

Wagner Lopes Soares^I

Marcelo Firpo de Souza Porto^{II}

Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde

Pesticide use and economic impacts on health

RESUMO

OBJETIVO: Estimar externalidades associadas às intoxicações agudas por agrotóxicos.

MÉTODOS: Foram estimadas as probabilidades de intoxicação aguda segundo as características dos estabelecimentos rurais e de municípios no Paraná. Foram utilizadas informações sobre intoxicações agudas obtidas da Pesquisa de Previsão de Safras de 1998 a 1999. Os custos esperados com a intoxicação nessas propriedades foram calculados a partir da soma das despesas médicas-hospitalares e dos dias de convalescência necessários para restabelecer a saúde dos intoxicados. Foi construído um modelo multinível para análise.

RESULTADOS: O custo associado à intoxicação aguda pode representar até US\$ 149 milhões para o Paraná, i.e., para cada dólar gasto com a compra dos agrotóxicos no estado, cerca de US\$ 1,28 poderiam ser gerados em custos externos com a intoxicação. Essa situação poderia ser revertida com a implementação de políticas públicas, como adoção de programa de incentivo à agricultura orgânica nos municípios, cujo custo social com a intoxicação aguda poderia ser reduzido em torno de US\$ 25 milhões.

CONCLUSÕES: A sociedade, em especial as populações mais atingidas pelos agrotóxicos, seriam beneficiadas se riscos de intoxicação aguda associados ao atual modelo de produção agrícola fossem reconhecidos e eliminados. É necessária a implementação de políticas públicas e ações integradas envolvendo os campos da economia, da saúde pública, da agronomia, do meio ambiente, da educação e da ciência e tecnologia, dentre outros.

DESCRITORES: Praguicidas, envenenamento. Exposição Ocupacional. Envenenamento, economia. Gastos em Saúde. Trabalhadores Rurais.

^I Coordenação de Agropecuária. Diretoria de Pesquisas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^{II} Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Correspondência | Correspondence:

Wagner Lopes Soares
Av. República do Chile 500
3º andar – Centro
20031-170 Niterói, RJ, Brasil
E-mail: wagner.soares@ibge.gov.br

Recebido: 5/7/2011
Aprovado: 22/8/2011

Artigo disponível em português e inglês em:
www.scielo.br/rsp

ABSTRACT

OBJECTIVE: To estimate the externalities associated with acute poisoning from pesticides.

METHODS: The probabilities of acute poisoning were estimated according to characteristics of rural properties and cities in the state of Paraná, Southern Brazil. Information about acute poisoning obtained from the 1998-1999 Harvest Forecast Survey was used. The expected costs with poisoning in these properties were calculated from the sum of medical-hospital expenses and days spent on sick leaves, required for the recovery of intoxicated individuals. A multilevel model was constructed for the analysis.

RESULTS: The costs associated with acute poisoning can total up to US\$ 149 million for the state of Paraná, i.e. for each dollar spent to purchase pesticides in this state, approximately US\$ 1.28 may be spent with the external costs of poisoning. This situation could be changed with the implementation of public policies, such as the adoption of an organic agriculture promotion program in the cities where the social cost with acute poisoning could be reduced by approximately US\$ 25 million.

CONCLUSIONS: Society, especially the populations mainly affected by pesticides, could be benefited by the identification and elimination of the risks of acute intoxication associated with the current model. It is necessary to implement public policies and integrated actions that involve the fields of economics, public health, agronomy, environmental issues, education, and science and technology, among others.

DESCRIPTORS: Pesticides, poisoning. Occupational Exposure. Poisoning, economics. Health Expenditures. Rural Workers.

INTRODUÇÃO

O crescimento da agricultura brasileira e do agronegócio nos últimos anos é notório. Há um preço a se pagar por todo esse incremento na produção agrícola e parcela desse “sucesso” deve-se ao fato de os impactos negativos à saúde e ao meio ambiente não serem contabilizados no preço final dos produtos, socializados por meio do que a economia denomina externalidade negativa.¹² Muito pouco ou nada desses impactos é embutido no preço desses insumos ou de bens alimentícios produzidos no Brasil, sendo assumidos pelo sistema de saúde e da previdência social, dentre outros. Essa falha no sistema de preços do mercado pode ser corrigida por meio de instrumentos de desincentivos econômicos, maior carga tributária e medidas de comando e controle (leis e regulamentações). Isso impõe custo adicional a esses produtos, concorrendo para maior racionalização do seu uso e, conseqüentemente, redução das externalidades negativas.¹¹

Por outro lado, a política em prol do emprego de agrotóxicos é muitas vezes amparada pela força da bancada

ruralista no Congresso Nacional brasileiro. Dois exemplos emblemáticos são o licenciamento dos agrotóxicos, já que o custo com registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) chega a ser irrisório (de R\$ 180 a R\$ 1.800 - Lei nº 9782/99), e a isenção da cobrança do Imposto sobre Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS) na maioria dos Estados.³

A literatura econômica oferece vários métodos no campo da valoração das externalidades. Essa diversidade metodológica e a dificuldade de se dispor de dados refletem em resultados distintos, pois cada estudo abarca uma ou mais externalidades provocadas pelo uso dos agrotóxicos sobre a saúde ou o ambiente.⁶ A Tabela 1 resume os principais resultados encontrados nas bases de dados Scopus, SciELO e Medline em ordem cronológica. Independentemente do conjunto de custos sociais incorporados e da metodologia utilizada em cada estudo, é importante perceber que todos os resultados apontam para significativo volume de recursos socializados.

