



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

**ATIVIDADE AGRÍCOLA E EXTERNALIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE A PARTIR DO USO DE AGROTÓXICOS NO CERRADO BRASILEIRO.**

**WAGNER LOPES SOARES; MARCELO FIRPO PORTO;**

**ENSP/FIOCRUZ**

**RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL**

**wlsoares@ibge.gov.br**

**APRESENTAÇÃO COM PRESENÇA DE DEBATEDOR**

**AGRICULTURA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**ATIVIDADE AGRÍCOLA E EXTERNALIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE A PARTIR DO USO DE AGROTÓXICOS NO CERRADO BRASILEIRO.**

Endereço para correspondência: Rua Tapajós 424, São Francisco, Niterói.  
Cep. 24360 200

## **ATIVIDADE AGRÍCOLA E EXTERNALIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE A PARTIR DO USO DE AGROTÓXICOS NO CERRADO BRASILEIRO.**

### **Resumo:**

Esse artigo tem como objetivo discutir as externalidades negativas associadas à contaminação do solo e da água devido ao uso de agrotóxicos nos municípios do cerrado brasileiro, área em franca expansão da atividade agrícola, cujo modelo produtor baseia-se no uso intensivo de agroquímicos (agrotóxicos e fertilizantes). Embora, no presente trabalho, não se valore as externalidades provenientes do uso dos agrotóxicos, aponta alguns fatores preditores da contaminação na água e no solo por esses produtos nos municípios do cerrado brasileiro. Os dados foram obtidos por meio da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/IBGE), cujo ano de 2003 veio a campo com um questionário suplementar com questões atinentes ao meio ambiente dos municípios brasileiros. Adicionalmente, procurou-se associar, por meio de mapas, áreas contaminadas e o grau de atividade agrícola dos municípios, captado pela Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE 2003). Por meio de uma regressão logística, foi possível encontrar alguns fatores de risco da contaminação no solo e na água por agrotóxicos e fertilizantes. Características como aumento da área de lavoura temporária, poluição no ar por queimadas e por atividade agropecuária, proliferação de pragas e municípios situados nas Regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste aumentam as chances de contaminação, ao passo que municípios que promovem a educação ambiental reduzem as chances de ocorrência desse problema. Conclui-se que o presente trabalho serve como referência para os formuladores de políticas no sentido de auxiliar o desenho dos instrumentos de regulação e o diagnóstico das áreas em que essas ações devem ser tomadas como prioritárias.

**Palavras-chaves:** agrotóxicos; externalidades; cerrado; contaminação ambiental.

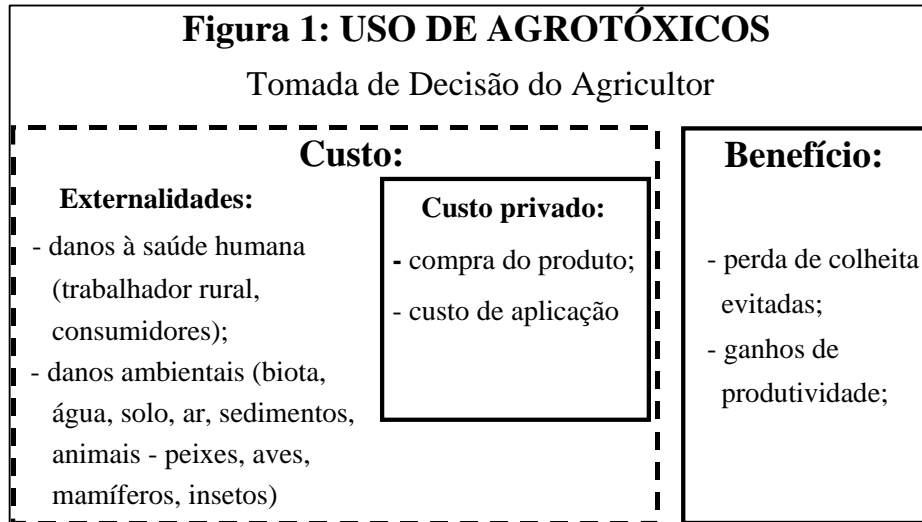
## **1 - Introdução**

O presente artigo tem por objetivo avaliar externalidades negativas associadas à contaminação do solo e da água devido ao uso de agrotóxicos nos municípios do cerrado brasileiro. Esta região vem passando por uma ampla expansão da atividade agrícola de monoculturas associadas ao uso intensivo de agrotóxicos. Ressalta-se que o bioma cerrado possui um solo não muito fértil para agricultura, o que requer o uso dessa tecnologia para atingir a alta produtividade que vem sendo obtida nessas áreas de solo mais pobre. Adicionalmente, este trabalho pretende discutir alguns mecanismos de regulação que possam reorientar o desvio custo social-custo privado através da redução dos incentivos atualmente existentes de socialização dos custos privados.

A política de modernização da agricultura, que subsidiou o crédito e estimulou a implantação da indústria de agrotóxicos no país, ignorou carências estruturais e institucionais, como o despreparo da mão-de-obra para os novos pacotes tecnológicos de difícil execução e a fragilidade das instituições voltadas à proteção ambiental e da saúde dos trabalhadores. A negligência de fatores como a capacitação e o treinamento dos trabalhadores rurais tornou os mesmos um grupo particularmente vulnerável diante da expansão de uma tecnologia com expressivos riscos ambientais e ocupacionais. O mesmo aconteceu com os instrumentos de regulação ambiental que, apenas recentemente, passaram a incorporar questões relacionadas ao uso dos agrotóxicos, como, por exemplo, a Lei nº 9.974/00 e o Decreto nº 4.074/02, que dispõe sobre o destino final das embalagens vazias de agrotóxicos e as suas respectivas tampas.

## **2 – Referencial teórico**

O uso dos agrotóxicos é um caso típico de externalidade negativa, onde um ou mais produtores são as fontes, e um ou mais indivíduos são os receptores das externalidades. Um produtor agrícola, ao tomar uma decisão quanto à quantidade a aplicar de um produto, faz a avaliação em relação à produtividade marginal e o custo marginal privado de utilizá-lo. Entretanto, esse pode não ser o melhor resultado numa perspectiva de bem-estar social e mesmo individual no longo prazo, pois o custo marginal ou benefício marginal individual pode desprezar efeitos para a saúde humana e dos ecossistemas, assim como os impactos destes para o sistema de saúde e a sociedade como um todo. Assim, se por um lado o custo marginal do uso de agrotóxicos pelo agricultor inclui itens tal como o preço do insumo, o custo do trabalho do aplicador e o material usado na aplicação, por outro lado, não inclui os danos à fauna e flora, à qualidade da água e do solo e à saúde humana.



