

## 2.3 PESTICIDAS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO CAMANDUCAIA – MG E SP

Robson R. M. Barizon<sup>(1)</sup>, Vera Lúcia Ferracini<sup>(2)</sup>, Ricardo de Oliveira Figueiredo<sup>(3)</sup>  
<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil. [robson.barizon@embrapa.br](mailto:robson.barizon@embrapa.br). <sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil. [vera.ferracini@embrapa.br](mailto:vera.ferracini@embrapa.br). <sup>3</sup>Embrapa Meio Ambiente. Rodovia SP 340, km 127,5. Jaguariúna – São Paulo - Brasil. [ricardo.figueiredo@embrapa.br](mailto:ricardo.figueiredo@embrapa.br)

### RESUMO

Apesar de o Brasil ser um dos maiores consumidores de pesticidas do mundo, poucos estudos estão disponíveis na literatura sobre o impacto destes compostos sobre os recursos hídricos. Na bacia do rio Camanducaia não há registro de estudos que tenham avaliado a presença destas moléculas. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença, no rio Camanducaia e alguns de seus afluentes, de 50 moléculas de pesticidas empregadas pela agricultura brasileira. As amostras de água foram coletadas em 12 pontos da bacia e analisadas por cromatografia gasosa (CG-MS/MS) e líquida (LC-MS/MS). Sete das 50 moléculas analisadas foram encontradas em oito pontos de coleta. As detecções ocorreram ao longo do monitoramento (10/2015 a 02/2016) e podem ser relacionadas com a boa distribuição de chuvas no período. A atrazina foi o pesticida com maior frequência de detecção.

**PALAVRAS-CHAVE:** agroquímico. monitoramento. resíduos.

### ABSTRACT

Although Brazil is one of the largest pesticide consumers in the world, few studies have addressed the impact of these compounds on water resources. In particular, the presence of pesticides in the Camanducaia watershed has not been studied. The objective of this work was to evaluate the presence of 50 pesticides in the Camanducaia River and some of its tributaries. Water samples were collected at 12 points and analyzed by gas chromatography (GC-MS/MS) and liquid (UPLC-MS/MS). Seven of the 50 pesticides analyzed were above detection limits at eight sampling points. Detections occurred throughout the monitoring period (10/2015 to 02/2016), which can be attributed to the adequate rainfall distribution at that time. Atrazine was the ubiquitous pesticide.

**KEYWORDS:** agrochemical. monitoring. residues.

### INTRODUÇÃO

O atual modelo de produção agrícola no Brasil, adotado pela ampla maioria dos produtores, baseia-se no uso de insumos e variedades melhoradas, em um cenário de baixa biodiversidade, para assegurar produtividades que garantam um retorno econômico mínimo para os produtores rurais. Dentre os insumos utilizados neste sistema, os pesticidas destacam-se pela importância no manejo fitossanitário, atuando no controle de pragas que podem reduzir o potencial produtivo em até 70%. Entretanto, o uso destas substâncias na agricultura tem gerado grande preocupação em função dos potenciais impactos negativos que os pesticidas podem causar, entre eles a contaminação dos recursos hídricos (ALBUQUERQUE et al., 2016; DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014).

No Brasil, apesar da importância do tema, poucos estudos têm sido realizados para avaliar a presença de pesticidas em águas superficiais e subterrâneas. Os programas oficiais de monitoramento analisam poucas moléculas,

a maioria já obsoletas, e sem considerar as características regionais dos sistemas de produção (BARBOSA; SOLANO; UMBUZEIRO, 2015).

A sub-bacia do rio Camanducaia integra a bacia do rio Piracicaba que, juntamente com os rios Capivari e Jundiá formam as bacias PCJ, de grande importância para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo e Campinas. Na porção superior da bacia, o relevo é forte-ondulado a montanhoso, passando a ondulado e suave-ondulado conforme o rio Camanducaia se aproxima de sua foz. O uso do solo predominante na bacia é a pastagem, mesmo na porção superior onde o relevo é montanhoso. Entretanto, nos últimos anos constata-se uma rápida expansão de atividades agrícola na região, especialmente a produção de milho e olerícolas.

O controle fitossanitário nestas culturas normalmente é realizado de forma intensiva, com aplicação frequente de pesticidas para o controle de pragas. Esta alta intensidade de aplicação de pesticidas, somada às características físicas da bacia do rio Camanducaia, pode representar um risco para a qualidade das águas superficiais, uma vez que estas substâncias podem ser transportadas via escoamento superficial ou fluxo subsuperficial até os cursos d'água. O objetivo deste estudo foi avaliar a presença de pesticidas nas águas do rio Camanducaia e alguns de seus afluentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

