

## O EFEITO DA TOXICIDADE AGUDA DO HERBICIDA ATRAZINA PARA O CLADÓCERO *MOINA MINUTA* HANSEN, 1899

**Raquel Aparecida Moreira<sup>1</sup>**  
**Adrislaine da Silva Mansano<sup>2</sup>**  
**Odete Rocha<sup>3</sup>**

**RESUMO:** Um dos maiores problemas relacionados com o uso de agrotóxicos é que a maior parte dos produtos aplicados não chega a atingir os organismos-alvo, sendo carregada pelas águas das chuvas, percolando solos ou sendo volatilizados, desta forma representando uma ameaça aos ecossistemas como um todo, principalmente os aquáticos. A utilização de testes ecotoxicológicos, para a análise dos efeitos tóxicos das substâncias químicas presentes nos agrotóxicos em diferentes níveis de organização dos ecossistemas, tem se tornado uma ferramenta cada vez mais importante nas avaliações de impacto ambiental. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a toxicidade aguda do herbicida atrazina, utilizando o cladóceros *Moina minuta* como organismo-teste. Os testes de toxicidade foram realizados utilizando-se o produto comercial Atanor 50 SC. Para *M. minuta* as concentrações testadas foram: 2,25; 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 mg L<sup>-1</sup>. O valor médio obtido para a CE<sub>50</sub> – 48-h da atrazina foi 9.39 ± 0.71 e a faixa de sensibilidade desta espécie situou-se entre 8,0 e 10,8 mg L<sup>-1</sup>, com valor médio de 9.4 mg L<sup>-1</sup>. Ao comparar a CE<sub>50</sub> obtida para *M. minuta* com aquelas previamente estabelecidas para diferentes organismos aquáticos expostos ao herbicida atrazina, observa-se que esta espécie foi na maior parte das vezes mais sensível à atrazina do que as outras espécies testadas. Os resultados obtidos são promissores tendo em vista a sensibilidade observada para utilizada como organismo-teste. Além disso, pelo fato de *M. minuta* ser uma espécie facilmente encontrada em corpos de água em todo o Brasil este cladóceros poderá ser um organismo alvo ferramenta promissora na avaliação da toxicidade deste e de outros agrotóxicos, visando a obtenção de subsídios para ações voltadas à preservação da diversidade da biota aquática.

**Palavras-chave:** Cladocera. Atrazina. Toxicidade.

1 Bióloga, Mestranda do Programa de Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar - São Carlos. [raquel.moreira87@yahoo.com.br](mailto:raquel.moreira87@yahoo.com.br)

2 Bióloga, Doutoranda em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar – São Carlos. [laine\\_mansano@yahoo.com.br](mailto:laine_mansano@yahoo.com.br)

3 Docente do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. [doro@ufscar.br](mailto:doro@ufscar.br)



## 1. INTRODUÇÃO

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas, pesticidas e até biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas, ou no sentido mais amplo, tudo aquilo que ataca, lesa ou transmite enfermidade às plantas, aos animais e ao homem (ZAMBRONE, 1986).

No entanto, o uso de agrotóxicos vem aumentando de forma descontrolada em diversos países, colocando em risco a saúde dos ecossistemas e do homem. De acordo com o último relatório publicado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG (2010), o Brasil se tornou o maior consumidor mundial de agrotóxicos (734 milhões de toneladas), sendo os herbicidas e inseticidas responsáveis por 74% dos produtos comercializados no país. Ainda segundo esse relatório, de 2003 a 2007 houve um crescimento de aproximadamente 71% na comercialização de agrotóxicos.

Um dos maiores problemas relacionados com o uso de agrotóxico é que a maior parte aplicada acaba não atingindo os organismos-alvo, sendo carregada pelas águas das chuvas, percolando ou volatilizando, representando uma ameaça aos ecossistemas como um todo, principalmente os aquáticos. A contaminação por agrotóxico nos diferentes compartimentos, terrestre e aquático, tem sido amplamente reportada na literatura (FILIZOLA et al., 2002; VEIGA et al., 2006; SCHÄFER et al., 2007) e o escoamento superficial de áreas agrícolas é considerado um dos principais meios de contaminação das águas superficiais (HUBER; BACH e FREDE, 1998; LERCH e BLANCHARD, 2003).

