

pesticides in California. **Rev. Environm. Contam. Toxicol.**, New York, v. 147, p. 71-117, 1996.

- 15 MAYER, F.L., ELLERSIECK, M.R. **Manual of acute toxicity:** interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals. Washington, DC : U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1986. (Resource Publ., 160).
- 16 MURTY, A.S., PRIYAMVADA DEVI, A. The effect of endosulfan and its isomers in tissue protein, glycogen and lipids in the fish *Channa punctata*. **Pest. Biochem. Physiol.**, New York, v. 17, p. 280-286, 1982.
- 17 OOI, G.G., LO, N. P., OOI, P.A.C., LIM, G.S., TENG, P.S. Toxicity of herbicides to Malaysian rice field fish. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT PROTECTION IN THE TROPICS, 3., 1990, Highlands, Malasia. **Proceedings...** Kuala Lumpur : Malaysian Plant Protection Society, 1992. v. 3, p. 71-74.
- 18 RAJESWARI, K., KALARANI, V., REDDY, D.C., RAMAMURTHI, R. Acute toxicity of endosulfan to crabs: effects on hydromineral balance. **Bull. Environm. Contam. Toxicol.**, New York, v. 40, n. 2, p. 212-218, 1988.
- 19 SANDERS, H.O., HUNN, I.B. Toxicity, bioconcentration and depuration of the herbicide Bolero 8EC in freshwater invertebrates and fish. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish**, Tokyo, v. 48, p. 1139-1143, 1982.
- 20 STEPHAN, C.E. Methods for calculating an LC50. In: MAYER, F.L., HAMELINK, J.L. **Aquatic toxicology and hazard evaluation.** Philadelphia : American Society for Testing and Materials, 1977. p. 65-84. (ASTM Special Technical Publication, 634).
- 21 SWARUP, P.A., RAO, D.M., MURTY, A.S. Toxicity of endosulfan to the freshwater fish *Cirrhinus mrigala*. **Bull. Environm. Contam. Toxicol.**, New York, v. 27, p. 850-855, 1981.
- 22 TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Dep. de Solos, 1985. p. 3-19. (Boletim Técnico, 5).
- 23 U.S.E.P.A. Hazard Evaluation Division. Standard Evaluation Procedure. **Acute toxicity test for estuarine and marine organisms.** Washington : EPA, 1985. 11 p. (EPA-540/9-85-009).

CLÁUDIO A. SPADOTTO \*\*

MARCO A. F. GOMES \*\*

GERALDO STACHETTI RODRIGUES \*\*

A geomedicina pode ser definida como a ciência que estuda a influência de fatores ambientais sobre a distribuição de problemas de saúde de seres humanos e animais. O uso de agrotóxicos figura entre os fatores ambientais de interesse para a geomedicina no Brasil, dada a diferenciação marcante na aplicação de agrotóxicos de acordo com a agricultura e o ambiente característicos de cada região do país. Em geral o risco de contaminação é maior para as águas subterrâneas nas regiões de ocorrência de solos com horizonte B latossólico, predominantes nos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, especialmente nas áreas de recarga do Aquífero Guarani, na Bacia Sedimentar do Paraná. Já o risco de contaminação das águas superficiais é maior nas regiões de ocorrência de solos com horizonte B textural, uma vez que estes normalmente apresentam baixo potencial de lixiviação, estando mais susceptíveis aos processos de transporte superficial, tanto de agroquímicos quanto de partículas via erosão. Algumas culturas agrícolas merecem atenção especial devido à elevada quantidade de agrotóxicos nelas aplicados como resultado de sua grande amplitude espacial, como é o caso da soja, de citrus e de cana-de-açúcar. Outras culturas, apesar de ocuparem áreas menores, destacam-se pelo uso intensivo de agrotóxicos por unidade de área cultivada, como as culturas de tomate e batata. Conforme a distribuição destas culturas, o uso associado de agrotóxicos e as características dos ambientes (especialmente os solos) pode-se delinear alguns padrões de contaminação. A situação atual da contaminação no país demanda enfoque em escala adequada, em âmbito nacional, considerando a regionalização dos riscos.

\* Trabalho apresentado durante o 2º Seminário sobre Interações Geomédicas, em Areia - PB.

\*\* Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa e Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (EMBRAPA/CNPMA), Jaguariúna - SP.

O uso de agrotóxicos oferece riscos ambientais e para a saúde pública, como contaminação dos solos agrícolas, águas superficiais, águas subterrâneas, alimentos e intoxicação de trabalhadores rurais. É nesta abordagem, que a geomedicina ocupa seu lugar como ciência que estuda a influência de fatores ambientais sobre a distribuição de problemas de saúde em seres humanos e animais (8, 19).

