

Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde

Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance

Wanderlei Antonio Pignati ¹
Francco Antonio Neri de Souza e Lima ²
Stephanie Sommerfeld de Lara ¹
Marcia Leopoldina Montanari Correa ¹
Jackson Rogério Barbosa ²
Luís Henrique da Costa Leão ¹
Marta Gislene Pignatti ¹

Abstract *The intensive use of pesticides in Brazilian agriculture is a public health issue due to contamination of the environment, food and human health poisoning. The study aimed to show the spatial distribution of the planted area of agricultural crops, the use of pesticides and related health problems, as a Health Surveillance strategy. We obtained data from the planted area of 21 predominant crops, indicators of the consumption of pesticides per hectare for each crop and health problems. The amount of pesticides used in the Brazilian municipalities was spatially distributed and correlated with the incidence of pesticides poisoning: acute, sub-acute and chronic. There was a predominance of soybean, corn and sugar cane crops, which together accounted for 76% of the area planted in Brazil in 2015. Some 899 million liters of pesticides were sprayed in these crops, and Mato Grosso, Paraná and Rio Grande Sul used the largest quantities, respectively. The health problems showed positive and significant correlations with pesticide use. The methodological strategy facilitated the identification of priority municipalities for Health Surveillance and the development of intersectoral actions to prevent and mitigate the impacts of pesticides on health and the environment.*

Key words *Spatial distribution, Pesticides, Agribusiness, Health Surveillance*

Resumo *O uso de agrotóxicos na agricultura brasileira é um problema de saúde pública, dadas as contaminações no ambiente, em alimentos e as intoxicações na saúde humana. Objetivou-se apresentar a distribuição espacial da área plantada de lavouras, consumo de agrotóxicos e agravos à saúde relacionados, como estratégia de Vigilância em Saúde. Obteve-se dados de área plantada de 21 culturas predominantes, indicadores de consumo de agrotóxicos por hectare para cada cultura e agravos à saúde. Espacializou-se o consumo de agrotóxicos nos municípios brasileiros e correlacionou-se às incidências de intoxicações por agrotóxicos: aguda, subaguda e crônica. Constatou-se predomínio dos cultivos de soja, milho e cana, que juntos corresponderam a 76% da área plantada no Brasil em 2015. Pulverizou-se 899 milhões de litros de agrotóxicos nessas lavouras, com Mato Grosso, Paraná e Rio Grande Sul tendo utilizado as maiores quantidades. Os agravos à saúde apresentaram correlações positivas e significativas com o uso de agrotóxicos. A estratégia metodológica possibilitou identificar municípios prioritários para a Vigilância em Saúde e o desenvolvimento de ações intersetoriais de prevenção e mitigação dos impactos dos agrotóxicos na saúde e ambiente.*

Palavras-chave *Distribuição espacial, Agrotóxicos, Agronegócio, Vigilância em Saúde*

¹ Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Av. Fernando Correa s/n, Campus Universitário. 78060-900 Cuiabá MT Brasil. pignatimt@gmail.com
² Núcleo de Estudos Ambientais e Saúde do Trabalhador, Instituto de Saúde Coletiva, UFMT. Cuiabá MT Brasil.

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo e o segundo país que mais exporta esses produtos, desempenhando um importante papel na economia local. Para manter tal produção, este setor utiliza intensivamente sementes transgênicas e insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. A extensa área de plantio no Brasil proporcionou que o país fosse o maior consumidor de agrotóxicos no mundo. A imposição da Política da Revolução Verde, dos cultivos transgênicos, o aumento de “pragas” nas lavouras, de créditos agrícolas subsidiados e isenção de tributos fiscais, são fatores que contribuíram para o aumento no consumo de agrotóxicos¹. Acrescenta-se a esses fatores fragilidades da vigilância estatal sobre o seu uso e a ausência de políticas que reduzam o uso de agrotóxicos e incentivem a produção agroecológica.

Nas extensas áreas de monocultivos, pulverizam-se caldas desses tóxicos por meio de tratores e aviões sobre as lavouras, que atingem não só as “pragas” nas plantas, mas também matrizes ambientais como o solo, as águas superficiais, o ar, a chuva e os alimentos. Trata-se de poluições intencionais, pois o alvo das pulverizações são os insetos, fungos ou ervas “daninhas” e, nesse processo, plantações, matrizes ambientais são contaminadas, além de trabalhadores, moradores do entorno e outros animais. Esse modelo de produção gera situações de risco e “acidentes rurais ampliados” complexos e desafiadores para as ações de Vigilância em Saúde e suas metodologias. Tais eventos têm sido denunciados por movimentos sociais e evidenciados pela sociedade que convive neste modelo de produção agrícola^{2,3}. No entanto, são escassos os registros de intoxicações agudas, subagudas e crônicas relacionados ao uso dos agrotóxicos.

A insuficiência de dados sobre o consumo de agrotóxicos, seus tipos e volumes, utilizado nos municípios brasileiros, o desconhecimento do seu potencial tóxico, a carência de diagnósticos laboratoriais e a pressão/assédio de fazendeiros do agronegócio que ocupam cargos públicos, favorecem o ocultamento e a invisibilidade desse importante problema de saúde pública^{4,5}.

Neste cenário, instituições públicas, pesquisadores, profissionais de saúde e sociedade se deparam com dificuldades na obtenção de dados totais/reais sobre o volume e os tipos de agrotóxicos usados naquela fazenda ou região, contrariando a lei nº 12.527/2011⁶ de acesso à informação. Além disso, em 2016 não foi reali-

zado o Censo Agropecuário, que constitui fonte importante e útil de informação sobre a temática agrícola no país.

Considerando a necessidade de maior suporte técnico para a implantação e implementação da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos no território nacional, este artigo objetiva apresentar a distribuição espacial da área plantada de lavouras agrícolas, gerar estimativas de utilização de agrotóxicos e associar o consumo destes com indicadores de intoxicação aguda, subaguda e crônica por essas substâncias nos municípios brasileiros. Essa estratégia metodológica visa identificar regiões prioritárias para a tomada de ações de promoção, prevenção e precaução relacionadas aos agravos à saúde e danos ambientais.

Métodos

Trata-se de um estudo epidemiológico de tipo ecológico. Foi feita a distribuição espacial de indicadores ambientais (área plantada e consumo de agrotóxicos) e a correlação com indicadores de saúde (intoxicação aguda, subaguda e crônica) considerando como provável causa a toxicidade dos agrotóxicos oriundos das exposições humanas e contaminações ocupacionais, ambientais e alimentares.