A utilização de testes ecotoxicológicos que fornecem informações quanto ao efeito tóxico causado em diferentes níveis de organização dos ecossistemas pelos compostos químicos presentes nos agrotóxicos tem se tornado cada vez mais importantes nas avaliações de impacto ambiental. Deste modo, a realização de testes de toxicidade tem sido incluída em programas de monitoramento, constituindo uma das análises indispensáveis no controle de fontes de poluição (CETESB, 1991).

Os testes de toxicidade sejam eles agudos ou crônicos e a determinação da faixa de sensibilidade dos organismos-teste em geral são realizados por várias razões, mas o principal objetivo é gerar dados com o intuito de prever os efeitos que substâncias



químicas ou efluentes complexos podem provocar nas comunidades aquáticas naturais (Winner, 1988).

Nos anos 50 e 60, vários países europeus, Estados Unidos e Canadá começaram a selecionar organismos representantes da biocenose para serem utilizados como organismo-teste e naturalmente, deram preferência às espécies nativas destas regiões. A experiência destes países foi disseminada para todo o mundo e algumas das espécies se tornaram conhecidas e utilizadas internacionalmente (Environmental Canada, 1990, 2000 e 2007).

A sensibilidade de organismos incluindo varia entre grupos, até mesmo entre espécies (Knie e Lopes, 2004). O Filo Arthropoda contém um maior número de espécies sensíveis quando comparado a outros Filos de invertebrados (Mollusca, Annelida), com destaque a ordem Cladocera (por exemplo, para substâncias metálicas e orgânicas, Wogram e Liess, 2001 em uma compilação de dados). Tais descobertas justificam estudos de investigação de sensibilidade para diferentes espécies, principalmente dentro da ordem Cladocera, já que eles são recomendados como organismos-teste, alguns gêneros como *Daphnia* e *Ceriodaphnia* cujas espécies são muito utilizadas para estudos ecotoxicológicos (ABNT, 2003a, 2003b).

O organismo-teste selecionado para o presente estudo, *Moina minuta* é uma espécie de Cladocera facilmente encontrada em vários tipos de corpos de água brasileiros, fato que torna fácil a sua utilização em testes de toxicidade. Possui hábito principalmente de região pelágica e cujo tamanho pode variar entre 0,5 a 0,7 milímetros, de acordo com Elmoor-Loureiro (1997).

Na seleção do agente tóxico optou-se por testar o produto comercial Atrazina Atanor 50 SC, um herbicida amplamente utilizado em plantações de milho, sorgo, cana de açúcar e outras monoculturas. A atrazina foi desenvolvida a partir de pesquisas sobre os derivados de triazinas simétricas, iniciadas em 1952 pela empresa Geigy Química de Basel, na Suíça (Knuesli, E., 1970). A atrazina foi patenteada na Suíça em 1958 e registrada para uso comercial nos Estados Unidos, em 1959 (USEPA, 1994), desde então, a atrazina tem sido um importante herbicida utilizado em todo o mundo.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estabelecer a toxicidade aguda da atrazina para o cladóceros *Moina minuta*. Estudos desse tipo podem contribuir para a avaliação do impacto de um pesticida de uso crescente no Brasil e para a determinação



da sensibilidade de uma espécie nativa, ambos constituindo subsídios para ações futuras que visem a preservação de espécies da biota aquática Neotropical.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Manutenção e cultivo das espécies de Cladocera

Os cultivos de *Moina minuta* foram mantidos em incubadora com temperatura controlada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , ambas com fotoperíodo de 16h claro / 8h escuro.

Para o cultivo foi utilizada água reconstituída preparada de acordo com a ABNT (2005) e com as seguintes características: pH de 7,0 a 7,8, dureza entre 40 e 48 mg  $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$  e condutividade elétrica de  $160 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Os cultivos-estoque deste cladócero foram mantidos em béqueres de 2 L, com no máximo de 140 indivíduos por recipiente.

