

Avaliação de risco para homologar agrotóxicos

Pedro Antonio Zagatto⁽¹⁾

RESUMO Estão compiladas, neste trabalho, informações básicas sobre avaliação de risco para a homologação de agrotóxicos, adotadas por alguns países, para a proteção da vida aquática.

Palavras-chave: avaliação de risco, praguicida, pesticida, agrotóxico, testes ecotoxicológicos.

ABSTRACT This paper presents basic informations on methods for risk assessment of pesticides which are adopted in some countries regarding aquatic life protection.

Key-words: Risk assessment, pesticide, ecotoxicological tests.

A intensificação do uso de agrotóxicos, nestas últimas décadas, e as ocorrências de efeitos danosos desses agentes químicos sobre o homem e o ambiente fizeram com que vários países regulamentassem seu uso e sua produção, com o objetivo de minimizar as conseqüências sobre o ecossistema.



Para tanto, cada país instituiu comissões ou comitês multidisciplinares e organizações com características administrativas legais, para avaliar o nível de periculosidade desses produtos, assim como os riscos que eles impõem ao homem e ao ambiente. O risco ambiental de uma determinada substância é o resultado do julgamento de sua periculosidade em função da exposição (JOHNSON, 1982 apud USEPA, 1986). A periculosidade, por seu lado, está associada com a potencialidade da substância, a exemplo da toxicidade aguda e crônica, degradação, bioacumulação etc., enquanto a exposição está associada com a quantidade da substância e também com as condições de uso e distribuição no ambiente.

Portanto, as considerações essenciais para a avaliação de risco são:

- a concentração estimada da substância no ambiente;
- os possíveis efeitos da concentração estimada sobre os organismos vivos.

No procedimento de avaliação de risco de agentes químicos, deve-se, numa primeira etapa, conhecer a qualidade intrínseca da substância em estudo, mensurando seus efeitos nos organismos vivos expostos a concentrações conhecidas (concentração letal — CL50, ou concentração de efeito não observado — CENO, para peixes, invertebrados etc.). Numa segunda etapa, estima-se a concentração de exposição, ou seja, a concentração estimada da substância no ambiente.

A etapa final da avaliação de risco consiste na comparação dos dados obtidos nessas duas etapas e que le-

(1) Biólogo da CETESB, mestre em Ecotoxicologia pela Universidade de Metz (França).

va à tomada de decisão, tecnicamente justificável, que vai servir de base para a aprovação, proibição ou restrição do uso de um agrotóxico, de acordo com o nível de risco determinado.

Assim, o risco de novas formulações de agrotóxicos deve ser estimado, tanto para o usuário e consumidor de alimentos como para o ambiente (FAO, 1988).

Apesar da homologação significar a aceitação oficial de um produto puro ou formulado, reconhecidamente eficaz, para um determinado uso e reconhecer a probabilidade de ser seguro para o uso indicado, em termos ambientais; um risco zero somente existirá caso uma dessas duas variáveis (concentração ou efeito) deixar de existir.

A abordagem de avaliação prévia de risco, além de colaborar para a minimização dos riscos das substâncias para o ambiente, faz com que, indiretamente, as indústrias direcionem seus esforços para a produção de moléculas mais eficazes, biodegradáveis e menos tóxicas, o que nem sempre constitui tarefa de fácil realização.

Com o objetivo de fornecer subsídios para a avaliação do risco oferecido pelos agrotóxicos no Brasil, são discutidos, neste trabalho, métodos utilizados em alguns países para a homologação do uso desses produtos.

Cabe mencionar que a avaliação do risco dos agrotóxicos envolve várias áreas da Toxicologia, sendo que, neste trabalho, essa questão será abordada apenas em relação ao ambiente aquático.

1. ESTADOS UNIDOS

Em todos os Estados americanos é ilegal a comercialização e/ou a distribuição de agrotóxicos não homologados. A instituição federal "United State Environmental Protection Agency" (EPA) é designada, pela lei norte-americana "Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act" (FIFRA), como o responsável pelo registro dos agrotóxicos e

pela avaliação dos riscos ambientais (FEDERAL REGISTER, 1989). A EPA não realiza os testes para essa avaliação, mas orienta o produtor quanto aos procedimentos necessários para atender a essa finalidade e também determina se um produto pode ou não ser homologado para uma utilização específica.

