utilizado em plantações de algodão, entre outras, nos Estados Unidos, houve progressão dos sinais agudos (náuseas, tonteados, ataxia, etc.) para sinais crônicos como cefaleia, nistagmo, perda de memória, alterações do comportamento, diminuição da performance acadêmica, fadiga e inquietação que duraram até 4 meses. A alteração de algumas funções cognitivas e da auto-estima e depressão persistiram por cerca de 18 meses.

Um estudo realizado por van Wendel de Joode *et al.* (2001) com 27 trabalhadores que usavam DDT para o controle da malária na Costa Rica, entre os anos de 1955 e 1986, observou que os indivíduos expostos apresentavam pior performance nos testes neurológicos de avaliação das funções cognitivas, motoras e sensoriais do que um grupo controle. O número médio de anos de aplicação de DDT foi de 4,6 anos. Relação exposição – efeito significativa com os anos de aplicação do DDT foi observada para cinco testes de funções motoras, cognitivas e sensoriais. Os autores sugerem que a exposição ocupacional crônica ao DDT está associada com um declínio permanente das funções neurocomportamentais e um aumento dos sintomas psiquiátricos e neuropsicológicos. Eles postulam que mesmo pequenas alterações nas funções do sistema nervoso, induzidas pela exposição tóxica, têm importantes repercussões sobre indivíduos idosos, devido a sua menor capacidade de compensação do dano, resultando em um aceleração do processo de envelhecimento.

No estudo realizado pelo GT da FUNASA não foi informado a realização de testes específicos para avaliação das funções cognitivas, emocionais e neurocomportamentais dos trabalhadores. Os resultados apresentados são indicativos de alterações preponderantemente sobre o sistema nervoso periférico. No entanto, como o foco da ação tóxica do DDT é sobre o sistema nervoso central, não é possível estabelecer ausência de efeitos tóxicos uma vez que, uma avaliação específica das funções cognitivas, emocionais e comportamentais, pelas quais este sistema é responsável, não foi realizada.

Além disso, Torres-Sánchez e López-Carrillo (2007) através de um estudo de revisão sistemática observaram que entre os principais efeitos tóxicos relacionados ao DDT e seus metabólitos se encontram as alterações da reprodução e sobre o desenvolvimento fetal. O trabalho do GT da FUNASA não refere se foi realizada alguma investigação específica em relação a estes efeitos.

2.2 Dados de saúde dos trabalhadores entregues por ocasião das entrevistas realizadas pela equipe de avaliação de risco durante visita ao local.

Compareceram à entrevista 15 trabalhadores que estiveram envolvidos em atividades de aplicação do produto em campo ou trabalharam na sede do Distrito de Porto Nacional. Na descrição da atividade de trabalho realizada, 13 entrevistados referiram que tinham trabalhado diretamente na aplicação do produto por períodos variados de tempo. Todos que trabalharam como borrifadores informaram sintomas e sinais variados quando do contato com o produto, como prurido, ressecamento cutâneo, cefaleia, entre outros. Treze entrevistados referiram contato também com compostos organofosforados. Os tempos de afastamento da exposição aos diferentes contaminantes de interesse foram distintos. Análises de sangue (soro) realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (SES - São Paulo), no ano 2000 mostraram um valor médio de DDT total de 35,68µg/L. Estes valores encontram-se no espectro dos níveis médios observados para exposição não-ocupacional segundo alguns estudos reproduzidos na Tabela 06 abaixo. É importante notar que os resultados destes estudos referem-se a *p,p'*-DDT.

Tabela 06: Níveis de *p,p'*-DDT no sangue – estudos recentes (2002 - 2008).

Composto	População	Tecido	Média aritmética e Desvio Padrão	Unidade	Referência
<i>p,p'</i> -DDT	Cross-sectional study among pregnant women hospital patients in Rio de Janeiro, 1997 -1998	Plasma (n =16)	0.982± 2.17	ng/g	Sarcinelli et al.2003
<i>p,p'</i> -DDT	Cross-sectional study among men from Chiapas Mexico.	Plasma (n =144)	67.4	µg/L	Barraza-Villarreal et al. 2004
<i>p,p'</i> -DDT	Cross-sectional study in the Michalovce district (contaminated area), and in the Svidnik and Stropkov districts (background area), in Slovakia	Serum (n=2047)	Contaminated area: Median= 72.9 Background area: Median =33.2	ng/g lipid	Petrik et al. 2006
<i>p,p'</i> -DDT	Pregnant women in prenatal care, Sweden.	Serum (n=321-323)	5 (range: 2-124)	ng/g lipid	Glynn et al. 2007

*Adaptado de **Table 6-1. Levels of DDT Compounds in Human Milk, Blood, and Tissues — Recent Studies (2002- May 2008) (continuation of Table 6-4, Toxicological Profile for DDT/DDE/DDD, 2002). ADDENDUM for DDT/DDD/DDE. Supplement to the 2002 Toxicological Profile for DDT/DDD/DDE. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, November 18, 2008: 54.**

3 Perfil Toxicológico dos Contaminantes de Interesse

Os compostos tóxicos analisados para efeitos deste relatório são os agrotóxicos organoclorados: DDT e seus isômeros (DDD, DDE e DDA), HCH e seus metabólitos. Entre os compostos apresentados na parte inicial deste relatório como potenciais contaminantes de interesse estão os organofosforados (Temefós e Malation) e piretróides (cipermetrina).

Determinações legais impõem que as pesquisas experimentais acerca dos efeitos lesivos das substâncias sobre os sistemas/órgãos alvo (sistema nervoso, reprodutor, etc.) incluam também a identificação do seu potencial teratogênico, genotóxico e carcinogênico (IPCS, 2000). Atenção especial deve ser dada a todas

as substâncias que apresentem efeitos genotóxicos, sendo este um indicador de maior nível de potencial lesivo sobre o organismo humano, em especial aqueles em formação. A manifestação clínica deste efeito pode ocorrer somente na geração seguinte, na prole das pessoas expostas, sob a forma de malformações congênitas ou desenvolvimento de cânceres ou tumores.