Os indivíduos de *M. minuta* foram alimentados com suspensão algacéa de *Pseudokirchneriella subcapitata*, cultivada em meio CHU-12 (MÜLLER, 1972), a concentração de  $1 \times 10^5$  células  $\text{mL}^{-1}$  e alimento composto (levedura e ração de peixe fermentada na proporção de 1:1) numa concentração de  $1\text{mL L}^{-1}$  (ABNT, 2004).

A manutenção das culturas foi realizada três vezes por semana, quando eram renovados a água e o alimento.

### 2.2 Testes de toxicidade aguda

O herbicida atrazina utilizado possui grau de 50% de pureza, Marca Atanor 50 SC. A solução estoque utilizada foi o próprio produto comercial (solúvel em água), numa concentração de  $500 \text{ g L}^{-1}$ . Os procedimentos metodológicos foram realizados de acordo com norma padronizada (ABNT, 2004). Os testes de toxicidade aguda consistiram na exposição de 5 neonatas com menos de 24 horas de idade por réplica, expostas a diferentes concentrações nominais de atrazina (2,25; 4,5; 9,0; 18,0 e  $36,0 \text{ mg L}^{-1}$ ). A faixa de concentrações a serem testadas foi estabelecida de acordo com testes preliminares. As concentrações foram preparadas imediatamente antes dos testes.

Os testes de toxicidade tiveram a duração de 48 horas e foram realizados em placas de cultivo celular de 6 poços (TPP®). Como solução controle utilizou-se apenas água reconstituída. Foram realizadas quatro repetições tanto para o controle como para cada concentração de atrazina testada, sendo que em cada réplica foram adicionados 10



mL de solução-teste. Os experimentos foram mantidos sob a mesma temperatura dos cultivos-estoque, sem iluminação e alimentação. No início dos testes foram realizadas medidas das variáveis pH, condutividade, temperatura e dureza, sendo que todas estas variáveis foram medidas também no final do teste, com exceção da dureza que apresentou volume insuficiente.

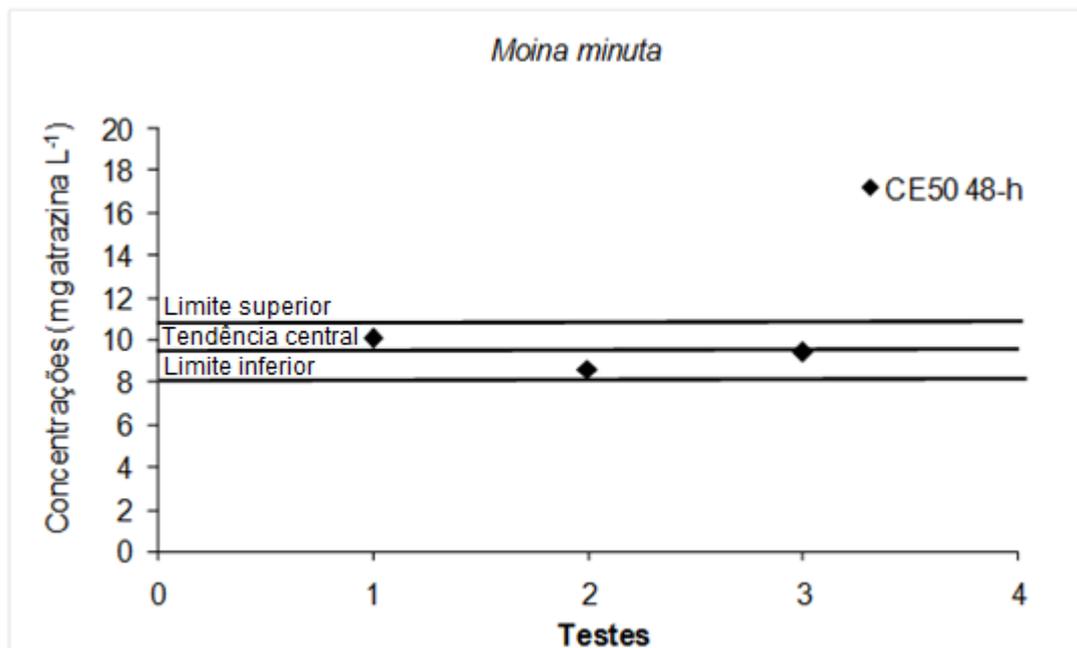
### 2.3 Tratamento de Dados e Análise Estatística