^a Terra FHB, Pelaez V, Silva LR. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. In: XIV Encontro Nacional de Economia Política; 2009 Jun 09-12; São Paulo, BR. São Paulo: Sociedade Brasileira de Economia Política; 2009.

^b Soares WL. Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia e a saúde pública, a ecologia e agricultura [tese de doutorado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fiocruz; 2010.

O objetivo deste artigo foi estimar externalidades associadas às intoxicações agudas por agrotóxicos.

MÉTODOS

Foram utilizados microdados da Pesquisa de Previsão de Safras (PREVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).^c A PREVS trouxe informações suplementares e inéditas do uso de agrotóxicos no Paraná na safra de 1998/1999. Foram entrevistados 1.637 produtores rurais cujos estabelecimentos ou áreas de exploração representavam cerca de 0,42% da área do estado, e a expansão dessa amostra estimou 382.998 estabelecimentos agropecuários no Paraná, considerando erro amostral de até 5%.^c

Foram investigadas as variáveis relacionadas ao uso de agrotóxicos: equipamentos de aplicação; forma de aquisição dos agrotóxicos; frequência de uso; uso de equipamento de proteção individual e do receituário agrônomo, o destino das embalagens vazias; tipo de cultivo (milho, soja, algodão, feijão, mandioca); número de casos de intoxicação e de atendimentos médico-hospitalares na safra de verão; agrotóxicos aplicados por cultura (número de aplicações e quantidade aplicada, modo de aplicação, classes toxicológicas); e a área dos estabelecimentos. As informações de intoxicação eram declarações do responsável ou informante do estabelecimento rural. Embora existam informações mais atuais sobre intoxicações por agrotóxicos em estabelecimento rural (como o Censo Agropecuário de 2006), a PREVS é a única fonte de grande abrangência territorial que possibilita estabelecer associações entre o uso de agrotóxicos com maior grau de detalhamento (aspectos toxicológicos, quantidade utilizada, número de aplicações, entre outros) e intoxicação aguda.

Outras fontes de dados foram utilizadas para levantar variáveis ambientais e econômicas que caracterizassem os municípios parte da amostra da PREVS. Dentre elas, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais,^d que, em 2002, avaliou informações ambientais desses municípios prestadas pelos próprios gestores do meio ambiente. Essa pesquisa informa a existência de programa de incentivo à agricultura orgânica; contaminação no solo ou na água por agrotóxicos; Agenda 21 no município; ICMS verde; fiscalização e controle de uso de agrotóxicos e fertilizantes; e se as entidades de trabalhadores fazem parte do Conselho Municipal de Meio Ambiente (CMMA). Foram usadas variáveis municipais como o PIB agrícola, renda *per capita*,

emprego rural e o índice de desenvolvimento humano em 2000,^e além de dados de despesa com agrotóxicos do Censo Agropecuário de 95/96 (IBGE),^f para estabelecer referencial dos custos valorados no trabalho.

A metodologia foi dividida em duas etapas, considerando que a valoração dos custos associados à intoxicação passa pelo processo de modelagem das probabilidades de intoxicação por agrotóxicos em estabelecimentos rurais. Para os procedimentos computacionais foi utilizada a versão 2.81 do *software* livre R.

Como o território sofre a influência do clima, solo, dinâmica da produção e comercialização, riqueza, políticas setoriais, dentre outros, o modelo estatístico deveria considerar possível estrutura hierárquica dos dados. Essas relações poderiam influenciar a atividade agrícola do estabelecimento rural e que, portanto, também poderiam influenciar a intoxicação ou sua relação com as características do próprio estabelecimento. Nesse caso, as observações referentes às características dos estabelecimentos rurais não seriam independentes, o que sugeriria a adoção de um modelo mais robusto, que incorporasse os efeitos associados a essa dependência hierárquica aqui denominada efeitos de contexto.⁹