Alguns compostos químicos têm a capacidade de mimetizar ou bloquear hormônios endógenos, ou, de alguma forma, interferir com o funcionamento normal do sistema endócrino. Químicos com este tipo de atividade são referidos como disruptores endócrinos. Embora existam controvérsias a respeito do significado para a saúde pública desta atividade, é consenso que estes compostos têm potencial de afetar a síntese, secreção, transporte, ligação, ação ou eliminação dos hormônios endógenos no organismo, os quais são responsáveis pela manutenção da homeostase, reprodução, desenvolvimento e/ou comportamento humano. Assim, eles podem ter um papel na alteração da função sexual, supressão imunológica e função neurocomportamental. Podem também estar envolvidos na indução dos cânceres de mama, testicular e de próstata e na endometriose (Hatagima, 2002).

3.1 Potencial carcinogênico

A ocorrência do câncer associado com a exposição ambiental a compostos químicos em geral não apresenta um padrão característico com tipo, localização ou órgão-alvo específico. Assim, um agente químico é considerado carcinogênico quando aumenta a ocorrência de câncer ao ser administrado a animais, em comparação com controles não tratados. Uma das grandes dificuldades do estudo da carcinogenicidade das substâncias químicas é a escassez de dados em humanos. A maior parte dos agentes, quando há informações, é extraída de dados de experimentos em animais. Para a extrapolação desses dados para humanos, é preciso ter em conta que além das diferenças entre as espécies, são utilizados experimentos que usam grandes doses em animais submetidos a curtos períodos de exposição. Para minimizar essas dificuldades diversas instituições internacionais desenvolveram modelos para permitir que se faça, dentro de incertezas aceitáveis, essa extrapolação dos dados em animais para situações de

exposição humana (ATSDR, 2001 - ATSDR's Health Guidelines).

Compostos químicos com potencial genotóxico podem induzir ao desenvolvimento de alterações carcinogênicas em múltiplos tecidos e espécies, por alterações nas informações codificadas no DNA. Embora teoricamente limites possam existir para todos os mecanismos de carcinogênese, devido aos mecanismos homeostáticos e de reparação celular, para químicos genotóxicos assume-se que não existe limite seguro de exposição (Hallenbeck, 1993; IPCS, 2000).

Da mesma forma, a OMS/IARC determina que quando um composto é considerado carcinogênico para animais, mesmo que em um único sítio e após exposição a altas doses, as ações de saúde a serem realizadas devem considerar a possibilidade de desenvolvimento de câncer em múltiplos sítios em populações humanas expostas (IARC, 1999).

Para que uma única célula torne-se cancerígena, é necessária uma série de modificações. Uma substância química é dita cancerígena quando é capaz de produzir dano ao funcionamento normal da célula, participando da série de eventos que ocorrem entre a célula normal até tornar-se cancerígena. Um carcinógeno pode participar da origem do câncer de duas formas diferentes. Como iniciador do tumor ele produz alterações mutagênicas que preparam a célula para tornar-se cancerosa. Por si só essas substâncias não são capazes de gerar câncer, mas modificam a célula permanentemente de tal forma que quando entram em contato com promotores de tumor essas células são então transformadas, não importando o tempo que tenha decorrido entre os dois eventos.

No mecanismo normal de divisão celular há genes que inibem a divisão e há genes que a estimulam. Ocorre câncer quando há mutação em um dos genes que controlam esses mecanismos. Os genes que inibem a divisão celular são chamados de genes supressores de tumor e o gene alterado que hiperativa o estímulo à divisão celular é chamado oncogene. As substâncias químicas podem atuar promovendo mutações genéticas e chegar a essas alterações permanentes. Aqui estão a maior parte das substâncias carcinogênicas. Têm-se sempre poucas evidências de carcinogenicidade em humanos (é preciso que ocorram em torno de sete mutações específicas, em uma única célula), pode ocorrer após uma única

exposição, mas é mais provável que ocorra após exposições repetidas por um período longo de tempo. Se as características físico-químicas da substância fazem com que tenha uma longa meia-vida, portanto persista muito tempo sem se metabolizar, e também facilitem sua acumulação nos organismos vivos, então haverá mais substância no interior do organismo para promover tais mutações genéticas. De toda forma, o câncer é sempre um evento muito raro e pode ocorrer longe do momento de contaminação. Essa é uma das razões inclusive pela qual o câncer devido às substâncias químicas é pouco diagnosticado, em função da dificuldade de se estabelecer o nexo causal.

As substâncias são classificadas segundo sua carcinogenicidade. Aqui utilizaremos a classificação elaborada pela Agência de Proteção Ambiental Americana (*Environmental Protection Agency - EPA*) e pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (*International Agency for Research on Cancer - IARC*). Estas classificações estão baseadas, em sua maioria, em experimentos com animais. A classificação dos contaminantes acima descritos, de acordo com estas duas agências, é apresentada na Tabela 07 abaixo.

Tabela 07: Classificação segundo potencial carcinogênico dos contaminantes de interesse, Porto Nacional - TO, 2013.

SUBSTÂNCIA	EPA	IARC	TIPO
DDT e isômeros (DDD, DDA e DDE)	B2	2B	Tumores hepáticos em camundongos e ratos (IRIS, 1991).
HCH	grupo B2	α -HCH: grupo 2B β -HCH: grupo C / γ -HCH: grupo D δ -HCH e ϵ -HCH: grupo D	Provável carcinógeno humano: incidência aumentada de tumor hepático em ratos após ingestão e um relato de caso de leucemia aguda associada com exposição ocupacional a HCH e DDT no Japão (Hoshizaki et al., 1970).
Malation	-----	3	
Temefós	-----	-----	

Fontes: EPA – IRIS / 2004. IARC/2004.