Após o período de exposição (48 horas) procedeu-se à contagem dos organismos imóveis. Se a porcentagem de indivíduos imóveis no controle excedesse 10%, o teste era considerado inválido, o que não ocorreu nesse experimento. Os resultados foram expressos em  $CE_{50}$  – concentração efetiva mediana que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição (ABNT, 2004), com intervalo de confiança de 95%, utilizando-se o programa estatístico Trimmed Spearman- Karber (HAMILTON; RUSSO; THURFTON, 1977).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os testes de toxicidade aguda para a espécie *Moina minuta*, o pH medido das soluções-teste permaneceram dentro do intervalo 7,1 a 7,7 e não variaram mais do que 1,0 unidade em qualquer ensaio, a temperatura variou 21,5 a 24,2 °C, a condutividade elétrica variou 128,9 a 153,5  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e a dureza da água variou de 42 a 48  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ .

Os valores de  $CE_{50}$  48-h e respectivos IC-95% do produto comercial Atrazina Atanor 50 SC para *Moina minuta* foram calculados separadamente em cada um dos três testes. Os valores obtidos nos três testes (intervalo de confiança de 95%) foram respectivamente: 10,07 (7,57 – 13,58); 8,66 (6,53 – 11,49); 9,44 (6,65 – 13,42) e  $9,39 \pm 0,71$ . A faixa de sensibilidade de *M. minuta* variou entre 8,0 e 10,8  $\text{mg L}^{-1}$ , com valor médio de 9,4  $\text{mg L}^{-1}$  (Figura 1).



**Figura 1:** Faixa de sensibilidade de *Moina minuta* ao herbicida atrazina Atanor baseada em três testes de toxicidade aguda.

A tabela 1 mostra a classificação dos agrotóxicos, segundo Zucker (1985), em relação às suas classes de toxicidade. De acordo com esta classificação a atrazina pode ser considerada moderadamente tóxico para o cladóceros *Moina minuta* durante a exposição de 48 horas, já que a  $CE_{50} - 48\text{-h}$  média registrada foi de  $9,39 \text{ mg L}^{-1}$ , enquadrando-se na faixa entre 1 e  $10 \text{ mg L}^{-1}$ .

**Tabela 1** - Classes de toxicidade aguda de agrotóxicos para organismos aquáticos, segundo Zucker (1985).

Classe de toxicidade	CL50 ou CE50 (mg.L <sup>-1</sup> )
Extremamente tóxico	< 0,1
Altamente tóxico	0,1 a 1,0
Moderadamente tóxico	> 1,0 a < 10
Ligeiramente tóxico	> 10 a < 100
Praticamente não-tóxico	> 100

Freitas e Rocha (2011) testaram a toxicidade aguda de atrazina (99% de pureza) em uma espécie de cladóceros tropical, *Pseudosida ramosa* e obtiveram uma  $CL_{50} - 48\text{-h}$  de  $17,1 \text{ mg L}^{-1}$ . Comparando-se a sensibilidade de *P. ramosa* e *M. minuta* observa-se que a última é mais sensível, no entanto, devido à formulação do produto (% de ingrediente ativo de atrazina) diferentes valores podem ser obtidos.



No presente estudo, foi utilizado o produto comercial do herbicida atrazina (50 % de pureza), o qual contém em sua formulação, além do ingrediente ativo, outros compostos como os surfactantes, os quais são adicionados para aumentar a eficácia do agrotóxico. Tais compostos podem gerar reações diferenciadas daquelas que ocorrem apenas com o ingrediente ativo, podendo, inclusive, aumentar a toxicidade. Nesse sentido diversos estudos têm demonstrado a elevada toxicidade dos surfactantes para os organismos aquáticos (HENRY; HIGGINS e BUHL 1994; VAN DE PLASSCHE et al. 1999; YING, 2006).