Para estabelecer as correlações, utilizaram-se os municípios do estado de Mato Grosso, a fim de exemplificar a utilidade dessa estratégia metodológica para as ações de vigilância nos municípios brasileiros.

Indicadores ambientais

Os dados de área plantada de lavouras foram obtidos na Produção Agrícola Municipal (PAM) do Sistema IBGE de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-SIDRA), para o ano de 2015⁷. Optou-se pela variável área plantada, destinada à colheita, em hectares, de lavouras temporárias e permanentes e definiu-se o uso de agrotóxicos pulverizados a partir do tipo de cultura, “pragas” a combater e quantidade de hectares plantados⁸.

Utilizou-se neste estudo 21 variedades de lavouras predominantes no território brasileiro dependentes de insumos químicos, dentre as 66 culturas disponíveis no IBGE-SIDRA. Selecionaram-se na lavoura temporária, os cultivos de abacaxi, algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, fumo, girassol, melancia, melão, milho, soja, tomate e

trigo. Para lavoura permanente foram os cultivos de banana, café, mamão, manga, uva e cítricos (somatório de laranja, limão e tangerina).

Para estimar o consumo de agrotóxicos, utilizou-se a metodologia de Pignati et al.⁸ que propôs indicadores da quantidade média de agrotóxicos utilizados por hectare para quatro cultivos agrícolas (algodão, cana, milho e soja) no Mato Grosso, formulados a partir do banco de dados do Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso (INDEA-MT)⁹, que agregava informações dos receituários agrônômicos contendo o uso de agrotóxicos por município, volume (litros) utilizado, tamanho da área tratada e tipo de “praga” a combater.

Fundamentado neste banco de dados e metodologia gerou-se para outros 17 cultivos agrícolas a quantidade média de agrotóxico utilizado por hectare e atualizou-se os valores estimados para os quatro cultivos de soja, cana, milho e algodão com base em consultorias realizadas com agrônomos e agricultores durante pesquisas realizadas pelo Núcleo de estudos ambientais e saúde do trabalhador (NEAST). Utilizou-se também de literaturas que quantificaram a média de agrotóxicos usada por hectare em alguns cultivos agrícolas^{10,11}.

Os tipos de princípios ativos frequentemente utilizados nas lavouras em Mato Grosso foram adaptadas de três fontes. A primeira de Pignati et al.⁸, que listou os princípios ativos mais utilizados em 2012 e seus respectivos volumes por hectares em Mato Grosso; dos dados de vendas disponibilizados pelo IBAMA para o ano de 2014; dos projetos de pesquisa conduzidos pelo NEAST da UFMT para o ano de 2016, que inclui dados de receituário agrônômico de três municípios (o segundo, terceiro e décimo primeiro) maiores consumidores de agrotóxicos em Mato Grosso na safra 2014/2015.

O cálculo para estimar o uso de agrotóxico nos municípios baseou-se na multiplicação dos indicadores (quantidade média de agrotóxicos utilizados por hectare de determinada cultura agrícola), pelos hectares plantados das 21 culturas agrícolas estudadas. Posteriormente, realizou-se a soma da quantidade de litros de agrotóxicos obtidos de todas as culturas agrícolas para cada município, obtendo a estimativa total do uso de agrotóxico por município brasileiro. Elencaram-se os princípios ativos mais utilizados em Mato Grosso e seus respectivos volumes utilizados nos cultivos de soja, milho, cana e algodão e potenciais agravos à saúde que cada produto poderá ocasionar⁸.

Indicadores de saúde

Os dados de saúde foram obtidos no Departamento de Informática do SUS (DATASUS) do Ministério da Saúde¹². Selecionou-se um indicador de saúde de cada tipo de intoxicação com provável causa de exposição ocupacional, alimentar e ambiental do uso de agrotóxicos: aguda (intoxicação por agrotóxicos), subaguda (malformação fetal) e crônica (câncer infanto-juvenil).

Obteve-se do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) as ocorrências de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola, veterinário e raticida, segundo local de residência. Os dados de malformação fetal foram adquiridos no Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC), referentes à presença de anomalia congênita por local de residência da mãe. Evidências científicas demonstram maior ocorrência de malformação nas mães que residem em zona rural, onde existe exposição materna aos agrotóxicos e também exposição ocupacional, seja materna ou paterna^{13,14}.

Os dados de câncer foram obtidos pelo Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), referente a óbitos por essa doença na faixa etária de 0 a 19 anos, caracterizada como Câncer Infanto-juvenil, seguindo a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10), pelos códigos C00 a C97, por local de residência. Optou-se pelo grupo infanto-juvenil devido à suscetibilidade à exposição ambiental aos produtos químicos e tendo em vista que a maioria dos casos de câncer (80%) estão relacionados ao ambiente¹⁵.

A partir dos dados de saúde, gerou-se coeficientes médios de cada indicador de saúde por município de Mato Grosso, representado pelo seguinte cálculo: somou-se o número de casos do agravo/óbito nos anos de 2012 a 2014, logo após obteve-se a média aritmética pelo número de anos estudados (5 anos). A média aritmética foi utilizada no numerador, enquanto no denominador empregou-se a população do ano de 2013, referente à metade do período e, posteriormente, multiplicou-se o valor encontrado pela constante padronizada para cada indicador¹⁶. Para isto, obteve-se a estimativa populacional de 2013 no DATASUS. Trata-se de indicadores negativos, pois quanto maior o seu valor, maior o risco de ocorrência e de mortes na população.

Análise estatística

Utilizou-se o software Excel 2010 para a elaboração das tabelas e o ArcGis 10.1 da Esri para confecção dos mapas temáticos. Classificou-se os indicadores de ambiente em intervalos geométricos de 8 classes para os municípios do Brasil e de 5 classes para os municípios de Mato Grosso e, posteriormente, espacializou-se as informações de ambiente de modo que as tonalidades mais escuras representassem a maior quantidade de área plantada e consumo de agrotóxicos.

Os indicadores de ambiente e saúde de Mato Grosso foram analisados no programa SPSS, versão 20¹⁷. A associação dos indicadores foi estimada através do teste de Correlação de Spearman, haja vista a distribuição não paramétrica dos dados, indicado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A matriz de correlação foi construída entre a quantidade de litros de agrotóxicos consumidos (variável independente) e o coeficiente médio da intoxicação aguda, subaguda e crônica por agrotóxicos (variáveis dependentes) nos 141 municípios de Mato Grosso.