Compostos organoclorados parecem induzir seus efeitos carcinogênicos através de um mecanismo epigenético ao invés de um mecanismo genotóxico. Uma das teorias propostas para explicar a promoção do câncer por este mecanismo seria de que estas substâncias produziram um efeito sobre a superfície da membrana celular que resultaria em diminuição da comunicação intercelular, levando a interrupção do controle sobre a proliferação de células anormais (neoplásicas). A base para atribuir este mecanismo aos compostos organoclorados parte das seguintes observações: 1- os organoclorados são geralmente substâncias não genotóxicas; 2 – os efeitos carcinogênicos induzidos pelos organoclorados são frequentemente observados após níveis altos e constantes de exposição e são ocasionalmente reversíveis. Carcinógenos genotóxicos podem exercer seus efeitos após uma única exposição e mesmo em baixos níveis os efeitos são irreversíveis; 3 – em testes de carcinogenicidade *in vivo* usando roedores, os organoclorados, em geral, induzem câncer somente no fígado, enquanto carcinógenos genotóxicos causam câncer em muitos órgãos (Maslansky CJ, Williams GM, 1981).

- **DDT e metabólitos (DDD, DDA e DDE)**

- ✓ **DDT** = diclorodifenil tricloroetano ; 1,1,1 – tricloro – 2,2 – bis (*p* – clorofenol) etano.
- ✓ **DDT “técnico”**: mistura de três formas do DDT. Contém 65 – 80% de *p,p'* - DDT, 15 – 21% de *o,p'* - DDT e até 4% de *p,p'* - DDD. O DDE e o DDD são contaminantes menores achados no DDT “ técnico” .
- ✓ **DDE** = diclorodifenil dicloroetileno ; 1,1 – dicloro – 2,3 – bis (*p* – clorofenol) etileno.
- ✓ **DDD** = 1,1 – dicloro – 2,2 – bis (*p* – clorofenol) etano.

A principal via de absorção do DDT e seus metabólitos é através da ingestão das partículas. A absorção por via inalatória é considerada mínima devido ao grande tamanho das partículas que ficam retidas no sistema mucociliar do trato respiratório, sendo deglutidas. Não existem informações acerca da taxa de absorção do DDT e seus isômeros a partir da exposição via inalatória, em homens ou animais. A absorção dérmica de DDT em humanos e animais é considerada

limitada. Nos locais de trabalho a exposição ao DDT ocorre a partir de várias rotas, incluindo inalação com subsequente ingestão oral e absorção dérmica.

Nos mamíferos, inclusive no homem, após ser absorvido por via oral ou respiratória, o DDT é degradado por duas vias: a via principal de metabolismo é a de sua transformação no composto insaturado DDE, através da perda de hidrogênio e cloro.

Para ser excretado o DDT é lentamente desclorado e oxidado pelas monooxigenases citocromo p450-dependentes a metabólitos intermediários, entre os quais o *p,p'*-DDE que é um dos mais persistentes no organismo de mamíferos. O DDE é virtualmente não biodegradável, não sofrendo por isso transformação subsequente, e, por ser altamente lipossolúvel, tenderá a ser depositado no organismo, especialmente no tecido adiposo.

A via secundária de metabolização é a transformação no composto saturado DDD, através da substituição de um hidrogênio por um átomo de cloro, prosseguido então o metabolismo, através de uma série de compostos intermediários, até o DDA, que é hidrossolúvel e excretado pela bile, pelas fezes e pela urina. Uma outra via metabólica, diferente da que tem como intermediário o *p,p'*-DDE, resulta no DDA (Ácido bis[*p*-clorofenil]acético) que é excretado na urina. O DDA, originário do *p,p'*-DDT do DDT-técnico, mas não do *p,p'*-DDE, é encontrado na urina em quantidade apreciáveis em casos de intoxicação aguda e exposição ocupacional intensa e recente.

DDT e seus metabólitos, DDE e DDD são compostos solúveis em lipídios que, uma vez absorvidos, são prontamente distribuídos através do sangue e do sistema linfático para todos os tecidos corporais, onde são estocados proporcionalmente ao conteúdo lipídico destes. A faixa de concentração do DDT estocado no tecido adiposo em relação àquela presente no sangue foi estimado ser 280:1. A captação de DDT dentro dos tecidos é uma função do fluxo sanguíneo, conteúdo lipídico do tecido e o coeficiente de partição para DDT entre o sangue e lipídios em órgãos específicos. O gradiente de concentração de DDT no tecido adiposo e sangue pode permanecer relativamente constante. Entretanto, a quantidade de DDT a partir da

exposição passada não pode ser determinada somente pelos níveis sanguíneos atuais.

DDT atravessa a barreira placentária e é eliminado pelo leite materno. Atinge um valor médio no sangue fetal de 1/3 daquele encontrado no sangue materno e apresenta níveis mais elevados no leite materno do que no sangue materno. Embora existam relatos de efeitos adversos em animais expostos durante a lactação, não há relatos em humanos.

O mecanismo subjacente tanto à ação inseticida, quanto aos efeitos tóxicos agudos do DDT, envolve a alteração da excitabilidade elétrica de neurônios, respectivamente de insetos e vertebrados. Em axônios expostos ao DDT ocorre um prolongamento da fase descendente do Potencial de Ação (Pós-Potencial Negativo) que, desta forma, retorna mais lentamente ao potencial de repouso (linha de base). A consequência deste efeito é o retardo da repolarização da membrana neuronal. Assim sendo, a membrana da célula nervosa tratada com DDT, permanece parcialmente despolarizada após o Potencial de Ação, situação em que se torna altamente sensível à estimulação.

Estas alterações causadas pelo DDT manifestam-se como um quadro de hiperexcitabilidade neuronal em que ocorrem descargas repetitivas de Potenciais de Ação após a estimulação sensorial (hiper-responsividade a estímulos). É por esta razão que quando o indivíduo é agudamente intoxicado, exibem como sintomas característicos da ação neurotóxica do DDT sequências periódicas de tremores persistentes e ou convulsões.

A exposição a múltiplos pesticidas é um dos fatores de confusão na investigação da ocorrência de efeitos sistêmicos em pessoas expostas a DDT. O Sistema Nervoso Central é o principal órgão alvo em humanos e animais. Estudos em animais sugerem que o fígado e os sistemas reprodutivo e imunológico poderiam ser também potenciais órgãos alvo em humanos. Não foram observados efeitos genotóxicos em humanos após exposição oral a DDT, DDE ou DDD sozinhos. Em animais os resultados dependem da sensibilidade da espécie, rota de administração e dose. A Tabela 08 apresenta um quadro geral dos principais efeitos adversos decorrentes da exposição ao DDT e seus metabólitos.