1.1 A avaliação de risco

Nos Estados Unidos, a metodologia de avaliação de risco está baseada nas propriedades físico-químicas, ecotoxicológicas e na concentração estimada de exposição (CEE), que corresponde a uma estimativa da concentração máxima do agrotóxico que pode ser encontrada no ambiente (USEPA, 1986). Quanto a este aspecto, CAIRNS (1980) evidencia que se um produto não foi ainda comercializado e, conseqüentemente, não pode ser encontrado no ambiente aquático, a concentração de exposição deve ser estimada. Portanto, é a CEE que orienta as decisões no processo de avaliação de risco de um produto. A EPA desenvolveu diferentes modelos para estimar a concentração de um produto no ambiente aquático como, por exemplo, lagos e rios. Esses modelos baseiam-se na aplicação direta do produto sobre a vegetação, no solo e na água, onde se estima a concentração máxima possível do produto no meio aquático. A CEE é determinada considerando o seguinte balanço de massa:

$$CEE = \frac{A}{B} \quad \text{(carga do agrotóxico no corpo d'água)} \\ \text{(volume d'água)}$$

onde

A = taxa máxima de aplicação (libras de princípio ativo por acre) x tamanho da bacia de drenagem, em acre, x porcentagem de "runoff" (deflúvio superficial).

Tabela 1 — Estimativa da concentração máxima de exposição esperada de um agrotóxico na coluna d'água, após a aplicação de 0,1 a 10 libras de um princípio ativo numa determinada área. (Seg. USEPA, 1986)

Lb/A	mg/ft ²	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.10	1.04	73.4	36.7	18.3	12.2	9.1	7.3	6.1	5.2	4.5	4.0	3.7
0.20	2.08	147	73.5	36.7	24.5	18.3	14.7	12.2	10.5	9.1	8.1	7.4
0.25	2.60	184	91.9	45.9	30.6	22.9	18.3	15.3	13.1	11.4	10.2	9.2
0.30	3.12	220	110.2	55	36.7	27.5	22.0	18.3	15.7	13.7	12.2	11.0
0.40	4.16	294	147.0	74	49.0	36.7	29.4	24.5	21.0	18.3	16.3	14.7
0.50	5.20	367	183.7	91.9	61.2	45.9	36.7	30.6	26.2	22.9	20.4	18.4
0.75	7.80	551	275.6	137.8	91.8	68.9	55.1	45.9	39.3	34.4	30.6	27.6
1.00	10.41	734	367.5	183	122	91	73	61	52	45	40	37
1.25	13.01	919	459.7	230	153	115	92	77	66	57	51	46
1.50	15.61	1100	551.6	276	184	138	110	92	78	69	61	55
1.75	18.21	1280	643.5	322	214	161	128	107	92	80	71	64
2.00	20.82	1471	735.7	368	245	184	147	122	105	92	81	74
2.25	23.42	1650	827.6	414	276	207	165	138	118	103	92	83
2.50	26.02	1838	919.41	459	306	229	183	153	131	114	102	92
3.00	31.23	2200	1103.5	552	368	276	220	184	157	138	122	110
4.00	41.64	2940	1471.4	735	490	367	294	245	210	183	163	141
5.00	52.05	3680	1839	919	612	459	367	306	262	229	204	184
6.00	62.46	4415	2207	1103	735	551	441	367	315	275	245	220
7.00	72.87	5150	2575	1287	858	643	515	429	367	321	286	258
8.00	83.28	5885	2943	1471	981	735	588	490	420	367	327	294
9.00	93.69	6622	3311	1655	1103	827	662	551	473	413	367	331
10.00	104.10	7356	3678	1839	1226	920	736	613	525	460	409	368

$B = \text{superfície da área do corpo (acre)} \times \text{profundidade média (pés)} \times 43.560 \text{ pés}^2/\text{acre} \times 62.36 \text{ libras/pés}^3$.

Um exemplo de modelo para lago é apresentado na tabela 1 na pág. anterior, onde se têm, após a aplicação de 0,1 a 10 libras de agrotóxico sobre uma determinada área, as concentrações estimadas em função das diferentes profundidades do corpo d'água.

As informações sobre a degradação tanto pela água (hidrólise) como pela luz (fotólise), o comportamento no solo e no meio aquático, a mobilidade, o compartimento de fixação (solo, água e sedimento) e a acumulação do agrotóxico nos organismos são necessários para estimar o destino e o período que a CEE pode permanecer no ambiente.

