

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS EM AGRICULTURA IRRIGADA - ESTUDO DE CASO**P. J. VALARINI**

Eng^o.-Agr^o., Dr., Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP,
(19) 3867-8766, e-mail: valarini@cnpma.embrapa.br.

L.S. DE ABREU; M.A. LIMA; M.C. NEVES; A. CHAIM;
H. F. FILIZOLA; L.G. DE TOLEDO; A.S. SILVA
Pesquisadores, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver métodos e procedimentos para monitorar e avaliar o impacto ambiental do uso dos agrotóxicos em áreas irrigadas e introduzir medidas mitigadoras. Para esse fim, adotou-se um modelo conceitual que possibilitou que a pesquisa fosse realizada com enfoque sistêmico e interdisciplinar. Microbacias hidrográficas com potencial de risco de degradação ambiental foram selecionadas na região de Guaíra, SP, para o estudo da dinâmica da paisagem rural e da avaliação do impacto de agroquímicos no solo, água, produtos agrícolas. Questionários e entrevistas foram aplicados aos agricultores, a fim de diagnosticar os fatores limitantes na cadeia produtiva e verificar a percepção do risco ambiental em relação à tecnologia utilizada. Os resultados obtidos consistiram em desenvolver métodos e indicadores de avaliação do uso de agrotóxicos sobre a qualidade do solo, dos recursos hídricos e do produto agrícola (feijão e tomate), bem como em estabelecer medidas alternativas e corretivas para o desenvolvimento mais sustentável dos agroecossistemas irrigados.

PALAVRAS-CHAVE

Desenvolvimento de métodos, qualidade de água e solo, impacto ambiental, irrigação.

ENVIRONMENTAL MONITORING AND IMPACT ASSESSMENT OF PESTICIDES IN IRRIGATED AGRICULTURE – A CASE STUDY**SUMMARY**

The objective of this work was to engender methods and procedures to monitor and assess environmental impact caused by pesticides in irrigated land that could support the adoption of mitigating measures. The first step was to compose a conceptual model to facilitate the use of an interdisciplinary, systemic approach. Following, watersheds with potential risk for environmental degradation were selected in the region of Guaíra, São Paulo state, aiming at studying the rural landscape dynamics and the impact of

pesticides on soil, water and agricultural products. Questionnaires and interviews were carried out with farmers to identify the limiting factors in the agribusiness chain and to verify their perception of environmental risk in regard to the technology used. The results obtained were twofold: first, methods and indicators to evaluate the impact of pesticides on soil and water quality and on beans and tomato, and second, establish substitute, corrective measures for more sustainable irrigated agroecosystems.

KEY WORDS

Pesticides, environmental quality, irrigated agriculture, environmental impact assessment, agro-production systems.

INTRODUÇÃO

A legislação ambiental brasileira, através da Resolução CONAMA nº 001, de 23.01.1986, ao definir critérios e responsabilidades na elaboração de estudos de impactos ambientais - EIA-RIMA, consubstanciou neste dispositivo um importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, especialmente em termos de controle ambiental. No setor específico de irrigação, referencia-se o documento elaborado pelo IBAMA (1992), em que constam diretrizes ambientais para a elaboração de projetos dessa natureza.

Contudo, devido à existência de áreas já extensamente ocupadas com esta atividade, como o município de Guaíra, SP (Saad, 1996), e aos muitos problemas relacionados a ela (Abreu, 1994), surge a necessidade de uma abordagem diferenciada para a compreensão da magnitude da rede de impactos ocorridos no tempo e no espaço e que muitas vezes são difíceis de prever a médio e longo prazos. Os estudos relacionados com essa tecnologia agrícola são hoje uma preocupação mundial. Por esse motivo, o estudo objetivou o desenvolvimento de métodos de avaliação de impacto ambiental e indicadores, para os efeitos dos agroquímicos em agricultura irrigada, assim como propor medidas mitigadoras.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de 1994 -1997, pesquisas foram realizadas no município de Guairá-SP, envolvendo a Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, em parcerias com diversas instituições do Estado de São Paulo e da comunidade rural do município. O método adotado considerou um modelo conceitual de análise de impacto ambiental da agricultura irrigada (Lima & Valarini, 1996), envolvendo:

- 1) Zoneamento ambiental semidetalhado do município (Silva et al., 1994), com uma análise da dinâmica de paisagem rural e a caracterização dos recursos naturais de sete bacias hidrográficas em 1962, 1971 e 1994, que corresponderam às áreas de estudo das mudanças de paisagem rural e as propriedades agrícolas.