Dentre essas categorias de modelos, encontram-se os hierárquicos ou multiníveis, que permitem a inclusão de variáveis em segundo nível hierárquico, no presente estudo representadas por características dos municípios. A estratégia de seleção do melhor modelo baseou-se em regressão logística (modelo 1), selecionando as variáveis estatisticamente significativas no primeiro nível hierárquico. Nos modelos multiníveis, foram testadas as variantes: o intercepto aleatório (modelo 2); os coeficientes aleatórios (modelo 3); e o intercepto aleatório com variáveis de segundo nível hierárquico (modelo 4). O último modelo foi o que melhor se ajustou aos dados, formalmente representado por:

$$\text{logit}(\pi_{j[i]}) = \phi_{00} + \left(\sum_{k=1}^p \beta_k x_{k[i]} \right) + u_i ;$$

em que k, i e j denotaram índices dos parâmetros estimados, dos estabelecimentos e dos municípios, respectivamente, e π_{ij} denotou a probabilidade de ocorrência do evento de interesse para o estabelecimento i (i = 1, ..., 1.637) no j-ésimo município (j = 1, ..., 226). O parâmetro ϕ_{00} foi o intercepto que representou a resposta esperada para a população, β_k (k = 1, ..., p) representou o k-ésimo coeficiente de regressão e o termo u_i denotou o efeito aleatório do i-ésimo estabelecimento, utilizado

^c Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Previsão de safras do Paraná: uso de agrotóxicos no estado do Paraná, 1998/1999. Rio de Janeiro; 2001.

^d Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de informações básicas municipais. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente. Rio de Janeiro; 2002.

^e Instituto de Pesquisa Economia Aplicada. Base de dados macroeconômicos - IPEADATA. Brasília; [s.d.][citado 2008 jun 01]. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>

^f Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 95/96. Rio de Janeiro; 1996[citado 2008 jun 01]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/default.shtm

para estimar as mudanças na probabilidade de resposta entre municípios.

A segunda etapa consistiu em estimar as probabilidades de intoxicação em determinado estabelecimento rural i , no município j . Nessa etapa, a estimação dos gastos com intoxicação baseia-se na metodologia *Cost of Illness Method*.⁶

A metodologia implica o levantamento do custo médio com o tratamento da intoxicação aguda por meio da resposta a questões como: “Quanto, em média, custa o tratamento hospitalar de intoxicação?” “Quantos dias, em média, o indivíduo necessita ficar afastado da sua atividade laboral?”. O custo médio de tratamento da intoxicação foi calculado pela soma do custo hospitalar e do custo de oportunidade associado à recuperação do trabalhador, indiretamente computado pelos dias de ausência do trabalho, i.e., pelos dias de não recebimento de sua diária. A literatura específica subsidia esse levantamento.^{4,8,18,20,g} O custo com a intoxicação resulta da soma das despesas médico-hospitalares com o custo relativo à ausência de atividade laboral. No presente artigo, esse custo foi levantado segundo dois cenários:

$$\gamma_1 = \text{US\$ } 129,00 + \text{US\$ } 131,34 = \text{US\$ } 260,34;$$

$$\gamma_2 = \text{US\$ } 740,21 + \text{US\$ } 358,2 = \text{US\$ } 1.098,41$$

O cenário γ_1 foi mais conservador, com valores de referência mais baixos encontrados na literatura específica,^{4,8,18,20,g} ao passo que γ_2 considerou os levantamentos de custo mais onerosos, com valores de referência mais elevados.

Estimou-se o custo esperado com a intoxicação em determinado estabelecimento rural i , no município j . Tal custo foi calculado pelo produto da probabilidade de intoxicação (obtida pelo modelo estimado mais adequado) e o levantamento de custo associado ao tratamento da intoxicação sob a perspectiva dos dois cenários de γ cujo custo esperado foi expresso na equação:

$$E(c_{i|j}) = (\pi_{j|i}=1) \times \gamma ;$$

para $i = 1, \dots, 1.637$ e $j = 1, \dots, 226$; em que i representava o número de estabelecimentos e j o de grupos (226 municípios que agregavam esses estabelecimentos).

Os resultados foram apresentados em dois grupos de perfis distintos de risco dos estabelecimentos: “Tipo I” (todos os fatores de risco presentes) e “Tipo II” (todos os fatores de risco ausentes). Quando comparamos as probabilidades de intoxicação entre estabelecimentos do “Tipo I” e do “Tipo II”, as variáveis de controle e seus valores foram iguais para todos os tipos de estabelecimentos, o que permitiu avaliação dos impactos de determinados fatores sobre a probabilidade de intoxicação e sobre o seu impacto econômico.

RESULTADOS

A Tabela 2 traz os resultados dos modelos estimados. O coeficiente de partição da variância do modelo 2 mostrou que cerca de 20% da variabilidade da intoxicação deveu-se a fatores entre os municípios, justificando o emprego do intercepto aleatório. O mesmo não aconteceu quando acrescentamos uma estimativa de coeficiente aleatório para a área (modelo 3) (Tabela 2).

Considerando as estimativas de efeito fixo do melhor modelo (4), as probabilidades de intoxicação em estabelecimento e os resultados dos custos esperados com a intoxicação aguda são disponíveis de acordo com características dos estabelecimentos (Tabela 3). Os fatores de risco foram: indicação de uso dada pelo vendedor; classe toxicológica muito perigosa; entidade de trabalhadores fazer parte do CMMA; o município não incentivar a agricultura orgânica; não existir Agenda 21 no município; haver fiscalização de fertilizantes e agrotóxicos no município. As variáveis de controle seguiram perfil médio obtido para a cultura do milho (10 ha de área, dez aplicações, dois aplicadores de agrotóxicos, US\$ 1.000,00 de receita média e 600 estabelecimentos de conservação do solo no município), que foi a única cultura que se mostrou significativa para explicar a intoxicação por agrotóxicos nos estabelecimentos. A Tabela 3 apresenta as “economias” representadas pelo ganho social obtido pelas alterações de características de uso dos agrotóxicos no estabelecimento, segundo os dois cenários de levantamento de custos.