Segundo PEARCE (1994), as externalidades surgem por divergência entre interesses sociais e privados: os livres mercados seriam baseados num estreito interesse pessoal, onde o gerador da externalidade não tem qualquer incentivo para contabilizar os custos que impõe a terceiros. Se a externalidade for negativa, há maior produção desta pelo agente gerador, em equilíbrio competitivo, do que seria socialmente desejável. E é nesse sentido que o uso de agrotóxico gera externalidade, uma vez que os custos externos ou os custos sociais impostos por essa atividade não são levados em consideração quanto os agentes econômicos tomam a decisão de aplicar o produto. E no caso dos agrotóxicos aplicados pelo próprio produtor há ainda outro fator complicador: a ignorância ou desprezo quanto aos efeitos de médio e longo prazo à própria saúde humana.

A figura 1 ilustra bem o problema, uma vez que a racionalidade do agricultor em usar o agrotóxico está representada pelas áreas na figura que compreendem o benefício e o custo privado de utilizar o agrotóxico. Nota-se que a área que representa o benefício de aplicar o produto é significativamente maior que aquela que caracteriza o custo privado do agricultor. Entretanto, como já comentado, esse custo privado não leva em conta as externalidades, e, sendo assim, para se calcular o nível de bem-estar da sociedade como um todo, seria necessário uma análise custo-benefício social, que considere os custos sociais. O resultado, seria um benefício líquido negativo, onde os custos, quando se incorpora o valor das externalidades, são maiores que os benefícios, como representado pela área tracejada da figura em contraposição a área que caracteriza o total dos benefícios.

Na verdade, o agricultor não tem nenhum incentivo para internalizar esses custos quando enfrenta o dilema de usar ou não o agrotóxico, pelo contrário, tende a superestimar o seu benefício. E é aí que entra os instrumentos de regulação ambiental, uma vez que as suas medidas, quando levadas em conta nesse processo de tomada de decisão, reduzem o hiato entre custo privado e custo social, promovendo a racionalização do uso dos agroquímicos na agricultura.

## 2.1 – Uso de agrotóxico, externalidades e instrumentos de regulação.

Conforme já comentado, o uso de agrotóxico gera externalidades no meio ambiente e na saúde humana, sendo que muitos desses impactos no longo prazo ainda são desconhecidos. Na saúde humana existem dois tipos de efeitos toxicológicos, por meio direto, através da intoxicação do trabalhador rural, e por via indireta, prejudicando a saúde do consumidor quando ingere um alimento cujo nível residual se encontra em níveis prejudiciais à saúde. No

primeiro caso, os efeitos sobre a saúde podem ser agudos e crônicos<sup>1</sup>. Os efeitos agudos são mais visíveis, sendo que o intoxicado apresenta sintomas de convulsões, vômitos, náuseas, dentre outros, ao passo que os crônicos podem aparecer semanas, anos ou décadas após o período de uso. Fatores como a desinformação e o despreparo dos sistemas de saúde podem fazer com que os casos passem despercebidos, gerando subnotificação. Estudos correlacionam o uso de agrotóxicos a redução da fecundidade e a alguns tipos de cânceres (COCCO, 2002).

Quanto ao meio ambiente, os agrotóxicos também agem de duas maneiras: acumula-se na biota; e contaminam a água e o solo. A dispersão de agrotóxicos no ambiente pode causar um desequilíbrio ecológico na interação natural entre duas ou mais espécies. Alguns tipos de agrotóxicos – como os organoclorados, já amplamente proibidos porém com passivo ambiental decorrente de sua elevada persistência - se acumulam ao longo da cadeia alimentar por meio da biomagnificação, que é o aumento do nível trófico. Segundo PERES & MOREIRA (2003) a contaminação de peixes, crustáceos, moluscos e outros animais representam uma fonte potencial de contaminação humana, cujos riscos podem ser ampliados a todos os consumidores desses animais como fonte de alimento.

Além do mais, alguns agrotóxicos, além de erradicar as pragas, também eliminaria seus inimigos naturais, ou seja, seus predadores e competidores. Acrescenta-se o fato de que alguns indivíduos são mais resistentes, o que faz com que, na maior parte das vezes, as pragas não sejam completamente dizimadas, restando indivíduos com genótipo mais forte. O cruzamento desses indivíduos, em adição a uma menor competição por alimento, espaço e abrigo promove aumentos substanciais na população, fazendo com que a praga volte mais resistente e em níveis populacionais maiores do que antes da aplicação química. De acordo com PASCHOAL (1979) “espécies antes suscetíveis a determinados praguicidas, sob pressão dos mesmos, não são mais controláveis nas dosagens normais recomendadas, passando a tolerar doses que antes matavam quase a totalidade de seus progenitores”.