1.2. Dados necessários para a avaliação de risco

Para avaliar o risco de um agrotóxico sobre os organismos aquáticos e terrestres, os Estados Unidos solicitam dos produtores dados de toxicidade para mamíferos, pássaros e organismos aquáticos (peixes e invertebrados de água doce e marinhos). Cada grupo de ensaio é subdividido em testes de toxicidade aguda e crônica.

O procedimento de avaliação de risco de agrotóxicos, no meio aquático, corresponde a quatro fases bem distintas, conforme esquematizado na figura 1.

Figura 1 — Testes que compõem cada fase do procedimento de avaliação de risco e alguns critérios adotados para passar de uma fase a outra.

FASE I

Testes de toxicidade aguda com: peixes de água doce e marinha e invertebrados.

- menor valor de CL 50 $< 1,0 \text{ mg/l}$
- CEE $\geq 1/10$ do menor valor de CL 50
- biodegradação > 4 dias
- coeficiente de participação > 1.000

FASE II

Testes de toxicidade crônica (curta duração) com peixes e invertebrados de água doce e marinha.

- testes de bioacumulação
- testes especiais

CEE $\geq$ CENO (concentração de efeito não observado)

FASE III

Testes para avaliação de efeitos no ciclo de vida de peixes.

CEE $\geq$ CENO

FASE IV

Testes de simulação em laboratório ou "in loco" para avaliação de efeitos.

Em cada fase são solicitados testes específicos, sendo que o nível de "sofisticação" dos mesmos, nas fases subsequentes, aumenta em função dos resultados obtidos. Na figura 1 constam alguns critérios básicos para se passar de uma fase a outra.

1.3 Espécies aquáticas utilizadas nos testes

As espécies usadas nos estudos para avaliação de risco devem ser sensíveis, ecologicamente significativas, amplamente distribuídas, preferencialmente de importância econômica, disponíveis durante o ano todo e ter um ciclo biológico curto. As espécies e as unidades de medidas requeridas, em cada fase do método de avaliação de risco, constam da tabela 2 na pág. 26.

Quando o agrotóxico em estudo tiver propriedades físico-químicas que permitam sua associação a partículas em suspensão na água e for persistente no sedimento aquático, os ensaios com organismos bentônicos são os mais representativos. Portanto, quaisquer propriedades específicas do agrotóxico devem ser levadas em consideração. Por exemplo, se uma substância é rapidamente biodegradável, não há necessidade de ser feitos estudos a longo prazo.

Quanto à metodologia de ensaios, esses devem ser realizados com o princípio ativo do produto, segundo as normas existentes, sendo que para a avaliação de risco devem-se utilizar os mais baixos valores de CL 50 (concentração letal) e de CENO (concentração de efeito não observado).

O relatório, fornecido pelo solicitante da homologação, deve conter todas as informações relativas aos testes realizados, análises químicas, descrições de efeitos observados etc.

1.4. Critérios para utilização de testes de toxicidade aguda e crônica.

1.4.1. Testes de toxicidade aguda com peixes e invertebrados de água doce e marinha

Resultados de testes de toxicidade aguda são solicitados para todos os agrotóxicos aplicados no campo e também para os produtos que entram como matéria-prima nas formulações. Os testes de toxicidade com organismos marinhos devem ser realizados para os produtos que são aplicados tanto diretamente ou próximos ao ambiente marinho e estuarino ou para aqueles produtos cujo destino final pode ocorrer nesse tipo de ambiente, em concentrações significativas para esse tipo de ecossistema.

1.4.2. Testes de toxicidade crônica (de curta duração)

Esses testes são aplicados para todos os agrotóxicos que entram em contato direto com o meio aquático, como para agrotóxicos com valor de CL50 inferior ou igual a 1 mg/l , e para aqueles cujo valor de CL50 é inferior ou igual a $1/10$ da CEE. Os métodos de ensaio são definidos pela EPA, que estabelece as espécies mais apropriadas em função das características físico-químicas dos produtos em estudo.

1.4.3. Teste de ciclo de vida com peixes (toxicidade crônica)

Esse teste é solicitado se a CEE for igual ou superior a $1/10$ do valor da CENO do teste de toxicidade crônica de curto prazo.

