

CAPÍTULO 12

CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DE AGROTÓXICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

Marcos Corrêa Neves
Cláudio Aparecido Spadotto
Alfredo José Barreto Luiz
Tarcízio Rego Quirino

12.1 Apresentação

Embora o Brasil seja um grande consumidor de agrotóxicos, as informações disponíveis sobre a sua utilização são muito deficientes. Este trabalho apresenta uma alternativa para melhorar o nível dessas informações, com o que se pretende caracterizar o uso de agrotóxicos no Estado de São Paulo, para fins de estudo de impacto ambiental. O método proposto utiliza alguns dados presentes nas receitas agronômicas para avaliar o uso de cada produto nas culturas agrícolas, municípios e estado e um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para espacializar estas informações. A seguir serão mostrados o sistema geral, a coleta de informações, seu processamento e os tipos de resultados que se podem obter com este método. Por fim serão discutidas as deficiências ainda existentes no método.¹

12.2 Introdução

Nas últimas décadas, a agricultura brasileira sofreu uma significativa modificação em decorrência da introdução do que ficou conhecido como a revolução verde. Novas técnicas de cultivo foram aplicadas buscando-se altos níveis de produtividade. Passou-se a utilizar variedades de plantas melhoradas, exigentes em adubos químicos e em uso intensivo de agrotóxicos. O uso destes produtos cresceu de forma que o Brasil passou a ocupar uma posição de destaque no mercado mundial.

¹ Parte deste texto foi apresentado no XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem em Campinas, SP (Neves et al., 1996).

Segundo Futino & Silveira (1991), o consumo de agrotóxicos no Brasil em 1989 foi de 151,9 mil toneladas de produtos formulados (comerciais). O Brasil é o quinto país em utilização de agrotóxicos e o Estado de São Paulo é responsável por cerca de 35% do consumo brasileiro. O mercado de defensivos agrícolas no estado registrou, nos anos de 1992, 1993 e 1994, um crescimento significativo, obtendo um faturamento global de US\$ 947,4 milhões, US\$ 1.047,4 milhões e US\$ 1.404,0 milhões, respectivamente (IEA, 1995).

Devido ao uso de agroquímicos em larga escala, a agricultura moderna é considerada como uma fonte poluidora, oferecendo riscos ambientais, como a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Por outro lado, aos poucos se tornou aceito o ponto de vista de que prevenir os impactos negativos sobre o ambiente é mais saudável e menos custoso do que remediar os danos (Fowler & Aguiar, 1993).

Embora o tema seja relevante, os dados sobre a utilização de agrotóxicos no Brasil, quando existem, geralmente são apresentados de maneira dispersa, não homogênea e com poucos detalhes, o que dificulta sua utilização em estudos ambientais.

Na tentativa de minimizar este problema, a Embrapa, através do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), e o Conselho Regional de Engenharia, Agronomia e Arquitetura de São Paulo (CREA/SP) estabeleceram um convênio visando utilizar o receituário agrônomo como fonte básica de informação sobre o uso de agrotóxicos.

O uso do SIG neste trabalho tem como primeiro objetivo a visualização espacial do mercado de agrotóxicos no estado para, em uma segunda fase, fornecer indicações sobre áreas com maior risco de contaminação e empreender estudos mais complexos sobre agroecossistemas, através do cruzamento destes dados com informações que descrevam as características ambientais e climáticas do estado. As informações processadas a partir dos dados básicos retirados das receitas agrônomicas são, assim, espacializadas, permitindo uma visão abrangente de como ocorre a distribuição geográfica do consumo de agrotóxicos, facilitando a identificação de regiões que recebem as maiores cargas de um produto ou de um conjunto deles.

Este trabalho, desenvolvido inicialmente para o Estado de São Paulo, devido à sua posição de destaque no mercado nacional, poderá posteriormente ser estendido a outros estados brasileiros que disponham do receituário agrônomo.

12.3 Esquema de trabalho

A Lei Federal 7.802, de julho de 1989, e o Decreto 98.816, de janeiro de 1990, disciplinam o uso e o controle do receituário de agrotóxicos para a agropecuária. É função dos engenheiros agrônomos receitar a aplicação e orientar o uso de agrotóxicos. Assim, os engenheiros devem usar formulários próprios, e enviar uma cópia para ser

arquivada no CREA estadual. Estas cópias constituíram-se na informação básica do sistema aqui considerado.