Ampliou-se a discussão acerca da significância estatística, que neste estudo, além do p-valor de 5%, considerou-se significativa o p-valor menor que 20%, fundamentado pelo princípio da precaução que busca evitar um dano devido à incerteza científica sobre seu impacto¹⁸, de modo que esta proposta se torna relevante para a execução de ações de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. A abordagem apresentada baseia-se também na perspectiva da Epidemiologia Crítica, proposta por Breilh¹⁹ que enfatiza o Monitoramento participativo, a partir de situações de exposição e imposição aos agrotóxicos observados na realidade, de forma dialética, crítica e reflexiva.

Resultados

No ano de 2015, o Brasil plantou 71,2 milhões de hectares de lavouras dos 21 cultivos analisados e entre elas predominou a soja, que representou 42% de toda área plantada do país (32,2 milhões de hectares), seguido do milho com 21% (15,8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar com 13% (10,1 milhões de hectares). Juntos, estes três cultivos representaram 76% de toda a área plantada do Brasil e foram os que mais consumiram agrotóxicos, correspondendo a 82% de todo o consumo do país em 2015 (Tabela 1). Estimou-se que foi pulverizado um total de 899 milhões

de litros de agrotóxicos em produtos formulados nos 21 tipos de lavouras brasileiras naquele ano.

A soja foi a cultura que mais utilizou agrotóxicos no Brasil, representando 63% do total, seguido do milho (13%) e cana-de-açúcar (5%). O fumo foi o cultivo que apresentou a maior quantidade média de litros de agrotóxicos por hectare com 60 l/ha. O algodão foi o segundo, consumindo 28,6 l/ha, seguido dos cítricos, com 23 l/ha, tomate (20 l/ha), soja (17,7 l/ha), Uva (12 l/ha), banana (10 l/ha), arroz (10 l/ha), trigo (10 l/ha), mamão (10 l/ha), Milho (7,4 l/ha) e Girassol (7,4 l/ha). As outras culturas agrícolas utilizaram menos de cinco litros por hectare plantado.

De acordo com as culturas analisadas, Mato Grosso plantou 13,9 milhões de hectares e consumiu 207 milhões de litros de agrotóxicos, seguido do Paraná com 10,2 milhões de hectares, consumindo 135 milhões de litros de agrotóxicos e o Rio Grande do Sul com 8,5 milhões de hectares plantados, utilizando 134 milhões de litros de agrotóxicos (Tabela 2).

A quantidade de área plantada dos monocultivos foram espacializadas por municípios brasileiros conforme demonstra a Figura 1, possibilitando identificar que os com maior extensão territorial também são os com maior área plantada.

Da mesma forma, os municípios que obtiveram as maiores quantidades de área plantada também foram os que mais utilizaram agrotóxicos, representados na Figura 2.

Os dez municípios que mais consumiram agrotóxicos em litros no Brasil foram: Sorriso-MT (14,6 milhões), Sapezal-MT (11,1 milhões), São Desidério-BA (10,2 milhões), Campo Novo do Parecis-MT (9,1 milhões), Nova Mutum-MT (9,0 milhões), Formosa do Rio Preto-BA (8,1 milhões), Nova Ubiratã-MT (8,0 milhões), Diamantino-MT (7,6 milhões), Rio Verde-GO (7,3 milhões), Campo Verde-MT (6,7 milhões). Em 2015, 24 municípios usaram entre 4,1 a 14,6 milhões de litros de agrotóxicos, 111 de 1,1 milhões a 4,1 milhões de litros, 404 de 334 mil litros a 1,7 milhões, 912 de 94,4 mil a 334 mil litros, 1.249 de 26,3 mil a 94,4 mil litros, 1.272 de 7 mil a 26,3 mil litros, 998 de 1,5 mil a 7,0 mil litros e 600 utilizaram até 1,5 mil litros.

As informações sobre o tipo de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas ou fungicidas) e princípios ativos utilizados nas lavouras dos municípios é fundamental para os associar aos efeitos na saúde mais frequentes nas populações de cidades predominantemente agrícolas.

Os 20 princípios ativos mais frequentemente utilizados nos anos entre 2012 a 2016 foram Gli-

Tabela 1. Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil, 2015.

Cultura agrícola	Área plantada (hectares)	Média de uso de agrotóxicos (litros/hectares)	Consumo de agrotóxicos (litros)
Soja	32.206.787	17,7	570.060.129,90
Milho	15.846.517	7,4	117.264.225,80
Cana-de-açúcar	10.161.622	4,8	48.775.785,60
Algodão	1.047.622	28,6	29.961.989,20
Trigo	2.490.115	10	24.901.150,00
Fumo	406.377	60	24.382.620,00
Arroz	2.162.178	10	21.621.780,00
Café	1.988.272	10	19.882.720,00
Cítricos	766.516	23	17.629.868,00
Feijão	3.130.036	5	15.650.180,00
Banana	484.430	10	4.844.300,00
Tomate	63.626	20	1.272.520,00
Uva	78.026	12	936.312,00
Girassol	111.843	7,4	827.638,20
Mamão	30.445	10	304.450,00
Melancia	97.910	3	293.730,00
Abacaxi	69.565	3	208.695,00
Manga	64.412	3	193.236,00
Melão	20.837	3	62.511,00
Total	71.227.136	-	899.073.840,70

Fonte: IBGE-SIDRA²⁰; Pignati et al.⁸

fosato (Herbicida), Clorpirifós (Inseticida), 2,4-D (Herbicida), Atrazina (Herbicida), Óleo mineral (Adjuvante), Mancozebe (Fungicida), Metoxifeno-zida (Inseticida), Acefato (Inseticida), Haloxi-fope-P-Metilico (Herbicida), Lactofem (Herbicida), Metomil (Inseticida), Diquate (Herbicida), Picoxistrobina (Fungicida), Flumetsulam (Herbicida), Teflubenzurom (Inseticida), Imidacloprido (Inseticida), Lambda cialotrina (Inseticida), Imazetapir (Herbicida), Azoxistrobina (Fungicida) e Flutriafol (Fungicida). Destes, 15% são extremamente tóxicos, 25% altamente tóxicos, 35% medianamente tóxicos e 25% são pouco tóxicos na classificação para seres humanos.

