

# AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS DO USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS PARA A QUALIDADE DA ÁGUA

Claudio A. Spadotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa - Av. Soldado Passarinho, 303, Faz. Chapadão, Campinas (SP), CEP 13.070-115 – e-mail: spadotto@cnpm.embrapa.br

## RESUMO

Os defensivos agrícolas, por um lado cumprem o papel de proteger as lavouras das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente. Entre os riscos associados estão os provenientes da possível contaminação de águas superficiais e subterrâneas. A avaliação de risco ambiental – ARA é um importante instrumento no registro de defensivos agrícolas e no acompanhamento das consequências do uso desses produtos. A ARA consta de três etapas: (a) identificação do problema, (b) análise da exposição e do perigo e (c) caracterização do risco; e pode ser ordenada em níveis sequencialmente dependentes. Na caracterização do risco, os efeitos a organismos são comparados com as concentrações estimadas ou medidas em

compartimentos ambientais ou em elementos da dieta de organismos. Nesse trabalho é apresentado um esquema geral de avaliação de riscos ambientais que incorpora seus principais componentes, enfatizando a qualidade da água, assim como leva em consideração as particularidades das condições brasileiras. Aborda-se, ainda, os fundamentos e as recomendações técnicas da ARA, tratando de aspectos do uso, comportamento, destino e de efeitos ambientais dos defensivos agrícolas, assim como do monitoramento e do gerenciamento de riscos ambientais. Padrões de qualidade da água são também apresentados.

**PALAVRAS-CHAVE:** agrotóxico, fitossanitário, contaminação, exposição, perigo, gerenciamento.

## INTRODUÇÃO

O consumo anual de defensivos agrícolas no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo, são consumidas anualmente no país cerca de 130 mil toneladas. O uso freqüente, e muitas vezes incorreto, de defensivos pode oferecer ameaça de contaminação dos solos agrícolas, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos, apresentando, conseqüentemente, riscos de efeitos negativos em organismos terrestres e aquáticos e de intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados, assim como o risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais.

A legislação brasileira trata, além da necessidade de comprovação da eficiência agrônômica, das garantias da minimização dos perigos ao ser humano (seja de caráter ocupacional, alimentar ou de saúde pública) e das ameaças ao meio ambiente provenientes do uso de defensivos agrícolas.

Sabe-se que o Brasil tem mais de 12% da água potável do planeta, porém cerca de 80% estão na região amazônica e os 20% restantes se distribuem desigualmente pelo país, atendendo a mais de 90% da população. Assim, a qualidade das águas vem sendo amplamente debatida devido à importância desse recurso natural como matriz de todas as formas de vida sobre a Terra, tanto para o consumo humano como pelo seu caráter essencial para a manutenção e o funcionamento dos ecossistemas. Particularmente quanto aos recursos hídricos subterrâneos, o cenário atual mostra que esses vêm sendo utilizados de forma mais intensiva no Brasil, principalmente a partir do início dos anos 90, uma vez que os recursos hídricos superficiais têm sofrido deterioração considerável.

Como potencialmente poluidoras, as atividades agrícolas, principalmente quando desenvolvidas em áreas nas quais corpos d'água, superficiais e subterrâneos, estão vulneráveis à contaminação, têm merecido destaque. Nesse contexto, pode-se citar o uso de defensivos agrícolas, que por um lado cumprem o papel de proteger as lavouras das pragas, doenças e plantas daninhas, por outro podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente.

Assim, esse texto trata da avaliação dos riscos ambientais de defensivos agrícolas, com ênfase na qualidade da água. O termo defensivo agrícola é utilizado como sinônimo de agrotóxico, produto fitossanitário e de outros usados para designar esses produtos.

## FUNDAMENTOS DA AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

A avaliação de risco já era definida em 1983 como "o uso de bases reais para definir os efeitos à saúde da exposição de indivíduos ou populações a material perigoso ou situação de perigo", de acordo com o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA (NRC, 1983).