A América Latina participou em 1991 com 11,0% do mercado mundial de agrotóxicos. O Brasil foi responsável por 3,7% deste total, configurando-se o quinto maior consumidor de agrotóxicos no mundo (40).

No presente trabalho procurou-se reunir e analisar informações sobre os padrões de distribuição do uso de agrotóxicos no Brasil, como subsídio para atividades de pesquisa na área de geomedicina. Estas informações podem contribuir para o monitoramento de contaminações do ambiente e de alimentos, bem como da distribuição dos casos de intoxicação e suas implicações para o planejamento gerencial preliminar dos riscos de contaminação por agrotóxicos.

## 2 CONSUMO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL

O consumo aparente de agrotóxicos no Brasil foi de 151,8 mil toneladas de produtos formulados (comerciais) em 1989 (10). Quando expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), tal consumo passou de 16,0 mil toneladas em 1964 (35), para 60,2 mil toneladas em 1991 (10,12).

A área ocupada com lavouras agrícolas no Brasil cresceu 76,0%, passando de 28,4 milhões de hectares (16) em 1960, para 50,0 milhões ha em 1991 (18). Enquanto isto o aumento no consumo de agrotóxicos no mesmo período foi de 276,2%.

O consumo destes produtos difere nas várias regiões do país, em função da mistura de atividades agrícolas intensivas e tradicionais. Estas últimas não incorporaram o uso intensivo de agrotóxicos (Tabela 1).

O consumo de agrotóxicos na região Norte em comparação com as demais é muito pequeno. Na região Nordeste o uso está principalmente concentrado nas áreas de agricultura irrigada, que utiliza grandes quantidades de agrotóxicos. No Centro-Oeste o consumo aumentou nas décadas de 70 e 80, devido à ocupação dos Cerrados. Mas os grandes consumidores encontram-se nas regiões Sudeste e Sul, particularmente os Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Tabela 2).

**TABELA 1 - CONSUMO APARENTE DE AGROTÓXICOS NAS REGIÕES GEOGRÁFICAS DO BRASIL, EM QUANTIDADE DE PRODUTO FORMULADO (1984)**

Região	Quantidade (toneladas)	Participação (%)
Norte	601	0,5
Nordeste	9.323	7,4
Centro-Oeste	11.769	9,4
Sudeste	55.560	44,4
Sul	47.903	38,3
Brasil	125.156	

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

**TABELA 2 - CONSUMO APARENTE DE AGROTÓXICOS EM ALGUNS ESTADOS DO BRASIL, EM QUANTIDADE DE PRODUTO FORMULADO (1984)**

Estado	Quantidade (toneladas)	Participação (%)
São Paulo	44.387	35,5
Paraná	25.541	20,4
Rio Grande do Sul	16.270	13,0
Santa Catarina	6.092	4,9

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

Quanto ao consumo de agrotóxicos por unidade de área cultivada, a média geral no Brasil passou de 0,8 kg i.a./ha, em 1970, para 1,2 kg i.a./ha, em 1991. A intensidade de uso também varia bastante nas diferentes regiões (Tabela 3), destacando-se novamente os Estados de São Paulo e Paraná (Tabela 4).

**TABELA 3 - CONSUMO APARENTE DE AGROTÓXICOS POR UNIDADE DE ÁREA NAS REGIÕES GEOGRÁFICAS DO BRASIL, EM QUANTIDADE DE PRODUTO FORMULADO (1984)**

Região	Quantidade (kg/ha)
Norte	0,3
Nordeste	0,6
Centro-Oeste	1,5
Sudeste	4,1
Sul	3,3

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

**TABELA 4 - CONSUMO DE AGROTÓXICOS POR UNIDADE DE ÁREA EM ALGUNS ESTADOS DO BRASIL, EM QUANTIDADE DE PRODUTO FORMULADO (1984)**

Estado	Quantidade (kg/ha)
São Paulo	6,8
Paraná	4,2
Rio Grande do Sul	2,5
Santa Catarina	3,2

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

Em termos de quantidade total de ingredientes-ativos, as culturas de citros, soja e cana-de-açúcar são as que mais consomem agrotóxicos no Brasil (Tabela 5). A cultura de citros está concentrada na região Sudeste, já as principais produtoras de soja são as regiões Sul e Centro-Oeste, enquanto que a cana-de-açúcar destaca-se nas regiões Sudeste e Nordeste (Tabela 6).