A Figura 12.1 mostra o esquema global de funcionamento do sistema como vem sendo desenvolvido. Ele pode ser dividido em dois subsistemas. O primeiro, representado pelo lado esquerdo do diagrama, mostra o subsistema denominado de tabulação, que é o responsável pelo gerenciamento dos dados oriundos do receituário. Existem no banco de dados do sistema, quatro tabelas ao todo. Na primeira, estão os dados extraídos das receitas, na segunda, as informações dos produtos utilizados, na terceira, as informações das culturas e na última, dos municípios. Este é o conjunto de dados tabulares. Das receitas são extraídas as seguintes informações: identificador do profissional responsável, identificador do bloco e da receita, nome comercial do produto, nome da cultura em que o produto será utilizado, a quantidade do produto indicado, a data de emissão da receita e o município onde se localiza a propriedade na qual o produto será utilizado.

Para a execução da tarefa de gerenciamento destes dados, foi desenvolvido na Embrapa/CNPMA um aplicativo denominado Siscrea, em linguagem de programação Clipper. Este aplicativo possui funções que permitem a entrada e o processamento dos dados pertinentes e a emissão de relatórios predefinidos.

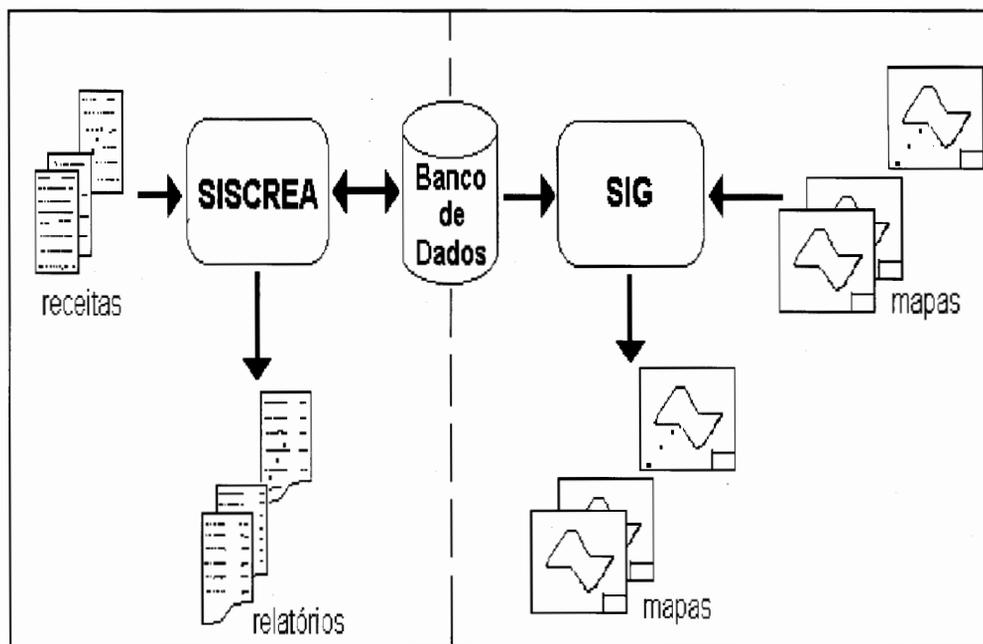


Figura 12.1 - Esquema geral do trabalho para a identificação e análise do uso de agrotóxicos na agropecuária do Estado de São Paulo.

Abaixo estão relacionados os tipos de informação geradas diretamente pelos relatórios do Siscrea:

- 1) Carga total de agrotóxicos. É a quantidade total de produtos especificados nas receitas, por período. É feita a soma das quantidades expressas em litros e em quilos (1 litro = 1 kg) para a apresentação do resultado final;
- 2) Relação de produtos para o estado. É uma lista com os nomes comerciais e quantidade dos produtos, apresentada em ordem decrescente, por período;
- 3) Relação de culturas para o estado. Lista com as culturas e carga total dos produtos nelas utilizados apresentadas em ordem decrescente, por período;
- 4) Relação dos municípios. Lista de municípios e carga total dos produtos prescritos em ordem decrescente, por período;
- 5) Relação de produtos por município, por período;
- 6) Relação da quantidade de agrotóxicos utilizada por cultura, município e período;
- 7) Número de receitas aplicadas por profissional, por período; e
- 8) Listagem numérica de receitas, por período, aplicadas por um determinado profissional.

