



ENCONTRO ANUAL



Seção Brasileira da Associação
Internacional de Avaliação de Impactos

**Anais do IV Encontro Anual da
Seção Brasileira da
International Association
for Impact Assessment - IAIA**

Belo Horizonte
20 a 23 de agosto de 1995

IMPACTO DA AGRICULTURA INTENSIVA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE AS PROPRIEDADES DO SOLO E DA ÁGUA SUBTERRÂNEA - ESTUDO DE CASO EM RIBEIRÃO PRETO - SP.

MARCO ANTÔNIO FERREIRA GOMES ⁽¹⁾

(1) Geólogo, Pedólogo, Pesquisador, EMBRAPA-CNPMA, Caixa postal 69, CEP 13820-000, Jaguariúna-SP.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem se destacado, entre as demais, pelo uso indiscriminado de insumos, contribuindo sistematicamente para o desequilíbrio do agroecossistema.

Nas áreas de cultivo intensivo, particularmente naquelas com a monocultura de cana-de-açúcar, é intensa a utilização de máquinas e agroquímicos que intervêm de maneira quantitativa e qualitativa nos meios biótico, físico e químico do agroecossistema.

A avaliação do efeitos provocados pelas atividades agrícolas no próprio meio (fatores intrínsecos) e no meio externo (fatores extrínsecos) requer a aplicação de metodologia que estabeleça uma relação causal entre a ação "potencialmente poluidora" e a degradação efetivamente verificada. Nesse contexto, adotou-se uma microbacia de uso agrícola intensivo na região de Ribeirão Preto - SP, onde há facilidade de compatibilização das variáveis dentro do sistema, condição que permite a compreensão das interações dos elementos entre si e com o todo, servindo de modelo para estudo de áreas análogas.

A região de Ribeirão Preto é abastecida com água proveniente de mananciais subterrâneos vulneráveis, como é o caso do aquífero Botucatu. Em decorrência desse fato, tornam-se relevantes os aspectos relacionados à qualidade da água dos lençóis subterrâneos e às práticas agrícolas adotadas na região. Um diagnóstico sócio-econômico se constitui em ferramenta importante na caracterização dos sistema de produção em uso na área, podendo orientar as demais atividades de pesquisa, estabelecendo-se épocas de coletas de água e solo para análise.

O presente trabalho pretende desenvolver metodologia de avaliação de impacto ambiental em microbacias, ampliando o conhecimento da realidade, e propor a adoção de medidas mitigadoras ou preventivas de contaminação e ainda a orientação de políticas públicas para o setor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Aspectos Gerais da Microbacia

A área objeto de estudo compreende a microbacia do Córrego Espreado localizada na divisa dos municípios de Ribeirão Preto, Cravinhos e Serrana, num total de 4.141 ha. Situa-se entre as coordenadas 21° 05' e 21° 20' de latitude sul e 47° 40' e 47° 50' de longitude W.Gr. A altitude média é de 600m. O relevo dominante é do tipo suave ondulado. O solo é constituído predominantemente por Latossolo Vermelho-Escuro próximo às encostas e Areia Quartzosa nas baixadas e porção

jusante da Microbacia. A vegetação original era constituída por mata tropical a subtropical subcaducifolia. A geologia da Microbacia do Espraiado é constituída por dois litotipos distintos: Rochas basálticas da Formação Serra Geral na parte média e superior (montante) e arenitos da Formação Botucatu, a jusante, até a foz. Do ponto de vista hidrológico destaca-se a climatologia e a hidrogeologia regional. Conforme a primeira, o clima do Município de Ribeirão Preto é do tipo tropical de inverno seco de savana (AW) segundo Köppen. A temperatura média anual oscila entre 21 e 22°C. A precipitação anual varia entre 1300 e 1500 mm/ano. A evapotranspiração potencial obtida pelo método de *Thorntwaite* atinge 1000mm/ano. No caso da hidrogeologia regional, destaca-se o aquífero Botucatu, com área de 16.000 km². A recarga do aquífero ocorre apenas nas áreas de afloramento das formações Botucatu e Pirambóia.

2.2. Importância da microbacia do Córrego Espraiado no estudo de impacto ambiental por agroquímicos.

A importância da microbacia, em estudo, se deve ao fato de ser representativa de várias regiões do país, tais como parte do Triângulo Mineiro, Sul e Sudoeste do Estado de Goiás, representatividade essa caracterizada pela semelhança morfológica, climática, uso agrícola similar (monocultivo intensivo de cana-de-açúcar) e ainda possuir um aquífero que abrange uma área aproximada de 1.000.000 km², constituindo-se, portanto, no maior e mais importante lençol de água subterrânea de toda região Centro-Sul do país.