Para as culturas agrícolas os princípios ativos mais frequentemente utilizados na soja foram Glifosato, com cerca de 5,5 litros por hectare (l/ha), 2,4-D (1 l/ha), Metolaclo (0,7 l/ha), Tebutiurom (0,6l/ha), Trifluralina (0,4 l/ha), Paraquate (0,3 l/ha), Flutriafol (0,25 l/ha), Carbofurano (0,2 l/ha) e outros. Na cultura de milho os princípios ativos foram Atrazina (3,55 l/ha), Glifosato (0,4 l/ha), Clorpirifós (0,25 l/ha), Metomil (0,2l/ha), Tebutiurom (0,2 l/ha) e outros. Na cultura do algodão foram Clorpirifós (6,25 l/ha), Clomazona (3,8 l/ha), Trifluralina (2,6 l/ha), Metomil (1,35 l/ha), Diuron (1,2 l/ha), Etefon (1 l/ha) e

outros. Na cana-de-açúcar foram Glifosato (1,3 l/ha), Metribuzim (0,5 l/ha), Trifluralina (0,5 l/ha), 2,4-D (0,25 l/ha), Tebuconazol (0,4 l/ha), Diuron (0,45 l/ha), MSMA (0,25 l/ha), Carbofurano (0,2 l/ha) e outros.

A partir dos agravos agudos e crônicos descritos na literatura científica^{8,21} relacionada a exposição aos agrotóxicos, selecionou-se os seguintes indicadores de saúde: intoxicação aguda por agrotóxicos, incidência de malformação fetal (intoxicação subaguda) e mortalidade por câncer infanto-juvenil (intoxicação crônica).

A Figura 3 apresenta, como exemplo, o mapa temático de distribuição espacial, com o indicador ambiental e os de saúde para o estado de Mato Grosso, porém, através desta metodologia, poderão ser construídos mapas para todos os estados brasileiros.

Os coeficientes médios dos indicadores de saúde concentraram-se nos municípios do centro e do sul de Mato Grosso, acompanhando os de maior consumo de agrotóxicos.

Tais indicadores foram correlacionados ao indicador ambiental do consumo de agrotóxico por município de Mato Grosso.

O coeficiente de correlação de Spearman entre consumo de agrotóxicos (litros) em 2015 e

Tabela 2. Área plantada dos cultivos analisados, seus respectivos consumos de agrotóxicos e predominância de lavoura agrícola por Unidade Federada, Brasil, 2015.

Unidade Federada	Área plantada dos cultivos estudados (hectare)	%*	Consumo de agrotóxicos (litros)	Predominância das lavouras agrícolas nas Unidades Federadas
MT	13.980.996	98,7	207.735.607	Soja (63%), milho (25%), algodão (4%), Cana (2%), feijão (2%), arroz (1%) e girassol (1%)
PR	10.255.468	96,3	135.470.543	Soja (49%), milho (23%), trigo (12%), Cana (6%) feijão (4%), fumo (1%)
RS	8.543.105	95,3	133.788.693	Soja (59%), arroz (13%), trigo (10%), milho (10%), fumo (2%), feijão (1%) e uva (1%)
SP	8.136.504	96,0	61.797.269	Cana (66%), milho (10%), soja (9%), Cítricos (5%), trigo (1%), feijão (1%), banana (1%)
GO	5.830.192	95,5	75.135.233	Soja (53%), milho (23%), Cana (15%), feijão (2%) e algodão (1%)
MG	5.130.624	94,5	52.731.202	Soja e milho (24%), café (18%), Cana (17%), Feijão (6%)
MS	4.665.446	98,2	58.029.601	Soja (49%), milho (35%), cana (11%), algodão (1%)
BA	3.643.888	72,9	49.108.595	Soja (29%), milho (16%), feijão (11%), algodão (11%), café (3%), Cana (2%), banana (2%), cítricos (1%)
MA	1.627.532	88,9	20.649.982	Soja (42%), milho (25%), Arroz (13%), Feijão (5%), Cana (3%), algodão (1%)
SC	1.481.843	93,0	23.918.055	Soja (38%), milho (25%), arroz (9%), fumo (7%), feijão (5%), trigo (5%), banana (2%), cana (1%)
PI	1.416.818	90,8	17.358.130	Soja (43%), milho (26%), feijão (14%), arroz (6%) Cana e algodão (1%)
TO	1.173.302	97,7	17.403.387	Soja (69%), milho (13%), arroz (10%), cana (3%) melancia (1%), e feijão (1%)
CE	997.257	66,1	6.551.303	Milho (33%), feijão (27%), banana (3%), cana (1%) e arroz (1%)
PE	763.751	91,4	4.490.610	Cana (38%), milho e feijão (23%), banana (4%), manga (1%) e uva (1%)
PA	762.574	57,2	9.443.170	Soja (25%), milho (17%), arroz (5%), banana (3%) e feijão (3%), cítricos (1%), cana (1%) e abacaxi (1%)
ES	593.627	91,0	5.456.549	Café (68%), Cana (12%), banana (4%), milho (3%) e feijão (2%), mamão (1%)
RO	568.795	92,7	6.910.076	Soja (38%), milho (29%), café (13%), arroz (7%), feijão (4%), banana (1%)
AL	417.845	90,3	2.755.645	Cana (67%), feijão (11%), milho (7%), fumo (2%) cítricos (1%), banana (1%), arroz (1%) e abacaxi (1%)

continua

o coeficiente médio de intoxicação aguda (2012-2014) foi de 13,2% para um p-valor de 0,11. Também, o coeficiente de correlação de Spearman entre consumo de agrotóxicos (litros) em 2015 e o coeficiente médio de incidência de malformação fetal (2012-2014) foi de 14% para um p-valor de 0,09. Além disso, o coeficiente de correlação de

Spearman entre consumo de agrotóxicos (litros) em 2015 e o coeficiente médio de mortalidade por câncer infanto-juvenil (2012-2014) foi de 17% para um p-valor de 0,04.