No primeiro cenário (levantamento de custos γ_1), em estabelecimentos rurais do Tipo I, o custo esperado com a intoxicação aguda foi de cerca de US\$ 201 (US\$ 0,77 x US\$ 260,34). Ao se retirarem os fatores de risco (Tipo II), o custo cairia para US\$ 3 (US\$ 0,002 x US\$ 260,34), gerando economia ou benefício líquido social (US\$ 198 por estabelecimento). A economia seria maior se considerado o segundo cenário (levantamento de custos γ_2) (ganho em torno de US\$ 836). Eliminar a indicação de uso do agrotóxico dada pelo vendedor (estabelecimento do Tipo III) seria a medida mais eficiente na redução do custo social de estabelecimentos do Tipo I, uma vez que a economia gerada por essa medida seria US\$ 92 e US\$ 389 no primeiro e no segundo cenário, respectivamente. Implantar um programa de incentivo à promoção e prática da agricultura orgânica (estabelecimento do “Tipo IV”) poderia ajudar a reduzir o custo esperado de intoxicação em estabelecimentos do “Tipo I” da ordem de US\$ 144 no cenário 2.

Caso os 176.179 estabelecimentos rurais produtores de milho estimados pela PREVS tivessem características iguais às do Tipo I, o custo agregado esperado com a intoxicação seria de aproximadamente US\$ 35

⁶ Fundação Getúlio Vargas. Preços agropecuários. Remuneração do trabalho agrícola eventual – Paraná. Série histórica FGV/Dados. São Paulo; 2006 [citado 2008 jun 01]. Disponível em: <http://portalivre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92C493F131B2>

Tabela 1. Principais resultados encontrados na literatura de valoração de externalidades dos agrotóxicos.

País (Ano)	Externalidades negativas estimadas por ano associados aos agrotóxicos
EUA (1992) ¹⁴	Perda de trabalho devido à intoxicação é igual a US\$ 1,76 milhão, tratamento não hospitalar é igual a US\$ 17 milhões, custos com a saúde pública e o meio ambiente são de US\$ 8,1 bi. O custo com a compra de agrotóxicos nos EUA é de US\$ 4 bilhões, o que significa que, para cada US\$ 1 gasto na compra de agrotóxicos, US\$ 2 são gerados de custos externos.
Filipinas (1994) ^{1,16}	Mudança de 1 para 2 doses de inseticidas na produção de arroz gera um aumento do lucro de 492 pesos e no custo com a saúde de 765 pesos, provocando uma perda líquida de 273 pesos.
Tailândia (1996) ^a	Os custos externos com pesticidas variam de US\$ 18 milhões a US\$ 241 milhões ao ano.
Vietnam (1999) ⁹	O custo com a saúde é cerca de US\$ 7 por domicílio durante a safra de arroz.
Alemanha (1999) ^b	Para cada DM gasto com pesticidas, DM 0,25 é criado de custos externos.
Reino Unido (2000) ⁷	A disponibilidade a pagar é de €3 por domicílio ao ano para reduzir um caso de intoxicação aguda no UK e € 20 por ano para salvar uma espécie inteira de pássaros.
Oeste da África (2000) ^c	Os custos relacionados à saúde equivalem a cerca de US\$ 4 por domicílio por safra na produção de arroz e algodão.
Brasil (2002) ¹⁷	Os custos com a saúde do trabalhador representam cerca de 25% dos benefícios do uso dos agrotóxicos nas culturas do milho e do feijão em nove municípios do estado de Minas Gerais.
Zimbabwe (2003) ¹¹	Os custos diretos e indiretos da intoxicação aguda na cultura do algodão são de US\$ 4,74 em Sanyati e US\$ 8,31 em Chipinge.
EUA (2005) ¹⁵	O custo com a saúde associado a problemas crônicos e agudos é de US\$ 1,1 bilhão e a hospitalização e perda de trabalho representam apenas 2,4% e 0,2% desses custos, sendo 81% referentes ao tratamento de cânceres.
Nepal (2005) ^d	O total de gasto domiciliar devido ao uso de agrotóxicos no Nepal variou em zero e US\$ 59,6, com média de US\$ 16,81. A disposição a pagar para um uso seguro dos agrotóxicos variou de US\$ 20 a US\$ 666 por ano.
Itália (2008) ²¹	A disponibilidade a pagar para reduzir a zero o número de intoxicações agudas por agrotóxicos é em média de € 1.286 por domicílio ao ano. Os indivíduos estão dispostos a tolerar 6 casos de intoxicação adicionais em troca da preservação de uma espécie de pássaro, por exemplo, ou por uma redução na contaminação no solo e na água de cerca de 1%.