A estrutura física de entrada dos dados está instalada e em funcionamento na Inspeção Executiva do CREA/SP, em Botucatu, pois as receitas enviadas pelos profissionais para o CREA/SP são ali centralizadas.

O segundo subsistema, representado pelo lado direito do esquema da Figura 12.1, realiza a espacialização dos dados do uso de agrotóxicos. Está em fase inicial e será implementado com o auxílio de um SIG. Pretende-se utilizar o Spring, aplicativo desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Com o uso do SIG se fará a integração do banco de dados tabulares, construído pelo Siscrea, com dados geográficos para obter as análises e a visualização da distribuição espacial do uso de agrotóxicos.

As fontes de dados para este subsistema são o banco de dados tabulares e diversos mapas. O mapa principal é o que representa a divisão política do Estado de São Paulo por municípios (IGC, 1994), onde serão espacializados os dados. A cada polígono formado pelas divisas municipais serão associados os resultados do processamento dos dados do banco. Assim, obtém-se um mecanismo rápido de visualização espacial e temporal do consumo de um produto ou grupo de produtos. Em outro sentido, pode-se utilizar o mapa como entrada para o banco de dados. Qualquer outro mapa contendo polígonos que englobem municípios tais como Diras (Divisões Regionais Agrícolas da Cati), regiões censitárias do IBGE ou regiões administrativas de governo, podem ser facilmente utilizados através da agregação das

informações. Mapas onde as divisas não coincidem com as dos municípios, como por exemplo as bacias hidrográficas (São Paulo, 1993), terão de ser adaptados por uma ponderação de ajustamento das áreas para se chegar a estimativas finais. Isto evidentemente provocará imprecisão, uma vez que, em um determinado município, as culturas, assim como o consumo de agrotóxicos e a frequência de outros atributos relevantes, nem sempre tem distribuição espacial homogênea. Futuramente outras informações espacializadas serão introduzidas para expandir a base de dados de modo a permitir estimativas para outras unidades territoriais, assim como cruzamentos das indicações de uso de agrotóxicos com características ecológicas e climáticas, auxiliando, assim, a definição de áreas prioritárias para estudos ambientais.

No início do trabalho de implantação do sistema havia uma grande defasagem entre a emissão das receitas pelos agrônomos e a emissão dos dados tabulados, devido à necessidade de teste do sistema e de treinamento das pessoas envolvidas com a sua manutenção. Este período tem sido reduzido e depende essencialmente do fluxo de informações entre os agrônomos e o CREA.

12.4 Aplicações

Há várias aplicações possíveis para os resultados gerados por este trabalho. Os dados podem ser utilizados para gerar um perfil de consumo de agrotóxicos por regiões, no monitoramento do mercado de agrotóxicos e cruzados com informações de natureza variada que sirvam para identificar possíveis agentes causais com aplicação direta ou indireta à saúde humana e a problemas ambientais. Podem ser usados, ainda, para orientar análise de resíduos químicos, facilitando a escolha dos métodos e reagentes a serem utilizados na análise.

Com este sistema, é possível estabelecer uma forte indicação dos produtos mais utilizados nas regiões. Embora o valores apresentados pelo sistema reflitam apenas o comércio oficial, o perfil indicado deve ser semelhante ao consumo real. Esta suposição poderá ser validada posteriormente. Para isto, será necessário efetuar estudos de confiabilidade e de precisão, que permitirão identificar o verdadeiro sentido dos dados oficiais ou descobrir os desvios entre estes e a realidade do uso de agrotóxicos e, assim, aprofundar o entendimento do mercado.

Finalmente, os dados podem ser usados para, em comparação com outros, identificar a natureza de interações, visto que o ambiente em sua complexidade, dificilmente pode ser tratado com sucesso apenas no laboratório (Rhind, 1991).

Na análise ambiental, os dados podem ser utilizados simultaneamente com informações ambientais e climáticas para o estabelecimento de áreas de risco, considerando as propriedades dos princípios ativos utilizados nas formulações, como por exemplo a mobilidade e persistência do produto no ambiente.