Tabela 2 — Espécies utilizadas em cada fase de avaliação de efeitos

UNIDADE DE MEDIDA	GRUPO DE ORGANISMO	ESPÉCIE
CL50;96H	Peixe de água doce	<i>Salmo gairdneri</i>
CL50;96H	Peixe de água doce	<i>Lepomis macrochirus</i>
CL50;48 ou 96H	Invertebrado de água doce	<i>Daphnia magna</i>
CL50;96H	Peixe marinho/estuarino	<i>Cyprinodon variegatus</i>
CL50;96H	Camarão marinho/estuarino	<i>Mysidacea, Penaeidae</i>
CE50;48H	Ostra (embrio-larval)	<i>Crassostrea virginica</i>
CE50;96H	Ostra	<i>Crassostrea virginica</i>
CENO	Peixe (curta duração)	<i>Pimephales promelas</i>
CENO	Invertebrado	<i>Daphnia magna</i>
FCB	Peixe	
Testes especiais	Peixe (teste a nível de colinesterase)	
CENO	Peixe (teste de ciclo de vida)	
	Peixe/invertebrado (testes em laboratório e/ou em campo para avaliação de efeitos tóxicos)	

CENO = Concentração de efeito não observado / FCB = Fator de bioconcentração

Os testes de ciclo de vida devem ser realizados desde o primeiro estágio de desenvolvimento do organismo até o mesmo estágio de desenvolvimento da geração seguinte.

1.4.4. Teste de bioacumulação com organismos aquáticos

A agência de controle ambiental dos Estados Unidos (EPA) ao estudar o processo de homologação, caso por caso, solicita esse tipo de teste quando:

- O princípio ativo ou seu principal produto de degradação tem uma solubilidade inferior ou igual a 0,5 mg/l e um coeficiente de partição octanol-água superior a 1.000;
- O produto é persistente na água (meia-vida maior ou igual a quatro dias) ou quando a substância ativa como seu principal produto de degradação se acumula no tecido de mamíferos ou de pássaros (dados esses a ser obtidos na avaliação de efeitos nos organismos terrestres).

Várias espécies de peixes, moluscos e crustáceos de água doce e marinha são recomendadas para os testes de bioacumulação. O método utilizado deve, no entanto, ser previamente reconhecido pela EPA.

1.4.5. Testes de simulação em laboratório ou em campo

Esse tipo de teste é solicitado pela EPA em estudos de caso. Os critérios que determinam a necessidade desses estudos são os seguintes:

- quando os dados precedentes mostram que o agrotóxico estudado é bioacumulável ou causa efeitos adversos aos organismos aquáticos a curto e a longo prazos;
- quando os testes de simulação em laboratório não são suficientes para avaliar os efeitos.

Esses testes são solicitados pela EPA para estabelecer as concentrações seguras de agrotóxicos para organismos aquáticos e terrestres.

1.5. Critérios para aceitabilidade de risco

A EPA pode homologar um agrotóxico se o risco do produto for mínimo para o ambiente (SCHMITT & NELSON, 1982).

Com relação aos critérios de avaliação de risco de agrotóxicos, a EPA estabelece que:

- se a CEE é igual ou inferior a 1/10 do valor da menor CL50; ou 1/20 do valor da CL50 (quando o valor da inclinação da reta da CL50 não é determinado), ou inferior ao valor de CENO ou CMPAT (concentração máxima permitida do agente tóxico) para o organismo mais sensível, o agrotóxico apresenta um risco mínimo;

— se a CEE é maior que os valores acima citados, existe um risco significativo e, conseqüentemente, o produto não é aprovado;

— se a CEE é próxima aos valores de CENO ou CMPAT, o agrotóxico deve ser classificado como tóxico e seu uso pode ser restringido em qualquer região, e não deve ser aplicado em regiões próximas a ambientes aquáticos.

Exemplos práticos de avaliação de risco de agrotóxicos constam de USEPA (1986).

2. França/Europa

A homologação de agrotóxicos na França está baseada na lei de 2 de novembro de 1943, modificada por leis e decretos posteriores a essa data. Os produtos submetidos a essas legislações não podem ser vendidos ou distribuídos antes do procedimento de homologação (CPEN, 1986).

A homologação deve ser precedida de um exame destinado a verificar a eficácia do produto, sua inocuidade aos aplicadores, à saúde pública, às culturas e aos animais. Esse exame comporta a avaliação de resultados de estudos físicos, químicos e biológicos, em laboratório e "in loco".