Tabela 08: Principais sistemas afetados devido a exposição DDT e metabólitos (ATSDR, 2000).

COMPOSTOS	ALVO DE AÇÃO	EFEITOS
DDT 2,2(P-Diclorofenil) 1,1,1- Tricloroetano; e metabólitos	Sistema Nervoso Central	Pele fria e sensível ao contato, tremores, perspiração, parestesias da língua, lábios e face, tonturas, cefaléia, náuseas, vômitos, confusão mental e convulsões tônico-clônicas quando em altas doses. Há aumento de histamina identificado em animais e taquipnéia em trabalhadores expostos.
	Sistema Hepático	Hiperplasia e hipertrofia de tecidos, que eventualmente poderiam levar a mecanismos de indução de tumores. Podem estar aumentadas as enzimas TGO e TGP, marcadores de lesão celular e outros marcadores.
	Sistema Reprodutivo Desenvolvimento	Prematuridade e baixo peso para idade gestacional.
	Sistema endócrino	Alteração nas atividades estrogênicas ou antiandrogênicas; Podem atuar como disruptores endócrinos e afetar mecanismos de imunossupressão, distúrbios neurocomportamentais e disfunções sexuais; atividade metabólica semelhante ao fenobarbital ao alterar enzimas que levam à metabolização de hormônios endógenos.

DDT e seus metabólitos são considerados como disruptores endócrinos, com ação estrogênica e/ou anti-androgênica, intervindo sobre o sistema de regulação endógena hormonal, o que parece estar associado com um aumento na incidência de alterações no desenvolvimento do trato reprodutivo e na fertilidade masculina observada nas últimas décadas. DDT e dioxinas têm sido associados ao desenvolvimento sexual alterado em diversas espécies, e a um decréscimo na qualidade do sêmen e um risco aumentado de tumor de mama em mulheres. A combinação de dois ou mais compostos potencializaria seu efeito estrogênico. Verificou-se em camundongos uma incidência aumentada de tumores hepáticos, após exposição a altas doses, por longo prazo. O DDT é um produtor de tumores, isto é, ele não causa os efeitos genéticos que culminam com o surgimento das neoplasias, mas potencializa a divisão das células neoplásicas que já tinham

surgido. DDT é também um potente indutor das enzimas hepáticas do citocromo P450, que promovem a ativação de outras substâncias carcinogênicas. A presença de DDT potencializa, portanto os efeitos destes carcinógenos.

- **HCH e isômeros (α -, β -, γ - e δ -)**

Efeitos adversos do HCH sobre a saúde humana foram estudados a partir de exposições ocupacionais (fabricação e uso de pesticida) ou uso de lindano no tratamento de escabiose e pediculose ou estimados a partir de estudos toxicológicos em animais (ATSDR, 1999b). Os efeitos mais relatados em humanos após exposição aguda são: gastrointestinais (diminuição de apetite, vômito, náusea, diarreia); hematológicos (um relato de Coagulação Intravascular Disseminada – suicídio); musculoesqueléticos (convulsões, fraqueza muscular em membros, necrose muscular disseminada - lindano à 20%). A maioria dos relatos indica que isômeros de HCH não são teratogênicos. A Tabela 09 abaixo apresenta os principais efeitos tóxicos da exposição ao HCH e isômeros.

Tabela 09: Principais sistemas afetados devido a exposição HCH e isômeros (ATSDR, 2000)

COMPOSTOS	ALVO DE AÇÃO	EFEITOS
HCH e isômeros {gama (γ) – lindano; alfa (α); beta (β); e delta (δ)}	Sistema Nervoso Central	Mecanismo de inibição do neurotransmissor ácido gama-amino-butírico (GABA) e outros efeitos de estimulação e inibição.
	Sistema Renal	Lesão tubular Renal, glicosuria
	Sistema Hepático	Aumento e degeneração gordurosa do fígado, nódulos hepáticos.
	Sistema hematológico	Diminuição na contagem de hemáceas e leucócitos e no hematócrito, paralelo a um aumentada fosfatase alcalina e da alanina amino-transferase (ALA-D)
	Sistema de homeostase bioquímica	Aumento da atividade do citocromo P450 e diminuição da glutathion-redutase, glutathion-S-transferase e glicose 6-fosfato desidrogenase.
	Sistema reprodutivo	Atrofia de testículos, redução dos túbulos seminíferos e decréscimo de níveis séricos de testosterona. diminuição da fertilidade.

4 Considerações Gerais

A descrição do processo de trabalho dos trabalhadores da ex-SUCAM associada aos dados ambientais encontrados na área sob estudo indicam uma condição de exposição no passado, aos compostos manipulados. A realização, no presente, de dosagens no sangue ou na gordura corporal destes compostos, podem não refletir a magnitude da exposição passada, pelo intervalo de tempo decorrido e o processo de metabolização e excreção dos mesmos. No entanto, a ausência dos compostos no organismo no presente, não exclui a possibilidade de sua presença no passado e da ocorrência de efeito tóxico lesivo no passado, presente ou futuro.

Não se pode estabelecer a existência de exposição apenas a partir da determinação dos compostos ou seus metabólitos no organismo. Em exposições passadas, dependendo do intervalo de tempo decorrido entre a dosagem dos compostos e a interrupção da exposição, e das características do processo metabólico das substâncias e do organismo dos indivíduos, estes podem não ser mais “identificáveis” nos indivíduos, ou estarem dentro dos valores de referência aceitáveis. Sob esta condição, o estabelecimento da relação causa/efeito – a relação entre os efeitos encontrados na população de ex-trabalhadores com os níveis de exposição - pode ser difícil de realizar.

A relação dose–resposta para a ocorrência de um determinado efeito tóxico de um composto é construída a partir de estudos experimentais realizados *in vitro* e em animais em laboratórios. Poucos são decorrentes da observação dos efeitos em populações humanas, pelas dificuldades inerentes a este processo. Aos valores encontrados decorrentes destes estudos são acrescentados fatores de incerteza para extrapolação interespecies (IRIS, 1993). A lesão é investigada em alguns órgãos–alvo definidos, ou efeito definido, teratogênico, mutagênico, carcinogênico. Um dos problemas decorrentes deste procedimento é a ocorrência de efeitos tóxicos em outros órgãos que não foram pesquisados, fenômeno que tem sido observado inclusive em relação a alguns medicamentos e determinado a interrupção do seu uso pela população.