^a Jungbluth F. Crop Protection Policy in Thailand: Economic und Political Factors Influential Pesticide Use. Hannover: Pesticide Policy Project, GTZ/University of Hannover, Publication Series No. 5; 1996. 75 p.

^b Waibel H, Fleischer G, Kenmore PE, Feder G. Evaluation of IPM Programs - Concepts and Methodologies. Hannover: Pesticide Policy Project Publication Series No. 8; 1998.

^c Ajayi OC, Camara M, Fleischer G, Haidara F, Sow M, Traore A, Van der Valk H. Socio-economic assessment of pesticide use in Mali. Hanover: Pesticide Policy Project special issue publication series no 6; 2002.

^d Atreya K. Health costs of pesticide use in a vegetable growing area, central mid-hills, Nepal. Kathmandu: Aquatic Ecology Centre (AEC); 2005.

milhões (US\$ 201,22 x 176.179) e US\$ 149 milhões (US\$ 848,99 x 176.179) no primeiro e segundo cenário, respectivamente (Tabela 4). A despesa média com agrotóxicos foi de US\$ 663, de acordo com os dados do Censo Agropecuário de 1995/96, o que daria uma despesa para o Estado da ordem de US\$ 116 milhões (US\$ 663 x 176.179). Para cada dólar gasto com agrotóxicos em estabelecimentos do Tipo I, cerca de US\$ 0,30 seriam gerados em custos associados à intoxicação aguda por agrotóxicos e US\$ 1,28 sob a perspectiva do segundo cenário (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Dentre os fatores que aumentam as chances de intoxicação, sua probabilidade de ocorrência e que influenciam o incremento desses custos em estabelecimentos rurais estão: o agricultor não ser orientado pelo agrônomo no momento da compra do agrotóxico, o não emprego do receituário agrônomico e o uso

de substâncias menos tóxicas à saúde humana. Tais resultados corroboram estudos realizados no Brasil.^{2,5}

A indicação do agrotóxico pelo vendedor como fator de risco pode ser explicada pela tentativa de vender maior quantidade do produto, indicando condições inadequadas de uso. Os resultados apontam a falta de assistência técnica como um problema, e normalmente pequenos produtores que usam agrotóxicos possuem menor assistência com relação aos maiores.^b A área do estabelecimento, mesmo sendo variável controle, mostrou-se positivamente associada à intoxicação, mas não estatisticamente significativa. Essa associação não foi diferente entre os municípios, considerando que o modelo com coeficiente aleatório para essa variável não se mostrou significativo.

Tanto a soja como o algodão não apresentaram associações estatisticamente significativas, diferente do milho, cujas chances de intoxicação são aumentadas. No entanto, os resultados sugerem que o efeito de risco

Tabela 2. Estimativas dos modelos - Variável endógena - Intoxicação por agrotóxico no estabelecimento rural. Paraná, 1998-1999.

Variáveis	MODELOS							
	1		2		3		4	
	OR	p	OR	p	OR	p	OR	p
EFEITOS FIXOS								
1 NÍVEL (estabelecimento rural)								
Intercepto	0,034	0,00	0,018	0,00	0,025	0,00	0,024	0,00
Indicação de uso								
Vendedor	3,483	0,00	5,388	0,00	5,118	0,00	4,674	0,00
Proprietário	2,024	0,15	2,565	0,09	2,527	0,10	3,065	0,03
Agrônomo	1,005	0,99	0,987	0,97	0,962	0,91	0,768	0,41
Receituário agrônomo								
Recebe receituário								
Sim	0,561	0,05	0,628	0,17	0,621	0,16		
Segue a recomendações								
Não	1,198	0,75	0,824	0,77	0,814	0,76		
Classe toxicológica								
Muito Perigoso	1,580	0,02	1,454	0,11	1,457	0,10	1,376	0,15
Número a cada 10 aplicações/safra	1,012	0,04	1,016	0,02	1,015	0,03	1,016	0,02
Consumo de agrotóxico(100 kg)	1,069	0,08	1,049	0,26	1,050	0,26		
Número de ocupados (que manipulam)	1,041	0,04	1,155	0,04	1,157	0,05	1,158	0,02
Tipo de cultura								
Milho	2,903	0,01	3,736	0,00	3,356	0,00	3,647	0,00
Área do estabelecimento (10 ha)	1,008	0,30	1,011	0,20	1,001	0,90	1,001	0,30
Área do estabelecimento (10 ha) X Milho	0,980	0,04	0,974	0,02	0,976	0,03	0,998	0,03
2 NÍVEL (município)								
Receita média com produtos vegetais (R\$1000)							0,964	0,03
Nº Estabelecimentos com conservação do solo (1000 estabelecimentos)							1,044	0,00
Entidades de trabalhadores faz parte do CMMA								
Sim							2,759	0,00
Agenda 21 local abordando temas ambientais								
Sim							0,184	0,01
Incentivo a promoção à agricultura orgânica								
Sim							0,532	0,04
Fiscalização e controle de uso de fertilizante e agrotóxico								
Sim							1,599	0,06
EFEITOS ALEATÓRIOS								
Intercepto	Var.	DP	Var.	DP	Var.	DP	Var.	DP
Área do estabelecimento (ha)	-	-	0,878	0,94	0,224	0,473	0,367	0,60591
DEVIANCE (gl)	783,34		752,8		751		730	
Akaike Information Criterion	811		780,8		783		764	