**TABELA 5 - CONSUMO DE AGROTÓXICOS EM ALGUMAS CULTURAS AGRÍCOLAS NO BRASIL, EM QUANTIDADE DE INGREDIENTES-ATIVOS (1990)**

Cultura Agrícola	Quantidade (toneladas)	Participação (%)
Citrus	11.154	17,5
Soja	9.929	15,6
Cana-de-Açúcar	6.211	9,8
Batata	3.450	5,4
Tomate	2.109	3,3
Total	32.853	

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

**TABELA 6 - PERCENTUAL DE ÁREA OCUPADA COM ALGUMAS CULTURAS AGRÍCOLAS NAS PRINCIPAIS REGIÕES PRODUTORAS (1993)**

Região	Percentual da Área (%)				
	Cultura Agrícola				
	Batata	Cana-de-açúcar	Citrus	Soja	Tomate
Norte	-	0,3	0,9	0,1	0,1
Nordeste	4,0	32,5	8,5	3,6	30,8
Centro-Oeste	0,8	5,2	0,7	34,6	8,1
Sudeste	28,8	56,4	86,4	9,9	49,4
Sul	66,4	5,6	3,5	51,8	11,6

Fonte: IBGE, 1993.

Pela elevada quantidade total de agrotóxicos usada, algumas culturas merecem atenção, não por estes produtos serem aplicados intensivamente por unidade de área cultivada, e sim por ocuparem extensas áreas no Brasil. Este é o caso da soja e da cana-de-açúcar que, segundo o IBGE (1993) envolveram, respectivamente, 11,5 e 4,3 milhões

ue nectares em 1990. Estas culturas apresentam-se como fontes potenciais de contaminação pelo uso de agrotóxicos com grande amplitude espacial. Outras culturas agrícolas, apesar de ocuparem áreas pouco extensas, destacam-se pelo uso intensivo de agrotóxicos por unidade de área cultivada, como as de tomate e batata (Tabela 7).

**TABELA 7 - CONSUMO DE AGROTÓXICOS POR UNIDADE DE ÁREA EM ALGUMAS CULTURAS AGRÍCOLAS NO BRASIL, EM QUANTIDADE DE INGREDIENTES-ATIVOS (1990)**

Cultura Agrícola	Quantidade (kg/ha)
Tomate	39,5
Batata	21,8
Citrus	12,2
Cana-de-Açúcar	1,6
Soja	0,9

Fonte: SPADOTTO *et al.*, 1996.

Os dados de distribuição espacial do uso de agrotóxicos associados aos tipos de solos dominantes, além das diferentes regiões brasileiras podem permitir inferências quanto à distribuição de problemas ambientais e de saúde.

### 3 DINÂMICA DE AGROTÓXICOS NO SOLO

Considerando o processos de transporte entre compartimentos ambientais, com os quais os agrotóxicos estão relacionados depois de aplicados em áreas agrícolas, a lixiviação e o escoamento superficial merecem destaque. O escoamento superficial favorece a contaminação das águas superficiais, com os agrotóxicos sendo carregados e adsorvidos às partículas do solo erodido ou em solução. Já a lixiviação dos agrotóxicos através do solo agrícola tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas e neste caso, os produtos são carregados em solução juntamente com a água que alimenta os aquíferos. Estes processos concorrentes dependem das práticas agrícolas, das propriedades dos agrotóxicos, da precipitação pluviométrica, das características físico-

químicas do solo e da declividade do terreno. Em termos gerais é possível generalizar a tendência principal de movimento de um agrotóxico, tendo-se em mente os processos concorrentes de escoamento superficial e lixiviação, e a conseqüente contaminação das águas superficiais ou subterrâneas, de acordo com as características predominantes do horizonte B dos solos.

Os solos com horizonte B latossólico são geralmente profundos e bem drenados, apresentando boa agregação de partículas e argilas de baixa atividade (capacidade de troca catiônica - CTC), o que favorece o processo de lixiviação dos agrotóxicos até as águas subterrâneas. Trata-se, em geral, de solos pouco suscetíveis aos processos erosivos, havendo predomínio de ocorrência em áreas com relevo plano e ondulado suave (27).

Os solos com horizonte B textural, geralmente, são pouco profundos e relativamente drenados ou mal drenados, com argila de alta atividade, favorecendo a adsorção dos agrotóxicos às camadas superficiais do solo. Quando há grande diferença de textura entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, os processos erosivos são favorecidos, ocorrendo em áreas com relevo pouco ondulado até forte ondulado (27). Tais solos tendem a favorecer a contaminação das águas superficiais mediante a ocorrência de erosão e escoamento superficial, carreando os agrotóxicos.

No caso dos solos com horizonte B câmbico (incipiente) ocorre a presença de argila com alta atividade, embora em quantidades bem inferiores àquelas do horizonte B textural.