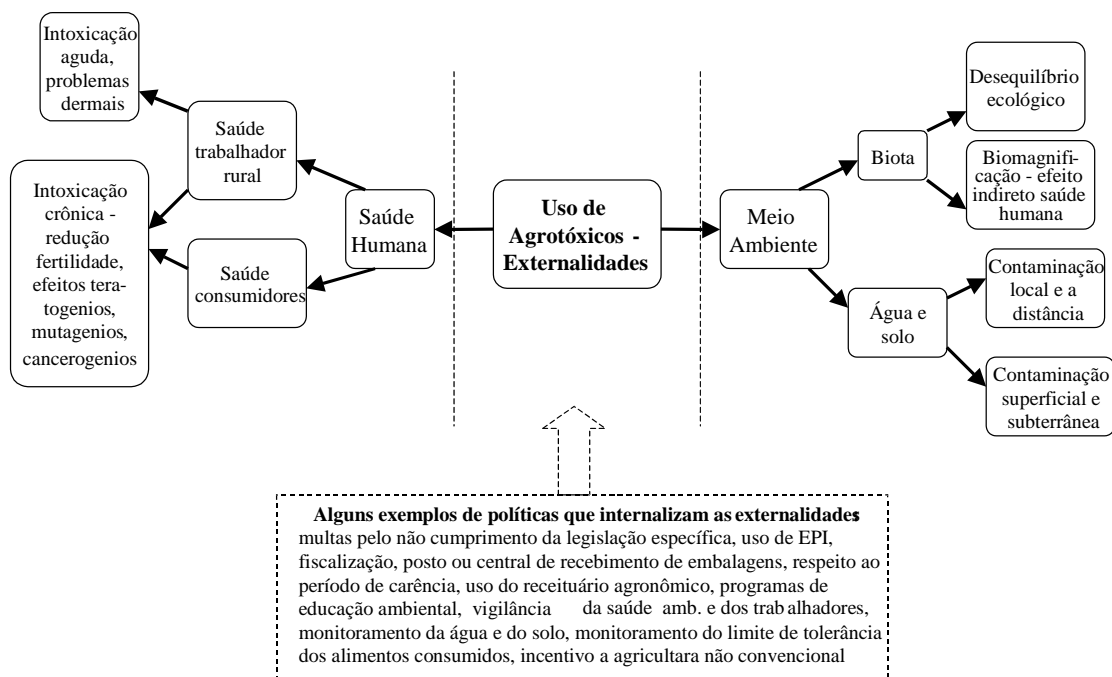
A outra via de impacto ambiental é a contaminação na água e no solo, tendo em vista que a degradação da qualidade de águas subterrâneas e superficiais tem sido identificada como a principal preocupação no que diz respeito ao impacto da agricultura no ambiente (ZEBARTH, 1999). A contaminação de coleções de água superficiais e subterrâneas tem um potencial extremamente poluente, pois se, por exemplo, o local onde for aplicado o agrotóxico for próximo a um manancial hídrico que abasteça uma cidade, a qualidade dessa água captada também deverá estar comprometida. No que diz respeito à contaminação no solo, o acúmulo dos agrotóxicos podem fragilizar e desencadear absorção de elementos minerais, principalmente em solos desnudos, concorrendo para a redução do grau de fertilidade do mesmo.

A figura 2 simplifica algumas externalidades provocadas pelo uso dos agrotóxicos e traz alguns exemplos de mecanismos de regulação atualmente discutidos no debate sobre as políticas atinentes ao tema no país. O objetivo é apontar que essas políticas podem ser vistas como uma espécie de “cinturão protetor”, pois uma vez aplicadas, essas medidas passam a auxiliar o processo de racionalização do uso desses produtos, tendo em vista que são elementos que passam ser incorporados indiretamente no processo de tomada de decisão de utilizar ou não o agrotóxico.

---

<sup>1</sup> Na intoxicação aguda o dano efetivo é aparente em um período de 24 horas. Na intoxicação crônica, o dano resulta da exposição contínua a doses baixas de um ou mais produtos.

**Figura 2: Externalidades e instrumentos de regulação do uso dos agrotóxicos**



Os exemplos de políticas possíveis de serem adotadas podem ser indutores de mudanças estruturais de tecnologias produtivas, ou de comando-controle para situações onde a saúde pública reconheça a existência de riscos mais graves para a população. Neste último caso estão as medidas de banimento ou o uso restritivo de diversos agrotóxicos, que devem ser comprados e aplicados sob circunstâncias específicas, conforme prevê o uso do receituário agrônomo que nem sempre é adotado na prática. As medidas envolvendo mudanças estruturais podem ser de vários tipos, como o aumento da demanda da sociedade por alimentos mais saudáveis através de campanhas educativas que revelem os níveis de contaminação e os perigos associados de vários produtos, o que a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) começou a realizar em anos recentes. Também campanhas educativas junto aos agricultores e trabalhadores que aplicam podem ter repercussões positivas, ainda que não produzam mudanças estruturais nas tecnologias de produção. Um aspecto complexo e central do problema se refere aos modelos de produção agrícola incentivados. A monocultura de grandes extensões, seja ela intensiva em agrotóxicos ou em transgênicos, representa a expansão de sistemas ecológicos artificialmente homogêneos. Atualmente 90% da produção mundial de alimentos é restrita somente a 15 espécies vegetais e 8 animais, e *“um sistema ecológico homogêneo é um desastre esperando para acontecer”*. (Holling, apud GIAMPIETRO, 2002). Ou seja, o incentivo a sistemas alternativos de produção passaria pela reorganização do modelo centrado em monoculturas extensivas, cujas externalidades, principalmente no médio e longo prazo, precisam ser cada vez mais reconhecidas na definição de políticas de incentivo.

de podem Por exemplo, há de se esperar uma redução nos danos na saúde do trabalhador rural pelo fato de haver: obrigatoriedade do uso de equipamento individual (EPI), controle de uso de agrotóxicos com elevado grau toxicológico, uso do receituário agrônomo,

programas de vigilância epidemiológica que monitoram a saúde do trabalhador no campo, programas de educação ambiental, dentre outros mecanismos.

Também se espera que, uma vez adotados os prazos de carência e um monitoramento respeitando o limite de tolerância nos grandes entrepostos comerciais, os impactos na saúde dos consumidores seriam reduzidos. Quanto a contaminação da água e solo e o grau de acumulação na biota, medidas como o monitoramento por meio de análise laboratorial dos níveis de princípio ativo e a implantação de postos ou centrais de recebimento de embalagens são importantes no sentido de reduzir a contaminação direta e indireta, minimizando seus diferentes efeitos sobre o meio ambiente.

Entretanto, sem fiscalização e mecanismos de punição, como a aplicação de multas, sanções, muitas dessas políticas não surtiriam o efeito desejado, uma vez que seria necessária a criação de um ônus para o produtor rural, uma espécie de desestímulo, no sentido de fazê-lo respeitar tais medidas quando optar pelo uso dos agroquímicos nas lavouras.