^a Modelo 1 (modelo linear generalizado com função de ligação logística);

^b Modelo 2 (modelo hierárquico com intercepto aleatório);

^c Modelo 3 (modelo hierárquico com intercepto e coeficiente aleatório); Modelo 4 (melhor modelo estimado - hierárquico com intercepto aleatório e com variáveis de nível 1 e 2).

^c Categorias de referência em ordem: outra indicação de uso; não receituário; sim, segue recomendações; outra classe toxicológica; culturas (soja, algodão, feijão ou mandioca); não entidade trab. CMMA (Conselho Municipal do Meio Ambiente); não Agenda 21; não agricultura orgânica; e não fiscalização.

Fonte: PREVS (1999), dados municipais do Censo Agropecuário (95/96) e da MUNIC (2003), ambas do IBGE.

Tabela 3. Cenários de custo esperado com a intoxicação aguda por agrotóxico, segundo tipo de estabelecimento. Paraná, 1998-1999.

Cenários (US\$)	Estab. Rural	Pr. (Y = 1) ^a	E(ci) (US\$) (Pr.(y = 1) x γ)	Economia para o Tipo I (US\$)
1 (γ = 260.34)	Tipo I	0,77	201,22	-
	Tipo II	0,002	3,03	198,20
	Tipo III	0,42	108,85	92,38
	Tipo IV	0,64	166,94	34,28
2 (γ = 1098.41)	Tipo I	0,77	848,99	-
	Tipo II	0,002	12,78	836,22
	Tipo III	0,42	459,25	389,74
	Tipo IV	0,64	704,34	144,65

^a Pr. (Y = 1) = probabilidade de intoxicação em um estab. rural
 Tipo I: Indicado pelo vendedor, muito perigoso, 10 aplicações, 2 ocupados, milho, 10 ha, R\$ 1.000 de receita, 600 estabelecimentos, Sim ent. Trab., Não Agenda 21, Não agricultura orgânica, Sim fiscalização fertilizantes
 Tipo II: Indicado agrônomo, não muito perigoso, 10 aplicações, 2 ocupados, milho, 10 ha, R\$ 1.000 de receita, 600 estabelecimentos, Não, Sim, Sim, Não.
 Tipo III: Tipo I - Indicado pelo vendedor
 Tipo IV: Tipo I + promoção à agricultura orgânica

do milho na intoxicação é cada vez menor, à medida que se aumenta a área do estabelecimento. Novamente a relação entre área e assistência técnica influencia na cultura do milho, que, diferente da soja e do algodão, possui característica peculiar, pois está presente em pequenos estabelecimentos e naqueles de grande extensão de terras. Os dados da PREVS sugerem que cerca de 30% dos agrotóxicos utilizados na cultura do milho não eram indicados, número maior que na cultura de soja (4%), o que sugere maior conhecimento técnico dos produtores na seleção do agrotóxico nessa cultura.

O maior risco associado à falta de assistência técnica e à cultura do milho entre os pequenos produtores deve ser analisado cuidadosamente, pois pode sugerir interpretações equivocadas, como a de que os pequenos produtores poderiam ser mais responsáveis do que os grandes quanto às externalidades provocadas pelo uso dos agrotóxicos. O risco pode ser maior porque a externalidade valorada no estudo refere-se à intoxicação aguda com trabalhadores no interior dos estabelecimentos, i.e., àquela que exige o contato direto em tempo relativamente curto de exposição. Em pequenos estabelecimentos rurais, observa-se maior uso de pulverizações do tipo costal,^{16,17} que exigem maior contato com o agrotóxico por parte do aplicador. Danos à biota e ao meio ambiente em geral estão mais

Tabela 4. Custo social gerado com a intoxicação aguda a cada dólar gasto com a compra de agrotóxicos em estabelecimentos do Tipo I.^a Paraná, 1998-1999.

Cenário	Custo Esperado com Intoxicação (E(C)) ^b (US\$ 1.000)	Despesa com Agrotóxico com o Milho (D) ^c (US\$ 1.000)	E(C)/D (US\$)
1	35.450	116.966	0,30
2	149.521	116.966	1,28

^a Tipo I: Indicado pelo vendedor, muito perigoso, 10 aplicações, 2 ocupados, milho, 10 ha, R\$ 1.000 de receita, 600 estabelecimentos, Sim ent. trab., Não aAgenda 21, Não agricultura orgânica, Sim fiscalização de uso de fertilizante.

^b Estimativa baseada na PREVS dos 176.179 estabelecimentos que produzem o milho no estado.