As respostas observadas nestes estudos são resultantes de experimentações com doses de uma única substância. Nas situações de exposição humana, como a do

presente caso, a exposição ocorre a múltiplas substâncias. Geralmente, são compostos que interagem com o meio e que penetram no organismo humano por diferentes vias, podendo desenvolver múltiplas formas de interação dos seus mecanismos de ação, metabolismo e efeitos. Interações toxicológicas podem aumentar ou diminuir a aparente toxicidade de uma mistura em relação ao esperado, com base nas relações dose – resposta dos componentes da mistura (*Guidance Manual for the Assessment of Joint Toxic Actions of Chemical Mixtures*, ATSDR, 2001). Em relação ao aumento de toxicidade quando da exposição a mais de um composto, é admitida a possibilidade de ocorrência de:

- **Efeitos aditivos** – consequente à exposição a duas ou mais substâncias, as quais atuam conjuntamente, mas não interagem, sendo geralmente o efeito total a soma simples dos efeitos decorrentes da exposição separada às substâncias sob as mesmas condições;
- **Efeitos combinados** – efeitos sucessivos ou simultâneos de dois ou mais compostos no organismo pela mesma rota de exposição;
- **Efeitos sinérgicos** – efeito biológico decorrente da exposição simultânea a duas ou mais substâncias que é maior do que a simples soma dos efeitos que ocorrem em decorrência da exposição;
- **Potencialização** – ocorre quando uma substância, em uma concentração ou dose que por si não tem um efeito adverso, acentua o dano causado por outra substância (IUPAC, 1993).

Assim, embora a análise da relação dose–resposta para identificação do efeito tóxico permaneça válida como indicador de ações de investigação, apresenta limites como norteador de medidas de monitoramento à saúde e de identificação do dano à saúde em populações expostas.

O processo de adoecimento é particular de cada pessoa, sendo consequente a fatores de caráter coletivo como o meio ambiente, e o contexto social, econômico, histórico e cultural de uma dada sociedade. É também determinado por outros fatores de caráter individual, como o mapa genético de cada um, a herança genética dos antepassados, o estado nutricional, de desenvolvimento e o grau de maturidade do organismo. A junção destas duas ordens de fatores é que determina

a relação entre saúde e doença em uma pessoa e explica porque alguns adoecem e outros não, quando expostos a substâncias químicas, e porque podem ocorrer patologias diferentes em pessoas expostas ao mesmo composto.

A investigação de saúde de populações expostas a compostos tóxicos esbarra em uma série de dificuldades relacionadas ao perfil toxicológico dos compostos e às características da população. O grau e tipo de intoxicação a serem observados dependem da interação entre estes dois aspectos. A forma como o composto se encontra no ambiente e a via como ele penetra no organismo humano, sua metabolização, excreção, meia-vida, associados ao período fisiológico, às características culturais, e ao estado de saúde das populações expostas, são fatores que determinam a ocorrência de diferentes padrões de adoecimento.

Os compostos químicos apresentam um amplo espectro de efeitos lesivos sobre o organismo humano cujo tipo de manifestação clínica a ser observado dependerá de características do composto (formulação, toxicocinética, toxicodinâmica) da exposição (tempo, dose) e do indivíduo. A interação entre estes fatores resultará na ocorrência de um determinado tipo de efeito, que pode ser imediato ou tardio, aparecendo anos após a exposição, com manifestações clínicas inespecíficas, como a neuropatia retardada causada pelos agrotóxicos organofosforados.

Para o reconhecimento da relação contaminação ambiental–doença nas populações expostas, procura-se estabelecer o nexos causal, ou seja, a associação inequívoca entre a ocorrência da doença e a intoxicação pelo composto químico. Porém, frequentemente, as características da exposição determinam que as manifestações clínico-patológicas ocorram tardiamente (anos depois) ou apenas na prole das pessoas expostas. As principais manifestações associadas com este tipo de exposição, o desenvolvimento de câncer e de alterações mutagênicas ou teratogênicas, são resultado da interação de diferentes fatores para os quais a exposição a compostos químicos representam um risco adicional para o seu desenvolvimento. Sob estas condições, a confirmação do nexos causal, a relação inequívoca entre causa e efeito, pode não ser possível.

A questão fundamental em relação ao estabelecimento do nexos causal não é provar que a doença seja causada pelo composto, mas provar que não o é, ou

seja, excluir qualquer possibilidade de ação lesiva do mesmo sobre o organismo e contributiva para o processo de adoecimento.

Existe uma multiplicidade de possíveis manifestações de “alterações da saúde” que englobam desde processos patológicos orgânicos até desequilíbrios emocionais. Limitar o reconhecimento da agressão à saúde à dosagem dos compostos químicos no organismo, ou da constatação de alterações funcionais decorrentes destes, opõe-se à compreensão de doença como “ausência de saúde”, e de saúde como uma condição particular onde interagem fatores próprios das percepções individuais e gerais da condição de vida.

A contaminação dos meios ambientais por produtos tóxicos pode determinar a exposição humana a compostos químicos com variados potenciais lesivos ao organismo humano. A investigação e o monitoramento da saúde de uma população devem ser baseados na identificação da exposição através do estabelecimento de rotas de exposição completas, passadas ou presentes. A justificativa para o acompanhamento de saúde destas populações não deve ser baseada na presença da doença ou de um biomarcador de exposição. Populações expostas a contaminantes ambientais apresentam um risco adicional de adoecimento. A forma como este vai manifestar-se é fruto das diferentes histórias de vida e da multiplicidade de interações dos compostos químicos com o organismo humano.