Deve-se salientar que, apesar de aparecerem como sinônimos em alguns trabalhos, existem controvérsias quanto ao uso dos termos "análise de risco" e "avaliação de risco". A avaliação de risco pode ser tida como o processo de definição dos componentes de um risco em termos quantitativos (NRC, 1996), entretanto no presente trabalho adota-se a definição dada por Westman (1985), que usou o termo avaliação como o mais amplo. Nesse caso, o termo análise é usado de maneira mais restrita para se referir às técnicas quantitativas de estimativa do risco ambiental, considerando separadamente seus componentes: perigo (efeitos) e exposição.

O mesmo acontece com os termos "avaliação de risco ecológico" e "avaliação de risco ambiental", que às vezes são usados como sinônimos. No entanto, alguns autores já incluem os aspectos relacionados à saúde humana no risco ecológico, outros preferem o termo risco ambiental como o mais abrangente. Nesse trabalho tratamos da avaliação de risco ambiental, incluindo a problemática da contaminação dos compartimentos ambientais e seus efeitos sobre os organismos nativos expostos e aos seres humanos, distintamente. Porém, aqui não são considerados os riscos ocupacionais do uso de defensivos. Na segurança do trabalho, riscos ambientais são caracterizados pela exposição do trabalhador (ocupacional) a perigos do meio, enquanto aqui nosso interesse é avaliar quais os riscos ao meio ambiente o uso de defensivos agrícolas apresenta.

Alguns autores apregoam que toda e qualquer avaliação de risco tem que ser probabilística em todas as etapas, no entanto, defende-se aqui a importância de se realizar a avaliação de risco mesmo que não seja probabilística na sua plenitude (apesar da natureza estocástica do risco).

A adoção da avaliação de riscos ambientais pode representar um avanço metodológico na consideração dos possíveis problemas ambientais associados aos defensivos e a outros “estressores”. Isso é particularmente importante em países onde a carência de dados e recursos pode limitar a adoção da avaliação e do gerenciamento de riscos ambientais.

Vale salientar que o termo perigo indica o potencial de dano para o meio ambiente, enquanto risco é a possibilidade (ou probabilidade) de ocorrência de um certo dano. Perigo diz respeito à toxicidade (efeitos sobre o ser humano e/ou efeitos sobre organismos terrestres e aquáticos), e risco é uma função da exposição e do perigo – Figura 01. Quanto maior a exposição de organismos (ou compartimentos ambientais) e maior o perigo intrínseco do defensivo, maior é o risco.

Existe o entendimento que a avaliação de risco ambiental deve ser feita para o defensivo como produto formulado, considerando-se os dados do produto técnico com suas impurezas e dos produtos de degradação relevantes. Componentes da formulação dos defensivos podem também ser levados em conta na avaliação. Assim como, além da molécula original, os metabólitos ou produtos de degradação dos defensivos deveriam ser considerados na avaliação de risco ambiental.

O comportamento ambiental e a toxicidade e ecotoxicidade dos produtos de degradação do defensivo podem diferir enormemente da molécula-mãe. Alguns produtos de degradação podem ser mais tóxicos que o ingrediente-ativo original.

## **ETAPAS DA AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**

Em 1989, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1989) publicou um guia sobre critérios ambientais para o registro de produtos para proteção de plantas (defensivos), apresentando os princípios de como a avaliação de risco ambiental deveria ser conduzida.

Nos Estados Unidos, o Conselho Nacional de Pesquisa (NRC, 1983) desenvolveu um esquema geral de avaliação de risco, o qual foi posteriormente modificado pela Agência de Proteção Ambiental – EPA e, então, adotado oficialmente pela EPA em 1998 (EPA, 1998).

O esquema da EPA adicionou aos princípios apresentados pela FAO o conceito de três etapas formais de avaliação de risco ambiental que deveriam ser realizadas como segue:

Etapa 1: Identificação do problema

Etapa 2: Análise do risco: caracterização da exposição e do efeito

Etapa 3: Caracterização do risco.

## **IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

A identificação do problema consiste na formulação de uma hipótese, relativa à ocorrência de efeitos ambientais adversos e o perigo a certos organismos provocados pelo defensivo agrícola em estudo. Nessa etapa são determinadas as finalidades específicas da avaliação e é feita explicitamente a identificação do perigo, que é a determinação da natureza intrínseca da toxicidade do defensivo.