2.3. Microbacia com potencial de contaminação da água subterrânea do aquífero Botucatu.

O uso intensivo de agroquímicos durante o ano todo, em função da colheita e plantio sucessivos de cana-de-açúcar, associados aos cultivos alternados de milho e feijão irrigados, evidenciam condições excepcionalmente favoráveis à contaminação do solo e água. Essa evidência é, ainda, favorecida pela presença dominante de Areia Quartzosa, principal ponto de recarga do aquífero Botucatu, que permite, com maior facilidade, a, lixiviação dos agroquímicos.

2.4. Metodologias para avaliação dos efeitos impactantes das atividades agrícolas

Para se desenvolver e aplicar metodologias de avaliação de impacto em agroecossistemas é preciso que se conheça bem o comportamento das suas principais variáveis no espaço e no tempo. Dessa forma, torna-se fundamental o conhecimento preliminar dos seguintes fatores e/ou características da área objeto de estudo: a) Morfologia, que deve incluir informações sobre relevo e declividade; b) Geologia, verificar a influência das rochas na percolação das águas que vão alimentar os lençóis subterrâneos; c) Hidrologia - para auxiliar no entendimento dos mecanismos de fluxo das águas subterrâneas; d) Solos - para estudo da variação das propriedades físicas e químicas, como indicadores de impacto, e como referência para seleção de locais de amostragem para análise de resíduos de agroquímicos (locais com maior potencial de lixiviação); e) Água - particularmente a subterrânea, que se constitui em um dos principais alvos de aferição das ações impactantes da microbacia em estudo; f) Microfauna/Mesofauna do solo - constituem-se em elementos indicadores de alteração do agroecossistema, pela predominância de determinadas populações; g) Área de Vegetação nativa - servirá como ponto de referência (padrão) para comparação com as variáveis (solo e microrganismos) da área cultivada; h) Plantas cultivadas - dominância (75% da área) do

cultivo de cana-de-açúcar, que serão analisadas, periodicamente, em relação à concentração de herbicidas; i) Dados climáticos - informações sobre precipitação e temperatura média mensal e anual e ainda evapotranspiração para análise do balanço hídrico da área que servirá como subsídio para determinação do balanço de herbicidas no sistema solo-planta-atmosfera.

Com a definição das variáveis descritas, estabelecer-se-á o monitoramento, caracterizado pela coleta sistemática de material (solo, sedimento, água, planta, etc.) em espaço e tempo definidos, obedecendo métodos de coleta e amostragem com validade estatística (Mc BRATNEY et al. 1983; PEDROTTI et al., 1995).

2.4.1. Aspectos metodológicos de coleta de amostras/dados

No monitoramento as amostras de solo serão coletadas, semestralmente, durante cinco anos, em pontos de uso intensivo do cultivo de cana-de-açúcar, em profundidade de 0-120 cm, com intervalos de 20cm. Extratores de solução do solo serão instalados para obtenção de amostras que serão submetidas às análises de nitratos e herbicidas.

No caso da água subterrânea, proceder-se-á à abertura de poços, além dos já existentes na área, em pontos representativos da microbacia, com coletas mensais para avaliação espacial e temporal da concentração de nitratos e herbicidas. Paralelamente, proceder-se-á também à coleta mensal de amostras de água em poços artesianos na área metropolitana de Ribeirão Preto.

Em relação às plantas, concentrar-se-á na coleta semestral das folhas e raízes da cana-de-açúcar que representa cerca de 75% da área cultivada da microbacia.

A obtenção de dados, junto aos produtores, referentes à periodicidade de aplicação de adubos minerais e herbicidas, bem como os dados meteorológicos mensais e anuais, comporão o conjunto de variáveis necessárias à análise para definição da(s) metodologia(s) de avaliação de impacto ambiental.

2.4.2. Aspectos metodológicos de análise das amostras/solo

No processo de análise, as amostras de solo, tanto da área nativa quanto cultivada serão submetidas à determinação dos principais atributos físicos e químicos observando-se prováveis variações entre um e outro período de coleta. Tais atributos incluem densidade do solo, de partícula, porosidade total, relação macro/microporos, condutividade hidráulica e estabilidade de agregados, (EMBRAPA, 1979) e ainda, análise química de rotina (RAIJ & QUAGGIO, 1983), além de ferro e alumínio ativos (McKEAGUE, 1978). Determinações de ácido fúlvicos e químicos serão realizadas para auxiliar no rastreamento de herbicidas (CAMARGO, 1986), uma vez que aquelas substâncias se interagem com os agrotóxicos. Nesse caso, será adotada a técnica de absorção eletrônica UV-visível e Infravermelho (FTIR), segundo SENESI (1992) e BARRIUSO et al (1992). Análises para detecção dos níveis de atrazina, simazina, picloran, paraquat e 2,4-D serão realizadas em todas as amostras de solo, utilizando-se da cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons (CG-ECD), segundo PRADO et al. (1995) e cromatografia líquida de alta eficiência, conforme HERMES et al (1995). Para determinação de nitratos serão considerados inicialmente as técnicas abordadas por ALBERTS (1977); REICHARDT (1977) e LIMA et al (1995), com especial atenção para o método de extração com CaSO_4 (0,02 M) relação 1:3.