### **3 - Revisão da Literatura**

SEGARRA et. al. (2003) relacionam nível de bem-estar e degradação ambiental nas áreas de arroz, milho e banana no Equador. Calculam que uma redução de 30% na carga total de uso de agrotóxicos no meio ambiente reduziria em 11% o nível de bem-estar dos agentes, calculado por meio da redução do valor ofertado desses produtos. Entretanto, os autores não avaliam os ganhos monetários e sociais da redução de 30% da carga de agrotóxicos no meio ambiente e na própria saúde humana, ou seja, não leva em conta o custo que o “pacote tecnológico” que acompanha o modelo agrícola convencional acaba impondo a toda sociedade.

Nos grandes lagos da América do Norte a bioacumulação e a magnificação de compostos clorados causou desaparecimento de grandes predadores, como a águia, e promoveu a mutação de várias espécies de pássaros aquáticos. O Sistema Nacional de Informações Tóxicológicas registrou em 2000 cerca de 8.000 casos de intoxicações por agrotóxicos, sendo que o Ministério da Saúde estima que, para cada caso notificado, existam hoje outros 50 não notificados, o que elevaria esse número para 400.000 (SINITOX, 2003 apud PERES & MOREIRA, 2003). Em Taiwan, a taxa de casos fatais é de 5,6% de todos os casos de intoxicação. Na Tailândia, durante 1990 e 1995, as morbidades por intoxicação por agrotóxicos tiveram uma incidência de 30 por 100.000 habitantes, com 30 mortes por ano (PERES & MOREIRA, 2003).

Para avaliarmos de forma global a utilização dos agrotóxicos é necessário ampliarmos o escopo da ACB (análise custo-benefício), cobrindo todos os efeitos relevantes do seu uso, além de questões éticas incomensuráveis, como os efeitos para a saúde humana, as gerações futuras e o meio ambiente. Entretanto, muitos estudos restringem-se a uma avaliação parcial da ACB dos agrotóxicos devido à dificuldade de se trabalhar com um grande número de ingredientes ativos, que atingem de formas diferenciadas o meio ambiente e a saúde (BOWLES & WEBSTER, 1995).

PINGALI et al. (1994) avaliaram o benefício líquido do uso de inseticidas e herbicidas na produção de arroz, encontrando um benefício negativo para o uso dos inseticidas, ou seja, o benefício positivo na produção foi excedido pelos custos com a utilização do produto (gastos com a compra do produto, despesas médicas e custo de oportunidade do trabalhador, referente ao período de convalescência). Para uma aplicação de duas doses, o lucro aumentaria em 492 pesos em relação a nenhuma dose. Em contrapartida, o custo com a saúde aumentaria em 765 pesos, gerando, assim, uma perda líquida de 273 pesos. Esta diferença tende a ser repassada para a sociedade através de externalidades negativas assumidas pelos sistemas de saúde, previdenciário e ambiental.



CRISSMAN et al. (1994) realizaram uma investigação clínica em plantações de batata no Equador. Entre junho de 1991 e maio de 1992 eles diagnosticaram 50 casos de intoxicação por agrotóxicos. A maior parte dos envenenamentos (33/50) foi devida à exposição ocupacional, seguida de exposição acidental (9/50) e intenção suicida (8/50). Dos indivíduos intoxicados ocupacionalmente, 22 agricultores perderam 98 dias de trabalho, ou seja, um absenteísmo de 4,5 dias/indivíduo. O autor estimou uma perda de renda média de 10 dólares/indivíduo, sendo que o custo privado associado ao tratamento foi de 18 dólares/caso.

ROLA & PINGALI (1995) investigaram os efeitos líquidos de práticas de combate de pragas no lucro de 42 fazendeiros em Nuva Ecija - Filipinas: controle natural (nenhuma dose de aplicação de inseticida); manejo integrado de pragas - MIP (uma dose recomendada de inseticida), prática do fazendeiro (duas doses recomendadas de inseticidas); e proteção completa (seis doses recomendadas de inseticidas). O uso dos herbicidas foi mantido constante nas quatro práticas de controle acima, e os custos com a saúde aumentaram em 74% quando se variou 1% na dose de inseticida. Os resultados mostraram que o benefício líquido esperado para proteção completa decresce de 11.532 para 4.797 pesos quando os custos com a saúde são levados em conta, ou seja, aproximadamente 50%. Quanto às demais práticas, essas diferenças não foram muito significativas: MIP (12.469 para 11.822 pesos); práticas do fazendeiro (13.497 para 12.874 pesos); e controle natural, onde o benefício líquido não se alteraria, pois nenhum custo com tratamento estaria associado (13.498 pesos). Os autores concluem que esse último tratamento geraria maiores benefícios líquidos e seria a estratégia dominante quando os custos com saúde fossem levados em conta na tomada de decisão do agricultor.

#### **4 - Dados e Metodologia**

A classificação dos municípios segundo o bioma sofre de uma adequação da malha original do bioma, no caso cerrado, que se encontra na escala de 1:15.000.000, e a malha de municípios do IBGE, na escala de 1:2.500.000. Entretanto, foi possível fazer um ajuste na malha de bioma para escala de 1:5.000.000, mas mesmo assim, na interseção das duas malhas, alguns municípios limítrofes que podem ser classificados como bioma cerrado, na verdade podem não o ser, e vice-versa. Nesse caso, o recorte dado deve ser visto com cautela mesmo após a aproximação feita na malha de biomas, uma vez que os limites municipais do bioma cerrado podem não o corresponder verdadeiramente.

Os dados deste trabalho foram obtidos por meio da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/IBGE), cujo ano de 2003 veio a campo com um questionário suplementar com questões atinentes ao meio ambiente dos municípios. A MUNIC abrange todo território nacional e traz muitas informações inéditas, por exemplo, sobre o uso de agrotóxico, tipo de descarte das embalagens vazias, presença de posto de recebimento dessas embalagens, fiscalização do uso desses produtos, incentivos a práticas agrícolas alternativas, contaminação no solo e na água por agrotóxicos e fertilizantes.

Entretanto, o questionário é preenchido pelo gestor municipal, o que de certa forma pode depender do grau de comprometimento e conhecimento das questões ambientais. Outro ponto é que os dados pesquisados são de natureza qualitativa e não quantitativa, ou seja, não se avalia o peso do município quanto ao quesito analisado. Por exemplo, isso significa dar pesos iguais no uso de agrotóxico para o município de Sorriso (Mato Grosso), principal produtor de soja do país, e para o município de Guajará Mirim (Rondônia) com participação agrícola não tão expressiva. Em síntese, o que deve ficar claro é que a pesquisa não avalia a quantidade utilizada de agrotóxico, o grau de contaminação no solo e na água, dentre outros atributos relacionados à intensidade, mas apenas avalia a qualidade de usuário, a de município contaminado por agrotóxico do ponto de vista do gestor municipal, mesmo sendo esse município de pouca importância em termos de volume marginal ou área agrícola do mesmo.