## ANÁLISE DO RISCO

Na etapa de análise do risco, as caracterizações da exposição e do perigo são realizadas separadamente, mas devem ser executadas de forma integrada para garantir que os efeitos ecológicos caracterizados sejam relacionados com as rotas de contaminação dos compartimentos ambientais e organismos identificados na caracterização da exposição.

Caracterização da exposição é a identificação das várias quantidades e durações da exposição a um dado químico, via todas as rotas possíveis de contaminação. A exposição pode ser expressa como co-ocorrência (presença nos habitat do organismo ou compartimento ambiental) ou como contato (sobre ou no organismo), dependendo do defensivo e do organismo. Um perfil de exposição pode então ser desenvolvido que descreve a magnitude e as distribuições espacial e temporal da exposição para a modalidade de uso do defensivo em estudo. Exposição depende da concentração do defensivo no compartimento ambiental, da sua biodisponibilidade e da biologia do organismo.

Depois da aplicação de um defensivo agrícola, vários processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento. O destino de defensivos no ambiente é governado por processos de retenção (adsorção, absorção), de transformação (degradação química e biológica) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial), e por interações desses processos.

Além da variedade de processos envolvidos na determinação do destino ambiental de defensivos, diferenças nas estruturas e propriedades dessas substâncias químicas, e nas características e condições ambientais, podem afetar esses processos. Condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos do solo, propriedades físicas e composição química do solo, presença ou ausência de plantas, localização da área na topografia e práticas de manejo do solo podem também afetar o destino de defensivos no ambiente. Além disso, a taxa e a quantidade de água que se move na superfície e no perfil do solo têm um grande impacto no movimento dos defensivos.

Um entendimento dos processos do comportamento e destino de defensivos no ambiente é essencial para a avaliação dos seus riscos ambientais. A variedade de defensivos usados representa muitas classes de substâncias químicas orgânicas e os tipos de interações desses compostos com diferentes componentes do ambiente são enormes.

A caracterização do perigo (efeitos) envolve a consideração dos resultados dos testes de laboratório, nos quais a concentração e a duração da exposição são variadas, levando em conta a resposta dos organismos. No caso mais simples, a proporção de organismos respondendo com um particular efeito é uma função da concentração. Essa relação é não-linear, porém pode ser analisada por um modelo linear onde a concentração é expressa na forma logarítmica e a porcentagem de organismos respondendo como uma probabilidade. Trata-se dos estudos de dose-resposta, que são caracterizações quantitativas da relação entre a magnitude da exposição e a incidência de efeitos tóxicos.

Os defensivos podem ser tóxicos a microrganismos de solo, minhocas, aves, abelhas e plantas não-alvo, algas, microcrustáceos e peixes (toxicidade aguda e crônica), mamíferos (toxicidade sistêmica e tóxica), e podem também acumular nos organismos expostos. Podem, ainda, ser agentes mutagênicos, teratogênicos, carcinogênicos, e afetar a reprodução de mamíferos.

## CARACTERIZAÇÃO DO RISCO

Na caracterização do risco, os efeitos (em grande parte dados de toxicidade média ou valores limites) sobre os diferentes organismos são comparados com as concentrações ambientais estimadas (previstas) em compartimentos ambientais relevantes ou em elementos da dieta de espécies de organismos.

Portanto, na caracterização do risco as concentrações estimadas em compartimentos ambientais são consideradas para determinar se e como a exposição ao defensivo pode ocorrer - a caracterização da exposição - e, uma vez ocorrida essa exposição, qual é a magnitude e o tipo de efeitos ambientais que podem ser esperados ou observados - a caracterização dos efeitos ecológicos (ou biológicos). Como visto, ambos fazem parte da etapa de análise e são elementos essenciais para a caracterização do risco, que é o processo de comparação e interpretação dos resultados da exposição (concentrações estimadas ou medidas) com os dados e as informações dos efeitos ecológicos adversos caracterizados por estudos laboratoriais toxicológicos (toxicidade aguda e crônica) previamente realizados.

