

# ATIVIDADES DE PESQUISA DA EMBRAPA NA REGIÃO

Marco Antonio F. Gomes – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA

## POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELO HERBICIDA TEBUTHIURON – ESTUDO DE CASO NA MICROBACIA DO CÓRREGO ESPRAIADO, RIBEIRÃO PRETO/SP.

### 1. Introdução

A cidade de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, é abastecida integralmente pela água proveniente do Aquífero Guarani, cujas porções de recarga, na região, têm sido ocupadas com atividade intensiva de cana-de-açúcar. Dentre os herbicidas mais usados nessa cultura está o tebuthiuron, cujas características indicam ser um produto com elevado potencial de lixiviação e, portanto, com possibilidades de contaminação da água subterrânea da região. Em razão disso, o referido herbicida foi selecionado para discussão no presente trabalho, com a análise dos dados referentes ao período compreendido entre 1995 e 1999, considerando a água do poço semi-artesiano da Fazenda São José, localizado dentro da Microbacia do Espraiado, cuja porção jusante contempla áreas de recarga do Aquífero Guarani.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar aspectos relativos à ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da Microbacia do Córrego Espraiado, no período compreendido entre os anos de 1995 e 1999, avaliar os estudos de simulação de seu comportamento com o uso do CMLS<sup>94</sup> e, por fim, estimar o potencial de contaminação ou risco que esse produto oferece para a água subterrânea.

### 2. Material e Métodos

A área objeto de estudo situa-se entre as coordenadas 21° 05'00" e 21° 20'00" de latitude sul e 47° 40' e 47° 50' de longitude W.Gr. A altitude média é de 600 m. O relevo dominante é do tipo suave ondulado. O solo é constituído predominantemente por Latossolo Vermelho Eutrófico e Distrófico, classificados pela Sistema Brasileiro mais antigo como Latossolo Roxo dos tipos Eutrófico e Distrófico em proporções semelhantes (MIKLÓS & GOMES, 1996). Na porção mais jusante da área, representativa da recarga do Aquífero Guarani, predominam solos arenosos do tipo Latossolo Vermelho Distrófico psamítico e Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999b).

A geologia é constituída por dois litotipos distintos: rochas basálticas da Formação Serra Geral à montante e arenitos da Formação Botucatu à jusante da área. Do ponto de vista climatológico, a área está inserida na classificação climática do tipo tropical de inverno seco de savana (AW) conforme Köppen. A temperatura média anual oscila entre 21 e 22 °C. A precipitação anual varia de 1300 a 1500 mm. A evapotranspiração potencial obtida pelo método de *Thorntwaite* atinge 1000 mm/ano.

A seleção do agrotóxico discutido neste trabalho, teve por base a intensidade de uso (quantidade e frequência de aplicação), conforme dados apresentados no quadro 1, e o potencial de lixiviação, classificado de acordo com o índice GUS proposto por Gustafson (1989) e apresentado no quadro 2.

**Quadro 1.** Pesticidas/herbicidas mais usados e respectivas doses (kg i.a./ha e L i.a./ha) na microbacia do Córrego Espraiado no período de 1993 a 1998.

Herbicidas	Ano de aplicação					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Diuron	2,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Ametrina	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Tebuthiuron	0,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Hexazinone	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

A dose reduzida de tebuthiuron usada no ano de 1993 foi devida à mistura com ametrina, totalizando uma aplicação conjunta de 2,5 kg i.a./ha. À partir de 1994, essa combinação foi ajustada, passando o tebuthiuron a ser aplicado conforme a dose normal recomendada (1,1 kg i.a./ha) e a ametrina conforme a dose mínima recomendada (1,5 kg i.a./ha). O índice GUS (Gustafson, 1989), conforme equação abaixo, foi calculado para os principais herbicidas usados na área de estudo:

$$GUS = \log (t^{1/2}) \cdot [4 - \log (Koc)]$$

Dados de meia-vida ( $t^{1/2}$ ) e coeficiente de sorção (Koc) foram obtidos da literatura e são apresentados no quadro 3, assim como o índice GUS calculado para cada herbicida. Como, dentre os pesticidas mais usados na microbacia, o tebuthiuron tem o maior potencial de lixiviação, selecionou-se esse herbicida para monitoramento de sua ocorrência em água subterrânea na área de estudo. O tebuthiuron apresenta uma combinação de relativa baixa sortividade (Koc) com longa meia-vida ( $t^{1/2}$ ) no solo, o que resulta em alta lixiviabilidade.

**Quadro 2.** Classificação dos pesticidas/herbicidas mais usados na microbacia do Córrego Espraiado, conforme o potencial de lixiviação expresso pelo índice GUS (Gustafson, 1989).