Outra base de dados utilizada no artigo é a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE), cujos dados trazem informações a respeito da área de lavoura temporária dos municípios estudados no ano de 2003, o que de certa forma nos permite verificar o grau de atividade agrícola dos mesmos.

O trabalho está dividido em duas etapas: análise georreferenciada e regressão logística. Primeiramente, por meio de mapas se analisa espacialmente a atividade agrícola dos municípios do bioma do cerrado brasileiro e a contaminação na água e no solo por esses insumos. Os mapas municipais, por exemplo, permitem focar espacialmente as regiões com elevada pressão no uso de agrotóxicos e fertilizantes, no sentido de apontar essas áreas como prioritárias na política de gestão para o meio ambiente.

Outro recorte dado no presente artigo é a avaliação segundo as grandes bacias hidrográficas, uma vez que por meio da técnica estatística de análise de correspondência pode-se avaliar as bacias de maior risco de contaminação por agrotóxicos. Nessa técnica, por meio das distâncias qui-quadradas projetadas em um plano e do exame de proximidade desses pontos, pode-se verificar o perfil das bacias segundo o tipo de contaminação. Por exemplo, se o ponto plotado no gráfico que representa contaminação do solo estiver próximo daquele que representa uma determinada bacia, significa que esse atributo se encontra mais presente na referida bacia.

Na etapa seguinte, um modelo logístico binomial determina as chances de contaminação no solo e/ou na água pelo uso de agrotóxicos segundo diferentes características do município. Pelo fato de se ter controle de algumas variáveis, avalia-se as chances de contaminação no solo e água por agrotóxico de municípios iguais em tudo<sup>2</sup>, exceto o fato, por exemplo, de possuir ou não secretaria de meio ambiente ou de ter ou não posto de recebimento de embalagens vazias, dentre outro atributo avaliado separadamente.

## **5 – Resultados e Discussão**

### **5.1 – Análise georreferenciada**

Observa-se claramente no mapa 1 que a contaminação da água e do solo encontram-se estritamente relacionadas com o modelo de produção em larga escala adotado pela agricultura brasileira. Há uma concentração de contaminação por esses produtos nos municípios do cerrado onde se emprega a agricultura em grande escala. Por exemplo, no Mato Grosso observa-se uma concentração na Região de Sorriso, Lucas do Rio Verde, grandes produtores de soja e milho, e nos municípios próximos a Rondonópolis, no sudeste do estado. O mesmo se verifica no Mato Grosso do Sul, onde a contaminação se concentra nas principais regiões produtoras de grãos: Dourados e Alcinópolis, essa última no nordeste, divisa com Goiás. Já nesse último Estado, a principal região produtora é a de Rio Verde e Jataí, na região sudoeste, onde se verifica grande concentração de contaminação na água e/ou solo por agrotóxicos. O mesmo se observa no oeste da Bahia, mais precisamente na região de Barreiras e Luiz Eduardo Magalhães, cujo modelo produtor se assemelha ao das regiões citadas acima, isto é, municípios com extensas áreas produtoras de soja, milho e também algodão.

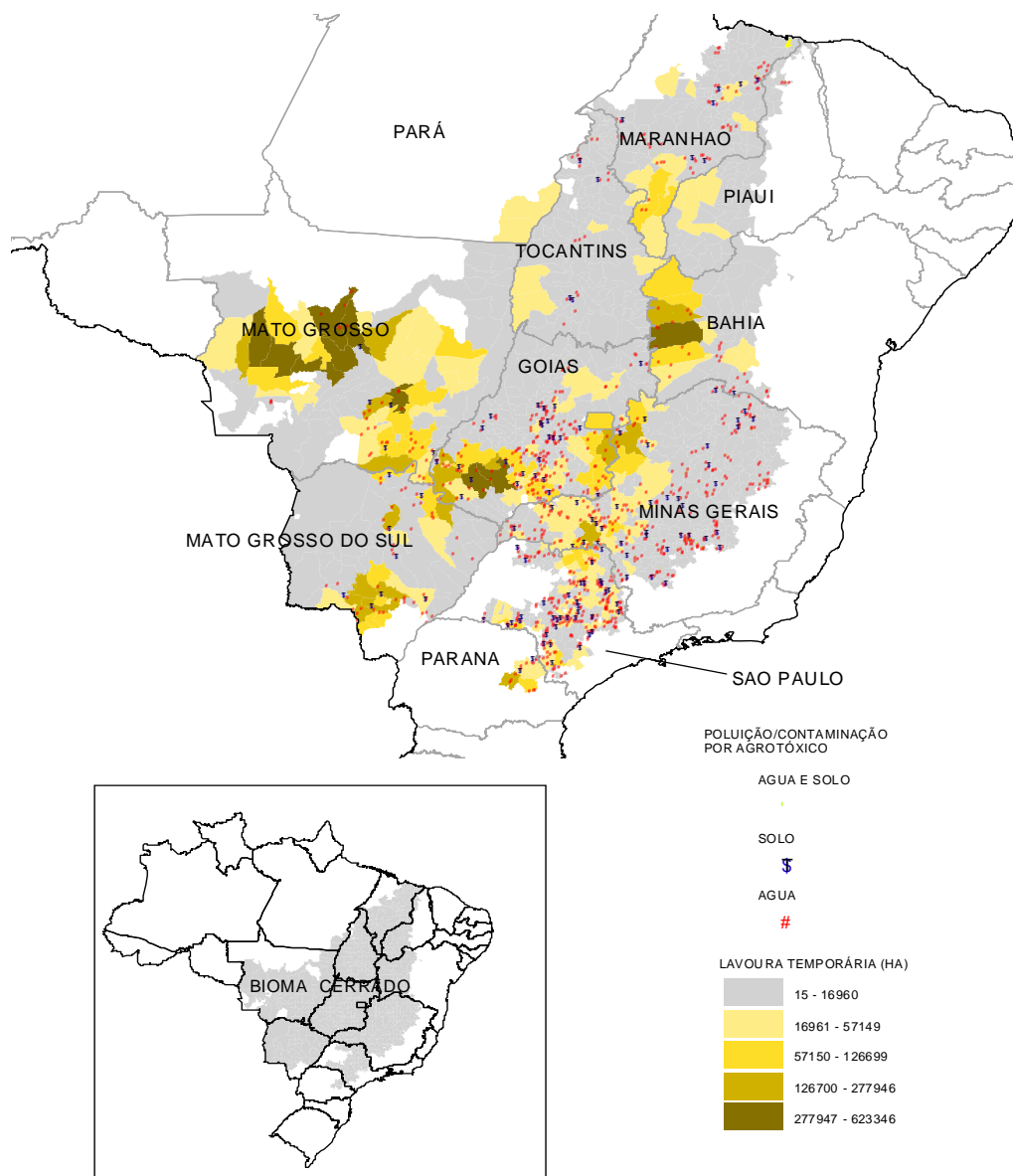
Nos estados de São Paulo e Minas Gerais, verifica-se pontos de contaminação nas áreas produtoras de cana-de-açúcar, ou seja, em São Paulo, na região central e no nordeste do estado, e em Minas Gerais no triângulo mineiro. Deve-se ressaltar que no mapa foram consideradas apenas as áreas de lavoura temporária e não as de lavoura permanente, como laranja e café, muito comum nesses dois estados, respectivamente. Tal fato deve em parte explicar o grande número de municípios não tão expressivos em área de lavoura temporária que declararam contaminação no solo e/ou na água por agrotóxicos.