A avaliação de risco pode ser usada tanto para rejeitar como para quantificar os efeitos potencialmente danosos, com respeito à sua natureza, magnitude, importância, abrangência, duração, assim como quanto ao potencial de recuperação do meio.

O processo de avaliação de risco, contemplando as três etapas (identificação do problema, caracterização da exposição e do efeito e avaliação do risco), pode ser ordenado em níveis sequenciais (WWF, 1992; Suter, 1993; Solomon, 1996; EPA, 1998; ACP/ECP, 1999; Spadotto et al., 2004; Spadotto, 2006). O primeiro nível é planejado para permitir a identificação rápida daqueles defensivos em posições extremas; ou apresentam algum perigo (efeito) claramente inaceitável ou não apresentam risco significativo para o ambiente. Nesse nível os cálculos das concentrações ambientais invariavelmente superestimam a exposição, resultando em uma avaliação conservadora (com grande margem de segurança).

Conforme a avaliação é refinada, com estimativas mais prováveis das concentrações ambientais, critérios menos conservadores e mais próximos da realidade podem ser usados, culminando, se necessário, com uma etapa de monitoramento.

Como visto anteriormente, na caracterização do risco o que se faz é a comparação dos resultados da exposição com os dados dos efeitos adversos sobre os organismos considerados. Um procedimento simples para integrar ambos (exposição e perigo) é o Método do Quociente (Solomon, 1996), no qual divide-se a concentração ambiental estimada (CAE) pelo dado toxicológico agudo ou crônico. O Quociente de Risco (QR) obtido é então comparado ao nível aceitável e ao nível crítico.

Existem padrões ou limites estabelecidos para defensivos agrícolas em diferentes compartimentos ambientais, baseados em dados laboratoriais de efeitos toxicológicos e/ou ecotoxicológicos disponíveis. Por exemplo, se o interesse está na potabilidade da água para consumo humano, temos o valor máximo permitido para alguns defensivos, segundo a Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde - Tabela 01.

A Agência de Proteção Ambiental - EPA dos EUA apresentou limites máximos permitidos de contaminação de água (Maximum Contaminant Level, MCL), como padrões obrigatórios para consumo humano de alguns defensivos (EPA, 2001), que são mostrados na Tabela 02; na qual estão também os níveis aceitáveis (Health Advisory, HA) baseados em informações

sobre efeitos na saúde humana para outros defensivos (EPA, 1989). O HA aqui considerado é a concentração do defensivo na água a qual se espera não causar efeitos adversos à saúde humana em uma exposição dentro da expectativa de vida de 70 anos.

Por outro lado, se o interesse é avaliar o risco para organismos aquáticos pode-se usar padrões para esse fim como os propostos pela FWR Foundation – UK (FWR, 2001) – Tabela 03. O padrão provisório de qualidade ambiental de cada defensivo é proposto baseado na aplicação de um fator de segurança à concentração de não-efeito para uma espécie aquática sensível com dados ecotoxicológicos disponíveis para aquela substância química. O fator de segurança é arbitrário e leva em consideração a possível maior sensibilidade de outros organismos aquáticos. Os valores de padrão provisório podem ser expressos como concentrações médias anuais, baseadas em dados de toxicidade crônica, e como concentrações máximas para proteger contra eventos de pico de concentração, baseadas em dados de toxicidade aguda (valores entre colchetes na Tabela 03).

Dados provenientes de estudos ecotoxicológicos em laboratório podem ser inicialmente adotados. Na Tabela 04 são apresentados, como exemplos, dados laboratoriais de concentração letal para 50% da população (CL<sub>50</sub>) de espécies aquáticas, compilados por Hornsby et al. (1993). Outros dados estão disponíveis na literatura internacional, no entanto, existe a carência de estudos ecotoxicológicos de muitos defensivos para espécies nativas do Brasil.

