

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**VAGNER JOSÉ DANIEL**

**DDT (DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO)**

**BAURU  
2008**

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**VAGNER JOSÉ DANIEL**

**DDT (DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO)**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Exatas e Sociais Aplicadas da  
Universidade do Sagrado Coração  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Bacharel em  
Química, sob orientação da Prof<sup>a</sup>  
DR<sup>a</sup>. Sirlei Roca**

**BAURU  
2008**

D1841d

Daniel, Vagner José

DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) / Vagner  
José Daniel – 2008.  
44f.

Orientadora: Profa. Dra. Sirlei Roca  
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em  
Química) - Universidade do Sagrado Coração –  
Bauru - São Paulo.

1. DDT 2. Contaminação ambiental I. Roca,  
Sirlei II. Título

**VAGNER JOSÉ DANIEL**

**DDT (DICLORO DIFENIL TRICLOROETANO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Prof<sup>a</sup> DR<sup>a</sup>. Sirlei Roca.

Banca Examinadora:

---

---

---

BAURU, 2008.

Agradeço a DEUS em primeiro pelo dom da vida.

Aos meus pais e irmãos, que sempre estiveram ao meu lado, não medindo esforços para que eu pudesse alcançar o sonho de concluir o ensino superior e minha namorada, que, com muito carinho e atenção, contribuiu de forma significativa para a confecção desse trabalho.

A professora Sirlei pelo acompanhamento, e desenvolvimento do trabalho.

E a todos que de uma forma direta ou indiretamente tornaram possível à realização desse trabalho.

## **RESUMO**

O DDT e outros inseticidas organoclorados são substâncias muito persistentes. Os sintomas clínicos de intoxicação foram relatados em humanos, apesar de o principal problema com relação a tais substâncias é bioacumulação e biomagnificação ao longo das cadeias tróficas, o que levou a contaminação de grandes predadores e os seres humanos depois deles. Neste trabalho essas características são descritas, assim como alguns aspectos do controle de vetores de doenças, como a malária, que foi, até recentemente, controlados por autoridades sanitárias usando DDT.

**Palavras-Chave:** DDT, contaminação ambiental

## **ABSTRACT**

The DDT and others organochlorine insecticides are very persistent substances. Clinical symptoms of intoxication have been reported in humans, although the main problem concerning such substances is bioaccumulation and biomagnification along trophic chains, leading to contamination of top predators and humans after them. In this work these characteristics are described, as well as some aspects of the control of vector borne diseases, like malaria, which was, until recently, controlled by the health authorities using DDT.

**Keywords:** DDT; environmental contamination

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Ácido Fosfórico.....	15
Figura 02 - Ácido Tiofosfórico.....	15
Figura 03 - Ácido Ditionfosfórico.....	15
Figura 04 - Ácido Carbâmico .....	15
Figura 05 - DDT (Didicloro Difenil Tricloroetano).....	16
Figura 06 - BHC (Hexaclorocicloexano).....	16
Figura 07 - o,p' DDT (Didicloro Difenil Tricloroetano).....	21
Figura 08 - p,p' DDD (Didicloro Difenil Tricloroetano).....	21
Figura 09 - o,p' DDD (Didicloro Difenil Tricloroetano).....	21
Figura 10 - Degradação do DDT no solo.....	22
Figura 11 - DDMU (1-Cloro-2,2-bis(4'-clorofenil)etileno).....	23
Figura 12 - DDMS (1-Cloro-2,2-bis(4'-clorofenil)etano).....	23
Figura 13 - DDNU (unsym-bis(4'-Clorofenil)etileno).....	23
Figura 14 - DDOH (2,2-bis(4'-Clorofenil)etanol).....	24
Figura 15 - DDA (bis(4'-Clorofenil)acetato).....	24
Figura 16 - Diagrama das possíveis rotas de contaminação pela corrente sanguínea de um peixe.....	26
Figura 17 - Processo de infiltração, e transformação de poluentes no solo.....	28
Figura 18 - Mapa do globo terrestre indicando os locais em que se relatou a presença de compostos organoclorados e de outras classes em matrizes ambientais diversas.....	29
Figura 19 - Movimento dos agrotóxicos em ecossistemas aquáticos Mapa de Risco de .....	29
Figura 20 - Valores de concentração de DDT em ppm (partes por milhão).....	30
Figura 21 - A distribuição geográfica da malária.....	37
Figura 21 - Mapa de Risco de Transmissão da Malária no Brasil.....	38



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação toxicológica dos agrotóxicos segundo DL 50.....	14
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1– Concentração e duração dos efeitos dos principais inseticidas utilizados no controle da malária .....	39
---	----

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTOXICOS.....	13
2.1 Inseticidas.....	14
3 LEGISLAÇÃO.....	17
4 HISTÓRICO.....	19
5 PROPRIEDADES FISICO QUIMICAS.....	21
6 TOXICIDADE DO DDT.....	25
7 MEIO AMBIENTE.....	27
7.1 Contaminação Ambiental.....	28
7.2 Contaminação da Biota.....	29
7.3 Contaminação de ecossistemas aquáticos marinhos e de água doce.....	31
7.3.1 DDT e Organoclorados em peixes.....	33
7.4 Monitoramento de DDT e outros pesticidas em água superficiais.....	34
8 CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS.....	35
9 DDT E CONTROLE DE MALÁRIA.....	36
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são agentes constituídos por uma grande variedade de compostos químicos (principalmente) ou biológicos, desenvolvidos para matar, exterminar, combater, repelir a vida, além de controlarem processos específicos, como os reguladores do crescimento. Normalmente, eles também têm ação sobre a constituição física e a saúde do ser humano, além de serem importantes contaminantes ambientais e das populações de animais a estes ambientes relacionadas (ANVISA, 2002).

Quanto à praga que controlam, os agrotóxicos são classificados em inseticidas, fungicidas, herbicidas, desfolhantes, fumigantes, rodenticidas e raticidas, moluscocidas, nematocidas e acaricidas. As classes toxicológicas são indicadas por meio das cores dos rótulos, sendo classe I - faixa vermelha (extremamente tóxico); classe II - faixa amarela (altamente tóxico); classe III - faixa azul (medianamente tóxico); e classe IV - faixa verde (pouco ou muito pouco tóxico). Existem cerca de 300 princípios ativos em duas mil formulações comerciais diferentes no Brasil, classificados quanto à sua ação e ao grupo químico a que pertencem (BAIRD, 2002).

Muitos inseticidas contribuíram para o controle de aparecimento maciço de pragas, como o Dieldrino Difenil Tricloroetano (DDT) (ODUM, 2004), que em 1945, durante a guerra, salvou as vidas de mais de 5 milhões de pessoas com a redução da malária. Ele continuou sendo usado na agricultura, muitas vezes, fazendo com que sua concentração no ambiente se elevasse rapidamente e começando a afetar a capacidade reprodutiva de aves que o incorporaram indiretamente em seus organismos (BAIRD, 2002).

Segundo Odum (2004), os inseticidas organoclorados, como o DDT, estão distribuídos por todo planeta, contaminando e degradando comunidades bióticas. São dispersos através do ambiente nas correntes de ar e da água devido às suas características de solubilidade e estabilidade química. Sua tendência de serem adsorvidos na matéria orgânica e serem transportados no ar em gotículas facilita sua concentração pela transferência das plantas para os herbívoros e destes para os carnívoros.

Kenneth (1982) afirma que quase todos os seres vivos podem ter uma quantidade mensurável de DDT e de seus produtos de degradação em sua gordura. Porém, os níveis de resíduos organoclorados são mais altos na vida selvagem do que no homem.

Por essas razões ambientais e de saúde, atualmente o uso do DDT está proibido na maioria dos países industrializados ocidentais e, em outros países, seu uso está sendo reduzido até que se encontre substitutos efetivos (BAIRD, 2002).

Este trabalho tem como objetivo levantar os problemas relacionados ao uso indiscriminado do DDT ocorrido décadas atrás, como sua toxicidade ao ser humano, meio ambiente, alimentos, e a razão pelo qual foi proibido seu uso, baseado em bibliografias pertinentes ao assunto.

## 2 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

Para Baird (2002) os agrotóxicos compreendem vários grupos:

- ✓ Acaricida: substância letal a ácaros;
- ✓ Algicida: combate às algas;
- ✓ Avicida: combate os pássaros;
- ✓ Bactericida: combate às bactérias;
- ✓ Desinfetante: tem ação alvo os microorganismos;
- ✓ Fungicida: aplicada às plantas cultivadas para matar fungos, parasitos ou prevenir desenvolvimento de doenças fúngicas;
- ✓ Herbicida: destinado a destruir ou impedir o crescimento de ervas daninhas ou invasoras: prejudiciais à lavoura;
- ✓ Inseticida: substância letal aos insetos, podendo ser um composto organofosforado ou organoclorado;
- ✓ Larvicida: combate larvas de insetos;
- ✓ Moluscicida: letal à caracóis e lesmas;
- ✓ Nematicida: combate os nematóides;
- ✓ Piscicida: substância letal aos peixes;
- ✓ Raticida: substância letal aos roedores.

Os agrotóxicos são classificados, ainda, segundo seu poder tóxico, é fundamental para o conhecimento da toxicidade de um produto do ponto de vista de seus efeitos agudos. No Brasil, a classificação toxicológica está a cargo do Ministério da Saúde. Essa classificação é denominada de classes toxicológicas. São indicadas por meio das cores dos rótulos, sendo classe I - faixa vermelha (extremamente tóxico); classe II - faixa amarela (altamente tóxico); classe III - faixa azul (medianamente tóxico); e classe IV - faixa verde (pouco ou muito pouco tóxico). O Quadro 1 relaciona as classes toxicológicas com a "Dose Letal 50" (DL50), comparando-a com a quantidade suficiente para matar uma pessoa adulta.