Nesse sentido, os estudos desenvolvidos por Pereira et al. (2009) evidenciaram este fato. Os autores expuseram vários organismos-teste, inclusive *Daphnia magna*, a três diferentes tipos de agrotóxicos, com o objetivo de comparar a sensibilidade tanto da formulação comercial quanto a do ingrediente ativo. Em geral, os resultados demonstraram que a formulação comercial foi mais tóxica do que a do ingrediente ativo para dois dos agrotóxicos testados.

De forma adicional à avaliação ecotoxicológica em laboratório, os experimentos conduzidos em campo com o produto comercial do agrotóxico têm sido sugeridos como uma alternativa ou complementação na avaliação de risco, pois estes estudos oferecem dados ecologicamente relevantes, possibilitando que outros fatores sejam avaliados de forma conjunta, já que a aplicação em sistemas agrícolas por produtores rurais é realizado utilizando-se o produto comercial.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de  $CE_{50}$  ou  $CL_{50}$  ( $mg L^{-1}$ ) para diferentes organismos aquáticos expostos ao herbicida atrazina, compilados da literatura. Ao se comparar a  $CE_{50}$  da atrazina obtida para *M. minuta* e de outras espécies, observa-se que este organismo - teste foi mais sensível à atrazina do que a maior parte das espécies anteriormente testadas.

**Tabela 2:** Valores de toxicidade aguda ( $CL_{50}$  ou  $CE_{50}$ ) obtidos a partir da literatura para diferentes espécies (cladóceros e outros grupos taxonômicos) expostos à atrazina.

Organismos-teste	Parâmetros	$CL_{50}/CE_{50}$ ( $mg L^{-1}$ )	Referências
<b>Cladocera</b>			
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Imobilidade - 48 h	14,6	Foster et al. (1998)
<i>Moina minuta</i>	Imobilidade - 48 h	14,3	Presente estudo



<i>Daphnia carinata</i>	Imobilidade - 48 h	24,6	Phyu et al. (2004)
	Mortalidade - 48h	60,6	He et al. (2012)
<i>Daphnia magna</i>	Mortalidade - 48h	>1,000	Wan et al. (2006)
	Imobilidade - 48 h	35,5	Palma et al. (2008)
<i>Daphnia pulex</i>	Imobilidade - 48 h	36,5	Hartman and Martin (1985)
<i>Pseudosida ramosa</i>	Mortalidade - 48h	17,1	Freitas and Rocha (2011)
<b>Other taxonomic groups</b>			
<i>Vibrio fischeri</i>	Inibição da luminescência	69,4	Palma et al. (2008)
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	Inibição do Crescimento- 72h	0,196	Pérez et al. (2011)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Inibição do Crescimento - 96h	0,015	He et al. (2012)
<i>Hyalella azteca</i>	Mortalidade - 96h	33,0	Wan et al., 2006
<i>Gammarus pulex</i>	Mortalidade - 96h	14,9	Taylor et al. (1991)
<i>Thamnocephalus platyurus</i>	Mortalidade - 24h	36,7	Palma et al. (2008)
<i>Chironomus riparius</i>	Mortalidade - 240h	18,9	Taylor et al. (1991)
<i>Rana catesbeiana</i>	Mortalidade - 48h	>480	Wan et al. (2006)
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Mortalidade - 48h	48,0	Wan et al. (2006)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalidade - 48h	48,0	Wan et al. (2006)
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Mortalidade - 48h	46,0	Wan et al. (2006)

Os resultados obtidos no presente trabalho são promissores tendo em vista a sensibilidade observada para a espécie utilizada como organismo-teste. Além disso, pelo fato de *Moina minuta* ser uma espécie facilmente encontrada em corpos d'água brasileiros, esta espécie poderá ser uma ferramenta bastante útil para a avaliação da toxicidade deste e de outros agrotóxicos, visando a obtenção de subsídios para ações voltadas à preservação da diversidade da biota aquática.