## **AValiação de Riscos Ambientais em Condições Brasileiras**

Entende-se que a avaliação de riscos ambientais deve incorporar os principais componentes e considerar as particularidades das condições brasileiras, levando-se em conta, especialmente, a escassez de meios necessários para a avaliação baseada diretamente em esquemas trazidos diretamente de outros países. Gomes & Spadotto (2002) apresentam subsídios à avaliação de risco ambiental de agrotóxicos em solos agrícolas brasileiros.

Os procedimentos devem estar condicionados pelo aproveitamento, mesmo que parcial, do “Modelo de Análise para Classificação de Periculosidade Ambiental de Defensivos” do IBAMA e pelo atendimento ao que dispõe o Decreto 4.074/2002 quanto à necessidade da avaliação de risco ambiental.

Conforme estabelecido pela Instrução Normativa nº. 84/1996 do IBAMA, a classificação de periculosidade ambiental baseia-se nos parâmetros transporte, persistência, bioacumulação, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico, obedecendo a seguinte classificação: Classe I – produto altamente perigoso; Classe II - produto muito perigoso; Classe III – produto perigoso; e Classe IV – produto pouco perigoso.

No entanto, na avaliação de risco devemos separar os parâmetros do comportamento ambiental daqueles relativos à toxicidade do defensivo agrícola. Assim, a caracterização e a classificação do perigo – Figura 02 - seria feita com base nos resultados de laboratório sobre toxicidade: a organismos do solo (testes com microrganismos e minhocas); a organismos aquáticos (testes com microcrustáceos, algas e peixes); a aves e abelhas; sistêmica para mamíferos (DL<sub>50</sub> e CL<sub>50</sub> oral, dérmica e inalatória); tópica para mamíferos (irritação/corrosão dérmica e ocular); além de mutagenicidade, teratogenicidade, carcinogenicidade e efeitos na reprodução.

Assim, pode-se aproveitar os dados gerados, os métodos desenvolvidos e a experiência adquirida e acumulada ao longo de anos de uso do esquema do IBAMA de classificação da periculosidade ambiental. Por sua vez, a caracterização da exposição dos diferentes organismos seria feita a partir das estimativas das concentrações (ou doses) nos diferentes compartimentos ambientais (ou em elementos da dieta dos organismos), com base na modalidade de uso e nos dados de transporte, persistência e bioacumulação – Figura 02.

## **MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS**

O monitoramento de defensivos a campo pode cumprir um importante papel na avaliação de riscos ambientais, desde que seja um trabalho sistemático, organizado e dirigido por objetivos claros e factíveis. A orientação do trabalho de monitoramento, nesse caso, é dada pelas etapas anteriores da avaliação de risco ambiental. Somente os casos nos quais persistirem dúvidas sobre efeitos ambientais significativos chegariam a requerer o monitoramento.

Enquanto nas etapas anteriores da avaliação a exposição é caracterizada através da estimativa das concentrações dos defensivos nos compartimentos ambientais; no monitoramento as concentrações são medidas através de amostragem a campo e análise química em laboratório.

A aceitação ou não de um risco depende de como o risco é entendido e percebido, além de ter caráter relativo, pois pode ou deve depender de uma análise risco/benefício, tendo, portanto, um forte componente subjetivo e pessoal. Se um risco é considerado inaceitável em qualquer nível é necessário o refinamento da avaliação e/ou medidas de diminuição da exposição podem ser propostas.

Todas as ações tomadas para eliminar ou reduzir os riscos a um nível aceitável são coletivamente referidas por gerenciamento de risco. No gerenciamento dos riscos ambientais é necessário que se considere também os possíveis benefícios, assim a caracterização dos possíveis ganhos sociais, econômicos, ecológicos etc. deve ser incorporada na avaliação.

No caso do risco ser aceitável, mesmo assim, outras etapas têm que ser cumpridas. Precisa haver a comunicação do risco, lembrando-se que não se deve abrir mão do gerenciamento de riscos ambientais, mesmo que aceitáveis. A avaliação de riscos ambientais não deve ser considerada apenas como uma técnica isolada, mas sim como uma dimensão do gerenciamento, pois os riscos podem ser reduzidos pela limitação da exposição.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACP/ECP, American Crop Protection, European Crop Protection. Framework for the ecological risk assessment of plant protection products. ACP/ECP, 1999. 52p. (ACP/ECP. Technical Monograph, 21).