Quadro 1 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos segundo DL50

<b>GRUPO</b>	<b>DL 50</b>	<b>DOSE CAPAZ DE MATAR UMA PESSOA ADULTA</b>
Extremamente tóxicos	5 mg / kg	1 pitada – algumas gotas
Altamente tóxicos	5-50	Algumas gotas – 1 colher de chá
Medianamente tóxicos	50-500	1 colher de chá – 2 colheres de sopa
Pouco tóxicos	500-5000	2 colheres de sopa – 1 copo
Muito pouco tóxicos	5000 ou +	1 copo – 1 litro

Fonte: ANVISA, 2002

## 2.1 Inseticidas

Inseticida é qualquer substância letal aos insetos (BULL e HATHAWAY, 1986) e tem sido usado há milhares de anos pela humanidade. Um dos principais motivos de seu uso é o controle de vetores que provocam enfermidades, ou seja, de doenças transmitidas por insetos e pelos roedores que transportam doenças como a malária, febre amarela, peste bubônica entre outras. Outro motivo para o uso de inseticidas é impedir o ataque de insetos nas lavouras de alimentos (BAIRD, 2002).

Os inseticidas comumente utilizados hoje em dia enquadram-se em dois grupos principais: os compostos organoclorados e os organofosforados. (KENNETH, 1982).

Os inseticidas organofosforados são compostos derivados das estruturas fundamentais dos ácidos fosfóricos (Figura 1), tiofosfóricos (Figura 2) e ditionofosfóricos (Figura 3) (LARINI, 1999). Segundo Kenneth (1982), alguns dos inseticidas organofosforados são relativamente inofensivos para o homem, embora tenham causado danos ambientais quando aplicados sem os devidos cuidados, não causam poluição duradoura, pois são instáveis e se degradam rapidamente. São exemplos de organofosforados o acefato, bromofós, diazinon, etion, malation, paration etílico, tiometon, e outros (LARINI, 1999).

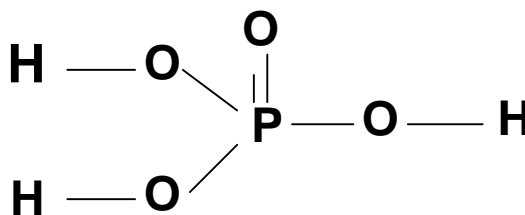


Figura 1 - Ácido Fosfórico

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

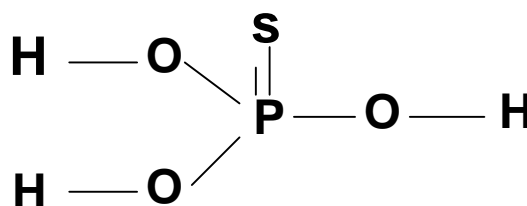


Figura 2 - Ácido Tiofosfórico

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

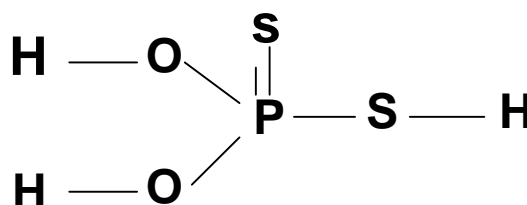


Figura 3 - Ácido Ditionfosfórico

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

Outro tipo de inseticida que está sendo usado cada vez mais são os carbamatos, quimicamente distintos, mas de toxicidade intermediária entre os fosforados e clorados pois são degradados facilmente não causando poluição permanente (KENNETH, 1982). Os inseticidas da classe dos carbamatos são ésteres derivados do ácido carbâmico (Figura 4), mais particularmente do ácido N-metilcarbâmico. São representados por bendiocarb, carbaril, carbosulfan, metiocarb, dimetan, propoxur, fenoxicarb, e outros (LARINI, 1999).

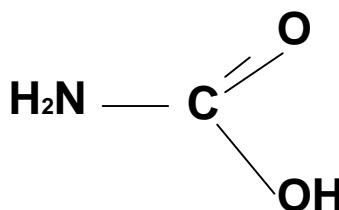


Figura 4 - Ácido Carbâmico

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008



Outros tipos de inseticidas são os organoclorados, que são compostos de estruturas cíclicas, bastante lipofílicas e altamente resistentes aos mecanismos de decomposição por meios químicos e biológicos (LARINI, 1999). Por serem estáveis e persistentes no meio, causaram e vem causando contaminação ambiental (KENNETH, 1982).

Os principais inseticidas enquadrados nesta classe são o DDT (diclorodifeniltricloroetano) (Figura 5), BHC (hexaclorocicloexano) (Figura 6) e isômeros, ciclodienos, aldrin, endrin, dodecacloro, clordecone e lindano (LARINI, 1999).

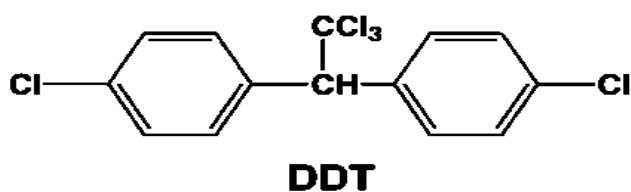


Figura 5 - DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano)

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

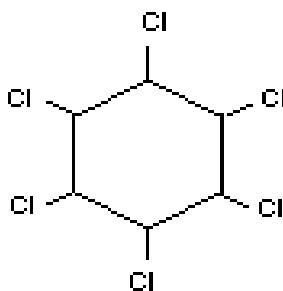


Figura 6 - BHC (Hexaclorocicloexano)

Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

### 3 LEGISLAÇÃO

No Brasil, a lei federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada por meio do decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, (antes regulamentada pelo decreto nº 98.816) no seu artigo 2º, inciso I, define agrotóxicos como produtos e componentes de processos físicos, químicos e biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas, ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. Inclui também substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Essa definição exclui fertilizantes e químicos administrados a animais para estimular crescimento ou modificar comportamento reprodutivo (STOPPELLI e MAGALHÃES, 2005).

O recolhimento e a destinação adequados das embalagens vazias tornou-se obrigação dos usuários, comerciantes e fabricantes, desde 6 de junho de 2000, quando da publicação da lei federal nº 9.974.

Compete ao Ministério da Agricultura e Abastecimento realizar a avaliação da eficácia agrônômica dos agrotóxicos (produtos formulados); ao Ministério da Saúde executar a avaliação e classificação toxicológica; e ao Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama), avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental. A fiscalização nas vendas e no uso deve ser feita pelos órgãos estaduais, dentro das devidas competências (PERES *et al.*, 2005). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) busca acompanhar este processo e monitorar resíduos nos alimentos.

A respeito do DDT as primeiras medidas restritivas se deram em 1971, com a Portaria n.º 356/71, que proibiu a sua fabricação e comercialização para o combate de ectoparasitos em animais domésticos e culminou com a Portaria nº 357/71, que proibiu em todo o território nacional o uso de inseticidas organoclorados em controle de pragas em pastagens. (BRASIL, 1971).

Em 1985 proibiu-se em todo o território nacional a comercialização, o uso e a distribuição de produtos organoclorados destinados à agropecuária. Entretanto os inseticidas organoclorados continuaram sendo permitidos em campanhas de saúde pública no combate a vetores de agentes etiológicos de moléstias (malária e leishmaniose), bem como em uso emergencial na agricultura, a critério do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1985).

A respeito dos níveis aceitáveis de DDT nos alimentos a Comissão do *Codex Alimentarius* estipula que os limites máximos permitidos são 0,05 mg/kg para o leite, 0,1 mg/kg para grãos, 5,0 mg/kg para carnes, 0,5 mg/kg para ovos e 2,0 mg/kg para peixes (DE ROBERTIS e DE ROBERTIS, 2001).

## 4 HISTÓRICO

As propriedades inseticidas do DDT foram descobertas em 1939 pelo entomologista suíço Paul Müller, o que lhe valeu posteriormente o Prêmio Nobel da Medicina devido ao uso do DDT no combate à malária (OMS, 1982).

O DDT foi usado durante a segunda guerra mundial, pois era capaz de evitar a contaminação por tifo dos soldados. Posteriormente foi utilizado na agricultura tinha um grande potencial como pesticida além do baixo custo, promovendo uma dispersão deste composto, sem nenhum controle, em diversos locais do mundo (BAIRD, 2002).

Foi a descoberta do DDT que revolucionou os conceitos de luta contra a malária. Sua eficácia contra formas adultas dos mosquitos e seu prolongado efeito residual fizeram com que no período de 1946-1970 todos os programas de controle se apoiassem quase que totalmente em seu emprego (REY, 2001).

A produção em grande escala iniciou-se em 1945 e foi muito utilizado na agricultura como pesticida, por cerca de 25 a 30 anos. Tanta foi a quantidade que se estimou que cada cidadão norte-americano ingeriu, através dos alimentos, uma média de 0,28 mg por dia de DDT em 1950. Outra função para seu uso foi em programas de controle de doenças tropicais, inclusive no Brasil, como malária e leishmaniose visceral (D'AMATO et al, 2001 in apud Oliveira, 1997).

Nos EUA, o uso cresceu, chegando a até 35.771 toneladas produzidas em 1959, principalmente para exportação, chegando a 81.154 toneladas em 1963. Então a produção começou a declinar, sendo que a quantidade produzida para uso no país em 1969 não passou de 13.724 toneladas; entretanto, continuou sendo fabricado em outros países, sendo sua produção mundial, em 1974, de 60.000 toneladas.

A Suécia foi o primeiro país do mundo a banir o DDT e outros inseticidas organoclorados, com base em estudos ecológicos. Foi seguida por outros países, excetuando-se o uso em programas de controle de doenças (OMS, 1982).

No Brasil, as primeiras medidas restritivas se deram em 1971, com a Portaria n.º 356/71, que proibiu a fabricação e comercialização de DDT e BHC para combate de ectoparasitos em animais domésticos no país, obrigando os fabricantes a recolherem os produtos, mas isentou os produtos comerciais indicados como larvicidas e repelentes de uso tópico; e com a Portaria n.º 357/71, que proibiu em todo o território nacional o uso de inseticidas organoclorados em controle de pragas em pastagens (BRASIL, 1971).

Estes atos fundamentaram-se:

- ✓ Na formação de resíduos tóxicos na carne e no leite de animais domésticos;
- ✓ Sua acumulação após tratamentos repetidos;
- ✓ No prejuízo que a ocorrência destes resíduos acarretava às exportações de produtos de origem animal devido a medidas restritivas impostas por países importadores;
- ✓ E nas recomendações da FAO e OMS para que o uso de DDT e BHC fosse substituído por outros produtos.