Quanto à distribuição espacial destes solos (e dos processos de movimento de agrotóxicos associados) também é possível generalizar. Na região Norte, de forma predominante, ocorrem latossolos com horizonte B latossólico e podzólicos com horizonte B textural praticamente na mesma proporção. Na região Nordeste predominam os solos com horizonte B textural, notadamente os Brunos não cálcicos, Solonetz-Solodizado, seguidos pelos solos com horizonte B câmbico, característicos dos cambissolos. Na região Centro-Oeste, particularmente nas áreas de intensa atividade agrícola, ocorrem principalmente latossolos, seguidos de cambissolos. Na região Sudeste predominam os podzólicos, particularmente na porção Centro-Leste, enquanto mais a oeste ocorrem mais os latossolos. Na região Sul há o predomínio de podzólicos, seguidos de cambissolos e de brunizens (com horizonte B textural) (17, 27, 31, 32).

Na região Norte existem aquíferos, que exibem grande potencial de armazenamento de água subterrânea, na área de abrangência da Bacia Sedimentar do Amazonas. Na região Sul e na parte mais ao sul das regiões Centro-Oeste e Sudeste também ocorrem aquíferos com grande potencial de armazenamento de água na Bacia Sedimentar do Paraná. Já na região Nordeste e na porção mais litorânea da região Sudeste, os potenciais de armazenamento de água subterrânea são bem menores, além dos aquíferos apresentarem padrões inferiores de potabilidade (9).



Nas regiões dos aquíferos existem áreas de recarga que apresentam-se como "portas de entrada" e, portanto, mais vulneráveis à contaminação. Na Bacia Sedimentar do Paraná as áreas de recarga do Aquífero Botucatu (Guarani) chegam a cerca de 150.000 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (34). Na Bacia Sedimentar do Amazonas a área de recarga é menor, mas ainda representativa.

#### 4 CONTAMINAÇÃO DA POPULAÇÃO POR AGROTÓXICOS

Considerando-se os produtos clorados como referência para a contaminação ambiental por agrotóxicos, já que estes produtos se prestam como indicadores dadas as suas características de persistência, pode-se traçar um quadro da contaminação em várias matrizes ambientais, especialmente aquelas de importância para a saúde pública e, conseqüentemente, de interesse geomédico.

No tocante aos níveis de contaminação presentes em águas avaliadas para potabilidade (20) e de águas de abastecimento em cidades do Estado de São Paulo (5) constatou-se que, BHC estava presente em todas as amostras, e DDT apareceu freqüentemente, embora sempre em níveis inferiores aos limites estabelecidos pela legislação. Isto indica que os produtos clorados são ubíquos em amostras ambientais.

A poluição do ambiente por produtos organoclorados resulta diretamente em contaminação humana, por processos de bioacumulação através da cadeia alimentar. Por exemplo, embora apenas 3,2% das amostras (total de 2.959) de gordura bovina contivessem resíduos acima dos limites aceitáveis, a maioria das amostras continha resíduos em proporção significativa (6), indicando problemas de contaminação. Ademais, vale salientar que um exemplo como este de 3,2% de incidência de contaminação, embora pareça um número relativamente pequeno, representa na verdade exposição de centenas de milhares de pessoas, se considerada a população de milhões de pessoas que consomem carne (4).

Quanto a produtos de outras classes, as informações são mais escassas, sendo que uma estimativa do potencial de contaminação gerado pelas práticas agrícolas atuais, com especial referência às águas subterrâneas, foi apresentada por HIRATA et al. (15). Para águas superficiais, há estudos demonstrando a acumulação de resíduos em sedimentos e peixes do Lago Paranoá em Brasília (7), assim como em sedimentos, macrófitas (42) e solos (39) na região Sul do país.

Outro grupo de gêneros alimentícios que demanda atenção quanto à contaminação são os horti-frutigranjeiros, devido ao curto período de armazenamento e à sua pronta disponibilidade no mercado. Estudos

avaliando o comportamento do inseticida Aldicarb em culturas de batata demonstraram que, não ocorria contaminação quando o tratamento seguia as recomendações de aplicação (3). Já em lotes de produtos alimentícios disponíveis no mercado, a situação pode ser muito variável. Por exemplo, 10 a 15% das amostras coletadas no CEAGESP em São Paulo (SP) apresentaram resíduos de clorados, embora geralmente em níveis abaixo dos limites de tolerância (43, 45). Os níveis destes resíduos em frutas sofreu acentuado declínio, tendência porém não observada em legumes (1, 44).

Constatada a tendência de aumento no nível de clorados em legumes cresceu o interesse pela avaliação de resíduos não só desta classe, mas de outras classes de produtos, como os ditiocarbamatos, que vieram substituir parcialmente os clorados. De 466 amostras de legumes e frutas prontas para comercialização no Rio de Janeiro (RJ), 63% apresentaram resíduos, sendo que nada menos que 24% excedendo em até 50% os níveis máximos permitidos (30). Estes resultados são especialmente preocupantes, dadas as sérias implicações toxicológicas dos resíduos destes produtos.