No caso específico do Estado de São Paulo, foram digitados dados referentes

às receitas de 1993, 1994 e parte de 1995, e a partir daí, haverá uma atualização contínua. Para se ter uma idéia do volume de dados envolvidos neste trabalho, no ano de 1993 foram digitadas informações correspondentes a cerca de 389.000 receitas. Estes dados armazenados em computador consomem cerca de 42 Mbytes de memória em disco.

A Figura 12.2 apresenta, a título de exemplo, um mapa construído a partir de dados preliminares deste trabalho, usando informações relativas ao ano de 1993. Quando o subsistema que utiliza o SIG estiver implementado, mapas como o apresentado na Figura 12.2 serão gerados com facilidade e flexibilidade, podendo representar o uso de um ou mais produtos em um determinado período de tempo. A vantagem de se trabalhar com SIG é que mapas como o apresentado na figura são gerados com facilidade.

Os resultados fornecidos pela metodologia aqui proposta não são, com certeza, um retrato exato da realidade do consumo de agrotóxicos. O grau de distorção desta imagem é influenciado principalmente pelos fatores apresentados a seguir.

Segundo a legislação, todos os produtos agrotóxicos deveriam ser comercializados mediante a apresentação de uma receita agrônômica, prescrita por um profissional qualificado. Porém, na realidade, isto nem sempre ocorre. Este fato faz com que o uso dos agrotóxicos, estimado por este método, represente um subconjunto do que é de fato comercializado. Além disso, algumas vezes os dados de destinação prescritos nas receitas não correspondem à realidade. Um produto pode ser indicado na receita para utilização em determinada cultura e ser efetivamente utilizado em outra. O mesmo pode acontecer com a localização da cultura.

Em termos técnicos, existem problemas de validade que se originam na discrepância entre as normas e o comportamento real dos indivíduos. Estes problemas que afetam a precisão do método em retratar a realidade tendem a diminuir a médio e longo prazo pela atuação da fiscalização e a sensibilização da comunidade para a importância do uso correto do receituário. Porém, é importante ressaltar que, devido ao número alto de receitas, esta fonte de dados se torna robusta em relação a erros destes dois tipos, pois eles podem ocorrer com a mesma probabilidade em qualquer município, cultura, produto ou data, excetuando-se aqueles referentes a produtos proibidos para determinadas culturas, que por isso poderiam ser intencionalmente prescritos na receita como se fossem para outra cultura.

A terceira categoria de problemas que afetam a precisão do método está nos erros de digitação. Enquanto nos dois primeiros o controle sobre os dados é indireto, neste último tipo, cuidados podem, devem e estão sendo tomados com o objetivo de minimizá-los, atenuando seus efeitos sobre os resultados finais.

O Siscrea já adota algumas medidas visando minimizar os erros de digitação, como a rejeição de nomes de produtos, municípios e culturas não previamente cadastrados, e de datas impossíveis.