EPA, Environmental Protection Agency. Drinking water health advisory: pesticides. United States Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water Health Advisories. Lewis Publishers, 121. Chelsea, MI. 1989. 819 pp.

EPA, Environmental Protection Agency. Guidelines for ecological risk assessment. Risk Assessment Forum. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C. EPA/630/R-95/002F. Final. 1998.

EPA, Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Standards. United States Environmental Protection Agency, Office of Water. EPA 816-F-01-007. 2001. [www.epa.gov/safewater](http://www.epa.gov/safewater)

FWR. Provisional Environmental Quality Standards. FWR Foundation. 2001. [www.fwr.org](http://www.fwr.org)

GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A. Subsídio à Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos em Solos Agrícolas Brasileiros. Embrapa Meio Ambiente, 2004. 5 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 11).

NRC, National Research Council. Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society. National Academy Press, Washington DC, 1996.

NRC, National Research Council. Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. National Academy Press, Washington DC, 1983. 191p.

SOLOMON, K.R. Ecotoxicological risk assessment of pesticides. Guelph, Canada: University of Guelph, 1996. 76p.

SPADOTTO, C.A. Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 20 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 58).

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; LUCHINI, L. C.; ANDREA, M. M. de. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 42).

SUTER, G.W. Ecological risk assessment. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. 538p.

WESTMAN, W.E. Ecology: Impact Assessment and Environmental Planning. John Wiley & Sons, New York, 1985.

WWF, World Wildlife Fund. Improving Aquatic Risk Assessment under FIFRA: Report of the Aquatic Effects Dialogue Group, p. 23-24, 1992.

**Tabela 1.** Padrões de potabilidade de água para consumo humano de alguns defensivos agrícolas<sup>1</sup>.

Defensivo	Valor Máximo Permitido (mg/L)
2,4-D	30
Alaclor	20
Atrazina	2
Bentazona	300
Endosulfan	20
Glifosato	500
Metolaclor	10
Molinato	6
Pendimetalina	20
Permetrina	20
Propanil	20
Simazina	2
Trifluralina	20

<sup>1</sup>Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde.

**Tabela 2.** Padrões e níveis aceitáveis quanto à potabilidade da água de abastecimento de alguns defensivos agrícolas nos EUA.

Defensivo	Padrão MCL <sup>1</sup> (mg/L)	Nível Aceitável HA <sup>2</sup> (mg/L)
2,4-D	70	N.N.
Alaclor	2	N.N.
Ametrina	N.E.	60
Atrazina	3	3
Bentazona	N.E.	20
Butilate	N.E.	350
Carbofuran	40	N.N.
Dicamba	N.E.	200
Diquat	20	N.N.
Diuron	N.E.	10
Glifosato	700	N.N.
Linuron	N.E.	10
Metolaclor	N.E.	100
Metribuzin	N.E.	200
Oxifluorfen	N.E.	20
Paraquat	N.E.	30
Pendimetalin	N.E.	300
Permetrina	N.E.	400
Picloram	500	N.N.
Simazina	4	N.N.
Trifluralin	N.E.	5

<sup>1</sup>Maximum Contaminant Level; limite máximo de um contaminante que é permitido em água para consumo humano (padrão obrigatório). <sup>2</sup>Health Advisory: nível aceitável de um contaminante em água para consumo humano (consultivo). N.E.: não estabelecido; N.N.: não necessário, pois existe o padrão obrigatório estabelecido.

**Tabela 3.** Padrões provisórios de qualidade ambiental para organismos aquáticos<sup>1</sup>.

Defensivo	Concentração (mg/L)
Endossulfan	0,01 [1,0]
Fenitroton	0,01 [0,25]
Malation	0,01
Trifluralin	0,1 [1,0]

<sup>1</sup>Valores entre colchetes representam concentrações máximas para proteger contra eventos de pico de concentração, baseadas em dados de toxicidade aguda (FWR, 2001).