Em relação à presença de resíduos em frutas, a laranja tem recebido especial atenção, como item importante da pauta de exportações. Dos estudos realizados, envolvendo Fenitrothion (33), Aldicarb (2, 46), Dissulfoton, Carbofuran e Forato (46), não se detectaram resíduos acima dos limites aceitáveis. Num levantamento da contaminação de sucos de laranja no mercado dos Estados Unidos, a maioria proveniente do Brasil, os resíduos mostraram-se bem abaixo dos limites estabelecidos pela Environmental Protection Agency (EPA) (13).

Além da exposição do público em geral à presença de agrotóxicos em alimentos, outra questão importante é a exposição dos trabalhadores rurais (que manuseiam diretamente os produtos) e de residentes das áreas rurais, que ficam em contato com campos pulverizados.

Para se ter uma idéia da magnitude do problema, tomando-se o número de pessoas envolvidas na agricultura brasileira e o volume de pesticidas aplicado (consumo aparente) tem-se que, de 1980 para 1985 a quantidade de agrotóxicos por pessoa caiu de 4,59 para 2,45 kg (11). Aparentemente este declínio é positivo, mas ainda se trata de valor alto. Regionalmente, o Centro-Oeste lidera o consumo per capita (16,9 kg/pessoa), seguido pelas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte. O estado com maior índice de uso é São Paulo (32,2 kg/pessoa ocupada), seguido por Goiás, Bahia, Santa Catarina e Paraná. Obviamente que o índice de volume empregado por usuário não é capaz de explicar toda a questão da intoxicação de trabalhadores. Na verdade, a extrema variabilidade e pouca correlação entre os dados de ocorrência de intoxicações e duração da exposição, quantidade de produtos utilizados, natureza da exposição, ou tipo de atividade indicam que o manuseio descuidado, acima de tudo, é a mais provável causa de intoxicações

aguas (21). AS intoxicações acidentais, contudo, são lugar comum nos campos brasileiros (24), na maioria das vezes resultado de má orientação, equipamento inadequado, defeituoso ou ausente e ignorância sobre o potencial tóxico dos produtos (14).

De qualquer forma, intoxicações são muito mais comuns no uso de medicamentos e pesticidas domésticos do que na aplicação de agrotóxicos. Entretanto, as causas acidentais, profissionais e suicídios praticamente se equiparam em frequência (28).

Com efeito, trabalhadores rurais de São Paulo expostos a Paration metílico não apresentaram aumento na frequência de aberrações cromossômicas em linfócitos, quando comparados com controles não expostos (41). Contudo, há casos em que trabalhadores rurais apresentaram níveis altíssimos de contaminação, como por exemplo os trabalhadores expostos a Aldrin, na região de São José do Rio Preto (SP) (21). Tais níveis certamente devem implicar em efeitos deletérios.

Dentre os possíveis efeitos pode-se citar, para o Brasil, a ocorrência de anemia aplásica (38), carcinogênese hepática (25), tumor de Wilm, que é uma manifestação maligna abdominal infantil (37), estudados em São Paulo, Salvador, Belo Horizonte e Jaú (SP). A existência destas doenças indica a necessidade de se coordenar esforço nacional para a educação dos trabalhadores do setor agrícola (29).

Indubitavelmente a consequência mais nefasta da exposição de trabalhadores aos agrotóxicos e, especialmente, da exposição ao risco de contaminação da população em geral por resíduos presentes em alimentos, é o lento, porém, grave envenenamento de crianças. Isto se deve não só ao fato das crianças e seus hábitos imprevisíveis serem virtualmente ignorados quando do estabelecimento dos limites de tolerância a resíduos (23), mas pelo alto nível de contaminação presente no leite materno. Em estudos de contaminação de leite materno no Estado de São Paulo notou-se que, embora a contaminação fosse menor que a presente em outros países (como Japão, Suíça, Suécia, Guatemala, EUA e Canadá), ela é ubíqua (22). Outros estudos, realizados no Estado de São Paulo também apontam contaminação em Botucatu (36) e Ribeirão Preto, nos quais mães expostas ocupacionalmente apresentaram resíduos até três vezes acima do limite estabelecido pela FAO/OMS (26).

## 5 CONCLUSÃO

No contexto de abastecimento de água pode-se concluir que no Brasil o risco de contaminação das águas subterrâneas por agrotóxicos é maior nas regiões de ocorrência de solos com horizonte B latossólico, principalmente nos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, e especialmente nas áreas de recarga do Aquífero Botucatu (Guarani) na Bacia Sedimentar do Paraná. O risco de contaminação das águas

superficiais é maior nas regiões onde ocorrem solos com horizonte B textural, que dificultam a lixiviação dos agroquímicos.