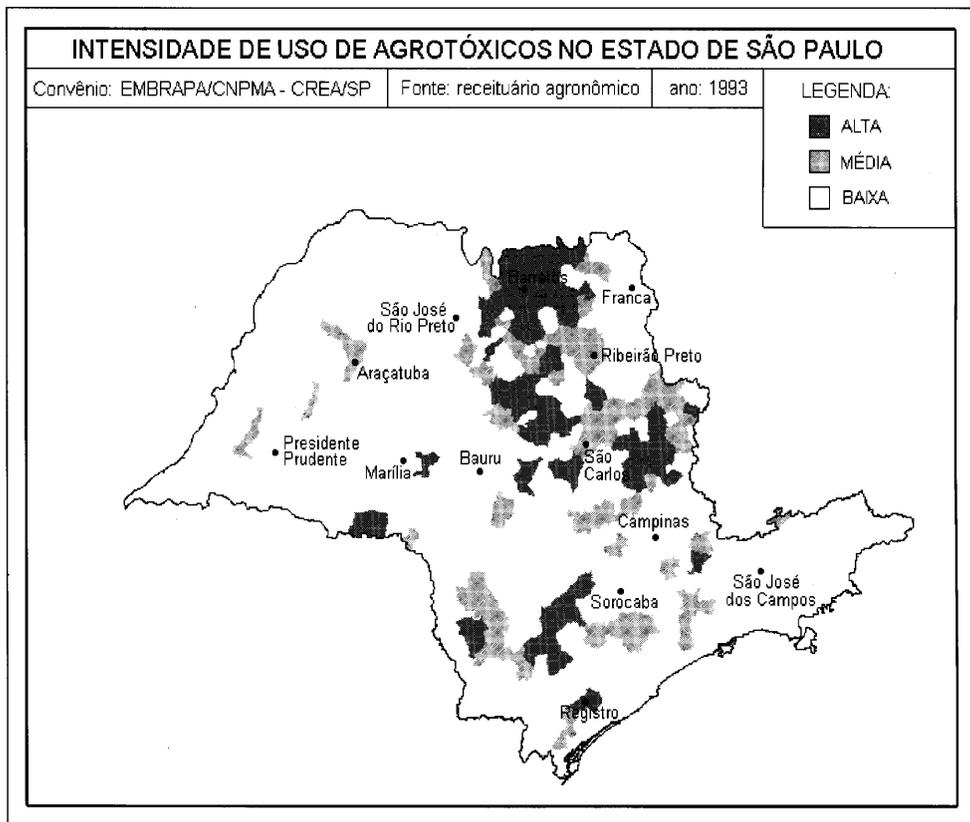


Figura 12.2 - Intensidade do uso de agrotóxicos no Estado de São Paulo, em 1993 (dados preliminares).

Além disso, é feito um trabalho de análise da qualidade dos dados do banco. Duas ações são desenvolvidas. Na primeira, é selecionado aleatoriamente um grupo de receitas para conferência, para se verificar a frequência de erros e suas possíveis causas. Este trabalho fornece subsídios para a adoção de medidas contra erros de digitação.

Na segunda ação, registros com valores extremos de carga são selecionados e conferidos com a receita correspondente. O campo que discrimina a carga é mais sensível aos erros de digitação, pois estes podem alterar significativamente o resultado final. Observa-se que algumas vezes este campo aparece com valores numéricos elevados. Este tipo de erro é cometido com mais frequência em produtos comercializados em embalagens com quantidades muito variadas, desde centenas de gramas até dezenas de quilos. Nestes casos o digitador acaba por confundir a unidade. Assim, todos os registros que apresentarem o valor de carga elevado, têm as receitas correspondentes verificadas.

O Siscrea vem sofrendo um processo constante de evolução, visando facilitar

a entrada de informação, diminuir erros e aumentar a flexibilidade das consultas ao banco. Este processo deve ser mantido para garantir a confiabilidade dos resultados.

12.5 Conclusões

Este sistema pode se tornar um importante instrumento para a melhoria do nível de informações sobre o uso destes produtos, pois fornece uma boa descrição do mercado de agrotóxicos, assim como subsídios importantes na identificação e priorização de áreas que recebem as maiores cargas.

A utilização de SIGs permite uma visão regional dos fenômenos, tanto sincrônica como diacrônica. Sua aplicação neste projeto tem o objetivo de apresentar a distribuição espacial do uso dos produtos, sua evolução temporal e o cruzamento com outras informações geográficas, visando identificar áreas de estudo de impactos ambientais mais graves causados pelo uso de agrotóxico e priorizar seu estudo e monitoramento. A visão geral do consumo que a representação por mapas fornece é impossível de se obter analisando somente relatórios.

12.6 Agradecimento

Os autores deste capítulo agradecem ao programador Wilson Fernando Paiva, que elaborou o aplicativo Siscrea.

12.7 Referências

- FOWLER, M.G.; AGUIAR, A.M.D. Environmental impact assessment in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, v.13, p.169-176, 1993.
- FUTINO, A.M.; SILVEIRA, J.M.J.F. A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. *Agricultura em São Paulo*, n.38, p.1-43, 1991. Tomo especial.
- IEA. Informações econômicas. *Instituto de Economia Agrícola*, v.25, n.9, p.19, 1995.
- IGC. *Plano Cartográfico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1994. Mapa, escala 1:1.000.000.
- NEVES, M.C.; SPADOTTO, C.A.; LUIZ, A.J.B. Desenvolvimento de método para a caracterização do uso de agrotóxicos no estado de São Paulo: áreas irrigadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 10., 1996. Campinas. *Anais...* (S.l.): ABID, 1996. p.480-487.
- RHIND, D. Geographical information systems and environmental problems. *International Soil Science Journal*, v.130, p.649-668, 1991.
- SÃO PAULO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. *Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1993. Mapa, escala 1:1.000.000.