Em 1985 proibiu-se em todo o território nacional a comercialização, o uso e a distribuição de produtos organoclorados destinados à agropecuária. Mas os inseticidas organoclorados continuaram sendo permitidos em campanhas de saúde pública no combate a vetores de agentes etiológicos de moléstias (malária e leishmaniose), bem como em uso emergencial na agricultura, a critério do Ministério da Agricultura. Também se manteve a permissão do uso de iscas formicidas à base de aldrin e dodecacloro, e do uso de cupinícidas à base de aldrin para reflorestamento (BRASIL, 1985).

Em 1995, foi publicado pela OMS um informe técnico declarando que o DDT pode continuar sendo utilizado no controle dos mosquitos vetores de malária e outras doenças transmitidas por artrópodes, desde que se cumpram as seguintes condições:

- ✓ Seja empregado unicamente em interiores;
- ✓ Seja eficaz;
- ✓ Sejam adotadas as regras de segurança necessárias;
- ✓ Sejam levados em conta os custos do produto a ser utilizado; a disponibilidade de inseticidas alternativos e a possibilidade do aparecimento de insetos resistentes (OMS, 1995).

## 5 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

O termo DDT é a sigla do nome químico do produto 1,1'-(2,2,2-tricloroetilideno) bis[4-clorobenzeno]), ou 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(*p*-clorofenil) etano (BAIRD, 2002).

O termo também é aplicado a produtos comerciais constituídos principalmente pelo isômero *p,p'*- DDT, com proporções menores de outros análogos. O inseticida DDT é constituído, em geral, pela seguinte formulação: *p,p'*- DDT (77,1%) (Figura 5), *o,p'*- DDT (14,9%) (Figura 7), *p,p'*- DDD (0,3%) (Figura 8), *o,p'*- DDD (0,1%) (Figura 9) e impurezas (3,5%). Todos os isômeros são substâncias sólidas, brancas, inodoras e insípidas, com a fórmula empírica  $C_{14}H_9Cl_5$  (WHO, 2008).

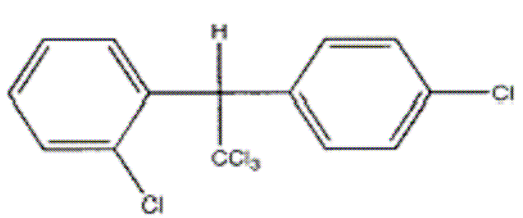


Figura 7 – *o,p'* DDT (Didicloro Difenil Tricloroetano)  
Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

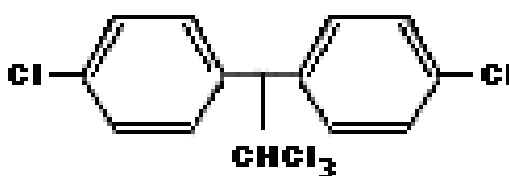


Figura 8 – *p,p'* DDD (Didicloro Difenil Tricloroetano)  
Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

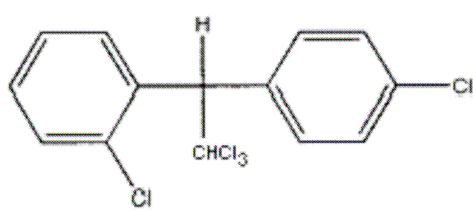


Figura 9 – *o,p'* DDD (Didicloro Difenil Tricloroetano)  
Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008

O ponto de fusão do *p,p'*- DDT é 109 °C, com pressão de vapor  $2,53 \times 10^{-5}$  Pa ( $1,9 \times 10^{-7}$  mmHg) a 20 °C . Possui hidrossolubilidade bastante baixa, na ordem de  $1\mu\text{g/L}$ , tendo porém elevada lipossolubilidade, com coeficiente de partição octanol/água ( $K_{ow}$ ) igual a  $9,6 \times 10^5$  . A solubilidade em solventes orgânicos encontra-se na seguinte proporção (g/100 mL): benzeno (106), ciclohexanona (100), clorofórmio (96), éter de petróleo (10), etanol (1,5).

Ao perder uma molécula de HCl, por degradação biológica ou ambiental, o *p,p'*-DDT forma o metabólito 2,2-bis-*p*-clorofenil-1,1-dicloroetileno, conhecido como DDE. Este composto é ainda mais resistente às degradações que o DDT. Outro metabólito importante formado é o DDD, 2,2-bis-*p*-clorofenil-1,1-dicloroetano a alteração nas estruturas de DDT a DDE e DDD, mostradas na Figura 10. Há ainda outros: DDMU (Figura 11), DDMS (Figura 12), DDNU (Figura 13), DDOH (Figura 14) e DDA (Figura 15). Este último metabólito é o único que não é lipossolúvel, sendo eliminado pela urina dos seres vivos. O DDE, por ser o mais persistente em organismos vivos, pode servir como indicador de exposição dos seres vivos ao DDT como, por exemplo, peixes de um rio contaminado (WHO, 2008).

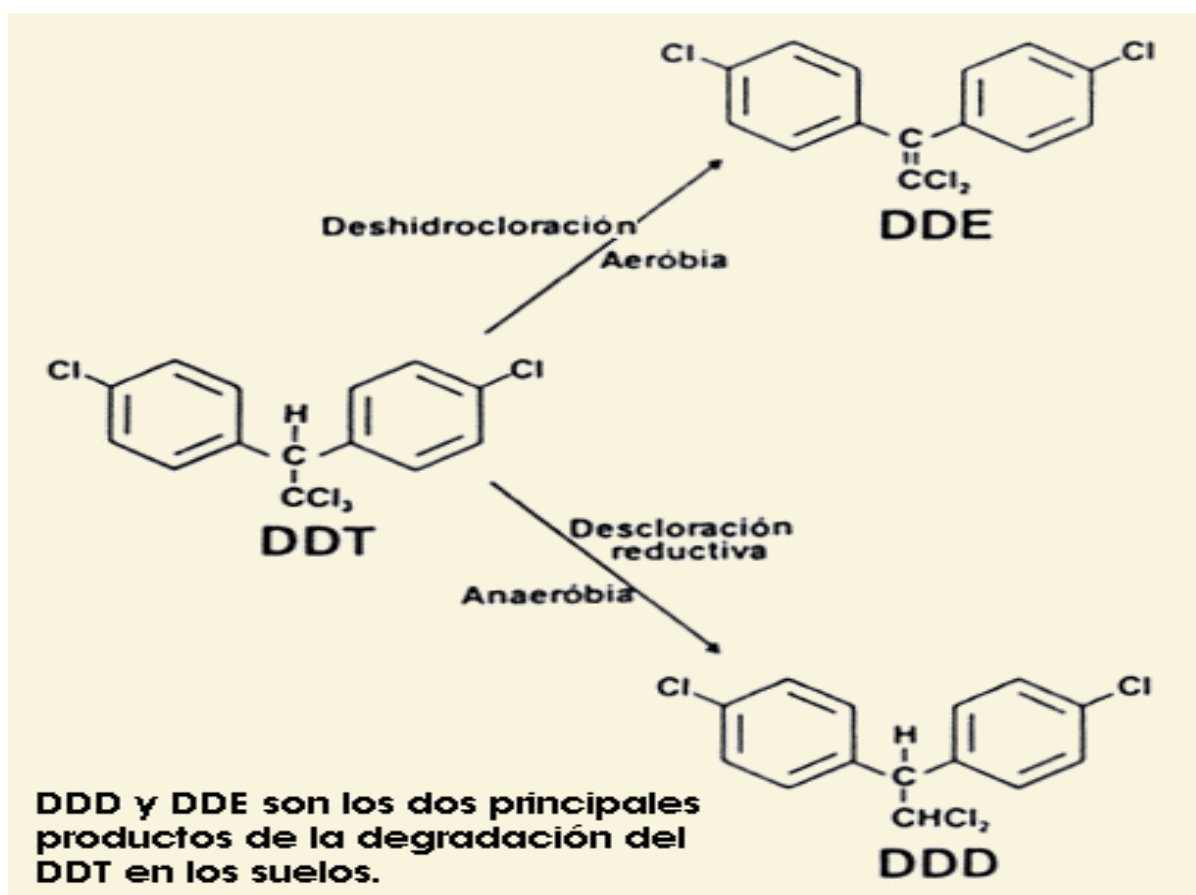


Figura 10 - Degradação do DDT no solo  
 Fonte: Disponível em: <virtual.unipar.br > Acesso em 20 de Mar.2008



Figura 11 – DDMU (1-Cloro-2,2-bis(4'-clorofenil)etileno)  
Fonte: Disponível em: <[virtual.unipar.br](http://virtual.unipar.br)> Acesso em 20 de Mar.2008



Figura 12 – DDMS (1-Cloro-2,2-bis(4'-clorofenil)etano)  
Fonte: Disponível em: <[virtual.unipar.br](http://virtual.unipar.br)> Acesso em 20 de Mar.2008

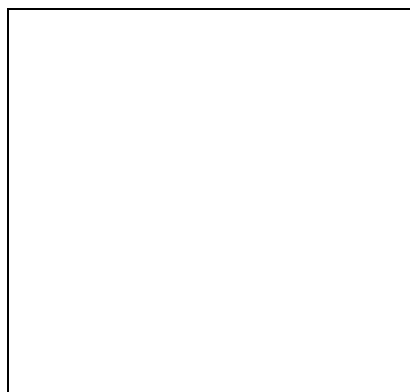


Figura 13 – DDNU (unsym-bis(4'-Clorofenil)etileno)  
Fonte: Disponível em: <[virtual.unipar.br](http://virtual.unipar.br)> Acesso em 20 de Mar.2008



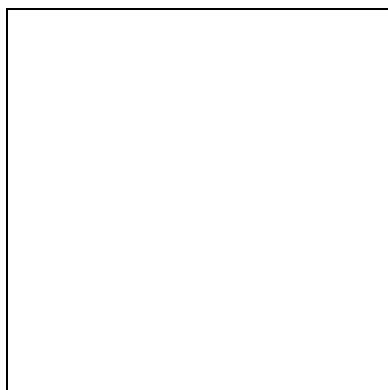


Figura 14 – DDOH (2,2-bis(4'-Clorofenil)etanol)  
Fonte: Disponível em: <[virtual.unipar.br](http://virtual.unipar.br)> Acesso em 20 de Mar.2008

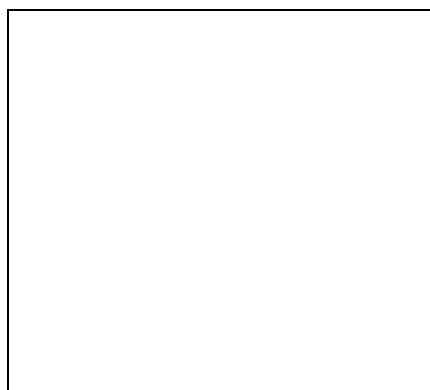


Figura 15 – DDA (bis(4'-Clorofenil)acetato)  
Fonte: Disponível em: <[virtual.unipar.br](http://virtual.unipar.br)> Acesso em 20 de Mar.2008

## 6 TOXICIDADE DO DDT

Embora o DDT atravesse facilmente o exoesqueleto quitinoso dos insetos, ele é pouco absorvido pela pele humana, o que explica sua relativa baixa toxicidade a nível tópico. O ser humano pode ser contaminado por exposição direta (inalação) ou por alimentos contaminados com DDT e outros pesticidas organoclorados. Sendo lipossolúveis, possuem apreciável absorção tecidual. É facilmente absorvido pelas vias digestiva e respiratória. Devido à grande lipossolubilidade e à lenta metabolização, os organoclorados acumulam-se na cadeia alimentar e no tecido adiposo (figura 16).

