

Artigo

Avaliação diagnóstica da presença de resíduos de agrotóxicos em amostras de urina de moradores de uma “vila rural” do município de Francisco Beltrão/PR

Luciano Zanetti Pessôa Candiotto

Shaiane Carla Gaboardi

Mariane Okamoto Ferreira

Géssica Tuani Teixeira

Janaína Carla da Silva

Isadora Nunes Ferreira

Emanueli Hammes Tedesco

Carolina Panis

227

Resumo

A contaminação por agrotóxicos em comunidades rurais é um problema mundialmente conhecido, mas, geralmente, ocultado. O desenvolvimento de pesquisas que identifiquem este tipo de contaminação é fundamental para se avançar no debate sobre os efeitos deletérios dos agrotóxicos. Este artigo, apresenta os resultados de uma pesquisa que investigou os níveis de resíduos de agrotóxicos em amostras de urina de moradores de uma vila rural localizada no município de Francisco Beltrão/PR. Segundo relato dos moradores, a principal forma de exposição tem se dado em virtude da deriva de agrotóxicos decorrente da pulverização realizada em lavouras vizinhas à vila rural. Através da aplicação

de questionários, os moradores afirmaram que as pulverizações estão relacionadas a sintomas como náuseas, dores de cabeça, tonturas, entre outros, além de problemas no desenvolvimento de alimentos plantados em seus lotes (de 5.000 m²), majoritariamente sem uso de agrotóxicos. Através da coleta de amostras de urina, foram realizadas análises laboratoriais para identificação de multirresíduos de agrotóxicos. Para identificação de resíduos de 2,4D, as análises foram feitas pela Unioeste, por meio da utilização da técnica de enzimaímmunoensaio. Para os demais resíduos, as amostras foram avaliadas por cromatografia de alta resolução acoplada à espectrometria de massas para análises de multirresíduos de agrotóxicos. Os resultados das análises indicam que todas as 35 amostras de urina coletadas apresentaram presença de resíduos de 2,4D, e que 33 amostras (90%) apresentaram presença de resíduos de glifosato-AMPA, sem a detecção de resíduos dos outros agrotóxicos investigados. A análise dos dados obtidos através dos questionários indica uma associação entre residir no local por muitos anos e a existência de casos de aborto ($p < 0.05$, $R = 0.47$). Além disso, moradores que reportaram ter sido intoxicados por agrotóxicos também reportaram ter tido algum tipo de câncer ($p < 0.05$, $R = 0.42$). Partindo do pressuposto de que é inaceitável que amostras de urina possuam resíduos de agrotóxicos, conclui-se que os moradores da área estudada estão amplamente expostos e contaminados por agrotóxicos pulverizados por terceiros, e que isso deve impactar sua saúde em longo prazo. Isso indica um processo de injustiça ambiental, haja vista que os moradores estão sendo contaminados através da utilização de agrotóxicos nas lavouras limítrofes.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Contaminação; Comunidade rural; Urina; Injustiça ambiental.

Diagnostic evaluation of the presence of pesticide residues in urine samples from residents of a “vila rural” in the Francisco Beltrão municipality, state of Paraná, Brazil

Abstract

Pesticide contamination in rural communities is a well-known problem worldwide, but it is often hidden or underestimated. The development of research projects that identify this type of contamination is essential to advance the debate on the deleterious effects of pesticides. This article presents the results of a research that investigated the levels of pesticide residues in urine samples from residents of a “vila rural” located in the municipality of Francisco Beltrão, state of Paraná, Brazil. According to residents’ reports, the main form of exposure has been due the drift of pesticides resulting from spraying carried out on crops neighboring Vila Rural. Through the application of questionnaires, residents stated that spraying is related to symptoms such as nausea, headaches, and dizziness, among others, in addition to problems in the development of food grown in their plots (of 5,000 m²), mostly without the use of pesticides. After the collection of urine samples, laboratory analyzes were performed to identify pesticide residues, such as glyphosate, 2,4D (the most used), and other active ingredients. Samples were collected immediately after the occurrence of spraying onto crops surrounding the site. In the collected samples ($n=35$), laboratory analyzes were performed to identify possible pesticide residues. To identify possible contaminating pesticides in the samples, multi-residue analysis was performed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS/MS). To identify 2,4D residues, an active widely used in the region and not detectable by the technique used for other pesticides, the analyzes were performed by Unioeste using the enzyme immunoassay technique. The results indicate that all urine samples collected

showed the presence of 2,4D residues and that 33 samples (90% of them) presented the presence of glyphosate-AMPA residues, without the detection of the other investigated residues. The analysis of data obtained from interviews with residents shows an association between living in the place for longer and having cases of abortion ($p < 0.05$, $R = 0.43$) or feeling unwell after the application of the poison by the neighboring crop ($p < 0.05$, $R = 0.47$). In addition, residents who reported being poisoned with poison also reported having cancer ($p < 0.05$, $R = 0.42$). Assuming that it is unacceptable that urine samples have pesticide residues, it is concluded that the residents of this community are widely exposed and contaminated by pesticides sprayed by third parties, and that may be impacting the health of these people in the long term. It indicates a process of environmental injustice, given that the residents are being contaminated through pesticide use in the crops bordering the “vila rural”.

Keywords: Pesticides; Contamination; Rural community; Urine; Environmental injustice.