Observa-se que ambos indicadores de saúde apresentaram correlação positiva ao indicador ambiental, indicando que conforme aumenta o

Tabela 2. continuação

Unidade Federada	Área plantada dos cultivos estudados (hectare)	%*	Consumo de agrotóxicos (litros)	Predominância das lavouras agrícolas nas Unidades Federadas
SE	308.188	81,1	2.922.050	Milho (46%), cana (15%), cítricos (13%), feijão (4%), arroz (1%) e banana (1%)
PB	278.061	85,2	1.631.397	Cana (37%), milho e feijão (20%), banana e abacaxi (3%) cítricos (1%)
RN	175.913	56,7	986.017	Cana (19%), feijão e milho (14%), Melão (3%), banana (2%), melancia (2%), manga (1%), abacaxi (1%), mamão (1%)
DF	154.322	95,8	1.838.655	Soja (43%), milho (41%), feijão (10%), trigo (1%) e cítricos (1%)
RJ	133.257	88,5	1.014.804	Cana (53%), banana (13%), café (10%), cítricos (6%), abacaxi (2%), tomate (2%), milho (2%), feijão (1%)
AC	73.363	62,9	584.454	Milho (36%), banana (8%) e feijão (7%), arroz (5%) e cana (3%), café (1%), melancia (1%), cítricos (1%)
RR	56.806	87,4	763.059	Soja (37%), banana (17%), arroz (12%), milho (8%), feijão (4%), cítricos (4%), melancia (2%) algodão (1%), mamão (1%)
AM	36.145	29,0	306.916	Milho e banana (5%), melancia (4%), cítricos (3%), cana (3%) e abacaxi (3%), feijão (2%), arroz (2%), café (1%) e mamão (1%)
AP	21.514	62,4	292.838	Soja (33%), banana (6%), milho e arroz (5%), abacaxi (3%), cítricos (3%), feijão (3%), melancia (2%)
Total	71.227.136	92,7	899.073.840,70	Soja (42%), milho (21%) e cana (13%), feijão (4%), trigo (3%) arroz (3%) e café (3%), algodão (1%), cítricos (1%), banana (1%) e fumo (1%)

Legenda: *Em referência às 66 culturas disponibilizadas pelo IBGE-SIDRA .

Fonte: IBGE-SIDRA²⁰; Pignati et al.⁸

consumo de agrotóxicos, cresce também o coeficiente médio da intoxicação aguda, subaguda (malformação fetal) e crônica (câncer infanto-juvenil).

Discussão

Os resultados mostraram o predomínio de área plantada dos cultivos de soja, milho e cana-de-açúcar no país. Isso reflete a política desenvolvimentista brasileira voltada principalmente para a produção de bens primários para exportação. Esta “comoditização” gera impactos na saúde pública, atinge vastos territórios e envolve diferentes grupos populacionais quando comparado a uma

agricultura camponesa, agroecológica e familiar¹. As discrepâncias regionais na produção agrícola acompanham um processo tecnológico e de incentivos fiscais de exploração e uso da terra que seguem coexistindo com as fragilidades nas legislações ambientais, controle social e com políticas que favorecem este modelo químico-dependente.

Para Bombardi²² a alta produtividade agrícola do agronegócio brasileiro é responsável, em termos totais, pelo maior consumo de agrotóxicos, de modo que os cultivos de soja, milho e cana, juntos, respondem por praticamente 70% de todo seu uso no Brasil. O presente estudo constatou que estes três cultivos corresponderam a 82% de todo o volume de agrotóxicos utilizados no país no ano de 2015, indicando uma tendên-

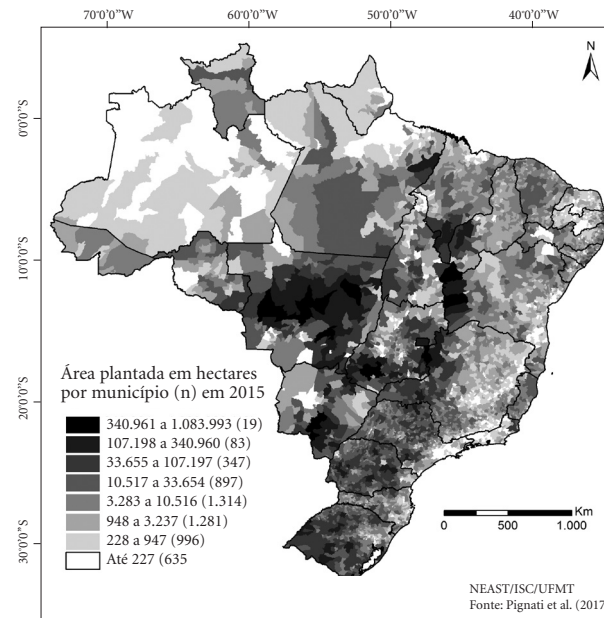


Figura 1. Área total plantada de culturas agrícolas estudadas por município do Brasil, 2015.

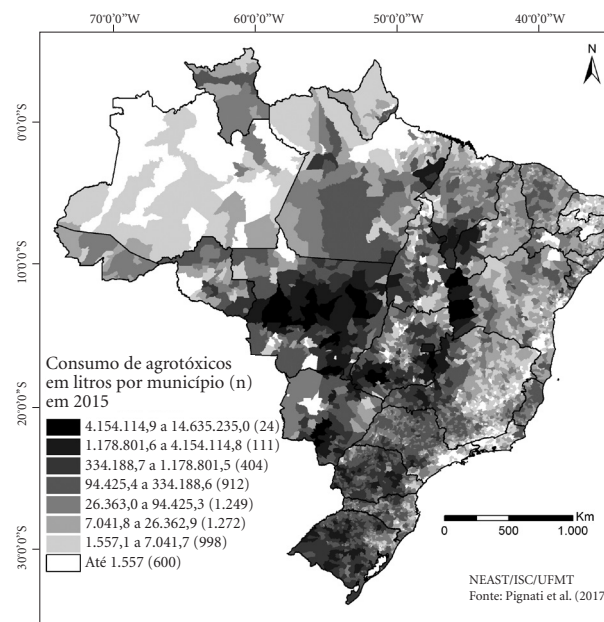


Figura 2. Estimativa do consumo de agrotóxicos utilizados nas culturas agrícolas estudadas por municípios do Brasil, 2015.

cia de aumento do emprego nestas culturas. Para Altieri²³, os monocultivos transgênicos podem influenciar o aumento de consumo de agrotóxicos, como o herbicida glifosato usado nas lavou-

ras de soja RR (*Roundap Ready*) tolerante a este produto. A consequência disto é o surgimento de resistência de pragas também aumentando o consumo de outros tipos de agrotóxicos. Diante