^c Despesa média com agrotóxico baseada no Censo Agropecuário 95/96 (US\$ 663) - câmbio jan. 96.

associados a aplicações mais frequentes, de larga escala e a exposições de longo prazo, como as pulverizações aéreas, ainda que possam provocar graves acidentes que afetam contingentes populacionais mais amplos.¹³ Esse tipo de aplicação é mais comum em estabelecimentos com grandes extensões de terra, típicos de monoculturas, como no caso da soja e do algodão. Em áreas de monocultura no cerrado brasileiro, foram encontradas associações positivas entre a área plantada e contaminações na água e no solo por uso de agrotóxicos.¹⁹

O fato de estabelecimentos rurais encontrarem-se em municípios com maior receita com a venda de produtos agrícolas tende a reduzir os custos com a saúde do trabalhador. O aumento de US\$ 1.000 na receita média do município reduz as chances de intoxicação no estabelecimento em 4%. Além do efeito da assistência técnica, que tende a ser melhor em áreas de maior receita, os agrotóxicos de gerações mais antigas, com maior toxicidade, costumam ser mais baratos,^h o que pode estimular o consumo, principalmente para agricultores de menor ganho, como os pequenos proprietários de terra. Esse problema pode ser ainda maior no Paraná, em função da sua fronteira com o Paraguai, o que facilita a aquisição de agrotóxicos contrabandeados, normalmente mais baratos e de qualidade duvidosa. O valor desses produtos chega a ser 50% menor do que o registrado no Ministério da Agricultura.ⁱ

As chances de intoxicação foram maiores em estabelecimentos de municípios que tomam medidas de conservação do solo. Talvez fosse possível esperar que municípios mais responsáveis com questões ambientais tivessem menores riscos de intoxicação. No entanto, alguns agrotóxicos são responsáveis pelo empobrecimento e a erosão dos solos em conjunto com outras

^h Pesticidas y agrotóxicos: Veneno en la piel. *El País*. 01 Abr. 2006 [citado 2008 ago 01] Qué Pasa? Disponível em: <http://www.uruguayambiental.com/noticias/PesticidasAgrotoxicosVenenoPiel.html>

ⁱ Agrotóxicos ilegais causam prejuízo de R\$ 500 milhões. *Portal do Agronegócio*. 29 Out 2007 [citado 2008 jun 01] Agronegócio / Ecologia - Meio ambiente. Disponível em: <http://www.portaldoaagronegocio.com.br/conteudo.php?id=4890>

práticas agrícolas ambientalmente insustentáveis, uma vez que destroem a vegetação.³ O solo exposto facilita a ação das chuvas e causa outro problema para a atividade agrícola, o assoreamento. As medidas de preservação do solo podem ser respostas a situações existentes de degradação ambiental, decorrentes em parte de atividade agrícola com uso intensivo de agrotóxicos. Isso explicaria a maior probabilidade de intoxicação nessas regiões.

Raciocínio semelhante pode ser aplicado à fiscalização e à participação do sindicato de trabalhadores no CMMA, que se apresentou como fator de risco e não de proteção. Isso possivelmente reflete o fato de que os municípios que priorizam a fiscalização são aqueles cujo problema já se tornou proeminente, i.e., a fiscalização seria uma ação *a posteriori*.

O Brasil possui legislação ambiental federal, os estados e municípios são dotados de autonomia política, administrativa e financeira e uns são mais atuantes do que outros em ações ambientais, fiscalização e controle. O presente estudo mostra que, quando o estabelecimento encontra-se em município onde há a chamada “Agenda 21” local e esta aborda temas ambientais, as chances com a intoxicação são reduzidas em 82%, o que reforça o papel da incorporação da temática ambiental em nível local.

O incentivo à agricultura orgânica tem papel fundamental. Estabelecimentos de municípios que adotam tal postura possuem 47% a menos de chance de intoxicação por agrotóxicos. Essa ação, além de geradora de economia e redução nos custos com a saúde por motivos óbvios, mostra-se cada vez mais eficiente. Países têm reduzido o emprego de agrotóxicos (Indonésia, Suécia, Noruega, Alemanha, Holanda e Guatemala), diminuindo anualmente o uso entre 33% e 75%, sem redução na produção de algumas culturas.¹⁴

Os resultados para as variáveis de segundo nível hierárquico indicam que a variabilidade da intoxicação e seu custo não podem ser explicados em função de fatores regionais como clima, solo, dentre outros, uma vez que variáveis que carregam grande parte dessa “aptidão agrícola”, como o produto interno bruto agrícola, por exemplo, não se mostraram significativas como as variáveis de segundo nível. O modelo construído permite explicar parte dessa variabilidade pela inclusão de variáveis que trazem elementos da gestão municipal em setores que atuam na proteção ambiental e saúde humana, como: implantação da Agenda 21 local, de programas de incentivo à promoção da agricultura orgânica e da fiscalização e controle do uso dos fertilizantes e agrotóxicos. Tais resultados reforçam o papel das políticas públicas e das ações municipais na promoção da saúde ambiental e dos trabalhadores.