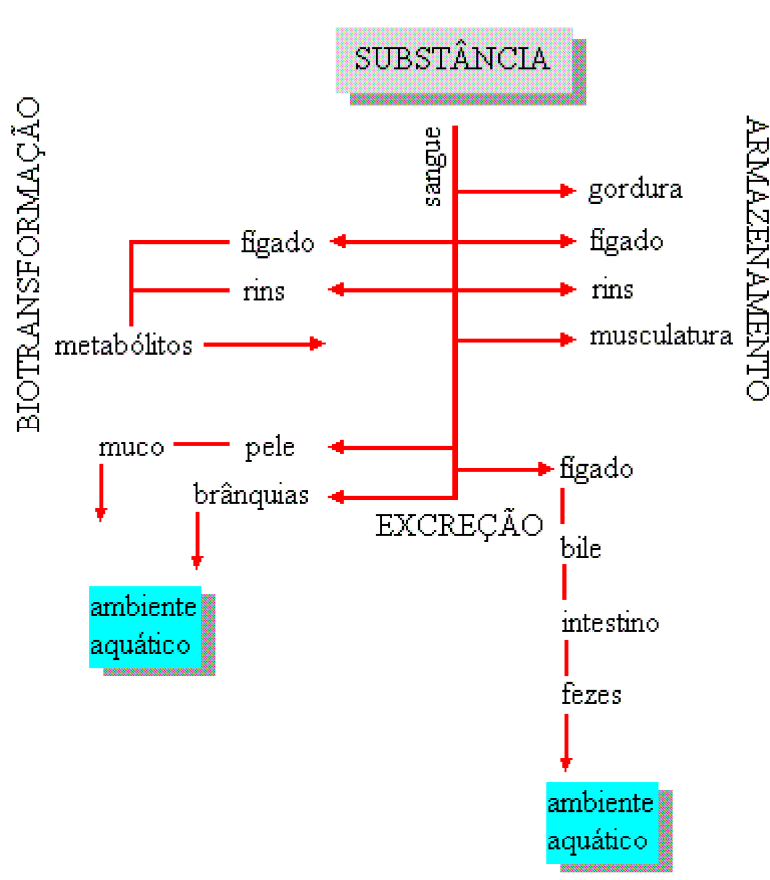


Figura 16-Diagrama das possíveis rotas de contaminação pela corrente sanguínea de um peixe.  
Fonte: R. Y. Tomita & Z. Beyruth, 2002

O DDT atua sobre o sistema nervoso central, resultando em alterações de comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração (BRASIL, 1997).

Os efeitos do DDT no organismo ocorrem depois de atuarem sobre o equilíbrio de sódio/potássio nas membranas dos axônios, provocando impulsos nervosos constantes, que

levam à contração muscular, convulsões, paralisia e morte. A intoxicação aguda nos seres humanos caracteriza-se por cloracnes, na pele, e por sintomas inespecíficos, como dor de cabeça, tonturas, convulsões, insuficiência respiratória e até morte, dependendo da dose e do tempo de exposição (LARINI, 1999).

Em casos de intoxicação aguda (quando há o contato direto e em altas doses com o DDT), após 2 h surgem os sintomas neurológicos de hiperexcitabilidade, parestesia na língua, lábios e membros inferiores, desconforto, desorientação, fotofobia, cefaléias persistentes, fraqueza, vertigem, alterações de equilíbrio, tremores, ataxia, convulsões tônicas - clônicas, depressão central severa, coma e morte.

Os sintomas específicos podem ocorrer em caso de inalação ou absorção respiratória, como tosse, rouquidão, edema pulmonar, irritação laringotraqueal, rinorréia, bradipnéia, hipertensão e broncopneumonia (esta última uma complicação freqüente).

As manifestações crônicas, ou seja, após exposições repetidas, por um tempo prolongado (superior a três meses), consistem em neuropatias periféricas, incluindo paralisias, discrasias sangüíneas diversas que podem até ser consequências de aplasia medular, lesões hepáticas com alteração das enzimas transaminases e fosfatase alcalina, lesões renais e arritmias (BRASIL, 1997).

De Robertis e De Robertis (2001) cita uma incidência aumentada de tumores hepáticos em camundongos, após uma exposição a altas doses, por longo prazo, embora não tenha se verificado o mesmo com outros animais como ratos, cães, hamsters ou macacos. O DDT é um promotor 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 tenham surgido.

Ainda segundo De Robertis e De Robertis (2001) o DDT é também um potente indutor das enzimas hepáticas do citocromo P 450, que promovem a ativação de outras substâncias carcinogênicas, como a Aflatoxina B<sub>1</sub> e a ciclofosfamida. A presença de DDT potencializa, portanto, os efeitos destes carcinógenos.

## 7 MEIO AMBIENTE

A estrutura química do princípio ativo do agrotóxico governa a sua dinâmica no ambiente, tais como a sua eficácia e eficiência no controle das pragas e doenças das culturas, sua mobilidade e sua degradabilidade (GRAZIANO, 1985).

O comportamento do agrotóxico no ambiente é orientado basicamente pelos processos de retenção, transformação e transporte. Os processos de retenção são resultantes da interação entre o princípio ativo e a partícula do solo, podendo ser reversíveis ou não. São freqüentemente descritos como adsorção. Esses processos podem retardar ou acelerar o movimento do produto em diferentes profundidades do solo influenciando, dessa forma, na sua disponibilidade e interação com outros processos, principalmente os relacionados a transformações bioquímicas e a erosão. Os processos de transformação podem ser de natureza química (catálise, fotoquímica) ou biológica (microorganismos), encontrados naturalmente no ambiente ou induzidos como pode ser observado na figura 17. Alguns agrotóxicos sofrem transformações bioquímicas em decorrência da ação de microorganismos degradadores ou metabolizadores das moléculas dos princípios ativos dos produtos. As transformações bióticas resultam geralmente na degradação da molécula original tendendo a diminuir a sua toxicidade, muito embora o processo também possa gerar moléculas mais tóxicas que a original. Os principais processos que favorecem o transporte de agrotóxicos são volatilização, lixiviação, escoamento superficial e evaporação (GRAZIANO, 1985).

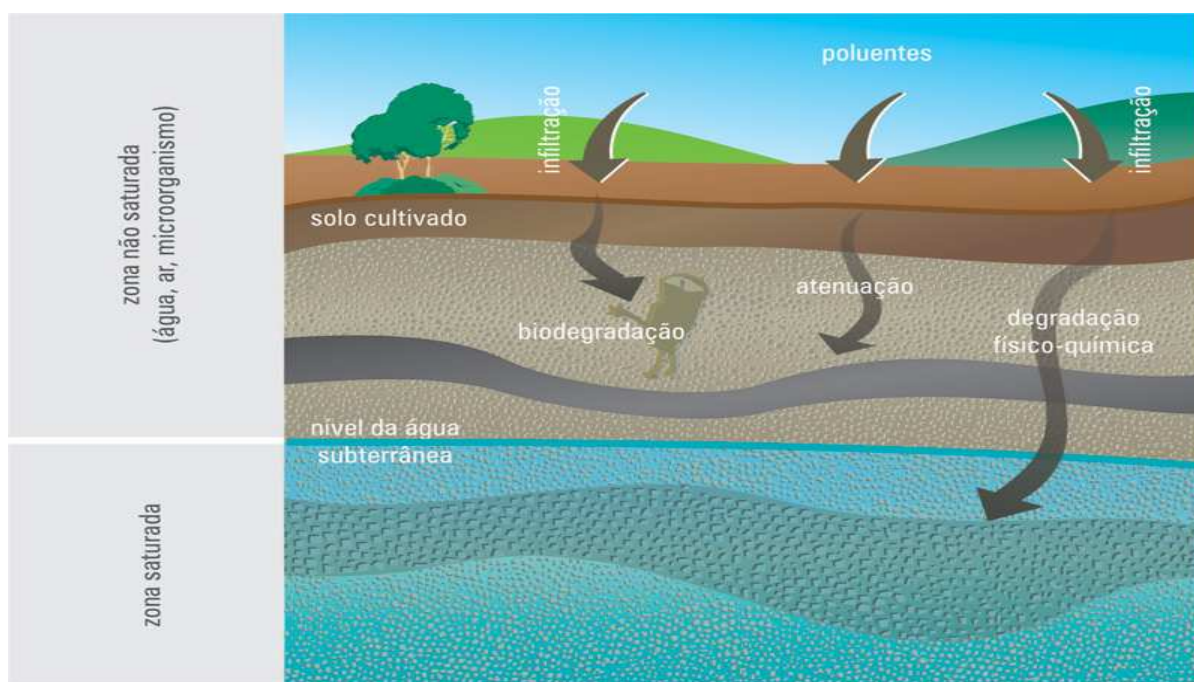


Figura 17- Processo de infiltração, e transformação de poluentes no solo.

fonte: Disponível <[www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info\\_aguas.php](http://www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info_aguas.php)> Acesso 30 de Mai 2008

## 7.1 Contaminação Ambiental

Resíduos de pesticidas, especialmente organoclorados (DDT e metabólitos, BHC, aldrin, heptacloro e outros), podem ser encontrados nas áreas mais remotas da Terra, como pode ser observado na figura 18. Estes podem ser transportados por grandes distâncias através do mundo, retidos no organismo de animais migrantes marinhos, por correntes de ar e oceânicas. Pesquisadores especulam que os poluentes se movem pela atmosfera, a partir de suas fontes em locais quentes do globo, e se condensam ao atingirem regiões mais frias, precipitando-se sobre solos, vegetações e cursos de água, processo este conhecido por destilação global. No entanto, os níveis de DDT, encontram-se mais altos próximos às fontes devido à sua menor volatilidade em comparação com os demais organoclorados (BAIRD, 2002).