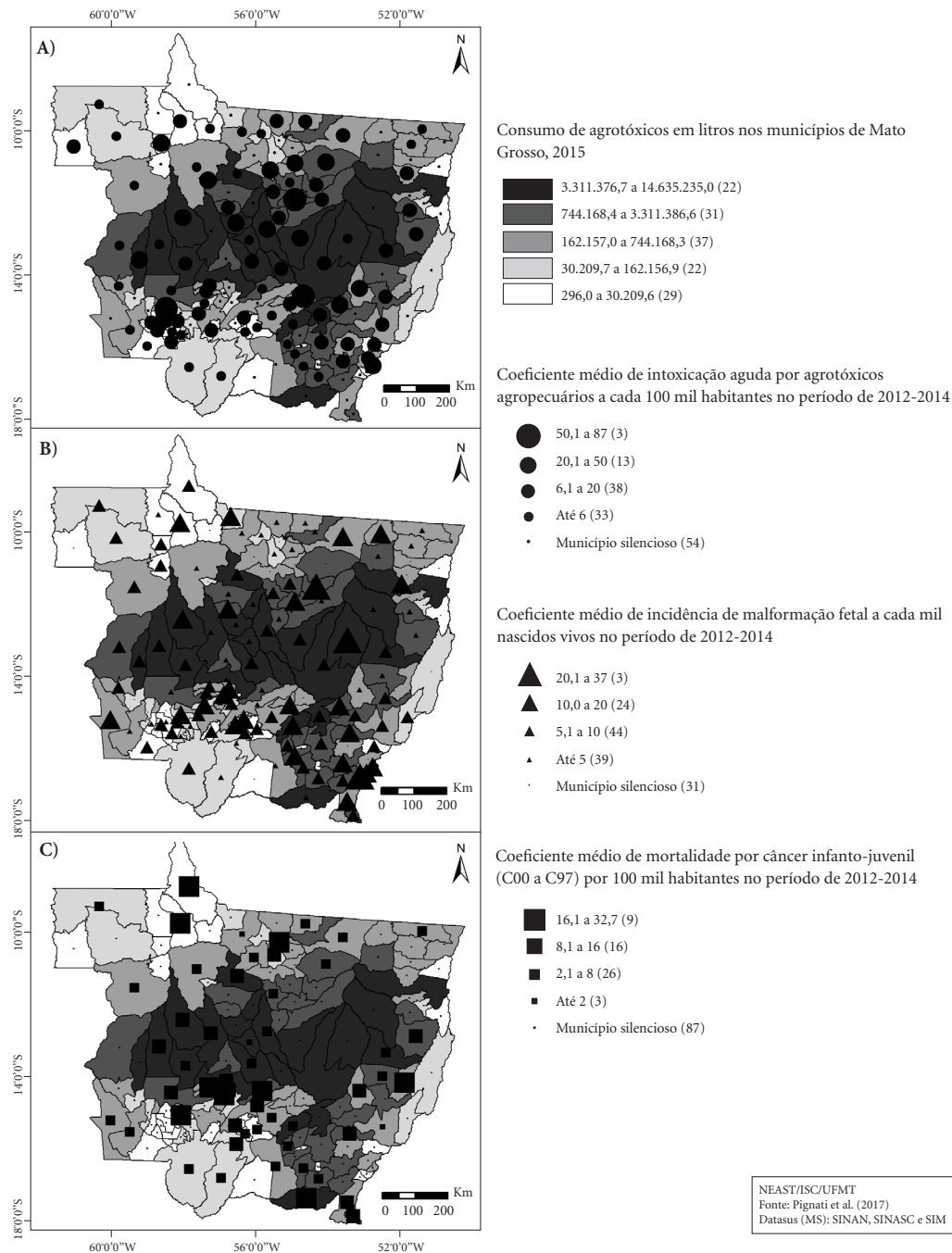


Figura 3. Consumo de agrotóxicos e coeficientes de intoxicação aguda (a), subaguda (b) e crônica (c) por agrotóxicos nos municípios de Mato Grosso, 2015.

das constatações das emergências fitossanitárias será autorizado uso de agrotóxicos, anteriormente proibidos pelos órgãos regulatórios, que são comprovadamente tóxicos para organismos vi-

vos, como o caso do inseticida Benzoato de emamectina²⁴. A diminuição dos preços de agrotóxicos mais tóxicos e a isenção de alguns tributos também ocasionam o aumento na quantidade

utilizada, expondo a população a maiores cargas químicas, além da exposição múltipla as diversas classes de uso e tipos de agrotóxicos^{1,8}.

A utilização de mapas como os apresentados neste estudo possibilita evidenciar os locais potenciais de poluição ambiental, que são proporcionais à intensidade de produção agrícola e ao uso de agrotóxicos. Além disso, os mapas permitem determinar os locais que deverão ser prioritários para a prevenção de riscos relacionados às contaminações na água, da chuva, do ar, dos alimentos, de trabalhadores (as), das populações expostas, dos animais, entre outros²⁵⁻²⁷, sendo uma importante ferramenta para a vigilância participativa e preventiva.

As extensas áreas de monoculturas de alto consumo de agrotóxicos encontram-se principalmente no bioma cerrado. Pelo código florestal brasileiro (lei nº 12.651/2012), é destinado a este bioma a preservação de 35% de reserva legal com vegetação nativa e conseqüentemente, libera-se 65% da área para o desmatamento. Isto torna o Cerrado um dos biomas mais desmatados do país e com grande probabilidade de contaminação de agrotóxicos em suas bacias hidrográficas e aquíferos. As porções restantes do Cerrado também já estão direcionadas para a expansão da fronteira agrícola pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em um projeto para estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (acrônimo MATOPIBA), como observado na Figura 1.

Nessas regiões de alto e médio uso de agrotóxicos será necessário priorizar a implantação da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos (VSPEA). Estas estratégias metodológicas agregam aspectos importantes para se operacionalizar as diretrizes da Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora, da saúde ambiental e das populações expostas a agrotóxicos. Conhecer estes territórios, as atividades produtivas ali existentes, os movimentos sociais e as instituições atuantes, os indicadores de morbidade e mortalidade do município são fundamentais para a efetivação de um processo de Vigilância em Saúde mais eficaz potencializado pelo Monitoramento Participativo¹⁹.