---

<sup>2</sup> A expressão iguais tudo aqui significa que possuem as mesmas características referentes às variáveis controladas ou incluídas no modelo

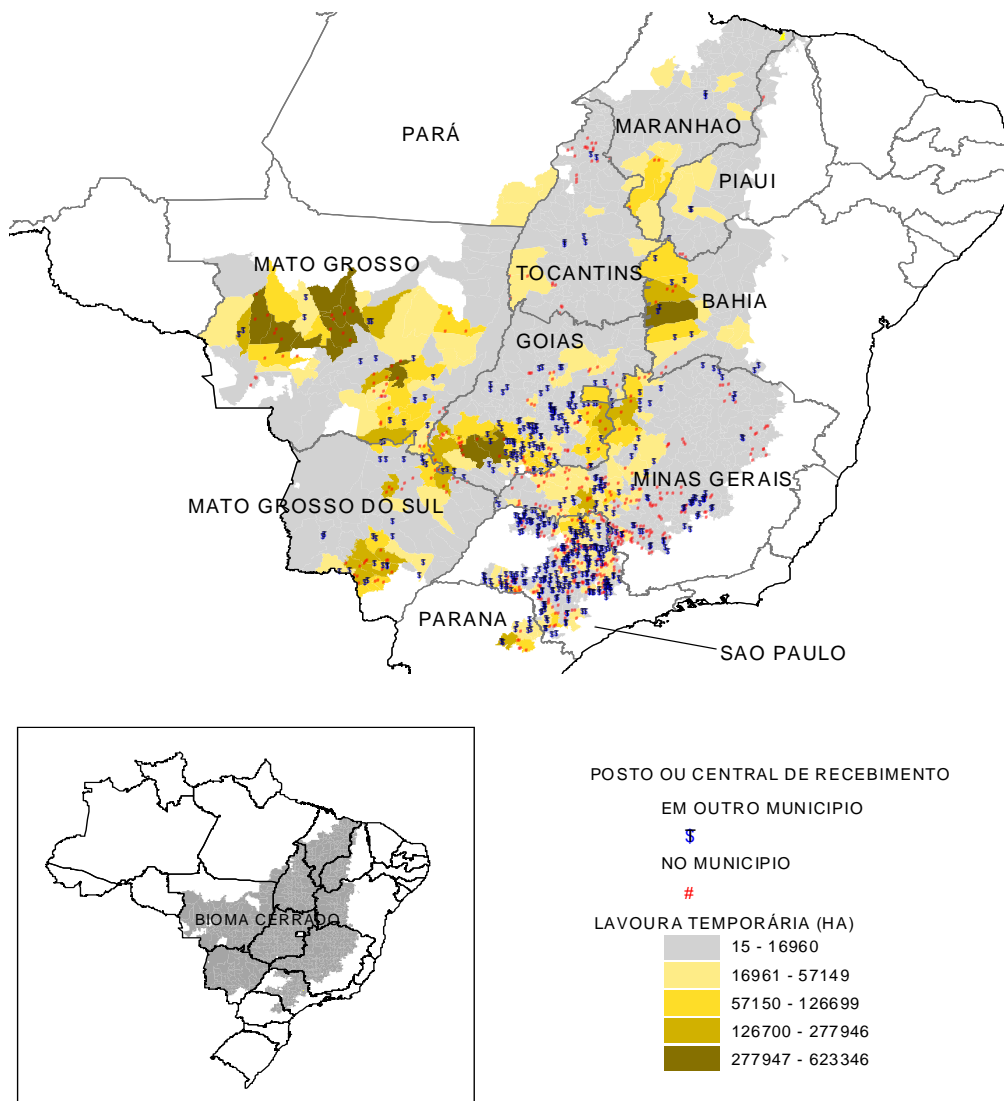
Em resumo, os gestores municipais dessas áreas onde a atividade agrícola é mais expressiva tendem a reportar mais contaminação na água e/ou solo por agrotóxicos quando comparados aos municípios situados em regiões onde a agricultura não é muito significativa, e, nesse caso, deve-se salientar que esses municípios requerem uma maior atenção para a questão. Entretanto, observa-se no mapa 2 que tais regiões estão procurando se adequar à recente legislação de descarte das embalagens, tendo em vista que muitos deles possuem posto de coleta ou central de recebimento ou direcionam as embalagens em posto ou central em um município vizinho. O mapa 2 dá uma noção da cobertura de postos ou centrais de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos, uma vez que avalia essas duas variáveis simultaneamente. No estado de São Paulo há uma grande cobertura, o que evidencia o grau de comprometimento dos seus municípios para com a legislação específica.