O presente estudo focou a intoxicação aguda, considerada a ponta do *iceberg* dos impactos econômicos dos agrotóxicos sobre a saúde e o meio ambiente.¹⁹ Com base nas associações encontradas, há duas linhas de ações possíveis para redução dos custos relacionados à saúde do trabalhador rural no Paraná: i) a ampliação da assistência técnica ao pequeno agricultor, principalmente na aquisição do produto e no controle dessas substâncias a partir do fortalecimento institucional de entidades de fiscalização, defesa ambiental e de vigilância em saúde ambiental e do trabalhador; e ii) a promoção de políticas de fortalecimento de um modelo de produção mais justo e saudável, aplicável à pequena propriedade rural. São necessárias políticas públicas federais e estaduais que reconheçam, dialoguem e se integrem com ações municipais bem sucedidas, como a implantação local da Agenda 21 e o incentivo à agricultura orgânica. Afinal, é nos municípios que os agricultores vivem, trabalham e poderão mudar suas práticas na produção de territórios e alimentos mais saudáveis.

REFERÊNCIAS

1. Antle JM, Pingali PL. Pesticides, productivity, and farmer health: a Philippine case study. *Am Agric Econ Assoc.* 1994;76(3):418-30. DOI:10.2307/1243654
2. Araujo AC, Nogueira DP, Augusto LG. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. *Rev Saude Publica.* 2000;34(3):309-13. DOI:10.1590/S0034-89102000000300016
3. Brigante J, Espindola ELG. Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa; 2003.
4. Cole DC, Carpio F, León N. Economic burden of illness from pesticide poisonings in highland Ecuador. *Rev Panam Salud Publica.* 2000;8(3):196-201. DOI:10.1590/S1020-49892000000800007
5. Delgado IF, Paumgarten FJR. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do município de Pati do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2004;20(1):180-6. DOI:10.1590/S0102-311X2004000100034
6. Drummond MF, O'Brian B, Stoddart GL, Torrance GW. Methods for the economic evaluation of health care programmes. 2.ed. Oxford: Oxford Medical Publications; 1997.
7. Foster V, Mourato S. Valuing the multiple impacts of pesticides use in the UK: a contingent ranking approach. *J Agric Econ.* 2000;51(1):1-21. DOI:10.1111/j.1477-9552.2000.tb01206.x
8. Garcia JE. Intoxicaciones agudas con plaguicidas: costos humanos y económicos. *Rev Panam Salud Publica.* 1998;4(6):383-7. DOI:10.1590/S1020-49891998001200003
9. Gelman A, Hill J. Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models. Cambridge: Cambridge University Press; 2007.
10. Maumbe BM, Swinton SM. Hidden health costs of pesticide use in Zimbabwe's smallholder cotton growers. *Soc Sci Med.* 2003;57(9):1559-71. DOI:10.1016/S0277-9536(03)00016-9
11. Pearce D, Crowards T. Assessing the health cost of particulate air pollution in the UK. London: University College London; 1996.
12. Pignati WA, Machado JMH, Cabral JF. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde - MT. *Cienc Saude Coletiva.* 2007;12(1):105-14. DOI:10.1590/S1413-81232007000100014
13. Pimentel D, Greiner A. Environmental and socio-economic costs of pesticide use. In: Pimentel D, editor. Techniques for reducing pesticide use: economic and environmental benefits. Chichester: John Wiley & Sons; 1992. p.51-78.
14. Pimentel D. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States? *Environ Dev Sustainability.* 2005;7:229-52. DOI:10.1007/s10668-005-7314-2
15. Pingali PL, Marquez CB, Palis FG. Pesticides and Philippine rice farmer health: a medical and economic analysis. *Amer J Agr Econ.* 1994;76(3):587-92. DOI:10.2307/1243669
16. Soares WL, Moro S, Almeida RMVR. Rural workers' health and productivity: an economic assessment of pesticide use in Minas Gerais, Brazil. *Appl Health Econ Health Policy.* 2002;1(3):157-64.
17. Soares WL, Almeida RMVR, Moro S. Trabalho Rural e fatores de risco associados com o uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2003;19(4): 1117-27. DOI:10.1590/S0102-311X2003000400033
18. Soares WL, Porto MF. Atividade Agrícola e externalidade ambiental: uma análise do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Cienc Saude Coletiva.* 2006;12(1):131-43. DOI:10.1590/S1413-81232007000100016
19. Sobreira AE, Garcia J, Adissi PJ. Agrotóxicos: falsas premissas e debates. *Cienc Saude Coletiva.* 2003;8(4):985-90. DOI:10.1590/S1413-81232003000400020
20. Traversi M, Nijkamp P. Valuing environmental and health risk in agriculture: a choice experiment approach to pesticides in Italy. *Ecol Econ.* 1998;67(4):598-607. DOI:10.1016/j.ecolecon.2008.01.011

Artigo baseado na tese de doutorado de Soares WL apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca em 2010. Os autores declaram não haver conflitos de interesse.