Para o registro de um novo agrotóxico na França, o produtor ou empresa proponente deve apresentar dois dossiês: um contendo os dados sobre eficácia do produto em estudo e dados sobre sua inocuidade às culturas tratadas; e outro contendo os aspectos toxicológicos, no qual devem constar informações sobre as propriedades físico-químicas e toxicológicas do produto.

Quanto à avaliação dos dados apresentados nos dois dossiês, a legislação vigente estabelece três comissões:

a) *Comissão de estudo da toxicidade*

Composta por representantes de diversas entidades, essa comissão multidisciplinar tem como objetivo avaliar os dados físico-químicos, mobilidade, degradação, toxicidade do produto em estudo e os riscos do produto ao homem e ao ambiente. Para a toxicidade aquática, são utilizados apenas os testes com peixes e *Daphnia*.

Em função da análise inicial dos riscos, a comissão pode solicitar resultados de ensaios complementares, como os testes de bioacumulação e estudo da cinética da substância na água.

Na França, a avaliação de risco de agrotóxicos não é ainda baseada em critérios claros e precisos como nos Estados Unidos, mas é o resultado final do julgamento técnico e científico de uma comissão multidisciplinar de estudo, onde se levam em consideração, também, como parâmetro básico, os resultados ecotoxicológicos de testes efetuados com os produtos já em uso naquele país. (S. Deronzier — Ministério do Meio Ambiente — Paris, França — comunicação pessoal).

b) *Comissão de produtos antiparasitários*

Essa comissão define as modalidades gerais de emprego dos agrotóxicos, sendo que para cada denominação comercial de uma formulação há necessidade de uma nova solicitação para homologação. Essa comissão estabelece os limites e as condições precisas de aplicação, assim como os métodos físico-químicos e biológicos de análises.

c) *Comitê de homologação*

O comitê examina as solicitações de homologação e verifica se os dados apresentados nos dossiês estão de acordo com as proposições das comissões de estudo citadas. Esse comitê, composto por representantes dos Ministérios da Agricultura e da Indústria, propõe ao primeiro as decisões a serem tomadas. Pode, portanto, propor a aprovação ou a proibição do agrotóxico, ou mesmo fornecer uma autorização provisória de venda, que deve ser acompanhada de solicitação de estudos complementares sobre o produto em questão.

Quando um produto é homologado, com número de registro no Ministério da Agricultura, a autorização de venda é acordada por um período máximo de dez anos, podendo ser renovada posteriormente através de uma nova solicitação do produtor.

A legislação francesa estabelece que os testes com o produto devem ser realizados pelo solicitante em outras instituições, seguindo métodos reconhecidos e julgados suficientes, em qualidade e quantidade, pelo comitê de homologação.

Informações como acondicionamento, etiquetagem, controle, utilização, responsabilidade civil e penal, sanções etc. estão descritas no CPEN — Code Permanent de l'Environnement et Nuisance (1986).

A homologação de agrotóxicos na Europa é ainda assunto de estudo pela Comunidade Econômica Européia. A proposição desse organismo, para aprovação de agrotóxicos, preconiza uma diretriz que deverá ser reconhecida por todos os países-membros da Comunidade (CEE, 1989).

Serão submetidas a essa diretriz todas as substâncias químicas e biológicas, princípios ativos e formulações.

Em termos comparativos com a França, a diretriz da Comunidade Econômica Européia (1989) é muito mais exigente quanto aos testes ecotoxicológicos para o ambiente aquático, pois preconiza ensaios de toxicidade aguda e crônica com peixes e *Daphnia* e testes com algas.

3. Brasil

No âmbito federal, a Lei nº 4.785, de 6 de outubro de 1965, modificada pela Lei 7.802, de 11 de julho de 1989, obriga os produtores, importadores e exportadores de agrotóxicos a efetuar o registro de produtos no Ministério da Agricultura. A Portaria Normativa 349, de 14 de março de 1990, dá competência ao IBAMA para emissão e renovação do registro, extensão de uso para agrotóxicos e afins, bem como para avaliação e classificação dos agrotóxicos.

A Lei 7.802, no seu artigo 10, dá competência aos Estados brasileiros para legislar sobre a produção, utilização, comércio e estocagem de agrotóxicos no seu próprio território.

No Estado de São Paulo, a Lei 4.002, de 5 de janeiro de 1984, modificada pela lei de 15 de abril de 1986, regulamenta a distribuição e a comercialização de agrotóxicos e outros biocidas. Esta lei estipula que somente os produtos registrados em âmbito federal devem ser registrados no Estado.