- 2) Avaliação de impacto sócioambiental segundo método descrito por Abreu (1994).

3) Caracterização espaço-temporal do uso de agrotóxicos em Guaíra, em parceria com o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo - CREA/SP, utilizando informações do receituário agrônômico, de forma combinada com um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

4) Avaliação das perdas de agrotóxicos em pulverizações de culturas irrigadas de feijão e tomate, de acordo com método descrito por Chaim et al. (2000).

5) Avaliação de outros fatores interferentes na qualidade de água, como: agroindústrias, outras atividades agrícolas e núcleo urbano, segundo padrões do CONAMA. Estas avaliações foram realizadas no ribeirão Jardim, curso d'água que abastece a cidade de Guaíra, e nos córregos da Macaúba, da Cruz, do Mangue, do Bom Sucesso, da Santa Cruz e do Zé Ferreira. Foram monitorados desde maio de 1995, em intervalos de 21 em 21 dias, em 14 pontos de coletas de água e analisados 25 parâmetros de qualidade de água.

6) Determinação de resíduos de agrotóxicos nas culturas de tomate e feijão, que consistiram em tomar amostras e coletar informações sobre a cultura através de questionário e por meio do receituário agrônômico. As coletas de amostras foram feitas no período de julho a outubro de 1995 e 1996, de acordo com a época de colheita de cada propriedade. O método de multirresíduos foi usado para análise: para identificação e quantificação dos resíduos de agrotóxicos utilizou-se a cromatografia gasosa.

7) Avaliação do efeito dos agrotóxicos e dos sistemas de manejo agrícola sobre o meio biótico do solo, em áreas experimentais irrigadas de seis agricultores dos municípios de Guaíra e três de Suzano. Foi aplicado um mesmo método para ambos os municípios, conforme descrito em Frighetto et al. (1999) e Valarini et al. (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo conceitual, desenvolvido por Lima & Valarini (1996), permitiu assegurar o exercício da visão holística, da interdisciplinaridade e do enfoque sistêmico necessários aos estudos de impactos ambientais de agroquímicos e outras tecnologias em agricultura irrigada, em que descreve os principais processos e inter-relações que ocorrem neste agroecossistema. Assim, a partir desse modelo foram realizados diagnósticos, aplicados questionários e desenvolvidos métodos e indicadores de avaliação do impacto ambiental de agroquímicos em sistemas de produção, cujos resultados serão resumidos a seguir.

Na caracterização e avaliação da interação entre impactos sociais e ambientais, foi estabelecida a tipologia de funcionamento das explorações agrícolas, a análise das relações dos agricultores com as técnicas e o meio ambiente, e avaliou-se a sensibilidade ambiental do agricultor com experiências de risco técnico. Através desta análise, chegou-se à descrição de quatro modelos de relação entre tecnicidade e sensibilidade ao risco agro-ambiental: "indiferença", "tecnicismo", "incerteza" e "antecipação". Foram definidas como prática ambiental as técnicas de subsolagem, rotação de culturas, plantio direto, controle biológico e uso do tensiômetro para irrigação", e apenas 44% dos agricultores utilizam de duas a três dessas práticas ambientais.

Através do estudo da dinâmica da paisagem rural e da caracterização dos recursos naturais em consonância com a legislação ambiental, identificaram-se as áreas

potenciais de riscos ambientais que foram tomadas para monitoramento e a avaliação de impacto ambiental. A combinação de técnicas de sensoriamento remoto e SIG permitiu detectar que as bacias hidrográficas do município tornaram-se desprovidas de vegetação natural, apesar da exigência legal da manutenção de áreas de preservação permanente. Pelo acompanhamento do uso das terras, as técnicas mostraram a eliminação da cobertura vegetal existente ao longo dos córregos, a especialização agrícola e o retalhamento das matas, desfavorecendo o equilíbrio biológico existente na paisagem rural e contribuindo para o incremento de doenças do solo, que mostra a influência da agricultura intensiva na biodiversidade, na produtividade (Saad, 1996) e na sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Altieri, 1996).

Com a utilização do Receituário Agronômico e a elaboração de um banco de dados georreferenciados, foram extraídas informações referentes a mais de 1.300.000 receitas agronômicas aplicadas no Estado de São Paulo nos anos de 1993, 1994 e 1995, que possibilitou selecionar os principais princípios ativos dos agrotóxicos utilizados nas diferentes culturas (trifluralina, metamidophós, endosulfan, oxicloreto de cobre, mancozeb e clorotalonil), que representam entre 60 e 90% do total. O estudo mostrou ainda que em Guaíra o uso de agrotóxicos não-registrados gira em torno de 60% das culturas analisadas, especialmente do tomate (Oliveira et al., 1999).