## 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados de toxicidade e comparações entre outros organismos aquáticos, concluiu-se que a espécie *Moina minuta* foi bastante sensível ao herbicida atrazina. Assim, o uso desta espécie como organismo-teste é relevante em estudos ecotoxicológicos. No entanto, mais estudos de toxicidade aguda e crônica devem ser realizados para a avaliação dos diferentes efeitos (mortalidade, reprodução, desenvolvimento tardio e malformações) pela ação deste composto nos ecossistemas aquáticos, a fim de gerar dados para integrar a avaliação de risco deste agrotóxico visando a proteção de organismos não-alvo das ameaças representadas pela presença deste produto no ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12713.

**Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Cladocera, Crustacea).** 2003a. 17p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR13373.

**Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).** 2003b. 15p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 12713.

**Ecotoxicologia aquática - Toxicidade Aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea).** Rio de Janeiro, 2004. 21p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13373.

**Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp. (Crustacea, Cladocera).** Rio de Janeiro, 2005. 15p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Água – Teste de toxicidade aguda com *Daphnia similis* Claus, 1876 (Cladocera, Crustacea).** São Paulo: CETESB, (Norma técnica L5 018). 1991.



ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil.** Universa, Brasília. 1997.

ENVIRONMENTAL CANADA. **Biological test method: acute lethality test using *Daphnia* spp.** Report EPS1/RM/11. 55. 1990.

ENVIRONMENTAL CANADA. **Biological test method: reference method for determining acute lethality of effluents to *Daphnia magna*.** Reference method EPS1/RM/14. 21. 2000.

ENVIRONMENTAL CANADA. **Biological test method: test of reproduction and survival using the cladoceran *Ceriodaphnia dubia*.** Report EPS1/RM/21. 74. 2007.

FILIZOLA, H. F. et al. **Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em águas superficial e subterrânea na região de Guaíra.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 37:5, 2002. 659-667p.

FOSTER, S., THOMAS, M. & KORTH, W. **Laboratory-derived acute toxicity of selected pesticides to *Ceriodaphnia dubia*.** Austral J Ecotoxicol. 1998. Vol. 4, 53–59 p.

FREITAS, E.C. & ROCHA, O. **Acute toxicity tests with the tropical cladoceran *Pseudosida ramosa*: the importance of using native species as test organisms.** Arch EnvironContam Toxicol. 2002. Vol. 60, 241–249 p.

HAMILTON, M.A., RUSSO, R.C. & THURFTON, R.B. **Trimmed Spearman–Karber method for estimating median lethal concentration in toxicity bioassays.** Environmental Science and Technology, 1977. Vol. 11, n. 7, p. 714–719.

HARTMAN, N.K. and MARTIN, D.B. **Effects of four agricultural pesticides on *Daphnia pulex*, *Lemna minor* and *Potamogeton pectinatus*.** B Environ Contam Toxicol. 1985. Vol. 5:646–651p.

HE, H., YU, J., CHEN, G., LI, W., HE, J. and LI, H. **Acute toxicity of butachlor and atrazine to freshwater green alga *Scenedesmus obliquus* and cladoceran *Daphnia carinata*.** Ecotoxicology and Environmental Safety. 2012. Vol. 80: 91–96 p.

HENRY, C. J.; HIGGINS, K. F.; BUHL, K. J. **Acute Toxicity and Hazard Assessment of Rodeo®, X- 77 Spreader®, and Chem-Trol® to Aquatic Invertebrates.** Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1994. Vol.27, 392-399 p.



HUBER, A.; BACH, M.; FREDE, H.G. **Modeling pesticide losses with surface runoff in Germany.** The Science of the Total Environment. 1998. Vol. 223, 177-191p.

KNIE, J.L.W.; LOPES, E.W.B. **Testes Ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações.** Florianópolis: FATMA. 2004. 288 p.

KNUESLI, E. **History of the development of triazine herbicide.** Residue Rev.1970. Vol. 32:1-9 p.

LERCH, R.N.; BLANCHARD, P. E. **Watershed vulnerability to herbicide transport in northern Missouri and southern Iowa streams.** Environ. Sci. Technol. 2003. Vol.37, p. 5518-5527.

MÜLLER, H. **Wachstum and phosphatbedarf von Nitzschia actinastroides (Lemn.).** Goor in statischer und homokontiuierlicher kultur unter phosphatlimitierung. Arch Hydrobiol Suppl. 1972. Vol.38, 399-484 p.