Afirma-se assim, que a possibilidade de dano à saúde a longo prazo determina a necessidade de monitoramento permanente e amplo das condições de saúde desta população, ao longo de toda a sua vida, já que a expressão clínica deste dano pode ser multivariada e tardia. Na possibilidade de ocorrência de um efeito tóxico grave e irreversível, a falta de certeza científica absoluta não pode ser o fator impeditivo para que sejam adotadas medidas eficazes de prevenção.

CAPÍTULO 6 - RESPOSTA ÀS PREOCUPAÇÕES DE SAÚDE DA COMUNIDADE

1 Principais Problemas de Saúde Relatados pelos Trabalhadores

O DDT é um agrotóxico organoclorado que tem efeitos principalmente sobre os sistemas neurológico, endócrino-reprodutor e hepático. A intoxicação aguda que geralmente ocorre dentro do período de 24 horas após a exposição ao produto, pode apresentar os seguintes sintomas e sinais: pele fria e sensível ao contato, tremores, sudorese, alteração de sensibilidade da língua, lábios e face, tonturas, dor de cabeça, náuseas, vômitos, aumento da frequência respiratória, confusão mental e convulsões.

No entanto, a exposição por períodos de tempo maiores do que um ano (exposição crônica) pode causar um quadro de intoxicação crônica cuja manifestação clínica (sinais e sintomas) pode ser muito variada e de difícil diagnóstico específico, para o estabelecimento do nexo de causalidade com a exposição ao DDT. Para que possa ser estabelecido um diagnóstico é necessária a realização de uma avaliação de saúde, acompanhada por uma história e anamnese ocupacional minuciosas. É importante ressaltar, porém, que pode não ser possível estabelecer, de forma inequívoca, a existência de um nexo de causalidade entre a doença ou agravo à saúde diagnosticado e a exposição ao DDT. Este fato não elimina a situação do indivíduo ter sido exposto a um produto cientificamente reconhecido como nocivo à sua saúde, durante um determinado período de tempo, em doses não estabelecidas. Esta exposição constituiu-se em um fator de risco adicional à sua saúde e, por consequência, determina a necessidade de um acompanhamento de saúde periódico, independente da existência, ou não, de queixas clínicas ou agravos à saúde que possam ser comprovadamente associados ao DDT.

1.1 *Exposição dos familiares*

Os familiares dos trabalhadores tiveram contato com roupas e utensílios contaminados pelo DDT e, portanto, estiveram expostos a este composto. No

entanto, a absorção do DDT através da pele é pequena, sendo mais importante a deglutição do particulado após sua inalação. Desta forma, parece provável que tenha havido exposição e absorção do DDT pelos familiares mas, com intensidade, frequência e período de duração muito inferiores ao ocorrido com os trabalhadores.

1.2 Preocupações em relação aos alimentos

A ingestão de alimentos contaminados com o particulado foi uma das principais vias de absorção do DDT. Estes alimentos eram contaminados principalmente pelo transporte e manuseio durante o trabalho de campo, no qual, segundo os relatos dos trabalhadores, havia dificuldade para uma higienização adequada das mãos, uniformes e utensílios.

1.3 Preocupação dos trabalhadores com a saúde da comunidade

Em todas as casas onde o DDT foi borrifado houve exposição dos moradores ao produto. Esta é uma situação que ocorreu em todos os países do mundo onde o DDT foi usado para o combate a pragas e endemias. Vários estudos têm sido realizados desde então, para investigação dos possíveis impactos sobre a saúde humana com resultados diversos.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1 Introdução

A última tarefa do relatório de uma avaliação de risco à saúde é determinar as conclusões sobre as implicações para a saúde associadas ao local e estabelecer as recomendações. Para tal devem ser completados os propósitos de uma avaliação de risco à saúde:

- Determinar as implicações para a saúde no local.
- Discutir estas implicações fazendo recomendações para levar a cabo estudos de saúde e ambientais futuros (se são considerados necessários).
- Identificar as ações necessárias para mitigar ou prevenir efeitos adversos na saúde.

1.1 Seleção de categorias de perigos para a saúde pública

A primeira conclusão que a avaliação de risco à saúde identifica é o nível de perigo que representa um local. Uma avaliação de risco à saúde deve associar ao local uma das seguintes categorias:

- A. Perigo urgente para a Saúde Pública;
- B. Perigo para a Saúde Pública;
- C. Perigo Indeterminado para a Saúde Pública;
- D. Não há perigo para a Saúde Pública.

O estabelecimento destas categorias permite:

- Caracterizar o grau de perigo do local investigado para a saúde pública, com base em fatores tais como a existência de rotas potenciais de exposição humana, a susceptibilidade da comunidade exposta, a comparação dos níveis esperados de exposição humana com as normas relacionadas com a saúde, e a avaliação de dados de efeitos sobre a saúde específicos para a comunidade.
- Determinar: (1) se devem ser tomadas ações para reduzir a exposição humana às substâncias perigosas no local; (2) se é necessária informação

adicional sobre a exposição humana e riscos associados à saúde; (3) se esta informação deve ser obtida por meio de amostragem ambiental mais ampla, ou outras informações de saúde.

- Identificar as lacunas de informação toxicológica específicas para uma substância e para aspectos toxicológicos gerais. Estas lacunas de dados poderiam ser consideradas para estabelecer prioridades de investigação.

Dependendo da classificação do grau de perigo encontrado pela equipe de avaliação, a metodologia de avaliação de risco à saúde humana sugere recomendações para proteger a saúde pública.

2 Classificação da Categoria de Perigo à Saúde Pública

O estudo de avaliação de risco realizado permitiu estabelecer rotas de exposição completas, para solo superficial, no passado, presente e futuro, e para poeira domiciliar, no passado. Os dados de contaminação do solo superficial e da poeira domiciliar, nos locais onde era realizada a preparação dos produtos, assinalam a persistência destes compostos nos meios ambientais. Esta característica determinou a exposição dos funcionários e usuários da sede da ex-SUCAM, quando nela funcionava a Secretaria Municipal de Saúde de Porto Nacional, mesmo não havendo mais a manipulação dos compostos. Estes dados ambientais, associados à descrição do processo de trabalho realizado pelos trabalhadores da ex-SUCAM determinam uma rota completa de exposição para este grupo populacional também através dos uniformes e utensílios de trabalho contaminados. De acordo com as atividades específicas realizadas na área pelos componentes destes grupos populacionais, as condições e intensidade de exposição foram distintas, com inalação e deglutição de poeiras contaminadas por particulados oriundos dos compostos manipulados no local e/ou durante seu transporte para os locais de aplicação.