As informações aqui apresentadas, sobre contaminações detectadas e casos de intoxicação humana relatados, evidenciam que os problemas são ubíquos, ou seja, atingem toda a população. Porém, é possível estabelecer procedimentos que selecionem as diferentes áreas em relação aos níveis de aplicação de agroquímicos e de intoxicação humana. O problema demanda enfoque em escala e nível adequados, em âmbito nacional, devendo-se considerar a regionalização dos riscos de contaminação, o que, conseqüentemente, auxiliará os trabalhos em geomedicina.

## Abstract

Geomedicine may be defined as the study of the influence of ordinary environmental factors on the geographical distribution of health problems. The use of pesticides figures among the environmental factors of interest for geomedicine worldwide, and especially in Brazil, given the uneven distribution of both agriculture application of pesticides and types of receiving environments across territory. In general, the risks of contamination tend to be higher for groundwater where latosols predominate, as occurs in the southern States of São Paulo, Paraná, and Rio Grande do Sul, especially on the recharge areas of Guarani Aquifer. Conversely, surface waters tend to be more vulnerable where soils present a textural B layer, due to the lower leaching potential and the higher erodibility of these soils. Crops also fall into two major categories in relation to pesticide use and geographical distribution. Extensive crops such as soybean, citrus, and sugarcane consume a large proportion of the applied pesticides due to their ample spatial distribution. Intensive crops such as tomato and potato consume considerable volumes of pesticides because of the quantities applied per unit area. Considering these categories of soils types and crops, and accounting for their distribution, several patterns can be drawn in relation to the environmental and health risks posed by pesticides. The evaluation now shows that pesticide contamination is ubiquitous and demands a recognized focus on risks.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 VIGILÂNCIA é constante no controle de resíduos em hortigranjeiros. **Defesa Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 6, 1984.
- 2 BATISTA, G. C. de. Resíduos de Aldicarb em citrus. **Laranja**, v. 2, n. 8, p. 423-441, 1987.
- 3 BATISTA, G. C. de, HOJO, H., COELHO, S., FRANCO, J. F., ALCÂNTARA, V. B. de. Resíduos de Aldicarb em batata determinados por cromatografia em fase gasosa. **O Solo**, v. 73, n. 1, p. 13-15, 1981.

- 4 BULL, D., HATHAWAY, D. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo.** Petrópolis, RJ : Vozes/OXFAM/FASE, 1986. 236 p.
- 5 CÁCERES, O., CASTELLAN, O. A. M., MORAES, G., PEREIRA, M. Resíduos de pesticidas clorados em água das cidades de São Carlos e Araraquara. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 12, p. 1622-1626, 1981.
- 6 CARVALHO, J. P. de P., NISHIKAWA, A. M., ARANHA, S., FAY, E.F. Resíduos de praguicidas organoclorados em gordura bovina. **O Biológico**, v. 50, n. 2, p. 39-48, 1984.
- 7 DIANESE, J. C., PIGATI, P., KITAYAMA, K. Resíduos de inseticidas clorados no lago Paranoá de Brasília. **O Biológico**, v. 42, n. 7-8, p. 151-155, 1976.
- 8 FERREIRA, M. G. V. X. Geologia e geomedicina: uma abordagem filosófica. In: SIMPÓSIO SOBRE INTERAÇÕES GEOMÉDICAS, 2., Areia, Paraíba, 1996. **Anais...** Areia, PB : UFPB, 1996. p. 48-53.
- 9 FOSTER, S., VENTURA, M., HIRATA, R. **Contaminación de las aguas subterráneas: un enfoque ejecutivo de la situación en America Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable.** Lima, Peru : Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1987. 42 p.
- 10 FUTINO, A. M., SILVEIRA, J.M.J.F. da. A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 38, n. Tomo Especial, p. 1-43, 1991.
- 11 GARCIA, E. G., ALMEIDA, W. F. de. Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 19, n. 72, p. 7-11, 1991.
- 12 GOELLNER, C. I. **Utilização dos defensivos agrícolas no brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana.** São Paulo : Artgraph, 1993. 102 p.
- 13 HANKIN, L., PYLYPIW JR., H.M. Pesticides in orange juice sold in Connecticut. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 4, p. 310-311, 1991.
- 14 HAY, A. A recent assessment of cocoa and pesticides in Brazil: an unhealthy blend for plantation workers. **Science of the Total Environment**, v. 106, n. 1-2, p. 97-109, 1991.