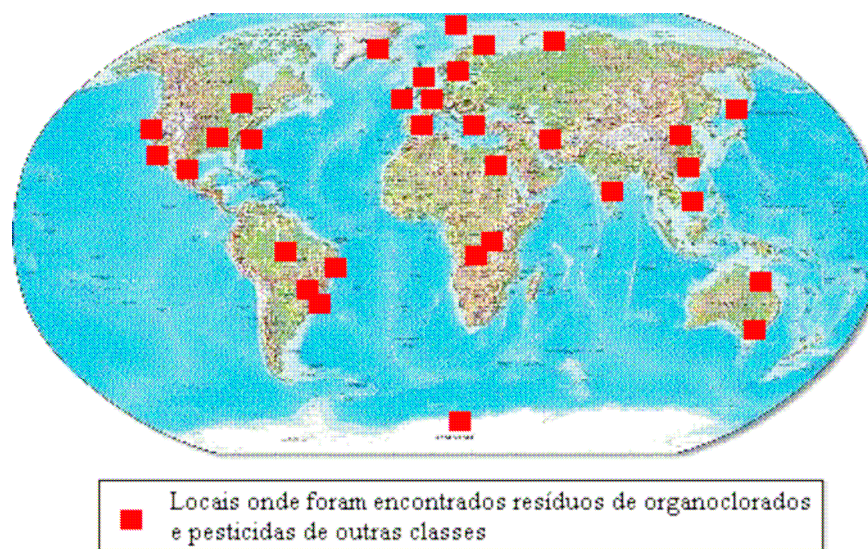


Figura 18 - Mapa do globo terrestre indicando os locais em que se relatou a presença de compostos organoclorados e de outras classes em matrizes ambientais diversas

Fonte: R.Y. Tomita & Z. Beyruth, 2002.

Os pesticidas aplicados em lavouras, terrenos ou em processos de reflorestamento ligam-se aos sedimentos do solo e sofrem ação de lixiviação e contaminação de águas como mostra a Figura 19, volatilização e contaminação do ar ou são absorvidos por microorganismos, vegetais ou animais (BAIRD, 2002).

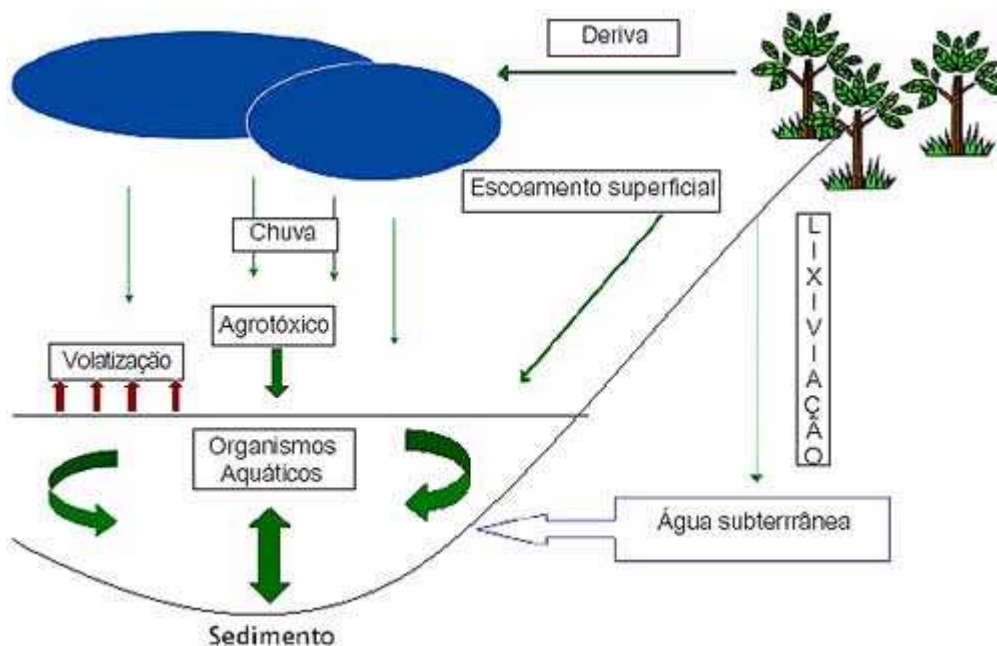


Figura 19 - Movimento dos agrotóxicos em ecossistemas aquáticos

Fonte: R.Y. Tomita & Z. Beyruth, 2002.

A contaminação pode alcançar águas subterrâneas e águas tratadas para consumo humano. Em geral, os lençóis freáticos apresentam riscos moderados de contaminação, porém as cargas contaminantes variam, dependendo de condições locais (temperatura, acidez, salinidade, etc) e que os maiores riscos estão associados a locais onde há uso intensivo de herbicidas) (WHO,1995).

## 7.2 Contaminação da Biota

As propriedades físico-químicas e biológicas do DDT e seus metabólitos, e demais organoclorados, fazem com que estes compostos sejam rapidamente absorvidos pelos organismos. As taxas de acumulação variam entre as espécies e de acordo com a concentração, as condições ambientais e o tempo de exposição. Os pesticidas clorados são contaminantes onipresentes no ambiente, e devido a lipofilicidade e persistência, acumulam-se na cadeia alimentar. A toxicidade dessa classe de compostos vem do fato de serem estruturalmente diferentes das substâncias normalmente encontradas na natureza e, portanto, alguns organismos contaminados não têm capacidade de metabolizá-las, causando a acumulação.

Os organismos acumulam estes compostos a partir do meio circundante ou pelos alimentos. No meio aquático, a absorção a partir do meio é mais rápida, enquanto que para os animais terrestres, a alimentação, seja carnívora, herbívora ou detritívora, é a via principal.

Diferentes organismos metabolizam o DDT por diferentes vias resultando em metabolitos dos quais o DDE é o mais persistentes, porém menos tóxico.

Denomina-se bioconcentração a absorção do composto diretamente do meio em que habita, resultando em uma concentração do composto no organismo maior que no meio que o cerca. A proporção entre a concentração do composto no organismo e a concentração externa consiste no fator de bioconcentração. Os fatores de bioconcentração para peixes são geralmente maiores que os de seres vivos invertebrados, em relação aos organoclorados, muitos destes constituem seus alimentos (WHO, 1989).

Bioacumulação é a absorção do composto pelo organismo do meio abiótico ou biótico, podendo ou não a concentração exceder a da fonte. A maioria do DDT presente nos peixes é absorvida a partir do corpo dos organismos que eles consomem. A maioria do DDT e metabólitos são retidos (bioacumulados) nos tecidos ricos em lipídios.

A posição que o organismo ocupa na cadeia biológica é de grande importância pois ela define se a substância apresenta elevada absorção e baixa eliminação. A isto chama-se biomagnificação, onde a concentração do composto aumenta ao longo da cadeia alimentar como mostra a Figura 20. Ocorre biomagnificação quando as concentrações de um poluente nos tecidos de um organismo excedem as concentrações do nível trófico adjacente inferior em mais de 100%. (BAIRD, 2002).

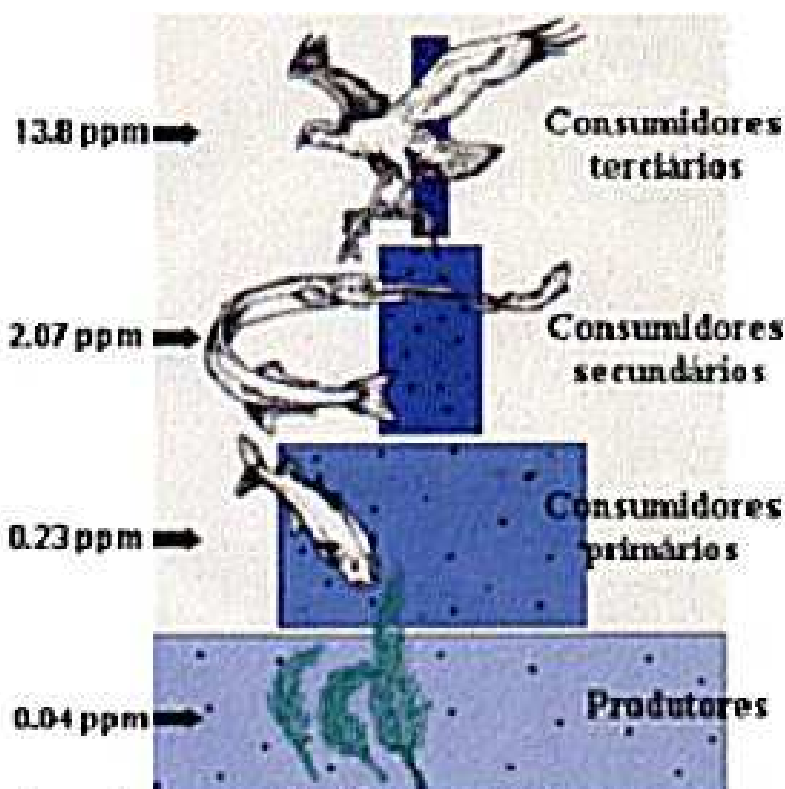


Figura 20 – Valores de concentração de DDT em ppm (partes por milhão)  
Fonte: R.Y. Tomita & Z. Beyruth, 2002.