A distribuição espacial do uso de agrotóxicos e dos agravos à saúde também pode auxiliar nas análises exploratórias, geração de hipóteses e associações territoriais, que posteriormente podem ser confirmadas em testes estatísticos²⁸. Em nível municipal, as previsões de contaminação ambiental e intoxicações humanas poderão ser infe-

ridas conforme o tipo de lavoura predominante no município, os tipos de agrotóxicos utilizados e suas características toxicológicas (como toxicodinâmica e toxicocinética), servindo de alerta aos profissionais de saúde para subsidiar as ações de Vigilância em Saúde.

Observa-se que em determinados municípios apresentados no mapa, há elevado consumo de agrotóxicos e os indicadores de saúde não apresentam correlação significativa. Os fatores políticos de dominação e/ou assédio das instituições do agronegócio sobre os governos municipais podem interferir na não notificação de casos, conforme observado por Nasralla Neto et al.⁴ e Onishi⁵, gerando uma “invisibilidade intencional” daqueles agravos.

A formulação de indicadores de saúde com dados de intoxicação por agrotóxicos também é um desafio devido a elevada subnotificação destes agravos. Para cada caso registrado de intoxicação aguda outros 50 não são notificados; ou são subestimados como problema de saúde pública, interferindo no processo de informação-decisão-ação governamental^{29,30}.

A exposição prolongada aos produtos agrotóxicos e ciclos de intoxicação aguda pode ocasionar uma intoxicação subaguda e crônica, com danos irreversíveis. Alguns agrotóxicos podem causar efeitos no desenvolvimento humano, como malformações fetais. Literaturas apontam que a exposição ambiental materna aos agrotóxicos foi associada a maior ocorrência de malformação fetal nos municípios com grande utilização de agrotóxicos, em todos os trimestres da gestação em Mato Grosso¹³. Estudos associam a exposição ocupacional aos agrotóxicos do pai ou da mãe na ocorrência de malformação fetal^{14,31}.

A exposição a substâncias químicas (agrotóxicos) em regiões de média e alta produção agrícola tem sido apontada como potenciais fatores causais dos cânceres, uma vez que a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC/OMS) tem classificado agrotóxicos frequentemente utilizados nas lavouras como potencialmente cancerígenos, por exemplo, o glifosato³².

O câncer infanto-juvenil representa um importante indicador de vulnerabilidade ambiental e no Brasil é a segunda causa de morte da população de 0 a 19 anos. Uma das limitações apontadas pela literatura referente ao estudo da mortalidade por câncer infanto-juvenil é a ausência de um registro fidedigno para todos os óbitos relacionados ao câncer nesta faixa etária³³. Literaturas apontam maior incidência de leucemias e linfomas na região Central e Sul do estado de

Mato Grosso, que correspondem às regiões de alta produção agrícola^{34,35}. Observa-se ainda que a procedência das internações por câncer infanto-juvenil no Hospital de Câncer de MT, e a prevalência maior, é de usuários oriundos de regiões com alta produção agrícola^{34,36}.

Dessa forma, a partir dos resultados deste estudo, observa-se que os indicadores de saúde (intoxicações agudas, incidência de malformação fetal e mortalidade por câncer infanto-juvenil) apresentaram correlação positiva ao indicador ambiental (consumo de agrotóxicos) apontando uma associação entre o aumento do consumo de agrotóxicos e os coeficientes médios dos indicadores de saúde. É possível identificar a concentração do consumo de agrotóxicos nos municípios do centro (3,3 a 14,6 milhões de litros) e sul (744 mil a 3,3 milhões de litros) do estado de Mato Grosso, onde a produção agrícola é mais intensa.

Neste sentido, é possível estabelecer correlações estatísticas e visualizar as pressões numa perspectiva espacial e ecológica, contribuindo com análises dos municípios agrícolas brasileiros, sobretudo da exposição humana e ambiental aos agrotóxicos, como consequência do modelo agrícola. Além da adoção de perspectivas de análises que contribuam com a Vigilância em Saúde e incorporem novos métodos voltados à prevenção e desenvolvimento de ações coletivas, superando o modelo reduzido de causalidade linear e incorporando abordagens integradas para a Vigilância em Saúde.

Conclusões

A efetividade das ações de Vigilância em Saúde no Brasil depende de processos e práticas inte-

rinstitucionais e participativas que incorporem informações de impactos sociais, ambientais e de saúde relacionados ao processo produtivo agropecuário e à exposição ocupacional, alimentar, ambiental e populacional aos agrotóxicos.

A estratégia metodológica apresentada neste artigo contribui no sentido de coletivizar informações cruciais para o saber e o agir dos setores, instituições e atores centrais para ações da Vigilância em Saúde, especialmente considerando a relação entre os processos de produção e o processo saúde-doença das populações.

Essa metodologia poderá ser utilizada em municípios ou regiões de saúde e/ou regiões do Brasil, a partir da obtenção de dados de produção agrícola, quantidade média de agrotóxicos utilizados por hectare dos cultivos e alguns agravos relacionados aos seus efeitos agudos, sub crônicos ou crônicos na saúde humana. A distribuição espacial das informações permite identificar padrões de consumo e áreas prioritárias com maior exposição a agrotóxicos, gerar análise exploratória, correlações estatística, espacial e visual.

As informações produzidas são importantes para os processos de educação em saúde junto às populações expostas, trabalhadores e entidades componentes do controle social visando o fortalecimento das ações de vigilância bem como ações integradas de órgãos de fiscalização da agricultura, meio ambiente, trabalho e saúde.

Esta metodologia pode auxiliar na formação de redes de promoção à saúde além de motivar ações de Vigilância em Saúde visando à transformação do atual processo produtivo agrícola, substituindo os agrotóxicos e fertilizantes químicos por outras práticas de produção de alimentos e controle de doenças agropecuárias como a agroecologia.

Colaboradores

WA Pignati participou da concepção e delineamento do artigo, discussão e interpretação dos dados e revisão crítica. FANS Lima e SS Lara participaram do delineamento, da análise, coleta e interpretação dos dados; contribuíram na parte escrita, revisão crítica e aprovação da versão a ser publicada. MLM Corrêa participou da interpretação e discussão dos dados, contribuiu na parte escrita, revisão crítica e aprovação da versão a ser publicada. JR Barbosa participou da interpretação dos dados e contribuições críticas no texto. LHC Leão participou da interpretação, discussão dos resultados, contribuições críticas no texto e aprovação da versão a ser publicada. MG Pignatti participou da revisão crítica do texto e aprovação da versão a ser publicada.