- 15 HIRATA, R.C.A., RODRIGUES, G.S., PARAÍBA, L. C., BUSCHINELLI, C. C. Groundwater contamination risk from agricultural activity in São Paulo State (Brazil). In: GROUNDWATER AND AGRICULTURE. **Anais...** Merida, Venezuela, 1995. p. 93-101. (British Geological Survey, v. 95/26).
- 16 IBGE. **Sinopse preliminar do censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 1985. v. 4, p. 1-90.
- 17 IBGE. **Atlas nacional do Brasil**. Rio de Janeiro : Fundação IBGE, 1992. 198 p.
- 18 IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 1993. v. 5, p. 1-76.
- 19 LAG, J. Development of the subject geomedicine. In: JIAN'AN, T., PETERSON, P.J., RIBANG, L., WUYI, W. **Environmental life elements and health**. Beijing : Science Press, 1990. p. 3-9.
- 20 LARA, W. H., BARRETO, H. H. C. Resíduos de pesticidas clorados em águas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 32, p. 69-74, 1972.
- 21 LARA, W. H., BARRETO, H. H. C., VARELLA-GARCIA, M. Níveis de Dieldrin em sangue de aplicadores de Aldrin na região de São José do Rio Preto, São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 41, n. 1, p. 9-14, 1981.
- 22 LARA, W. H., BARRETO, H. H. C., INOMATA, O. N. K. Resíduos de pesticidas organoclorados em leite humano, São Paulo, Brasil, 1979-1981. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 42, n. 1/2, p. 45-52, 1982.
- 23 LAVORENTI, A., GIANNOTTI, O. Resíduos de pesticidas em alimentos e segurança dos consumidores. **Revista de Agricultura**, v. 65, n. 1, p. 15-35, 1990.
- 24 LORAND, I. C. H., SOUZA, C. A., COSTA, F.F. Haematological toxicity associated with agricultural chemicals in Brazil. **Lancet**, v. 1, n. 8373, p. 404, 1984.
- 25 MARZOCHI, M. C. de A., COELHO, R. de B., SOARES, D. A., ZEITUNE, J. M. R., MUARREK, F. J., CECCHINI, R., PASSOS, E. M. dos. Carcinogênese hepática no norte do Paraná e uso indiscriminado de defensivos agrícolas. I - Introdução a um programa de pesquisa. **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 8, p. 893-901, 1976.

- 26 MATUO, Y. K., LOPES, J. N., CASANOVA, I. C., MATUO, T., LOPES, J. L. C. Organochlorine pesticide residues in human milk in the Ribeirão Preto region, state of São Paulo, Brazil. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 22, n. 2, p. 167-75, 1992.
- 27 OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P. K. T., CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. Jaboticabal : FUNEP, 1992. 201 p.
- 28 PESSANHA, B. M. R., MENEZES, F. A. da F. A questão dos agrotóxicos. **Agroanalysis**, v. 9, n. 9, p. 2-22, 1985.
- 29 RAHDE, A. F. Education of pesticide applicators in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Studies of Environmental Sciences**. v. 18, p. 77-87, 1982.
- 30 REIS, M. R. C. S., CALDAS, L. Q. A. Dithiocarbamate residues found on vegetables and fruit marketed in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 43, n. 3, p. 216-218, 1991.
- 31 RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B. de, CORREA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa : NEPUT, 1995. 304 p.
- 32 RESENDE, M., CURI, N., SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília : MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 81 p.
- 33 RIGITANO, R. L. O. de, BATISTA, G. C. de, T. SOBRINHO, J. Ethion and fenitrothion residues in 'Hamlin' orange peels and pulp determined by gas chromatography. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 123-128, 1982.
- 34 ROCHA, G. A. Mega reservatório de água subterrânea do Cone Sul: bases para uma política de desenvolvimento e gestão. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL "AQUÍFERO GIGANTE DO MERCOSUL". **Anais...** Curitiba, 1996.
- 35 RUEGG, E. F., PUGA, F. R., SOUZA, M. C. M. de, ÚNGARO, M. T. S., FERREIRA, M. da S., YOKOMIZO, Y., ALMEIDA, W. F. Impactos dos agrotóxicos sobre o ambiente e a saúde. In: MARTINE, G., GARCIA, R.C. **Os Impactos sociais da modernização agrícola**. São Paulo, Brazil : Caetés, 1987. p. 171-207.