Em geral, seres vivos situados nos níveis tróficos mais altos tendem a conter mais organoclorados no organismo, podendo ser grandemente influenciada pelos hábitos alimentares, como por exemplo, em peixes que se alimentam de matéria orgânica em decomposição depositada no fundo (WHO, 1989).

D'AMATO et al (2001) sugerem que os mecanismos de bioacumulação nos níveis tróficos mais baixos dependem principalmente de fatores físico-químicos, como a solubilidade dos poluentes, enquanto que nos superiores, são afetados por fatores bioquímicos, como o metabolismo corporal.

### **7.3 Contaminação de ecossistemas aquáticos, marinhos e de água doce**

Análise de amostras de água, partículas em suspensão e sedimentos de fundo, coletadas em diversa baías, em vários continentes indicou contaminação por organoclorados. Os perfis de distribuição destes poluentes sugerem que há várias fontes contribuindo para a contaminação, como lixiviação de solos, descarga de águas contaminadas por lixo e esgoto e detritos industriais.

Na China, foram analisadas amostras de sedimentos de três estuários da costa sudeste, para a presença de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, PCB e pesticidas organoclorados. As altas concentrações de DDT (2,5-24,7 ng/g) encontradas devem-se ao uso indiscriminado de DDT, o que se sabe ter ocorrido nos anos 60 e 70, contaminando os estuários consideravelmente, a partir de rios e lixiviação de solos. Atualmente, as altas proporções DDT/DDD e DDT/DDE indicam lenta degradação ou adição recente de DDT ou fatores ambientais excepcionais. A predominância de DDD sobre DDE em dois dos estuários implica em degradação por condições anaeróbicas, devido à baixa taxa de circulação de água para o mar aberto. No estuário onde havia mais intercâmbio com a água do mar, o DDE predominava sobre o DDD (D'AMATO et al, 2001).

Segundo Stoppelli e Magalhães (2005) nas regiões tropicais a radiação solar e altas temperaturas podem influenciar favoravelmente na remoção dos organoclorados do ambiente, ao gerar volatilização e degradação. A alta produtividade biológica também contribuiu para as baixas concentrações encontradas, por resultar em um efeito diluente, ao distribuir pela grande quantidade de matéria orgânica presente. Esses trabalhos fornecem dados para um melhor entendimento do comportamento do DDT em ecossistemas aquáticos tropicais. As baixas concentrações de DDT encontradas nos peixes de ecossistemas tropicais devem-se à diluição biótica e processos de degradação. Isto demonstra a necessidade de novos estudos



sobre o comportamento do DDT e outros organoclorados nos trópicos, a fim de se compreender melhor sua distribuição global.

Garcia (1996) pesquisou a presença de DDT e metabólitos, bem como outros pesticidas organoclorados, nos sedimentos dos rios brasileiros Guandú e Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, e Rio Rato, afluente do Rio Tapajós, estado do Pará. Os dois primeiros situam-se em locais de poluição de origem industrial ou zonas agrícolas, enquanto que o Rio Rato situa-se em local endêmico para malária e febre amarela, que são combatidas com o uso de inseticidas. A presença de 0,2 a 0,8 ppb de DDT em sedimentos de fundo pode estar relacionada ao uso agrícola nos rios Guandú e Paraíba do Sul. No caso do Rio Rato, onde o DDT fora aspergido dentro de casas, encontrou-se até 68 ppb nos sedimentos. No solo, os níveis ultrapassavam 1 ppm.

Nas regiões polares, a degradação dos organoclorados da biosfera é ainda mais baixa que nos trópicos, o que faz com que sua remoção seja ainda menor, e a bioacumulação e a biomagnificação continuam ocorrendo. A maioria dos organoclorados foi encontrada em maior concentração na coluna d'água que nos sedimentos em suspensão. Todas as amostras tiveram *p,p'*-DDT como principal resíduo de DDT. Isto indica uso recente. (D'AMATO et al, 2001).

Uma pesquisa foi realizada no Canadá, em amostras de água coletadas mensalmente no Rio São Lourenço e quatro de seus estuários, de agosto de 1990 a novembro de 1991. As análises de determinação de DDT indicaram que as maiores concentrações ocorreram no mês de abril, durante o degelo de primavera (média de 3,02 ng/L), e decresceram logo em seguida. Segundo os autores, as duas fontes mais prováveis, para o Rio São Lourenço, são, a absorção do DDT atmosférico, carregado pela neve, e a água contaminada proveniente dos Grandes Lagos. Nos tributários, o aumento da concentração em abril é atribuída ao derretimento da neve e à lixiviação dos solos contaminados (D'AMATO et al, 2001).

A queda de neve carrega contaminantes orgânicos da atmosfera e os concentra rente ao solo, ao formar as calotas de neve. Durante o degelo, os contaminantes podem alcançar os ambientes aquático e terrestre, ou se volatilizarem e retornarem à atmosfera, o DDT, diferente dos demais inseticidas, pois tende a ser retido no solo pela matéria orgânica, até ser carregado por ação mecânica de lixiviação (D'AMATO et al, 2001).

As variações nas concentrações de organoclorados em peixes de lagos de regiões árticas, que são contaminadas somente por transporte atmosférico por longas distâncias até serem lá depositados, podem ser devidas a concentrações variáveis, presentes na precipitação, ar, água e sedimentos. Estes fatores, por sua vez, variam com a localização

geográfica e as características da água do lago ou cursos de água que o alimentam. Em um estudo realizado em um lago ao norte canadense, foram determinados os níveis de organoclorados presentes na água, sedimentos e biota, para examinar a participação da atmosfera na deposição de organoclorados e sua transferência de compartimentos abióticos para bióticos por bioacumulação. Os resultados sugerem que a absorção dos organoclorados presentes na atmosfera é uma rota muito importante, bem como a precipitação. Avaliações das trocas água - ar sugeriram que as águas do lago estavam próximas do equilíbrio com a atmosfera, para *p,p'*- DDE, HCH. Em relação à cadeia alimentar, houve correlação com o nível trófico de cada um, bem como com a quantidade lipídica de cada ser vivo (D'AMATO et al, 2001).

### 7.3.1 DDT e organoclorados em peixes

A biota aquática é um importante reservatório de DDT, metabólitos e outros organoclorados no ambiente, porque está bem documentado o processo de biomagnificação através da cadeia alimentar, apresentando as maiores concentrações nos organismos de nível trófico mais elevado, como os peixes carnívoros. Assim, além dos efeitos tóxicos dos pesticidas organoclorados para a exposição humana, a possibilidade das espécies de níveis tróficos elevados serem afetados pode acarretar desequilíbrio na estrutura das comunidades. Ainda há os peixes que não estão em níveis tróficos superiores, mas que poderão atingir altos níveis de contaminação, ao absorverem nutrientes que possuem grande carga de poluentes, por estes se associarem aos sedimentos de fundo.

Lara e Batista, (1992) detectaram isômeros de BHC e DDT e metabólitos, principalmente *p,p'*- DDE, em peixes do litoral de Santos, SP. Em uma amostragem de 50 peixes, os isômeros de BHC foram detectados em 84 % das amostras, variando de 10 a 940 µg/kg (ppb) de BHC total; e DDT e metabólitos (DDT) foram detectados no organismo de três tainhas e uma salteira (8% das amostras), variando de 20 a 41 µg/kg (ppb).

Foram encontraram 8 tipos diferentes de organoclorados em três espécies de peixes no Rio Paraná, situado na divisa de estados PR/MS. Entre eles estavam *p,p'*- DDT e *p,p'*- DDE. Os pesquisadores mencionam a importância da quantidade de tecido adiposo, a posição na cadeia trófica e o hábito alimentar como determinantes da quantidade no organismo e que a contaminação dos peixes por estes resíduos organoclorados é preocupante, porque fazem parte da alimentação da população ribeirinha e são comercializados nos estados do Paraná,

Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul (D'Amato et al, 2001 in apunt Matsushita e Souza,1994)

#### **7.4 Monitoramento de DDT e outros pesticidas em águas superficiais**

O monitoramento de DDT e outros pesticidas em águas superficiais é pobre em várias partes do mundo, especialmente em países em desenvolvimento. Embora pesticidas estejam incluídos em vários programas governamentais, há falta de verba, e dificuldades de aplicá-los no exato momento do ano em que os pesticidas são utilizados, na agricultura ou em programas de saúde, por exemplo. Além disso, países subdesenvolvidos têm dificuldade de realizar as análises, devido a problemas de falta de profissionais, reagentes e técnicas adequadas. Novas técnicas utilizando procedimentos de imunoenaios, para detectar presença de pesticidas, poderiam reduzir os custos e aumentar a eficiência (FAO, 2002).

Não obstante técnicas analíticas adequadas de água e/ou sedimentos, a presença de um pesticida persistente como o DDT não é fácil de interpretar. Sua presença pode tanto indicar que foi despejado recentemente no local, ou transportado por longas distâncias pela atmosfera, ou é um resíduo remanescente de seu uso em uma época passada. Por exemplo, DDT é encontrado freqüentemente no território dos EUA, apesar de seu uso ter sido abolido há vários anos (FAO, 2002).

## 8 CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS

O DDT é eliminado pelo leite, por isso ele já era contra indicado para tratamento de ectoparasita do gado leiteiro, antes de ser proibido, além de armazenar-se no tecido adiposo. A ocorrência de níveis tóxicos na carne e no leite concorreu para a proibição de sua fabricação e comercialização (PARDI et al,1993)

Já foi registrada contaminação por DDT nos mais diversos produtos, como carne bovina, carne de aves, leite, frutas, hortaliças, legumes, cacau, arroz e até mesmo em óleos, de milho, soja, girassol e oliva. No caso dos produtos de origem vegetal, este pode ser contaminado tanto por absorção foliar após aspersão, quanto por translocação através do solo (OMS, 1982). Estima-se que cerca de 90 % do DDT e metabólitos retidos no organismo dos seres humanos é proveniente da alimentação.

Analisando 44 amostras de leite comercializado na cidade de São Paulo, coletadas de fevereiro a dezembro de 1979, para determinação de pesticidas organoclorados, Lara *et al*, encontraram *p,p'*- DDE em 95,4 % das amostras, sendo que em apenas 15,9 % das amostras havia *p,p'*- DDT e *o,p'*- DDT. A média foi de 0,03 (mg/kg de gordura do leite) ppm, com um máximo de 0,21 ppm.