PALMA, P., PALMA, V. L., FERNANDES, R. M., SOARES, A.M.V.M. and BARBOSA, I.R. **Acute toxicity of atrazine, endosulfan sulphate and chlorpyrifos to *Vibrio fischeri*, *Thamnocephalus platyurus* and *Daphnia magna*, relative to their concentrations in surface waters from the Alentejo region of Portugal.** Bull Environ Contam Toxicol. 2008. Vol. 81(5),485-489 p.

PEREIRA, J. L. et al. **Toxicity evaluation of three pesticides on non-target aquatic and soil organisms: commercial formulation versus active ingredient.** Ecotoxicology. 2009. Vol. 18, 455-463 p.

PÉREZ, J., DOMINGUES, I., SOARES, A.M. & LOUREIRO, S. **Growth rate of *Pseudokirchneriella subcapitata* exposed to herbicides found in surface waters in the Alqueva reservoir (Portugal): a bottom-up approach using binary mixtures.** Ecotoxicology. 2011. Vol. 20(6), 1167-1175 p.

PHYU, Y.L., WARNE, M.J. & LIM, R.P. **Toxicity of atrazine and molinate to the cladoceran *Daphnia carinata* and the effect of river water and bottom sediment on their bioavailability.** Arch Environ Contam Toxicol. 2004. Vol. 46, 308-315 p.

SCHÄFER, R. B. et al. **Effects of pesticides on community structure and ecosystem functions in agricultural streams of three biogeographical regions in Europe.** Science of the Total Environment. 2007. Vol. 382, 272-285 p.



SINDAG - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA, HISTÓRICO. Disponível em: <<http://www.sindag.org.br>> Acesso em 11 de agosto de 2013.

TAYLOR, E.J., MAUND, S.J., PASCOE, D. **Toxicity of four common pollutants to the freshwater macroinvertebrates *Chironomus riparius* Meigen (Insecta:Diptera) and *Gammarus pulex* (L.) (Crustacea: Amphipoda).** Arch Environ Contam Toxicol. 1991. Vol. 21(3), 371-6 p.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Atrazine, simazine and cyanazine; notice of initiation of special review.** Fed. Reg. 1994. Vol. 59, 60412–60443 p.

VEIGA, M. M. et al. **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2006. Vol. 22:11, 2391-2399 p.

VAN DE PLASSCHE, E. J. et al. **Predicted no-effect concentrations and risk characterization of four surfactants: linear alkyl benzene sulfonate, alcohol ethoxylates, alcohol ethoxylated sulfates, and soap.** Environmental Toxicology and Chemistry, 1999. Vol.18:11, 2653–2663 p.

WAN, M.T., BUDAY, C., SCHROEDER, G., KUO, J. and PASTERNAK, J. **Toxicity to *Daphnia magna*, *Hyalella azteca*, *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus mykiss*, *Oncorhynchus tshawytscha*, and *Rana catesbeiana* of Atrazine, Metolachlor, Simazine, and Their Formulated Products.** B Environ Contam Tox. 2006. Vol. 76, 52-58 p.

WINNER, R.W. **Evaluation on the relative sensitivities of 7.D. *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia* toxicity tests for cadmium and sodium pentachlorophenate.** Environmental Toxicology and Chemistry. 1988. Vol. 7, 153-159 p.

WOGRAM, J. & LIESS, M. **Rank ordering of macroinvertebrate species sensitivity to toxic compounds by comparison that of *Daphnia magna*.** Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2001. Vol. 67, 360-367 p.

YING, G.G. **Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment.** Environment International, 2006. Vol. 32, 417 – 431p.

ZAMBRONE, F. A. D. **Perigosa família: Agrotóxicos.** Ciência hoje. 1986. Vol. 4:22, 44-47 p.



*Periódico Eletrônico*

# Fórum Ambiental

*da Alta Paulista*

ISSN 1980-0827  
Volume 9, Número 11, 2013

Saúde, Saneamento e  
Meio Ambiente



**ANAP**

ZUCKER, E. Hazard Evaluation Division - Standard Evaluation Procedure – Acute toxicity test for freshwater fish. (USEPA Publication 540/9-85-006), 1985.