Como critério para o registro, a lei estadual estabelece que os agrotóxicos com propriedades mutagênicas e carcinogênicas reconhecidas ou que causam efeitos sobre a reprodução dos organismos não devem ser homologados.

Essa lei é um tanto quanto vaga, pois os efeitos sobre a reprodução dos organismos dependerão da concentração à qual os organismos serão expostos, além de outros parâmetros ecotoxicológicos. Além disso, esta legislação preconiza que os dados de toxicidade aguda servem apenas para a etiquetagem dos produtos, sendo que um produto é etiquetado como tóxico se a CL50 para peixes for menor ou igual a 1 mg/l.

Os parâmetros necessários para uma análise mais profunda, tais como degradação, bioacumulação, concentração de exposição etc., não são considerados.

Quanto ao aspecto de avaliação de risco de agrotóxicos no Brasil, não se pode dizer que existe um procedimento definido. A Portaria Normativa nº 349, do IBAMA, estabeleceu uma série de ensaios (MHU/SEMA, 1988), mas não define os critérios que serão adotados para avaliação de risco para o ambiente. Trata-se de assunto atual, que se encontra em fase de estudos, esperando-se que em breve as regras básicas necessárias sejam estabelecidas.

É importante distinguir que o significado de uma avaliação de risco é bastante distinto do de avaliação do nível de periculosidade. Neste último, os produtos são apenas classificados quanto à sua potencialidade tóxica e a alguns outros parâmetros ecotoxicológicos, não levando em consideração a concentração de exposição esperada do produto no ambiente, a qual é utilizada no procedimento de avaliação de risco ambiental.

4. Outros países

Na Alemanha, o procedimento de homologação é semelhante àquele da França. A agência federal avalia se o produto é eficaz e se apresenta riscos à saúde humana e ao ambiente. Um risco mínimo à saúde humana é suficiente para proibir um produto, enquanto os critérios para aprovação para o meio ambiente são ainda vagos (REHBINDER, 1987).

No Canadá, a lei federal permite um período de cinco anos para renovação do registro do produto. Durante esse

período, o governo pode anular ou suspender a comercialização de um produto, caso ele venha apresentar algum risco inaceitável (GRAMBOIS, 1987). Segundo esse autor, os agrotóxicos utilizados na agricultura são isentos de exame de avaliação de risco para o meio ambiente, mas outras leis existentes restringem ou interditam a aplicação de determinados agrotóxicos durante certos períodos do ano. Após a homologação de um produto para uso, é obrigatória, no Canadá, a realização de estudos sobre o destino e, mais precisamente, sobre a acumulação do agrotóxico no ambiente (Agriculture Canada, 1987).

A FAO (1980, 1981, 1988) descreve todo o procedimento para homologação de agrotóxicos, mas, contrariamente ao título "Critérios ecotoxicológicos aplicáveis à homologação dos agrotóxicos" (FAO, 1980), não faz nenhuma menção quanto à importância numérica de cada parâmetro utilizado, nem sobre os testes necessários nem sobre a avaliação final dos riscos ambientais.

O grupo de trabalho da OECD, denominado "Avaliação de efeitos ecológicos", ressaltou que, para a avaliação de risco de agrotóxicos não se deve basear apenas em resultados obtidos a partir de testes simples, e sim através de sistemas complexos que representem níveis de organização superiores no ambiente aquático, para que, com o uso adequado de agrotóxico, seja mantida a integridade das funções e da estrutura do ecossistema aquático (OECD, 1989).

Embora a OECD não tenha estabelecido valores ou critérios numéricos para uma avaliação final de risco, a proposta apresentada é semelhante à da EPA (USEPA, 1986), onde primeiramente são mencionados e discutidos, dentre outros, os testes de toxicidade aguda e crônica com organismos aquáticos, a noção de concentração estimada de exposição, a bioacumulação e persistência de agrotóxicos. No entanto, nenhum valor numérico foi estabelecido.

5. Considerações finais e conclusões

A avaliação de risco de agrotóxicos para o homem (Toxicologia Humana) está baseada em critérios claros e bem definidos e que levam a estabelecer limites máximos permissíveis de resíduos na água e nos alimentos.