Segundo a Comissão do *Codex Alimentarius* os limites máximos permitidos (tolerados) são 0,05 mg/kg para o leite, 0,1 mg/kg para grãos, 5,0 mg/kg para carnes e 0,5 mg/kg para ovos. A USFDA recomenda um máximo de 2,0 mg/kg para peixes (De ROBERTIS e DE ROBERTIS, 2001).

Em estudos não muito recentes usaram a manteiga como indicador para refletir as escalas global e regional de PCBs e outros organoclorados (entre eles o DDT) no ar. Isto foi baseado no fato de que estes poluentes se concentram na gordura do leite bovino, onde as concentrações estão relacionadas pela ingestão de pastos ou silagens, que por sua vez sofrem a ação da deposição atmosférica. As concentrações de DDT e HCH nas amostras variaram em várias ordens de magnitude, com os maiores níveis sendo encontrados em áreas de uso comum, como Índia e zonas específicas das Américas do Sul e Central. Os autores consideraram a manteiga como um indicador eficaz, mas ainda faltam dados quanto a fatores climáticos e de manejo do gado, que influenciam o processo de transferência ar-pasto/silagem-gordura do leite. (D'AMATO et al, 2001 in apunt Kalantzi et al.2001).

## 9 DDT E CONTROLE DE MALÁRIA

Um dos mais importantes usos do DDT é o controle de mosquitos vetores da malária. A malária é transmitida principalmente pela espécie do genero *Anopheles*. Ocorre em locais com grandes volumes de água, como represas, lagos e grandes rios, límpidos e pobres de matéria orgânica ou sais.

A malaria ou paludismo, também conhecida por febre palustre, recebe no Brasil nomes populares como maleita, tremedeira, ou simplesmente febre. Os sintomas da malária variam com a resistência ou imunidade do paciente. O período de incubação também é muito variado, em alguns casos a febre surge antes que se possa demonstrar a presença dos parasitos no sangue, *Plasmodium*, em outras só alguns dias depois de confirmada a parasitemia. (REY, 2001)

A malaria é uma doença grave que pode levar a morte no caso de malaria grave por *Plasmodium Falciparium* ocasionando:

- ✓ Anemia grave;
- ✓ Insuficiência renal;
- ✓ Edema agudo do pulmão
- ✓ Choque ou colapso circulatório
- ✓ Convulsões generalizadas

As formas crônicas a pessoa é acometida por:

- ✓ Mal-estar
- ✓ Dores de cabeça
- ✓ Mialgias
- ✓ Palpitações
- ✓ Cansaço
- ✓ Insônia
- ✓ Falta de apetite
- ✓ Comprometimento do desenvolvimento físico mental em crianças.

A malária já ocupou extensas áreas geográficas em quase todo o mundo desde a Rússia até a Argentina. As zonas mais atacadas foram a América Central, do Norte, centro da América do Sul, África, Sul e Sudoeste da Europa e Ásia. Atualmente as zonas mais afetadas são África, mas a malaria ainda esta presente em todo o globo como mostra a Figura 21.

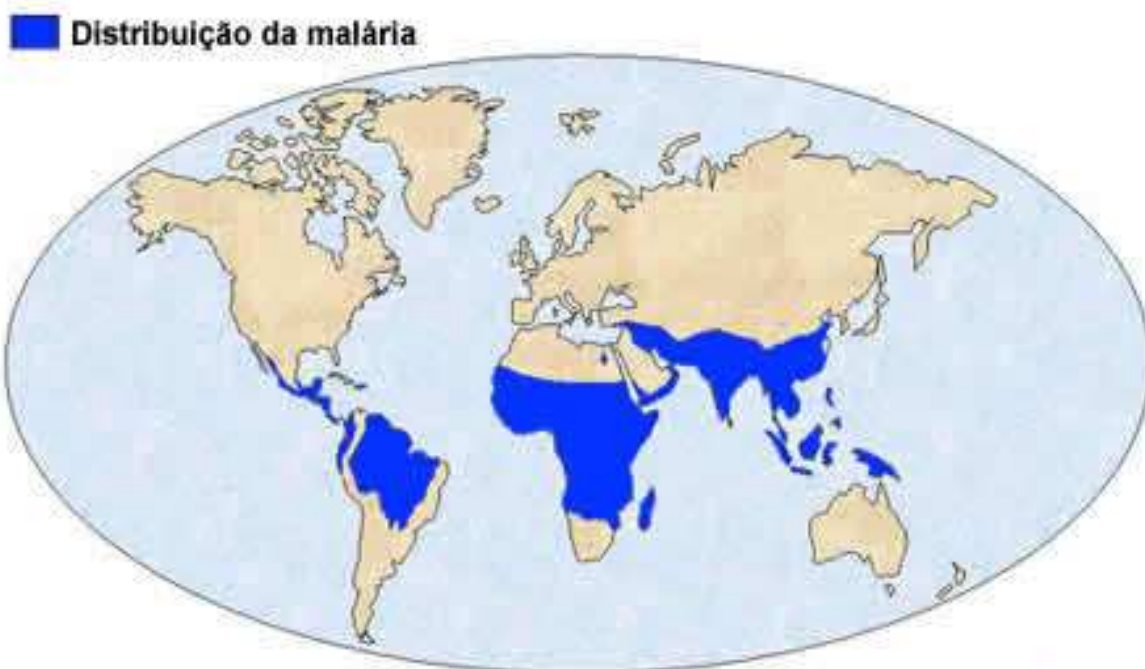


Figura 21- A distribuição geográfica da malária

Fonte: REY, 2001

No Brasil, existem três espécies de *Plasmodium* causadores da malária: *P. falciparum*, *P. vivax* e *P. malariae*. Aproximadamente 99% dos casos se concentram na região amazônica, como pode ser observado na Figura 22, onde as condições sócio-econômicas da população local impõem a improvisação de moradias com paredes incompletas ou sem paredes, levando as condições ambientais que favorecem o contato homem vetor e a conseqüente proliferação do mosquito do gênero *Anopheles*, vetor da doença, e, conseqüentemente, a exposição de grandes contingentes populacionais. A doença causa óbitos, sofrimento e perdas sociais. Existe elevada perda econômica, devido aos dias em que os doentes deixam de trabalhar. Investimentos empresariais são prejudicados em função da doença. A exploração do potencial turístico da região também é afetada

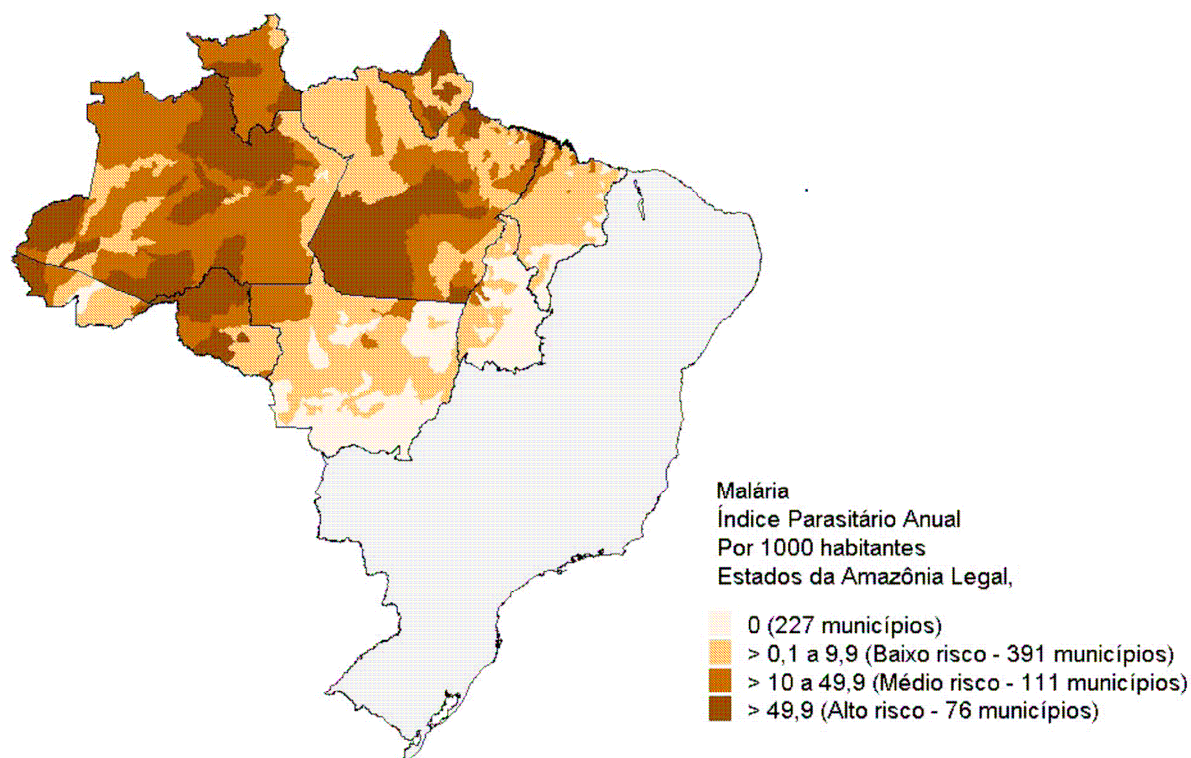


Figura 22 – Mapa de Risco de Transmissão da Malária no Brasil  
Fonte: REY, 2001

No Brasil, antes das campanhas de erradicação, somente os estados de Paraíba, Rio Grande do Norte, Santa Catarina e Rio Grande do Sul estavam livres da presença do vetor *A. darling* que corre em locais com grandes volumes de água, como represas, lagos e grandes rios, límpidos e pobres de matéria orgânica ou sais.

Os insetos adultos são capturados em maior abundância no interior das casas do que fora delas, além de sua grande domesticidade, é notavelmente antrófilo, picando homens de preferência a outros animais (REY, 2001).

O principal recurso disponível para interromper a transmissão da malária consiste na aplicação de inseticidas de ação residual, com aplicação intradomiciliária. O êxito desta operação está no fato de agirem no local onde se dará à transmissão mosquito - ser humano. Recomendam-se concentrações que assegurem mortalidade de 65 a 85% dos insetos (REY, 2001).

