
**IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM ESTUDOS
ECOTOXICOLÓGICOS**

REGINA SAWAIA SÁFADI*

A importância da análise de resíduos de pesticidas é discutida em relação a testes de toxicidade e estudos de bioconcentração com animais aquáticos. São avaliadas diferenças nos resultados de testes de toxicidade em função de variações nas concentrações analíticas do produto e a necessidade dessas análises em tecidos animais e soluções teste nos estudos de bioconcentração.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo da ecotoxicologia é prever os efeitos das substâncias químicas e outros agentes estressantes sobre os ecossistemas. Para avaliar adequadamente tais efeitos, foram desenvolvidos vários métodos utilizando organismos representativos de diferentes ambientes. Em virtude da

* TECAM - Tecnologia Ambiental Ltda, São Paulo.

grande variabilidade nas condições naturais de campo, muitos estudos são realizados em laboratório, sob condições padronizadas e rigorosamente controladas. Os organismos utilizados pertencem, preferencialmente, a espécies padronizadas, cuja biologia, hábitos alimentares, mecanismos reprodutivos, habitat, etc, são conhecidos, podendo ser cultivados em laboratório. Entre tais espécies estão organismos aquáticos (algas, microcrustáceos, peixes), organismos de solo (minhocas, microrganismos), insetos (abelhas), aves (codornas, galinhas) e mamíferos (ratos, camundongos, coelhos, cães).

2 ESTUDOS ECOTOXICOLÓGICOS

Os principais estudos ecotoxicológicos desenvolvidos em laboratório são os testes de toxicidade (ou bioensaios) e os estudos de bioacumulação.

2.1 TESTES DE TOXICIDADE

Os testes de toxicidade envolvem a exposição de um grupo de organismos a diversas doses ou concentrações de determinada substância, durante um período pré-estabelecido de tempo. Podem ser de curto, médio ou longo prazo, com o objetivo de avaliar a toxicidade aguda, subcrônica ou crônica da substância para a espécie em estudo. Freqüentemente, os testes de toxicidade aguda determinam a dose (ou concentração) que causa efeitos letais a 50% da

população exposta (isto é, a dose ou concentração letal mediana - DL50 ou CL50). Por outro lado, os estudos crônicos e subcrônicos, geralmente, determinam o valor máximo que não causa efeitos sobre os organismos (concentração de efeito não observável - CENO, que equivale ao "no observable effect level - NOEL") e o mínimo que causa efeitos (concentração de efeito observável - CEO).

Os resultados dos testes de toxicidade são expressos em termos da dose ou concentração do produto que está sendo avaliado. Uma vez que as diluições do produto são preparadas individualmente em cada estudo, é necessário conhecer a quantidade real que está sendo aplicada aos organismos para que seus efeitos possam ser adequadamente estimados.

Como exemplo, apresenta-se na Tabela 1 o resultado hipotético de um teste de toxicidade aguda de um pesticida com peixes, comparando a concentração nominal e quatro possíveis variações na concentração analítica, após a análise de resíduos das diluições.

TABELA 1 - TESTE DE TOXICIDADE AGUDA

CONCENTRAÇÃO NOMINAL (ppm)	CONCENTRAÇÕES ANALÍTICAS (ppm) ^A				MORTALIDADE (%)
	+10% CN	+20% CN	+30% CN	+50% CN	
Controle	Controle	Controle	Controle	Controle	0
1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	0
2,2	2,3	2,6	2,9	3,3	0
3,6	3,7	4,3	4,7	5,4	40
6,0	6,1	7,2	7,8	9,0	70
10,0	10,1	12,0	13,0	15,0	100

^A = Porcentagens de variação em relação à concentração nominal (CN).

A análise estatística dos dados, em função das possíveis concentrações e em termos da concentração letal mediana (CL50) e intervalo de confiança (LCI e LCS), forneceria os resultados apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - RESULTADOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

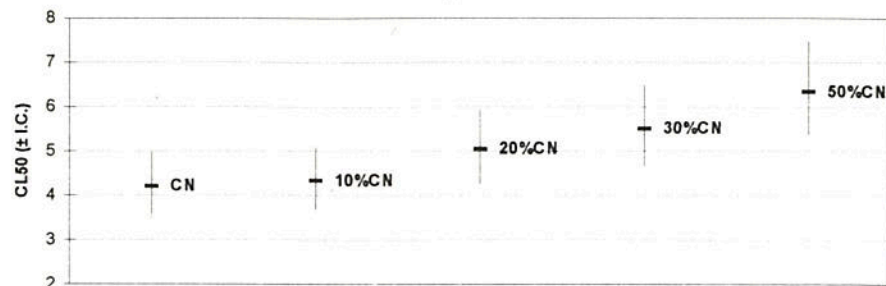
	CONCENTRAÇÃO NOMINAL (ppm)	CONCENTRAÇÕES ANALÍTICAS (ppm)			
		+10% CN	+20% CN	+30% CN	+50% CN
CL50	4,21	4,33	5,04	5,50	6,33
LCI ^A	3,57	3,68	4,26	4,66	5,36
LCS ^B	4,98	5,09	5,95	6,49	7,47

^A Limite de confiança inferior

^B Limite de confiança superior

Pode-se observar que os valores obtidos das CL50s são da mesma ordem de grandeza, mesmo quando se considera aumento de 50% na concentração nominal após a análise de resíduos. Observando a Figura 1, verifica-se que variação de até 20% não altera substancialmente o resultado do teste, em relação ao obtido com a concentração nominal. A CL50 obtida com esta variação está dentro da faixa do intervalo de confiança da CL50 com a concentração nominal. O limite de variação recomendado para validar um teste de toxicidade com substâncias químicas é de 15% (1).