Os contaminantes de interesse identificados não são considerados comprovadamente carcinogênicos para o ser humano, no entanto, apresentam propriedades imunotóxicas, hepatotóxicas e neurotóxicas, além de interferirem com

a regulação do funcionamento do sistema endócrino. Esta condição determina que a área em estudo deva ser classificada como **CATEGORIA B – Perigo para a Saúde Pública**. Abaixo se encontra um quadro referente aos critérios que caracterizam esta categoria e as recomendações de ações de saúde associadas.

Categoria B
<p>Esta categoria se utiliza para os locais que apresentam um risco para a saúde pública como resultado de exposições passadas, presentes e futuras, de curto ou longo prazo, a substâncias químicas perigosas não carcinogênicas, com valores abaixo dos níveis de referência.</p>
<p>Critérios:</p> <ul style="list-style-type: none">• Os dados são disponíveis para todos os meios ambientais aos quais os humanos estão sendo expostos; e / ou• Existiu, existe e poderá haver rotas de exposição completas a uma ou mais substâncias com efeitos tóxicos sistêmicos, porém em níveis abaixo dos valores de referência; e /ou• Existem dados que indicam deterioração da qualidade de vida da população do local; e /ou• Não existem dados de efeitos de saúde específicos da comunidade que indiquem que o local teve um impacto adverso na saúde humana;
<p>Recomendações de Ações de Saúde:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Identificar a população exposta (passado e potencial no futuro) por meio do Cadastramento Nacional de Usuários do SUS;2. Acompanhar a saúde das populações expostas por meio de ações de Vigilância e Atenção integral à saúde da população exposta (vigilância ambiental, epidemiológica, sanitária e saúde do trabalhador, atenção básica, média e alta complexidade) incluindo:<ul style="list-style-type: none">• Protocolos específicos para avaliação de saúde dos expostos e ações de vigilância à saúde;• Estruturação do sistema de informação para a vigilância dos expostos;• Monitoramento de indicadores biológicos de exposição, efeito e de

vulnerabilidade social e econômica;

- Formação e capacitação continuada dos profissionais de saúde e agentes comunitários para atender as especificidades das ações de atenção e vigilância à saúde dos expostos;
- Educação, comunicação de risco e informação em saúde para a população exposta e profissionais dos órgãos envolvidos na tomada de decisões;
- Fortalecer os mecanismos de controle social e participação comunitária como estabelecido no SUS;
- Fomentar e executar estudos e pesquisas para fundamentar cientificamente as intervenções, tomada de decisão e gestão nos diversos campos de interesse da situação em foco;
- Estabelecer mecanismos de gestão que permitam a reestruturação e fortalecimento do setor saúde para atender às especificidades de atenção e vigilância à saúde da população exposta;
- Fortalecer parcerias intra e inter setoriais para coordenação, implementação das ações de vigilância e atenção à saúde da população exposta;

Recomendações do setor saúde para ações de ambiente:

- Mitigar ou eliminar as rotas de exposição;
- Monitorar a qualidade ambiental para subsidiar as ações de vigilância e atenção à saúde da população exposta.

3 Recomendações de Ações de Saúde Específicas

Nos estudos de avaliação de risco realizados até o momento no Brasil, parte-se de uma área contaminada buscando-se as populações expostas aos contaminantes emitidos por esta área. Também no presente estudo a equipe de avaliação de risco partiu destas premissas. No entanto, principalmente a após a realização da amostragem ambiental e como resultado da avaliação dos relatos sobre os procedimentos operacionais das atividades da ex-Sucam, o foco do estudo foi de forma crescente se voltando para a exposição do grupo da população formado pelos trabalhadores da ex-Sucam.

Neste contexto, as prioridades dos estudos nesta parte final do relatório, de recomendações e conclusões deve ressaltar nossas conclusões e recomendações específicas, além daquelas formuladas para a área propriamente dita, serem específicas para o grupo de trabalhadores da ex-Sucam.

Da mesma forma como já ocorrido no estudo de avaliação de risco sobre a exposição dos trabalhadores da Shell/Basf de Paulínia/SP, os condicionantes de operação da ex-Sucam, principalmente na fase inicial e até final da década de 80 resultaram numa inequívoca exposição dos ex-trabalhadores aos contaminantes estabelecidos como de interesse.

Além de um plano geral de ações de saúde pública que deve ser implantado, algumas ações específicas para esta área em estudo podem ser sugeridas:

- Elaboração e proposição de um protocolo de avaliação e monitoramento de saúde específico para os trabalhadores da ex-SUCAM que incluísse a realização de uma história e anamnese ocupacional detalhada.

4 Recomendações de Ações Ambientais

4.1 Solos contaminados

Como se observa nos resultados analíticos obtidos com a amostragem ambiental realizada por este estudo de avaliação de risco, nas amostras de solo superficial coletadas tanto em Divinópolis como em Porto Nacional somente foram detectados os contaminantes *p,p'*-DDT e seus isômeros *p,p'*-DDD e *p,p'*-DDE. A detecção dos contaminantes ocorreu principalmente nos locais onde ocorria com maior intensidade o manuseio do DDT e do HCH.

Em Divinópolis, a amostra de solo coletada nas proximidades do PA, ao lado da sala onde ocorria a manipulação dos agrotóxicos (amostra DISO 02), apresentou concentrações de *p,p'*-DDT e seus isômeros acima dos valores orientadores de prevenção da Resolução CONAMA 420/2009. No entanto, as concentrações destes contaminantes estão abaixo dos valores de referência utilizados para áreas residenciais e industriais, e pouco acima dos limites para solo agrícola. Desta forma, como recomendação, as áreas do entorno imediato do PA em Divinópolis (até 50 metros) não devem ser utilizadas para uso agrícola.