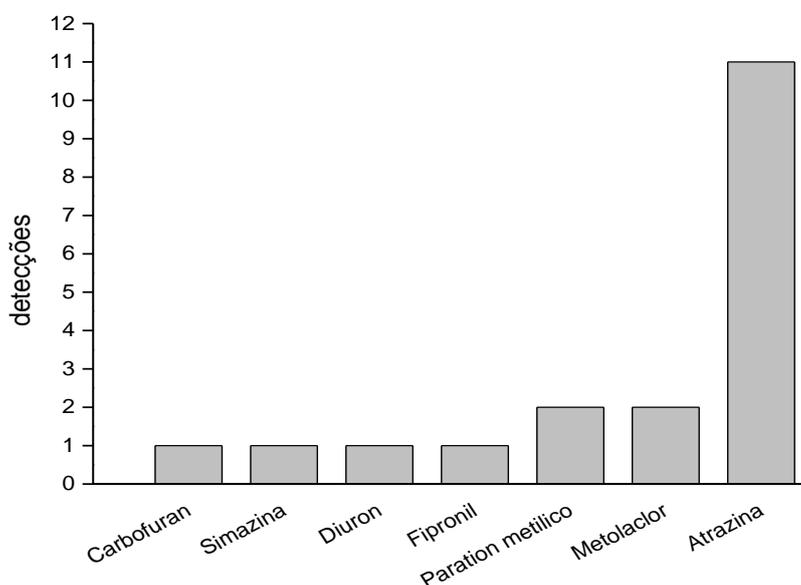
**Área de estudo:** O rio Camanducaia está localizado na região sudeste do Brasil e possui uma área de drenagem de aproximadamente 870 km<sup>2</sup> e extensão de 160 km. As nascentes localizam-se no sul do estado de Minas Gerais, no município de Toledo, e a foz encontra-se em Jaguariúna, já no estado de São Paulo, sendo um contribuinte do Rio Jaguari, que forma juntamente com o Rio Atibaia, o Rio Piracicaba. A altitude na porção superior da bacia do Camanducaia chega a ultrapassar 1.500 m e atinge pouco mais de 500 em sua foz. A precipitação média anual na bacia varia de 1.600 mm na parte superior da bacia até 1.300 mm na região de Jaguariúna. A bacia apresenta clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. Na porção superior da bacia o verão é mais ameno, com temperatura média do mês mais quente do ano inferior a 22 °C, sendo definido como Cwb pela classificação de Koppen. Na parte mais baixa da bacia o clima é classificado como Cwa, com verão mais quente.

**Amostragem:** Foram selecionados 12 pontos de amostragem na bacia, sendo quatro pontos na calha do rio Camanducaia e os oito restantes em alguns de seus afluentes. As amostras de água superficial foram coletadas quinzenalmente no período de outubro/2015 a fevereiro/2016, totalizando 105 amostras em situações diferenciadas de vazões afetadas por eventos de chuva de diferentes magnitudes. Todos os pontos foram amostrados em cada uma das campanhas de coleta. As coletas foram realizadas com um recipiente plástico em polipropileno, na calha central do curso d'água e em uma profundidade variando de 15 – 30 cm. Em seguida, as amostras de água foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 1L e mantidas sob refrigeração até serem transportadas para o laboratório.

**Análise química.** Para determinação multiresíduo de 18 pesticidas por cromatografia gasosa (GC-MS/MS) foi utilizado o método de extração em fase sólida (SPE- *solid phase extraction*). A determinação de 32 pesticidas no sistema de cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC-MS/MS), foi realizada por meio de injeção direta da amostra, sem concentração e/ou *clean-up*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 50 moléculas analisadas nos dois métodos cromatográficos empregados neste estudo, sete pesticidas foram detectados nas amostras de água da bacia (resultados > limite de detecção - LD) (Figura 1). A contaminação de cursos d'água por pesticidas pode ocorrer de diferentes formas, sendo as principais: escoamento superficial decorrente de chuvas intensas, rápida lixiviação ocasionada por fluxo preferencial através de rachaduras e fissuras no solo, fluxo subsuperficial através de caminhos preferenciais acima de camada impermeável ou de baixa condutividade hidráulica, deriva ocasionada por ventos no momento da aplicação e por perdas pontuais, principalmente na lavagem e abastecimento de pulverizadores diretamente nos rios, o que é proibido, mas de certa forma ainda comum entre produtores rurais (TANG; ZHU; KATOU, 2012).



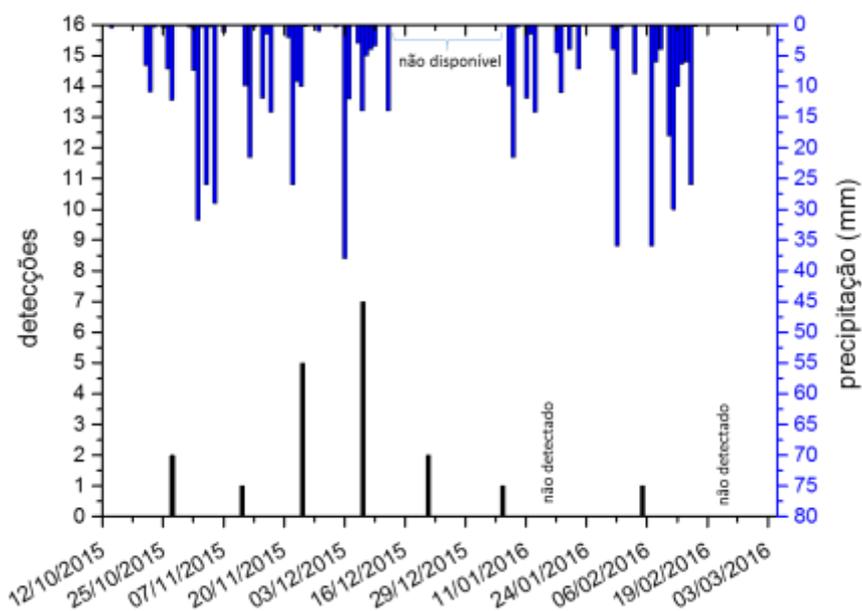
**Figura 1.** Pesticidas detectados em oito dos 12 pontos monitorados na bacia do rio Camanducaia.