MAPA 1: Área agrícola no cerrado brasileiro, poluição /contaminação no solo e na água por agrotóxico



Fonte: Elaboração do autor com base na Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2002 (MUNIC) e a Pesquisa Agrícola Municipal 2003 (PAM)

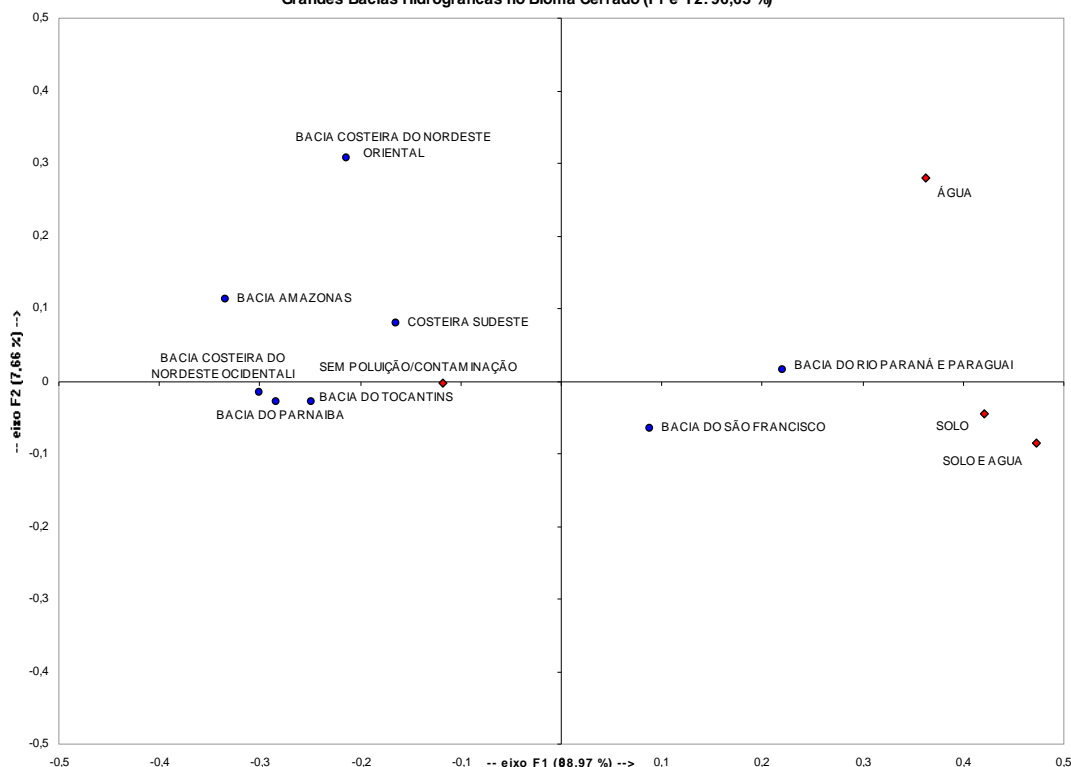
Mapa 2: 'Área agrícola no cerrado brasileiro e posto ou central de recebimento de embalagem vazia de agrotóxico



nte: Elaboração do autor com base na Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2002 (MUNIC) e Pesquisa Agrícola Municipal 2003 (PAM)

A figura 1 faz uma associação dos municípios pertencentes 'as grandes bacias hidrográficas e a contaminação por agrotóxicos. Verifica-se que os pontos que representam os municípios pertencentes às bacias do Tocantins e Costeira Sudeste se aproximam mais do atributo de "não contaminação no solo e/ou na água por agrotóxico", o que significa que essa característica se encontra mais presente nos municípios que compreendem essas bacias. Da mesma forma, a característica "contaminação no solo e/ou na água" estaria mais presente nos municípios situados nas bacias do Rio Paraná, Paraguai e bacia do São Francisco, e, de certa forma, evidencia que essas são áreas de grande pressão de uso e que deveriam receber uma especial atenção dos formuladores de política.

Figura 1: Análise de correspondência: Contaminação/poluição na água e/ou solo por agrotóxicos e fertilizantes  
Grandes Bacias Hidrográficas no Bioma Cerrado (F1 e F2: 96,63 %)



Verifica-se que a cada aumento de 10.000 hectares na área de lavoura temporária de um município no cerrado brasileiro, as chances de contaminação na água e/ou solo aumentam em 6%, o que evidencia a associação da atividade agrícola em escala e a contaminação por agrotóxico. O mesmo acontece com municípios que se queixam de poluição no ar por queimadas e por atividade agropecuária (poeira, pulverização de agrotóxicos), uma vez que as suas chances de contaminação por agrotóxicos são aumentadas em 57% e 667%, respectivamente. No primeiro caso, sabe-se que as queimadas estão estreitamente ligadas a atividade agropecuária, tendo em vista que são constantes na abertura de novas áreas de fronteira agrícola e no corte da cana-de-açúcar, embora já exista uma legislação específica para a redução da “cana queimada” em detrimento a “cana crua” ou colhida mecanicamente. No segundo caso já era de se esperar grande associação, uma vez que a pulverização de agrotóxico estaria diretamente associada à contaminação.

**Tabela 1: Modelo Logit - variável endôgena - poluição/contaminação na água e no solo por agrotóxicos ou fertilizantes - Municípios do Cerrado brasileiro**

<b>variáveis</b>		<b>parâmetros</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>qui-quadrado</b>	<b>p-valor</b>	<b>odds-ratio</b>
intercepto		-1,98	0,25	63,27	< 0,0001	
<b>Área agrícola (10.000 ha)</b>						
Lavoura temporária		0,06	0,02	12,52	0,00	1,06
<b>Poluição no ar</b>						
Queimadas	sim	0,45	0,21	4,69	0,03	1,57
	não	0,00				ref.
Atividade agropecuária (pulverização de agrotóxicos, poeira etc)	sim	2,04	0,27	55,29	< 0,0001	7,67
	não	0,00				ref.
<b>Agropecuária prejudicada</b>						
Proliferação de pragas	sim	0,97	0,23	17,64	< 0,0001	2,64
	não	0,00				ref.
<b>Instrumentos de gestão ambiental</b>						
Educação ambiental	sim	-0,82	0,15	28,04	< 0,0001	0,44
	não	0,00				ref.
<b>Grandes Regiões</b>						
Norte		-0,55	0,45	1,47	0,23	0,58
Centro Oeste		0,54	0,26	4,26	0,04	1,71
Sudeste		0,90	0,24	13,46	0,00	2,45
Sul		1,10	0,83	1,75	0,19	2,99
Nordeste		0,00				ref.