FIGURA 1 - CONCENTRAÇÃO LETAL MEDIANA (CL50) E INTERVALO DE CONFIANÇA (IC) OBTIDOS A PARTIR DA CONCENTRAÇÃO NOMINAL (CN) E DAS QUATRO VARIAÇÕES POSSÍVEIS NA CONCENTRAÇÃO ANALÍTICA (10% CN, 20% CN, 30% CN E 50% CN)



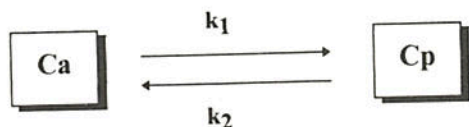
2.2 ESTUDOS DE BIOACUMULAÇÃO

A **bioacumulação** de uma substância nos seres vivos é definida, segundo RAND e PETROCELLI (2), como o aumento da concentração desta substância nos tecidos dos organismos em função da concentração presente no ambiente e no alimento ingerido. Difere da **bioconcentração** porque envolve o tratamento do alimento com a substância, enquanto esta última relaciona diretamente a concentração presente nos organismos e no ambiente. Além desses conceitos, há a **biomagnificação**, que engloba os dois anteriores e é o aumento da concentração da substância ao longo da cadeia alimentar de um ecossistema. Deve-se o grau de acumulação das substância à sua afinidade por lipídios, sendo geralmente maior quanto maior for a afinidade.

Para avaliação de pesticidas em laboratório, geralmente, são realizados estudos de bioconcentração com animais aquáticos, especialmente em peixes de águas continentais. Em alguns países, como EUA e na comunidade Européia, podendo-se encontrar testes feitos com moluscos marinhos (ostras, mexilhões).

Resumidamente, o teste de bioconcentração consiste no acompanhamento da assimilação do produto durante um período de tempo, quando os animais são mantidos em exposição contínua a concentração constante do produto. Numa segunda fase, os animais são mantidos em água limpa e ocorre a depuração ou eliminação do produto ou seus metabólitos para a água. Durante as duas fases, são realizadas análises químicas para determinação da concentração analítica do produto nos tecidos dos animais e na água.

Existem alguns modelos matemáticos que provêm o movimento de uma substância através do animal, a partir da concentração encontrada nos tecidos e na água (3). O modelo mais usado é o de dois compartimentos (água e peixes), expresso pela seguinte reação reversível:



onde: C_a = concentração do produto na água (ppm)
 C_p = concentração do produto no peixe (ppm)
 k^1 = taxa constante de assimilação (L/g/h)
 k^2 = taxa constante de depuração (unidades/h)

O resultado obtido é expresso como o Fator de Bioconcentração (FBC), que é a razão entre a concentração do produto no peixe e na água ou a razão entre as taxas de assimilação e depuração.

3 CONCLUSÃO

Nos testes de toxicidade é recomendada a análise química das concentrações. Entretanto, em alguns casos de estudos com pesticidas, o custo destas análises pode ser superior ao do próprio teste. Desta forma, os resultados de estudos de curto prazo ou com substâncias consideradas poucos tóxicas, por exemplo, podem ser apresentados em termos da concentração nominal do pesticida, e não da concentração analítica real. Por outro lado, nos testes com substâncias altamente voláteis ou de rápida degradação na água ou na presença de luz, é recomendado analisar as concentrações testadas, pelo menos no início e no final do teste.

No caso de estudos de bioconcentração com pesticidas, a análise química é indispensável, uma vez que avaliação do

grau de acumulação só pode ser feita após a determinação da concentração do produto nos animais e na água.

Abstract

The importance of pesticide residue analysis in toxicity tests and bioaccumulation studies with aquatic organisms is discussed. Differences in the results of toxicity tests were evaluated considering variations on the concentrations of the product and the necessity of residue analysis in animal tissues and test solutions to bioaccumulation studies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 APHA. American Water Works Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17.ed. Washington, 1989.
- 2 RAND, G.M., PETROCELLI, S.R. Introduction. In: RAND, G.M., PETROCELLI, S.R. Fundamentals of aquatic toxicology. Washington : Hemisphere Pub. Corp., 1985. p. 1-28
- 3 SPACIE, A., HAMELINK, J.L. Bioaccumulation. In: RAND, G.M., PETROCELLI, S.R. Fundamental of aquatic toxicology. Washington : Hemisphere Pub. Corp., 1985. p. 495-525