Pesticida/Herbicida	Koc (ml/g)	$t^{1/2}$ (dias)	GUS
Ametrina	300	60	2,7
Diuron	480	90	2,6
Hexazinone	54	90	4,4
Tebuthiuron	80	360	5,4

Com a seleção do tebuthiuron, estabeleceu-se o esquema de monitoramento por meio de amostragem da água do poço da Fazenda São José, localizada dentro de microbacia do Córrego Espraiado, com profundidade de 53 metros. A sistemática de coleta de amostras de água obedeceu a captação direta em recipiente de vidro âmbar de 1000 ml, a partir de uma torneira junto ao poço, em períodos mensais (outubro, novembro e dezembro) durante o ano de 1995, e bimestrais durante os anos de 1996, 1997, 1998 e 1999. As amostras de água para análise foram compostas de 4 alíquotas tomadas em diferentes profundidades no recipiente de 1000 ml, como forma de se expressar uma amostragem do tipo composta. As amostras de água foram submetidas às análises por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), utilizando-se um equipamento acoplado ao detector de absorção UV e amostrador Rheodyne de 20  $\mu$ L. Os resultados dessas análises encontram-se nas figuras 1 e 2.

Para efeito de simulação foram realizados cenários no simulador CMLS-94 "Chemical Movement in Layered Soils" (NOFZIGER & HORNSBY, 1994) que permite estimar a quantidade relativa de cada químico presente no solo em qualquer instante de tempo, dentro do período estipulado para a simulação, cujos resultados encontram-se expressos na tabela 1.

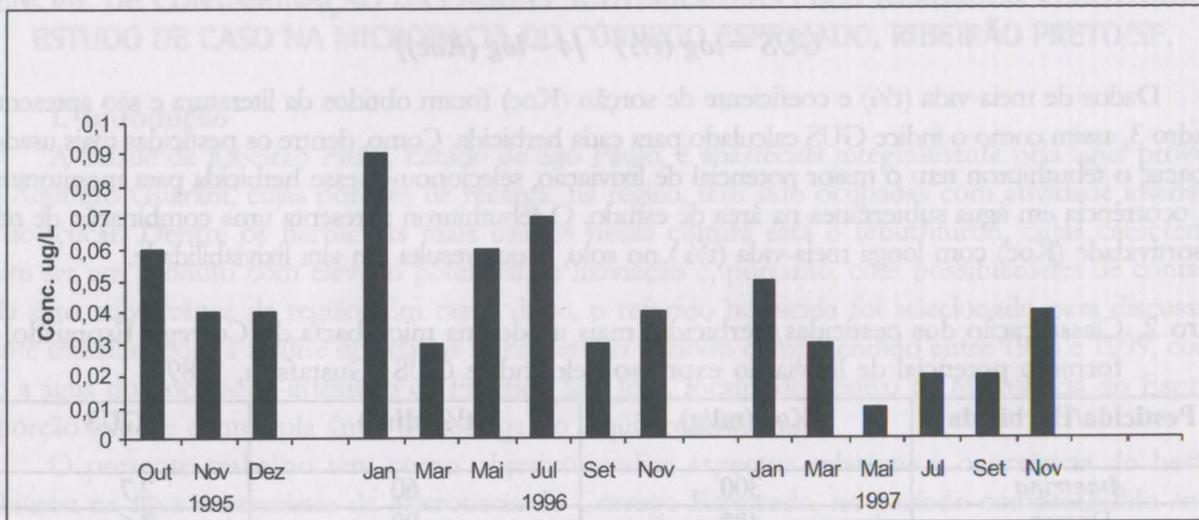
**Tabela 1.** Valores de profundidade em metros e de quantidade em Kg/ha dos principais herbicidas encontrados ao final de quatro anos de simulação com o CMLS<sub>94</sub> em um Neossolo Quartzarênico da microbacia do Córrego Espraiado, Ribeirão Preto-SP.

Herbicida	Profundidade	Quantidade
Ametrina	4,77	0,006 x 10 <sup>-3</sup>
Diuron	1,45	1,6 x 10 <sup>-4</sup>
Tebuthiuron	9,43	1,2 x 10 <sup>-1</sup>
Hexazinone	21,84	17,0 x 10 <sup>-5</sup>

Fonte: PESSOA et al (1998); PESSOA et al (1999).