Esse mesmo tipo de abordagem prática vem sendo aplicado nos Estados Unidos, para a proteção ambiental da vida aquática e terrestre. São medidas que visam minimizar os efeitos nocivos para o homem e o ambiente, sendo que a aceitação final dos riscos de um produto depende dos critérios adotados e do julgamento final dos mesmos, que se baseiam em resultados de testes ecotoxicológicos exigidos pelos diferentes países.

Na França, essa avaliação está sob responsabilidade de comissões de estudos, enquanto nos Estados Unidos é feita pela EPA, onde os critérios são claros, sendo também a utilização sequencial dos testes com organismos aquáticos bastante coerente.

Quanto à implantação de uma metodologia de avaliação de risco de agrotóxicos, no Brasil poder-se-ia adaptar o método americano, sendo necessário para isso algumas adequações metodológicas. Segundo K.L. Dickson (Institute of Applied Sciences, North Texas State University — Comunicação pessoal), os modelos matemáticos existentes para estimativa da concentração máxima de exposição (CEE) são bastante completos e poderiam ser testados para regiões brasileiras.

No que concerne à realização de testes ecotoxicológicos no ambiente aquático, várias instituições brasileiras já estão praticamente aptas para sua execução, embora ne-

cessitando desenvolver algumas pesquisas para implantar os testes crônicos com peixes de água doce e marinha. Atualmente, o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis) está credenciando os laboratórios que estão realizando esses testes. Cabe ressaltar que a realização dos ensaios, assim como as informações necessárias para homologação de agrotóxicos, é de responsabilidade exclusiva do produtor. À Federação e ao Estado cabe apenas o controle dos produtos aprovados.

É importante, também, que o Governo Federal congrege ou reúna periodicamente profissionais no assunto, para discutir e implantar uma metodologia efetiva de avaliação de risco ambiental.

Deve-se ressaltar que a avaliação de risco de um agrotóxico é o passo inicial para aprovação ou não de um produto. Somente um monitoramento ambiental pós-aplicação ou uso do produto poderia confirmar se o agrotóxico tem ou não um potencial real de efeito.

6. Referências bibliográficas

- AGRICULTURE CANADA. *Guide d'homologation des pesticides au Canada: Chimie et devenir dans l'environnement*. Rapport 1-255. Agr, 1202(80/02), 1987, 66 p.
- CAIRNS, J. Jr. Estimating hazard. *BioScience*, 30(2): 101-107; 1980.
- CEE, COMMUNAUTE ECONOMIQUE EUROPEËNE. *Proposition modifiée de Directive du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques homologués*, CEE COM, (89) 34, Communautés Européennes, 1989. 32 p.
- CPEN (Code Permanent de l'Environnement et Nuisances). *Produits antiparasitaires* Editions Législatives et Administratives, Paris, 1445-1560. 1986.
- FAO (Food and Agriculture Organization). *Critères ecotoxicologiques applicables à homologation des pesticides*. *Bulletin phytosanitaire de la FAO*, 28 (2), 53 p. 1980.
- _____. Second expert consultation on environmental criteria for registration of pesticides, *FAO* 28 60 p. 1981.
- _____. *Directives pour homologation et le controle des pesticides*. Rapport FAO, Rome, Octobre. 1988. p.i.
- FEDERAL REGISTER. II FIFRA Amendments of 1988, Vol. 54 (34), Wednesday, February, 22. 1989.
- GRANDBOIS, M. Le droit fédéral et Québécois des pesticides. *Revue Juridique de l'Environnement*, 2: 163-177. 1987.
- MHU (Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente)/SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente). *Manual de testes para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos*. Brasília, 1ª edição, maio, 1988.
- OECD (Organization de Cooperation et de Developpement Economique). *Projet de rapport de la réunion de travail de L'OECD sur évaluation des effets ecologiques*, OECD, Paris, ETE/88, 63, 74p. 1989.
- REHBINDER, E. La réglementation de la production, de la distribution et de l'application des pesticides en R.F.A. *Revue Juridique de l'Environnement*, 2 201-219, 1987.
- SCHMITT, R.D & NELSON, M, J. Methodology for estimating the Dietary Intake of Pesticide Residue, In: *Pesticide Residues and Exposure*, PLIMMER J.R. (Ed), ACS, Symposium Series, American Chemical Society, Washington, D. C., 1982. 213p.
- USEPA (United State Environmental Protection Agency). *Hazard Evaluation Standard Evaluation Procedure*, EPA-540/9-001, 1986. 95p.