**Tabela 4.** Parâmetro de toxicidade para organismos aquáticos<sup>1</sup>.

Defensivo	Concentração (mg/L)
2,4-D	100
Alaclor	1,4
Ametrina	3,2
Atrazina	4,5
Bentazona	635
Butilate	4,2
Dicamba	28
Dimetoato	6,2
Diuron	4,9
Esfenvalerate	0,00069
Glifosato	8,3
Linuron	16
Malation	0,2
Metolaclor	2
Metribuzin	76
Oxifluorfen	0,2
Paraquat	15
Pendimetalin	0,199
Permetrina	0,0041
Propargite	0,12
Simazina	2,8
Terbufos	0,01
Trifluralina	0,041

<sup>1</sup>Dados laboratoriais de concentração letal para 50% da população (CL<sub>50</sub>) de espécies aquáticas, compilados por Hornsby et al. (1993).

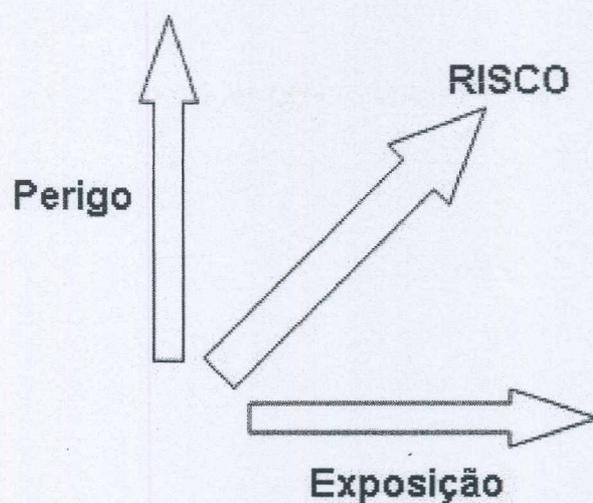


Figura 1. Representação esquemática do risco como função da exposição e do perigo (efeito adverso).

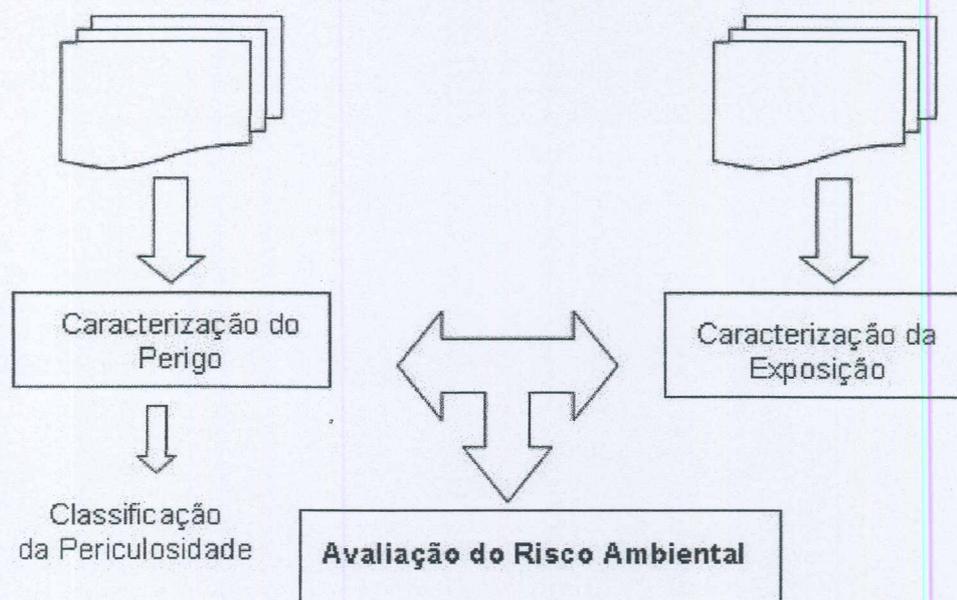


Figura 2. Etapas da avaliação de risco ambiental, compatibilizadas com a classificação de periculosidade.