Em relação à avaliação da tecnologia de aplicação, constatou-se que aproximadamente 30% dos principais agrotóxicos aplicados nas culturas de feijão e tomate ficam retidos nas plantas, 17% caem no solo e 53% são perdidos para a atmosfera, indicando que existe grande risco de contaminação do aplicador, da fauna e da flora e desequilíbrio do agroecossistema, concordando com resultados obtidos por Chaim et al. (2000), que também alertam sobre a inexistência de outros resultados de trabalhos dessa natureza.

A partir desse diagnóstico social e ambiental e da identificação das áreas potenciais de risco ambiental e seguindo a orientação do modelo conceitual desenvolvido, procedeu-se à avaliação e ao monitoramento da qualidade do solo, dos recursos hídricos e dos produtos agrícolas em função do manejo dos agroquímicos e de outras práticas agrícolas e não-agrícolas interferentes no sistema de produção irrigado e intensivo. A análise da qualidade da água de irrigação mostrou resíduos dos agrotóxicos clorotalonil, 4,4 diclorobenzeno, endosulfan sulfato, captan e λ -cialotrina acima do limite máximo tolerável. Pelo fato de ter sido um fato restrito, no espaço e no tempo, levantou-se a hipótese de contaminação da água por lavagem de embalagens ou tanques de aplicação. Quanto aos resultados de análise dos produtos agrícolas, o ETU, derivado do mancozeb e com propriedade cancerígena, foi detectado no fruto de tomate, em três propriedades (1995/96), em nível acima do permitido pela OMS, segundo Zavatti & Abakerli (1999).

No monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, os resultados mostraram que o núcleo urbano e a suinocultura comprometem mais intensamente a qualidade da água do que as práticas agrícolas, sendo o acúmulo de sedimentos nas represas e rios devido, principalmente, ao preparo convencional do solo, conforme citado por Toledo et al. (1997).

A metodologia de avaliação de agrotóxicos e do manejo agrícola sobre as propriedades do solo permitiu selecionar como indicadores de degradação a camada de compactação nos 20-40 cm da superfície, a qualidade e quantidade de matéria orgânica, os patógenos (*Sclerotinia sclerotiorum*: 0,13-4,7 escleródios/kg de solo e *F. solani*: 90% de incidência, 10-25% de dano na raiz) e os microrganismos de importância ambiental

(Valarini et al., 1999 a,b), que proporcionou a elaboração de um manual técnico sobre os indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo (Frighetto et al., 2000).

Como proposição de medidas mitigadoras e/ou alternativa de controle de fitopatógenos de solo, foi desenvolvida uma formulação da bactéria *Bacillus subtilis* em turfa como agente de controle biológico, com viabilidade de 60 dias e redução da severidade de *Fusarium solani*, causador da podridão radicular do feijoeiro, em 50%. Aliado a este fator, o sistema de plantio direto mostrou-se viável, tendo em vista que houve redução de até 30% na incidência de patógenos e pragas de solo, além de incrementar o teor de matéria orgânica na forma de restos de culturas e plantas invasoras (Valarini et al., 2000). Também, é um sistema que mostrou redução dos problemas de acúmulo de sedimentos nos rios e lagos. **Como medidas complementares e integradas recomendam-se a** recomposição da cobertura vegetal; adequação das tecnologias de aplicação (Chaim et al., 1999b); manejo integrado de doenças, pragas e plantas invasoras, com ênfase no controle biológico (Valarini et al., 1999b); adequação no manejo do solo (PD) e da água (tensiômetro); o estabelecimento de projetos de educação agro-ambiental como instrumento de reflexão, conscientização e geração de novas atitudes dos cidadãos de áreas urbanas e rurais e, principalmente, de equilíbrio das relações agricultura-homem-natureza. Como avanço e transferência de conhecimentos, foram realizados dias de campo, ciclos de palestras e apresentação de trabalhos científicos em congressos, encontros e reuniões e geração de produtos como metodologias, manuais técnicos e publicação de livros (Abreu, 1994; Chaim et al., 1999b; Valarini et al., 1999b; Frighetto & Valarini, 2000; Valarini et al., 2000).