A atrazina foi o composto mais detectado no monitoramento, sendo verificada sua presença em oito dos 12 pontos monitorados na bacia do rio Camanducaia (dados não publicados). O milho é a cultura agrícola com maior área plantada na bacia do rio Camanducaia e utiliza grandes quantidades de atrazina no controle de plantas daninhas na fase de pré-germinação e desenvolvimento inicial da cultura, o que justifica o seu índice maior de detecção. A atrazina é frequentemente detectada em águas superficiais (MANDIKI et al., 2014; LERCH et al., 2011) sendo atribuída sua mobilidade principalmente à sua moderada persistência no ambiente e baixa capacidade de retenção no solo.

O transporte de pesticidas é função principalmente das propriedades físico-químicas das moléculas e das condições edafoclimáticas do ambiente onde foram aplicados (MÜLLER et al., 2004). A retenção dos pesticidas no solo é inversamente proporcional à sua solubilidade em água e pode ser expressa pelo coeficiente de adsorção normalizado para carbono orgânico ( $K_{oc}$ ). Das sete moléculas detectadas neste monitoramento, cinco delas (atrazina, carbofuran, metolaclor, simazina e paration metílico) apresentam  $K_{oc}$  menor que 500, indicando potencial de mobilidade.

Em praticamente todas as campanhas de coleta houve pelo menos uma detecção de pesticida (Figura 2). Na bacia do rio Camanducaia, as culturas são

cultivadas principalmente no período chuvoso, coincidindo assim o período de precipitações intensas com o período de aplicação dos pesticidas. Durante a condução do monitoramento, as chuvas ocorreram frequentemente (Figura 2) e algumas delas apresentaram volume expressivo, com acúmulo em 24 horas superior a 30 mm. O elevado volume de chuvas, associado com níveis de umidade no solo próximos da saturação (em função das chuvas frequentes) contribuíram para a geração de escoamento superficial, com conseqüente transporte dos pesticidas tanto em solução quanto associados aos sedimentos. (MÜLLER et al., 2004).



**Figura 2.** Total de resultados positivos (> LD) para a presença de pesticidas nas amostras de água e a precipitação acumulada diária durante o período do monitoramento no município de Pedra Bela – SP.

### CONCLUSÕES

Sete dos 50 pesticidas analisados foram detectados nas águas superficiais da bacia do rio Camanducaia. A atrazina foi o pesticida com maior frequência de detecção, em função do milho ser a principal cultura cultivada na bacia e utilizar doses elevadas deste composto. As detecções ocorreram ao longo do monitoramento e podem ser relacionadas com a boa distribuição de chuvas no período.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à EMBRAPA (SEG-021421002) e à FAPEMIG (APQ-03157-13) pelo apoio a este trabalho no âmbito do projeto de pesquisa "Efeitos do Uso do Solo sobre Aspectos Quali-Quantitativos dos Recursos Hídricos nas Áreas de Cabeceira das Bacias dos Rios Camanducaia e Jaguari" numa parceria da Rede AgroHidro.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. F. et al. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, v. 18, n. 7, p. 779–787, 2016.

BARBOSA, A. M. C.; SOLANO, M. DE L. M.; UMBUZEIRO, G. DE A. Pesticides in Drinking Water - The Brazilian Monitoring Program. **Frontiers in public health**, v. 3, n. November, p. 246, 2015.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas Main aspects of the pollution in Brazilian rivers by pesticides. n. 2011, p. 1296–1301, 2014.

LERCH, R. N. et al. Herbicide Transport in Goodwater Creek Experimental Watershed: I. Long-Term Research on Atrazine. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 47, n. 2, p. 209–223, 2011.

MANDIKI, S. N. M. et al. Effect of land use on pollution status and risk of fish endocrine disruption in small farmland ponds. **Hydrobiologia**, v. 723, n. 1, p. 103–120, 2014.

MÜLLER, K. et al. **Herbicide loss in runoff: Effects of herbicide properties, slope, and rainfall intensity** **Australian Journal of Soil Research**, 2004.

TANG, X.; ZHU, B.; KATOU, H. A review of rapid transport of pesticides from sloping farmland to surface waters: Processes and mitigation strategies. **Journal of Environmental Sciences**, v. 24, n. 3, p. 351–361, 2012.