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/IBGE) de 2003

O atributo “ter atividade agrícola prejudicada por pragas” aumenta as chances de contaminação no solo por agrotóxico em 164%, o que sugere que nas áreas cuja atividade agrícola é prejudicada por pragas, o agricultor deve intensificar o uso, aumentando, portanto, as chances de contaminação. O contrário acontece com o fato de se ter um programa de educação ambiental, pois reduz em 56% as chances de contaminação por agrotóxicos.

Quanto aos diferenciais de chances entre as Regiões da Federação que apresentam área de cerrado, os municípios da Região Sul do país são os que possuem maior chance de contaminação, seguidos dos da Região Sudeste, Centro Oeste, Nordeste e, por último, Região Norte. Quando comparados aos municípios da Região Nordeste, os da Região Sul têm 199% a mais de chance de contaminação no solo e/água por agrotóxico, ao passo que esse percentual para os da Região Sudeste cai para 145%.

## 6 - Conclusão

No presente artigo, embora não se valore as externalidades provenientes do uso dos agrotóxicos, são apontados alguns fatores preditores da contaminação na água e no solo por esses produtos nos municípios do cerrado brasileiro, e serve como referência para os formuladores de políticas no sentido de auxiliar o desenho dos instrumentos de regulação e o diagnóstico das áreas em que essas ações devem ser tomadas como prioritárias. Como exemplo, algumas soluções simples e de baixo custo podem ser utilizadas e ter grande eficiência, reduzindo de modo considerável os riscos, como é o caso daquelas tomadas no campo da educação ambiental, como a divulgação através de jornais locais, rádios comunitárias e cartilhas didáticas que visam à comunicação de risco quanto ao uso dos agrotóxicos.

De modo geral, o artigo vem ressaltar a importância da elaboração de estudos econômicos de maior escopo, que integrem múltiplas dimensões deste problema complexo e avaliem os reais benefícios, custos e conflitos de interesses associados ao uso de agrotóxicos no país. Tais estudos devem servir de base para apontar alternativas de produção não tão tradicionais como, por exemplo, a agroecologia, devem ser levadas em conta na avaliação do produtor rural, bem como incentivadas pelos formuladores de políticas com propósito de

reduzir os danos causados pelo uso, muitas vezes indiscriminado, dos agroquímicos. Deve-se tomar como referência alguns estudos importantes realizados em países em desenvolvimento, como Filipinas, El Salvador e Equador, que incorporam as variáveis ambientais e da saúde humana no cálculo dos custos do uso dos agrotóxicos.

No Brasil, os estudos dessa natureza ainda são incipientes, apesar do país já sinalizar com um programa específico para a racionalização do uso de agrotóxicos. Espera-se que esse programa, que representa um avanço na agenda de pesquisa brasileira, venha efetivar as medidas necessárias de uso, manejo e de informação sobre os seus riscos ambientais e na saúde humana. Entretanto medidas pontuais e incrementais não são suficientes sem uma avaliação mais global. A discussão sobre a sustentabilidade do modelo de desenvolvimento agrícola do país deveria passar por uma discussão mais profunda acerca dos efeitos de médio e longo prazo para a saúde tanto humana quanto dos ecossistemas, bem como das várias alternativas de produção. O reconhecimento e explicitação de externalidades negativas atualmente invisíveis no debate público é condição *sine qua non* para que os efeitos atualmente reconhecidos do modelo agrícola exportador para o PIB e a balança de pagamentos se aproximem da realidade da nação.



## Bibliografia

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. <http://www.gov.br/seab/agrotoxico/legislação.html>.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. <http://www.pr.gov.br/seab/agrotoxico/legislação.html>.

BOWLES, R. G.; WEBSTER J. P. G. **Some problems associated with the analysis of the costs and benefits of pesticides**. Crop Protection, Great Britain, v. 14, n. 7, 1995. p.593-600.

COCCO, P. **On the rumors about the silent spring: review of the scientific evidence linking occupational and environmental pesticide exposure to endocrine disruption health effects**. Cadernos de Saúde pública. 18(2): 379-402, 2002.

GIAMPIETRO, Mario, 2002. The precautionary principle and ecological hazards of genetically modified organisms. *Ambio*. 31(6):466-70, 2002.

IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal**. 2003. <http://www.sidra.ibge.gov.br>.

IBGE. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Meio Ambiente**, 2002. CD-room microdados.

PASCHOAL, Adilson D. **Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro, Ed. FGV. 102p. 1979.

PEARCE, David; CROWARDS, Tom. **Assessing the health cost of particulate air pollution in the UK**. Londres: University College London: 1996, 27p.

PERES, Frederico; Moreira, Josino Costa (org.). **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2003, 384 p.

PINGALI, Prabhu L; MARQUEZ, Cintia B; PALIS, Florencia G. **Pesticides and Philippine Rice Farmer Health: A Medical and Economic Analysis**. Amer. J. Agr. Econ, vol. 76, agosto 1994, p.587-592.

ROLA, Agnes C; PINGALI, Prabhu L. **Pesticides, rice productivity, and farmers' health: an economic assessment**. International Rice Research Institute. 99 p. 1993.

SEGARRA, Eduardo; UGARTE, Daniel; MALAGA, Jaime. **Social Welfare and Environmental Degradation in Agriculture: The Case of Ecuador**. XXV Conferencia Internacional de Economia Agrícola. Duban, Africa do Sul, agosto, 2003.

SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas). **Estatística anual de casos de intoxicação e envenenamento: Brasil - 2000**. Rio de Janeiro: Centro de Informações Científicas e Tecnológica, Fiocruz, 2003.

ZEBARTH, B. **Improved manure, fertilizer and pesticide management for reduced surface and groundwater**. Canadá: The Pacific Agri-Food Research Centre, 1999. <http://res.agr.ca/agassiz/studies/zebasdb.htm>.