CONCLUSÕES

1) A adoção de um modelo conceitual permite a aplicação ordenada de vários métodos de avaliação e monitoramento de qualidade ambiental e fornece resultados globais sobre os principais problemas da agricultura irrigada; 2) a alta intensidade do uso de agrotóxicos é o principal problema encontrado na agricultura irrigada por pivô central na região de Guaíra, SP; 3) o uso de agrotóxicos, aliado ao manejo inadequado do solo e da água, provoca desequilíbrios no agroecossistema, aumentando a incidência de pragas e doenças; e 4) o manejo da água de irrigação com tensiômetro, o preparo adequado do solo e a incorporação de matéria orgânica, aliado ao uso de microrganismos benéficos, reduzem a incidência de pragas e doenças e, por consequência o uso de agroquímicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L.S. de. *Impactos sociais e ambientais na agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso*. Brasília: EMBRAPA -SPI. 1994.149p.
- CHAIM, A.; FRIGHETTO, R.T.S. e VALARINI, P.J. *Manejo de agrotóxicos e qualidade ambiental*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.34p. *Manual Técnico* 42, Doc.5.

- CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; PIO, L.C. *Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão*. Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, 10:13-22, 2000.
- FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H. and OLIVEIRA, D.A. *Action of effective microorganisms (EM) on microbial, biochemical and compaction parameters of sustainable soil in Brazil*. In: SENANAYAKE, Y.D.A. & SANGAKKARA, U.R. eds. INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING AND EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, 5. Bangkok, 1997. Proceedings... IFOAM/SAPNAN. p. 159-164. 1999.
- FRIGHETTO, R.T.S. e VALARINI, P.J. *Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo – Manual Técnico*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Série Embrapa, 2000. *Manual Técnico*. 198p. *Documentos*, 21.
- OLIVEIRA, D.A.; SILVA, A.S.; SPADOTTO, C.A. *Medidas para comparação entre requerimentos legais e práticas de campo no uso de produtos fitossanitários: indicadores DAC*. Jaguariúna: EMBRAPA, 1998.39p.(EMBRAPA, Boletim de Pesquisa, 2)
- LIMA, M.A. & VALARINI, P.J. *Desenvolvimento de modelo conceitual metodológico de análise de impacto ambiental em áreas de agricultura irrigada*. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11. Campinas/SP. Anais, UNICAMP. p. 427-446, 1996. 652p.
- SAAD, A.M. *O déficit de irrigação como estratégia de manejo da água em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. Piracicaba, 1996. 147p. (Tese de doutorado, ESALQ/USP).
- SILVA, A.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; MIRANDA, J.I.; SÁ, I.B.; FOTIUS, G.A.; RICHÉ, G.R. *Zoneamento Ambiental Semi-detalhado do Município de Guaíra - SP*. In: CONGRESSO NACIONAL DE AGRICULTURA IRRIGADA, 5, Salvador, BA, 5-9 dez. 1994. *Anais*. Salvador: ABID, p. 233-249. 1994.
- TOLEDO, L.G; LUCHIARI, A.; FERREIRA, C.J.A. *Influência das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais e subterrâneas*. Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto Anais, Rev. Plantio Direto, 1997, Passo Fundo. p. 11-23.
- VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; TOKESHI, H.; SCRAMIN, S.; SILVEIRA, A.P.D.; VALARINI, M.J. AND OLIVEIRA, D.A. (1999). *Physico-chemical and microbiological properties of soil as affected by irrigated agricultural systems*. In: FOGUELMAN, D. & LOCKERETZ, W. eds. *Organic Agriculture the Credible*

Solution for the XXIst Century. 12^o International IFOAM Scientific Conference/98, Mar del Plata. Proceedings .. in Germany, p. 165-171, 1999a.

VALARINI, P.J., ROBBS, C.F., TOKESHI, H. *Impacto das práticas agrícolas e os problemas fitopatológicos: pesquisas e recomendações de proteção integrada*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999b. 25 p. Série Documentos 06.

VALARINI, P.J.; TOKESHI, H. e FRIGHETTO, R.T.S. *Potencial de sistemas alternativos de produção no controle de patógenos de solo em agricultura irrigada*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33^o, Belém, PA, Fitopatologia Brasileira, 25 (Suplemento), agosto 2000, Resumos, p. 431.

ZAVATTI, L. M.S. & ABAKERLI, R.B. *Resíduos de Agrotóxicos em Frutos de Tomate*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 34(3), p. 473-480, 1999.