- 36 SANT'ANA, L. S., VASSILIEFF, I., JOKL, L. Levels of organochlorine insecticides in milk of mothers from urban and rural areas of Botucatu, SP, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 42, n. 6, p. 911-918, 1989.
- 37 SHARPE, C. R., FRANCO, E. L., DE-CAMARGO, B., LOPES, L. F., BARRETO, J. H., JOHNSON, R. R., MAUAD, M. A. Parental exposures to pesticides and risk of Wilms' tumor in Brazil. **American Journal of Epidemiology**, v. 141, n. 3, p. 210-217, 1995.
- 38 SOUZA, M. H. de, PIRES, A. R., DIAMOND, H. R. Study of lymphocyte populations and natural killer activity in severe aplastic anaemia. **Journal of Clinical and Laboratorial Immunology**, v. 30, n. 3, p. 111-116, 1989.
- 39 SOUZA, N. E. de, RUBIRA, A. F., MATSUSHITA, M., TANAMATI, A. Resíduos de pesticidas organoclorados em amostras ambientais (águas e solos) no município de Maringá, Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 587-594, 1988.
- 40 SPADOTTO, C. A., GOMES, M. A. F., NEVES, M. C., LUIZ, A. J. B. Caracterização do uso de agrotóxicos no Brasil: subsídio para o gerenciamento dos riscos ambientais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais... Águas de Lindóia**, 1996.
- 41 STOCCO, R. de C., BECAK, W., GAETA, R., RABELLO-GAY, M. N. Cytogenetic study of workers exposed to methyl-parathion. **Mutation Research**, v. 103, p. 71-76, 1982.
- 42 TANAMATI, A., RUBIRA, A. F., MATSUSHITA, M., SOUZA, N. E. de. Resíduos de pesticidas organoclorados do rio Baía, afluente do rio Paraná, região de Porto Rico, PR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 34, n. 2, p. 303-315, 1991.
- 43 ÚNGARO, M. T., PIGATI, P., GUINDANI, C. M. A., FERREIRA, M. S., GEBARA, A. B., ISHIZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças (II). **O Biológico**, v. 49, n. 1, p. 1-8, 1983.
- 44 ÚNGARO, M. T. S., GUINDANI, C. M. A., FERREIRA, M. S., BAGDONAS, M. Resultados de análises de resíduos de inseticidas clorados e fosfatados em frutas e hortaliças no período de 1978 a 1983. **O Biológico**, v. 51, n. 9, p. 239-241, 1985.



- 45 ÚNGARO, M. T. S., GUINDANI, C. M. A., FERREIRA, M. S., PIGATI, P., TAKEMATSU, A. P., KASTRUP, L. F. C., ISHAZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças. **O Biológico**, v. 46, n. 7, p. 129-134, 1980.
- 46 VASCONCELLOS, H. de O., FERREIRA, M. S., CRUZ, C. de A. da, OLIVEIRA, A. M. de, ÚNGARO, M. T. S., GUINDAN, C. M. A. Níveis residuais de inseticidas sistêmicos granulados de solo em frutos de laranja Natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 11-16, 1983.

# EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SIMULANDO DERIVA SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO \*

JOHANN AMARAL LUNKES \*\*

JOÃO BAPTISTA DA SILVA \*\*\*

MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE \*\*\*\*

DÉCIO KARAM \*\*\*\*\*

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos causados por deriva simulada, mediante aplicação de subdoses de Glyphosate e da mistura Glyphosate + Oxyfluorfen sobre a cultura do feijão. Para tanto, foram conduzidos dois ensaios de campo (seca 1995 e outono-inverno de 1995) no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas - MG, utilizando-se a cultivar Carioca. Os herbicidas foram aplicados em subdoses daquela recomendada para a cultura de eucalipto, em diferentes etapas de desenvolvimento do feijoeiro, avaliando-se as características agrônômicas da cultura. Os resultados possibilitaram concluir que o efeito da deriva simulada é diretamente proporcional ao aumento da dose do Glyphosate ou de sua mistura com Oxyfluorfen e que o estágio de primeira folha trifoliolada ( $V_3$ ) é o mais sensível aos produtos, sofrendo drástica redução do estande final e rendimento. Na etapa  $V_3$  a dose 1% de Glyphosate é suficiente para provocar decréscimo no rendimento e a deriva simulada de Glyphosate e da mistura no pré-florescimento ( $R_5$ ) chegam a reduzir a produção em 100%. A deriva simulada de Glyphosate e da mistura no enchimento de vagens ( $R_6$ ) provocam redução no rendimento e o início da formação de vagens ( $R_7$ ) é mais sensível que o enchimento de vagens ( $R_8$ ), em relação ao Glyphosate.

\* Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras (UFLA) para obtenção do Título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

\*\* Eng. Agr<sup>o</sup>, Doutor, Professor, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Lavras, MG.

\*\*\* Eng. Agr<sup>o</sup>, Ph. D., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG.

\*\*\*\* Eng. Agr<sup>o</sup>, Doutor, Professor Adjunto/Departamento de Agricultura, UFLA, Lavras, MG.

\*\*\*\*\* Eng. Agr<sup>o</sup>, M. Sc., EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas, MG.