Referências

1. Carneiro FF, Rigotto RM, Augusto LGS, Friedrich K, Búrigo AC, organizadores. *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.
2. Pignati WA, Machado JMH. O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do Estado de Mato Grosso. In: Gomez CM, Machado JHM, Pena PG, organizadores. *Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea*. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2011. p. 245-272.
3. Oliveira LC. Intoxicados e silenciados: contra o que se luta? *Tempus, actas saúde colet* 2014; 8(2):109-132.
4. Neto EN, Lacaz FAC, Pignati WA. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista! *Cien Saude Colet* 2014; 19(12):4709-4718.
5. Onishi CA. *Vigilância em saúde dos trabalhadores e populações expostas a agrotóxicos no município de Campo Verde – MT* [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2014.
6. Brasil. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações. *Diário Oficial da União* 2011; 18 nov.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Produção Agrícola Municipal*. [online]. Brasília, Distrito federal; 2015. [acessado 2017 jan 03]. Disponível em: <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=-c&p=PA&z=t&o=11>
8. Pignati W, Oliveira NP, Silva AMC. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. *Cien Saude Colet* 2014; 19(12):4669-4678.
9. Instituto de Defesa Agropecuária do Mato Grosso (INDEA-MT). *Planilha de Dados do Sistema de Informação de Agrotóxicos dos anos de 2005 a 2012* [banco de dados eletrônico]. Cuiabá: INDEA-MT; 2013.
10. Falk JW, Carvalho LA, Silva LR, Pinheiro S. Suicídio e doença mental em Venâncio Aires – RS: Conseqüência do uso de agrotóxicos organofosforados? *Salão de Iniciação Científica*; 1996 Set 09-13; Porto Alegre, RS. Livro de resumos: UFRGS/PROPESQ; 1996
11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010*. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
12. Brasil. Departamento de Informática do SUS. Acesso a informação – demográficas e socioeconômicas. *Estimativa populacional*. [online]. Brasília, Distrito Federal; 2017. [acessado 2017 jan 03]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0206&id=6943&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popt>
13. Oliveira NP, Moi GP, Atanaka-Santos M, Silva AMC, Pignati WA. Malformações congênitas em municípios de grande utilização de agrotóxicos em Mato Grosso, Brasil. *Cien Saude Colet* 2014; 19(10):4123-4130.

14. Ueker ME, Silva VM, Moi GP, Pignati WA, Mattos IE, Silva AMC. Parenteral exposure to pesticides and occurrence of congenital malformations: hospital-based case-control study. *BMC Pediatr* 2016; 16(125):1-7.
15. Belpomme D, Irigaray P, Hardell L, Clapp R, Montagnier L, Epstein S, Sasco Aj. The multitude and diversity of environmental carcinogens. *Environ Res* 2007; 105(3):414-429.
16. Merchán-Hamann E, Tauil PL, Costa MP. Terminologia das medidas e indicadores em Epidemiologia: subsídios para uma possível padronização da nomenclatura. *Inf Epidemiol Sus* 2000; 9(61):273-284.
17. SPSS Inc. Released 2009. *PASW Statistics for Windows* [Programa de computador], Version 18.0. Chicago: SPSS Inc; 2009.
18. Varella MD, Platiau AF, organizadores. *O princípio da precaução*. Belo Horizonte: Del Rey; 2004.
19. Breilh J. De la vigilancia convencional al monitoreo participativo. *Cien Saude Colet* 2003; 8(4):937-951.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Produção Agrícola Municipal*. [online]. Brasília, Distrito federal; 2017. [acessado 2017 fev 14]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil>.
21. The Pesticide Properties Database. *A to Z List of Pesticide Active Ingredients*. [online] Reino Unido: University of Hertfordshire; 2017 [acessado 2017 abr 02]. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>
22. Bombardi LM. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: Merlino T, Mendonça ML, organizadores. *Direitos humanos no Brasil 2012: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos*. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos; 2012. p. 75-86.
23. Altieri M. *Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável*. 3ª ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular; 2012.
24. Brasil. Lei nº 12.873, de 24 de outubro de 2013. Autoriza o Poder Executivo a declarar estado de emergência fitossanitária ou zoossanitária. *Diário Oficial da União* 2013; 25 out.
25. Belo MSS, Pignati W, Dores EGC, Moreira JC, Peres F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado de Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. *Rev bras saude ocup* 2012; 37(125):78-88.
26. Moreira JC, Peres P, Simões AC, Pignati WA, Dores EF, Vieira S, Strussmann C, Mott T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região de Mato Grosso. *Cien Saude Colet* 2012; 17(6):1557-1568.
27. Palma DCA, Lourencetti C, Uecker ME, Mello PRB, Pignati WA, Dores EFGC. Simultaneous determination of different classes of pesticides in breast milk by solid-phase dispersion and GC/ECD. *J Braz Chem Soc* 2014; 25(8):1419-1430.
28. Medronho R, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, organizadores. *Epidemiologia*. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2009.
29. Faria ET, Faria NMX, Rosa JAR, Faccini LA. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. *Rev Saude Publica* 2009; 43(2):335-344.
30. Organização Pan-americana da Saúde (OPAS), Organização Mundial de Saúde (OMS). *Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos*. Brasília: OPAS, OMS; 1996.
31. Regidor E, Ronda E, García AM, Domínguez V. Paternal exposure to agricultural pesticides and cause specific fetal death. *Occup Environ Med* 2004; 61(4):334-339.
32. Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Scocciati C, Mattock H, Straif K. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncol* 2015; 16(5):490-491.
33. Bassil KL, Vakil C, Sanborn M, Cole DC, Kaur JS, Kerr KJ. Cancer health effects of pesticides: systematic review. *Can Fam Physician* 2007; 53(10):1704-1711.
34. Curvo HRM, Pignati WA, Pignatti MG. Morbi mortalidade por câncer infantojuvenil associada ao uso agrícola de agrotóxicos no Estado de MT- Brasil. *Cad Saude Coletiva* 2013; 21(1):10-17.
35. Cunha MLON. *Mortalidade por câncer e a utilização de pesticidas no estado de Mato Grosso* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Santa Casa de São Paulo; 2010.
36. JC. *Perfil epidemiológico, o uso dos agrotóxicos e os casos de câncer atendidos no Hospital de Câncer de Mato Grosso* [monografia]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2016.

Artigo apresentado em 30/05/2017

Aprovado em 26/06/2017

Versão final apresentada em 17/07/2017