As amostras de água serão analisadas também quanto ao teor de nitratos e herbicidas, obedecendo as mesmas técnicas de determinação adotadas para o solo.

Em relação às análises de herbicidas nas folhas e raízes, proceder-se-á à utilização da cromatografia gasosa, sensível a baixas concentrações de compostos organoclorados e fosforados.

No caso das análises referentes à caracterização da microfauna/microflora do solo, bem como a identificação de microrganismos selecionados com habilidade de biodegradar, resistir ou apresentar alta sensibilidade a pesticidas, serão adotadas as seguintes técnicas: a) isolamento de bactérias resistentes à atrazina; b) Caracterização das linhagens bacterianas isoladas (RAPD), segundo COUTINHO et al (1993).

Os resultados obtidos em relação ao solo, água, planta (folhas e raízes de cana-de-açúcar), nitratos, herbicidas, microrganismos do solo, dados climatológicos e fisiográficos da microbacia irão alimentar modelos matemáticos e sistemas de inteligência artificial, que evidenciarão não só a existência de ações impactantes mas também indicarão as ações de intervenção necessárias para mitigar os impactos ambientais, porventura detectados. Dentre tais modelos, foi selecionado inicialmente o CMLS - Chemical Movement in Layered Soils (NOFZIGER & HORNSBY, 1986) pela facilidade de aplicação, já que esse modelo estima a profundidade de concentração máxima de um soluto, como uma função do tempo decorrido de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTS, E.E. Soil Nitrate-N determined by coring solution extraction techniques. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 41: 90-92, 1977.
- BARRIUSO, E., FELLER, C., CALVERT, R. & CERRI, C. Sorption of atrazina, terbutryn and 2,4-D herbicides in two Brazilian Oxisols. Geoderma, 53. 155-167, 1992.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.S.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, IAC, 1986. 94. (Boletim Técnico 106)
- COUTINHO, H.L.C.; HANDLEY, B.A.; KAY, H.E.; STENVENSON, L.; BERINGER, J.E. The effect of colony age on PCR finger-printing. Letters of Applied Microbiology, 17:282-284, 1993.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Manual de Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 227p. n.p.
- HERMES, L.C.; LIGO, M.A.; DORNELAS DE SOUSA, M., VIEIRA, S.R.; ABAKERLY, R.B.; CASTRO, O. de M. Perdas por deflúvio superficial de 2,4-D atrazina aldicarb sulfóxido e trifluralina em solo Podzólico Vermelho-Amarelo. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Vol. IV. SBCS DPS (UFV). P. 2415-2416, 1995
- LIMA, C.C.; RUIZ, D.A., MENDONÇA, E. de S. Comparação de metodologias para determinação de nitrato no solo, utilizando espectrometria. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Vol. I. SBCS-DPS 8UFV). P.208-210, 1995.
- McBRATNEY, A.B. & WEBSTER, R. Optional interpolation and isarithmic mappin of soil properties. V Coregionalization and multiple sampling strategy. Journ Soi Sci., 34. 137-162, 1983.
- McKEAGUE, j.a., ed. Manual on soil sampling and methods of analysis. 2.ed. Can. Soc. Soil. Sci., 1978. 221 p.

- NOFZIGER, D.L.; HORNSBY, A.G. A microcomputer-based management tool for chemical movement in soil. Appl Agric. Research. 1:50-56, 1986.
- PEDROTTI, A., PAULETTO, E.A., TURATTI, A.L. Metodologia modificada para coleta de amostras de solo. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo Vol. I SBCS-DPS (UFV) P. 03-05, 1995.,
- PRADO, A.G.S. DE.; LANDGRAF, M.D.; VIEIRA, E.M., REZENDE, M. de O. Estudo da interação físico-química, adsorção-desorção do ácido 2,4 no solo. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Vol. IV. SBCS-DPS (UFV) P.2396-2397, 1995.
- RAIJ, B. VAN & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, IAC, 1983. 31P. (Boletim Técnico, 81)
- REICHARDT, K. Extração e análise de nitratos em solução de solo. Rev. Bras. Ci. Solo 1: 130-132, 1977.
- RODRIGUES, I. Avaliação de atrazina e simazina em águas superficiais e subterrâneas através de cromatografia líquida de alta eficiência. Ribeirão Preto - SP. USP, 1994. 92p. (Tese de Mestrado)
- SENESI, N. Binding mechanisms of pesticides to soil humic substance. The Science of the Total Environment. 123/124. 63-76, 1992.