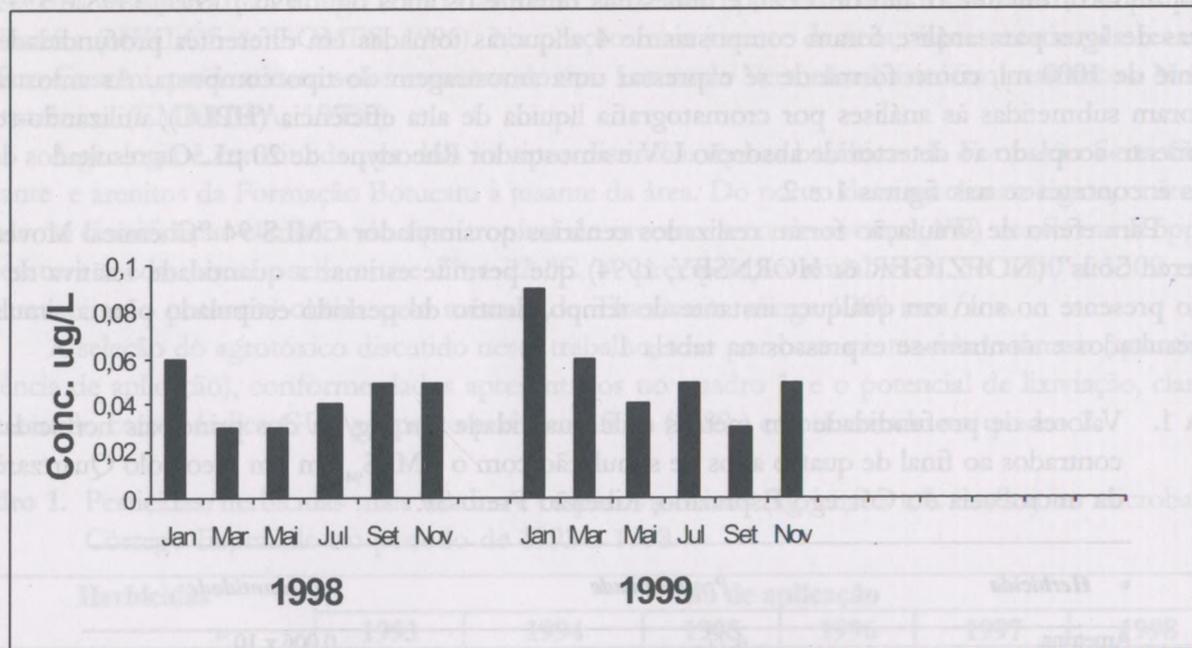
3. Resultados e Discussão

**Figura 1.** Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do Córrego Espraiado, Ribeirão Preto/SP durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 1995 e bimestralmente durante os anos de 1996 e 1997.



Fonte: EMBRAPA (1999a); GOMES et al (2001).

**Figura 2.** Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do Córrego Espraiado, Ribeirão Preto/SP com frequência bimestral durante os anos de 1998 e 1999.



Fonte: EMBRAPA (1999a); GOMES et al (2001).

#### 4. Conclusões

A presença do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da área estudada em concentrações superiores aos demais produtos usados e, em alguns casos, com valores bem próximos ao nível crítico estabelecido pela OMS (Portaria Ministério da Saúde nº 36/90) para o padrão de potabilidade, mostra que esse herbicida oferece um risco efetivo de contaminação da água subterrânea, merecendo investigações mais detalhadas.

As características físicas dos solos da área estudada, particularmente os Neossolos Quartzarênicos, ressaltam a sua expressiva *vulnerabilidade natural* que, aliada ao *alto potencial de lixiviação* e outras propriedades físico-químicas do herbicida tebuthiuron, refletem uma situação de risco real ou efetivo de contaminação da água subterrânea, conforme mencionado na conclusão anterior.

O método de seleção de pesticidas proposto foi capaz de identificar pesticidas/herbicidas potencialmente lixiviáveis para águas subterrâneas, confirmado pelos estudos de simulação com o CMLS<sub>94</sub> para o herbicida tebuthiuron, que indicou a possibilidade de seu deslocamento a uma profundidade de, aproximadamente, 10 metros, considerando um período de quatro anos.

O método de simulação do movimento de agrotóxicos CMLS<sub>94</sub> foi satisfatório na avaliação da previsão de deslocamento do tebuthiuron, mostrando que se trata, de fato, de um produto com grandes possibilidades de contaminação do Aquífero Guarani, a partir de suas áreas de recarga, cuja profundidade média está em torno de 40 metros.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. Impacto ambiental e implicações sócio-econômicas da agricultura intensiva em água subterrânea. Embrapa, Jaguariúna, 1999a. 36 p. (relatório final de projeto).
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999b. 412 p.
- GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; LANCHOTTE, V.L. Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do Córrego Espraiado, Ribeirão Preto-SP. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 11. p. 65-76. 2001.
- GUSTAFSON, D.I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v.8, p.339-357, 1989.
- MIKLÓS, A. A. W.; GOMES, M. A. F. **Levantamento semi-detalhado dos solos da bacia hidrográfica do Córrego do Espraiado, Ribeirão Preto-SP**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1996. 48 p. (Relatório de Consultoria ).
- NOFZIGER, D.L.; HORNSBY, .A.G. CMLS-94 –Chemical Movement in Layered Soils. Oklahoma: University of Florida – Department of Agronomy, 1994. 76p.
- PESSOA, M.C.P.Y.; GOMES, M.A.F.; DORNELAS DE SOUSA, M.; NICOLELLA, G.; CERDEIRA, A. L.; MONTICELLI, A. Simulação do movimento de herbicidas utilizados no monocultivo de cana-de-açúcar em Areia Quartzosa da área de recarga do Aquífero Guarani (antigo Botucatu) em Ribeirão Preto, SP. **Rev. Cient. Rural**, 3 (2) : 11-19 1998.
- PESSOA, M.C.P.Y.; GOMES, M.A.F.; SOUZA, M.D.; CERDEIRA, A.L.; NEVES, M.C.; NICOLELLA, G. Estudos de simulação da movimentação vertical de herbicidas em solos com cana-de-açúcar na microbacia do Córrego Espraiado, Ribeirão Preto(SP). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 44p. (Embrapa Meio Ambiente. **Boletim de Pesquisa** 1).