Os inseticidas usados são, na ordem de preferência, hidrocarbonetos clorados, organofosforados, carbamatos e piretróides sintéticos. Na tabela 1 estão resumidos a taxa de aplicação e duração do efeito de três pesticidas utilizados no combate da malária.

**Tabela 1.** Concentração e duração dos efeitos dos principais inseticidas utilizados no controle da malária.

<b>Inseticida</b>	<b>Taxa de aplicação (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Duração do efeito (meses)</b>
<b>DDT</b>	<b>1 ou 2</b>	<b>6 a 12</b>
<b>Dieldrin</b>	<b>0,5</b>	<b>6 a 12</b>
<b>Lindano</b>	<b>0,5</b>	<b>3</b>

**Fonte:** D'Amato et al, 2001

O DDT foi o inseticida mais usado, há algumas décadas, devido à sua eficácia, ao efeito residual duradouro e ao custo muito mais baixo do que os demais inseticidas. Sendo praticamente não volátil e insolúvel na água, sua ação é realmente prolongada. Os insetos são intoxicados apenas quando entram em contato direto com a droga, ocasião em que esta penetra através da cutícula. Com o uso do DDT foi conseguida a erradicação da malária em numerosos países. (REY, 2001).

Em pesquisa para controle global de malária, um grupo de estudo da Organização Mundial de Saúde promoveu debate sobre a proibição ou não de DDT, com base na possível associação entre DDT e câncer humano, bem como de DDT no leite materno. O comitê chegou às seguintes conclusões (OMS, 1982):

1. Que não há provas suficientes de efeitos nocivos à saúde humana pela exposição ao DDT, após aplicação em interiores domiciliares;
2. Não haveria, portanto, justificativa de ordem toxicológica ou epidemiológica para modificar a política atual de aspersão de DDT em interiores de residências;
3. Foram especificadas as condições a serem aplicadas em campanhas de saúde contra a malária;
4. Ao planejar um programa de controle de malária em um país ou região, serão levados em conta os seguintes fatores:
  - ✓ O custo de cada inseticida;
  - ✓ A disponibilidade de outros métodos de luta antivetorial, onde se incluem os inseticidas alternativos, levando-se em conta os custos e riscos à saúde humana de cada um;
  - ✓ O surgimento de insetos resistentes, em especial a resistência cruzada, que não é impossível e pode surgir quando se utilizam os inseticidas alternativos;
  - ✓ A aceitação da população ante o emprego de novos, sobretudo em relação à saúde pública.



Tendo em conta a escassez de dados que indiquem os efeitos nocivos causados pela aplicação no interior das residências, devem ser feitas investigações epidemiológicas que comprovem os fatos, mediante procedimentos científicos rigorosos.

Também devem ser executados estudos adicionais para:

a) examinar as conseqüências à saúde dos lactentes que seriam causadas pela ingestão de DDT pelo leite materno;

b) investigar a fundo qualquer associação presumida entre o emprego de DDT, em metas de controle antipalúdicas, e o aumento da incidência de câncer.

Os anofelinos adquiriram resistência aos pesticidas, entre eles, os organoclorados. Isso explicaria porque os casos de malária voltaram a crescer durante os anos 70 (REY, 2001).

No Brasil, o controle sistemático de combate aos vetores da doença iniciou-se no Pará, em 1945. Em setembro de 1947 já havia sido utilizado em outros estados como Amazonas, Rondônia, Amapá. O reaparecimento da malária na América do Sul deve-se ao fato de os países terem deixado de utilizar DDT nos programas de controle. Os dois únicos países onde a malária não reapareceu foram Venezuela e Equador, devido ao fato de o DDT não ter sido proibido. (D'AMATO et al, 2001 in apunt Robertis 1999)

Alguns especialistas argumentam que a aplicação dentro de residências, que seria prejudicial à saúde humana, não é convincente. E que em vários países, o uso de inseticidas organoclorados é o único meio economicamente viável de controle, assim como para a leishmaniose. Seus escassos orçamentos para as campanhas de saúde não possibilitariam substituir satisfatoriamente os inseticidas organoclorados, tendo em vista os preços mais elevados de possíveis alternativas (D'AMATO et al, 2001 in apunt Curtis, 2000).

Os custos mais elevados de controle por meio de outros pesticidas superariam os eventuais riscos à saúde, se houver.

Durante a Conferência das Nações Unidas, realizada entre 4 e 10 de dezembro de 2000, ficou declarado que oito pesticidas considerados nocivos ao ambiente e à saúde serão proscritos pelos países signatários, a saber: hexaclorobenzeno, endrin, dodecacloro, toxafeno, clordano, heptaclor, aldrin e dieldrin. Mas propôs-se que o DDT ainda seja utilizado no controle de malária, pois países que o utilizam para este propósito, ainda necessitam de recursos e tempo para definir e implementar alternativas. O DDT será utilizado somente dentro do interior de residências, e não mais para a agricultura (D'AMATO et al, 2001 in apunt Kapp, 2000).

## CONCLUSÃO

Décadas atrás, alguns inseticidas do grupo dos organoclorados, foram extensivamente usados nas lavouras devido à sua alta eficiência contra diversos insetos, dentre eles o DDT, o mais eficaz método de combater a malária, mas devido suas qualidades como inseticida e seu baixo preço, levaram ao seu emprego abusivo na agricultura, tão intenso e irresponsável, em escala mundial que produziu considerável poluição dos terrenos e das águas.

O DDT tem efeito prolongado, move-se facilmente pelo ar, rios, solo e acumula-se no organismo dos seres vivos, por não ser rapidamente biodegradável, sua concentração através da cadeia alimentar (plâncton, peixes e aves) alcançou níveis preocupantes.

Durante décadas, o produto foi largamente utilizado até ser comprovado que, além de provocar câncer, ele demora de 4 a 30 anos para se degradar.

Essas circunstâncias levaram à proibição do uso do DDT, tornando o controle da malária muito mais caro e difícil para países que mais necessitam dele.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA 2002. *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. Relatório Anual 4/06/2001 – 30/06/2002*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em 14 de Março 2008.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. Tradução de Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 356,. *Diár. Of. União*, Brasília, 15 out. 1971, Seç. 1, p. 8318.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 357. *Diár. Of. União*, Brasília, 15 out. 1971, Seç. 1, p. 8318.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 329. *Diár. Of. União*, Brasília, 3 set 1985, Seç. 1, p. 12941.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Departamento Técnico-Normativo. Divisão de Meio Ambiente e Ecologia Humana. Organização Pan- Americana de Saúde: *Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos*, Brasília,1997.
- BULL, D.; HATHAWAY, D. **Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo**. Tradução e ampliação de David Hathaway. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1986.
- D'AMATO, C.; TORRES, J .P. M.; MALM, O.. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. **Quím. Nova** , São Paulo, v. 25, n. 6a, 2002 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422002000600017&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000600017&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 28 Abr 2008. doi: 10.1590/S0100-40422002000600017
- DE ROBERTIS, E. D. P.; DE ROBERTIS, E. M. F.; **Bases da Biologia Celular e Molecular**, 3ª ed., Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2001.
- FAO/WHO; Codex Alimentarius Commission: *Codex Alimentarius, 2B. Pesticide residues in foods- Maximum residue limits*, Rome, 2002, cap.2 Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/w2598e/w2598e07.htm>> Acesso em 14 de Abr 2008.

GARCIA, E.G. **Segurança e Saúde no trabalho rural com agrotóxicos: contribuição para uma abordagem mais abrangente**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.1996

GRAZIANO, F. N. **Questão Agrária e Ecologia**. Crítica da moderna agricultura. 2 ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.

KENNETH, M. **Biologia da Poluição**. Tradução Lúcia Baungartner Lamberti; revisão, técnicas e notas Antonio Lamberti. São Paulo: EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982.

LARA W.H.; BATISTA, G.C. **Pesticidas**. *Química Nova*, v.15 n.2, p.161-166,1992

LARINI, L. **Toxicologia dos Praguicidas**. São Paulo: Manole, 1999.

LOURENÇO, E. L .B. **Praguicidas**. Disponível em: <<http://www.virtual.unipar.br/courses/TOXICOLOGIA/document/Praguicidas.ppt=TOXICOLOGIA>> Acesso em: 20 Mar 2008

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. Tradução de António Manuel de Azevedo Gomes. 7 ed. Lisboa – Portugal : Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OMS (Organisation Mondiale De La Santé); **Critères d' Hygiene de l'Environnement: DDT et ses Derivés**. Disponível em <<http://www.who.int/medicinedocs/fr/d/Jh1790s.25?gt=0&gc=&>>. Acesso em: 18 Abr. 2008.

OMS (Organisacion Mundial de la Salud); **Serie de Informes Tecnicos: Lucha Antivectorial Aplicada al Paludismo y a Otras Enfermedades Transmitidas por Mosquitos**, Disponível em: <<http://www.who.int/medicinedocs/fr/d/Jh1790s.25?gt=0&gc=&>>. Acesso em: 18 Abr. 2008.

PARDI, M. C., SANTOS, I. F. SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.; **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, Goiânia EDUFF-UFG. 1993.

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciênc. saúde coletiva**. Rio de Janeiro, v. 10, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141381232005000500006&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232005000500006&nrm=iso)>. Acesso em: 14 Abr. 2008.

REY, L.; **Parasitologia**, 3ª ed., Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2001.

STOPPELLI, I. M. B. S.; MAGALHAES, C. P. Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos. **Ciênc. saúde coletiva**. Rio de Janeiro, v. 10, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232005000500012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000500012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 14 abr. 2008.

TOMITA, R.Y, BEYRUTH, Z; **Toxicologia de agrotóxico em ambiente aquático**. ED.*Biológico*, São Paulo, 2002

WHO (World Health Organization); Environmental Health Criteria: **DDT and its Derivatives –Environmenta Aspects**, Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc83.htm>>. Acesso em: 18 Abr. 2008.

WHO ( World Health Organization ); **Tratamento da malária grave e complicada. Condutas práticas**. Ed. Brasil, Brasília, DF, 1995

[http://www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info\\_aguas.php](http://www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info_aguas.php)> Acesso em 30 Mai.2008