Em relação a Porto Nacional, em amostra de solo coletada nas instalações da ex-SUCAM, nas imediações do prédio da administração, em áreas sombreadas pelas árvores ali existentes (amostra PNSO 03), foram detectadas concentrações de isômeros do DDT acima até mesmo do valor limite para área industrial.

Em função deste resultado, e levando em consideração o fato deste contaminante se fixar preferencialmente na parte mais superficial do solo e com cobertura vegetal (gramíneas), recomenda-se, como procedimento de descontaminação, a remoção de uma camada de solo superficial (20 cm) com cobertura vegetal, no entorno lateral do prédio de administração da ex-SUCAM (lado da entrada). A remoção do material contaminado e sua destinação final ambientalmente adequada deverá seguir as normas estabelecidas pelos órgãos ambientais para tais procedimento.

4.2 Poeira contaminada

A presença de poeira contaminada testemunha uma situação de contaminação atual ou passada. No caso das áreas utilizadas como depósitos dos agrotóxicos utilizados pela ex-SUCAM, à priori, a detecção de contaminantes na poeira não seria indispensável para constatar o forte nível de contaminação tanto no depósito do PA de Divinópolis como no depósito nas instalações da ex-SUCAM em Porto Nacional.

A marcante existência de resíduos, recipientes vazando e o forte odor de agrotóxicos predominante nestas áreas não necessitariam de maiores comprovações do alto nível de contaminação nestas áreas. Os resultados analíticos das amostras coletadas nestes recintos (DIPO 02 e PN 07) comprovaram inequivocamente esta ocorrência.

Desta forma, como recomendação de providências ambientais, a equipe de avaliação de risco sugere:

4.3 Divinópolis

O local de depósito dos agrotóxicos no PA de Divinópolis deve ser totalmente descontaminado, com a remoção dos resíduos e raspagem das paredes e remoção do reboco, remoção do piso e do solo superficial na área (até 20 cm de profundidade) e nova colocação de reboco e do piso. A remoção do material contaminado e sua destinação final ambientalmente adequada deverão seguir as normas estabelecidas pelos órgãos ambientais para tais procedimentos.

4.4 Porto Nacional

O local de depósito dos agrotóxicos, bem como os galpões adjacentes, devem ser totalmente descontaminados, com a remoção dos resíduos e raspagem das paredes e remoção do reboco, remoção do piso e do solo superficial nestas áreas (até 20 cm de profundidade) e nova colocação de reboco e do piso. A remoção do material contaminado e sua destinação final ambientalmente adequada deverão seguir as normas estabelecidas pelos órgãos ambientais para tais procedimentos.

5 Referências Bibliográficas

ATSDR, 2002 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological Profile for DDT, DDE, and DDD. Atlanta, September 2002: 97.

ATSDR, 2008 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). ADDENDUM for DDT/DDD/DDE Supplement to the 2002 Toxicological Profile for DDT/DDD/DDE. Atlanta, November 18, 2008.

ATSDR, 2005 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological Profile for Hexachlorocyclohexane. Atlanta, August, 2005.

ATSDR - Minimal Risk Level for Hazardous Substances (MRLs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).

<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp>.

Conforti-Froes N, El-Zein R, Au W. 1998. Genetic Polymorphism and their contribution to cancer susceptibility. Cad. Saúde Pública; 14 Suppl.3: 7 – 13.

Ecobichon, D.J. Toxic effects of pesticides. In Casarett And Doull's. Toxicology – The Basic Science of Poisons. Editora Pergamon Press, USA. 6 Th Ed. 2001: 771.

Guimarães, R.M.; Asmus, C.I.R.F.; Meyer, A. Reintrodução do DDT para combate à malária: uma discussão de custo-benefício para a saúde pública. Cadernos de Saúde Pública, v. 23, n. 12, p. 2835-2844, 2007.

International Programme on Chemical Safety (IPCS). 2000. General Scientific Principles of Chemical Safety. Training Module No. 4. Geneva: WHO, , p.20. <http://www.who.int/ipcs/publications/training/en/index.html>

International Programme on Chemical Safety (IPCS). 2000. General Scientific Principles of Chemical Safety. Training Module No. 4. Geneva: World Health Organization; p.39. http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_PCS_00.8_pp1-104.pdf

International Agency Research Cancer, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans.

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

International Agency for Research on Cancer (IARC). Studies of cancer in experimental animals. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/index.php>.

Lessenger JE, Riley N. 1991. Neurotoxicities and behavioral changes in a 12-year-old male exposed to Dicofol, an organochlorine pesticide. J Toxicol Environ Health 33:255–261.

Maslansky CJ, Williams GM (1981). Evidence for an epigenetic mode of action in organochlorine pesticide hepatocarcinogenicity: a lack of genotoxicity in rat, mouse, and hamster hepatocytes. *J Toxicol Environ Health*, Jul-Aug;8(1-2):121-30.

Olshan AF, Anderson L, Roman E, Fear N, Wolff M, Whyatt R, Vu V, Diwan BA, Potishman N. Workshop to Identify Critical Windows of Exposure for Children's Health: Cancer Work Group Summary. *Environ Health Perspect* 108 (suppl 3): 595-597 (2000).

Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments. Environmental Protection Agency. . <http://www.epa.gov/iris/rfd.htm>

Ribas-Fitó N, Cardo E, Sala M, Muga ME de, Mazón C, Verdú A, Kogevinas M, Grimalt JO, Sunyer J. Breastfeeding Exposure to Organochlorine Compounds, and Neurodevelopment in Infants. *Pediatrics* 2003; 111; 580-585.

Torres-Sánchez L; López-Carrillo L. (2007). Efectos a la salud y exposición a p,p'-DDT y p,p'-DDE. El caso de México. *Cien Saud Colet Jan-Mar*; 12(1): 51-60.

Van Wendel de Joode B, Wesseling C, Kromhout H, Monge P, Garcia M, Mergler D. (2001). Chronic nervous-system effects of long-term occupational exposure to DDT. *Lancet* 357 (9261):1014-1016.

RELATÓRIO FINAL

**Avaliação de Risco à Saúde Humana por exposição
a resíduos perigosos nos municípios de Porto
Nacional e Divinópolis no Estado de Tocantins**

ANEXOS

JUNHO 2013