Evaluación diagnóstica de la presencia de residuos de pesticidas en orina de residentes de una “vila rural” en el municipio de Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

Resumen

229

La contaminación por pesticidas en comunidades rurales es un problema mundialmente conocido, pero generalmente oculto. El desarrollo de investigaciones que identifiquen este tipo de contaminación es fundamental para avanzar en el debate sobre los efectos deletéreos de los plaguicidas. Este artículo presenta los resultados de una investigación acerca de los niveles de residuos de pesticidas en muestras de orina de residentes de una “vila rural”, ubicada en el municipio de Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. Según los informes de personas de la comunidad, la principal forma de exposición se relaciona con la deriva de pesticidas resultante de las fumigaciones realizadas en los cultivos vecinos a la “vila rural”. Mediante la aplicación de cuestionarios, los residentes manifestaron que las fumigaciones se relacionan con síntomas como náuseas, dolores de cabeza, mareos, entre otros, además de problemas en el desarrollo de los alimentos que cultivan en sus parcelas (de 5.000 m²), en su mayoría sin el uso de pesticidas. A través de la recolección de muestras de orina, se realizaron análisis de laboratorio para identificar residuos de plaguicidas, como glifosato, 2,4D (los más utilizados) y otros principios activos. Para la identificación de los residuos de 2,4D, los análisis fueron realizados por la Unioeste, utilizando la técnica de inmunoensayo enzimático. Para la identificación de otros residuos, las muestras fueron enviadas para un laboratorio comercial especializado en análisis multiresiduos. Los resultados del análisis indican que las 35 muestras de orina recolectadas mostraron la presencia de residuos 2,4D, y que 33 muestras (90%) mostraron la presencia de residuos de glifosato-AMPA, sin que se detectaran residuos de los otros plaguicidas investigados. El análisis de los datos obtenidos a través de los cuestionarios indica una asociación entre vivir muchos años en el lugar y la existencia de casos de aborto ($p < 0,05$, $R = 0,47$). Además, los residentes que reportaron haber sido intoxicados por pesticidas también reportaron tener algún tipo de cáncer ($p < 0.05$, $R = 0.42$). Asumiendo que es inaceptable que las muestras de orina contengan residuos de pesticidas, se concluye que los habitantes de Vila Rural están ampliamente expuestos y contaminados por pesticidas rociados por terceros, y que esto debe impactar su salud a largo

plazo. Esto indica un proceso de injusticia ambiental, dado que los residentes están siendo contaminados por el uso de pesticidas en los cultivos aledaños a la “vila rural”.

Palabras clave: Pesticidas; Contaminación; Comunidad rural; Orina; Injusticia ambiental.

Introdução

O cenário atual da produção agrícola indica crescente utilização de agrotóxicos, os quais são compostos químicos utilizados para matar insetos, plantas e fungos, sob o argumento de se maximizar as taxas de produtividade e, conseqüentemente, de lucro proveniente das atividades agrícolas. No Brasil, na última década, o consumo de agrotóxicos comercializados de forma legal, passou de 305 mil toneladas em 2009, para cerca de 686 mil toneladas em 2020 (IBAMA, 2020).

Essa ampliação na comercialização e utilização de agrotóxicos, para além dos “benefícios” econômicos, tem sido responsável por diversos impactos ambientais (e sociais), ligados, sobretudo, à contaminação de águas, alimentos, solos, animais e seres humanos, conforme apontados pelo Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) (CARNEIRO *et al.*, 2015), e por outros estudos e publicações (GABOARDI, 2021; PIGNATI, 2007 e 2019; PORTO, 2007 e 2018; THOMAZ JUNIOR, 2017; BOMBARDI, 2011, 2013 e 2017).

As conseqüências negativas da utilização de agrotóxicos vêm sendo alvo de debates no âmbito científico e político, de modo que o tema envolve polêmicas e questionamentos que necessitam de respostas objetivas e precisas. Por um lado, setores vinculados ao agronegócio defendem o uso desses produtos, afirmando que não é possível alimentar a população mundial sem eles. Por outro, instituições ligadas à saúde coletiva e a proteção do meio ambiente têm questionado a necessidade e a eficácia dos agrotóxicos, haja vista seus efeitos negativos aos ecossistemas e à humanidade.

A preocupação com o consumo de agrotóxicos e suas conseqüências têm crescido no Brasil, tendo em vista que atualmente o país figura no cenário internacional,

juntamente com a China e os Estados Unidos, como um dos líderes na comercialização de agrotóxicos no mundo (FAO, 2021). Ademais, a utilização massiva dos ingredientes ativos ocorre, principalmente, nos estados especializados na produção de *commodities* agrícolas, como é o caso do Paraná, que é o segundo maior produtor de grãos do Brasil, com destaque para soja, milho, trigo e feijão. Esta produção especializada e dependente do uso de agrotóxicos faz com que, atualmente, o Paraná seja o terceiro maior comercializador de ingredientes ativos do Brasil, sendo que essa realidade é semelhante em todas as mesorregiões onde o agronegócio está presente. No Sudoeste do Paraná, tem sido comercializado cerca de sete mil e quinhentas toneladas anuais de agrotóxicos (7.500 ton.), as quais são destinadas, principalmente, para as monoculturas de soja e milho (ADAPAR, 2019).

Em Francisco Beltrão, um dos municípios que mais comercializam agrotóxicos na Mesorregião Sudoeste do Paraná (composta por 37 municípios), entre 2011 e 2019, foi utilizada uma média anual de 11 quilos de agrotóxicos por hectare de área cultivada, segundo dados informados no Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos no Paraná (SIAGRO), vinculado à Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), e divulgados pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). Esta média anual é superior à do estado do Paraná, e, também do Brasil, que são, respectivamente, de 5,4 kg/ha e 6,7 kg/ha (IBGE, 2014).

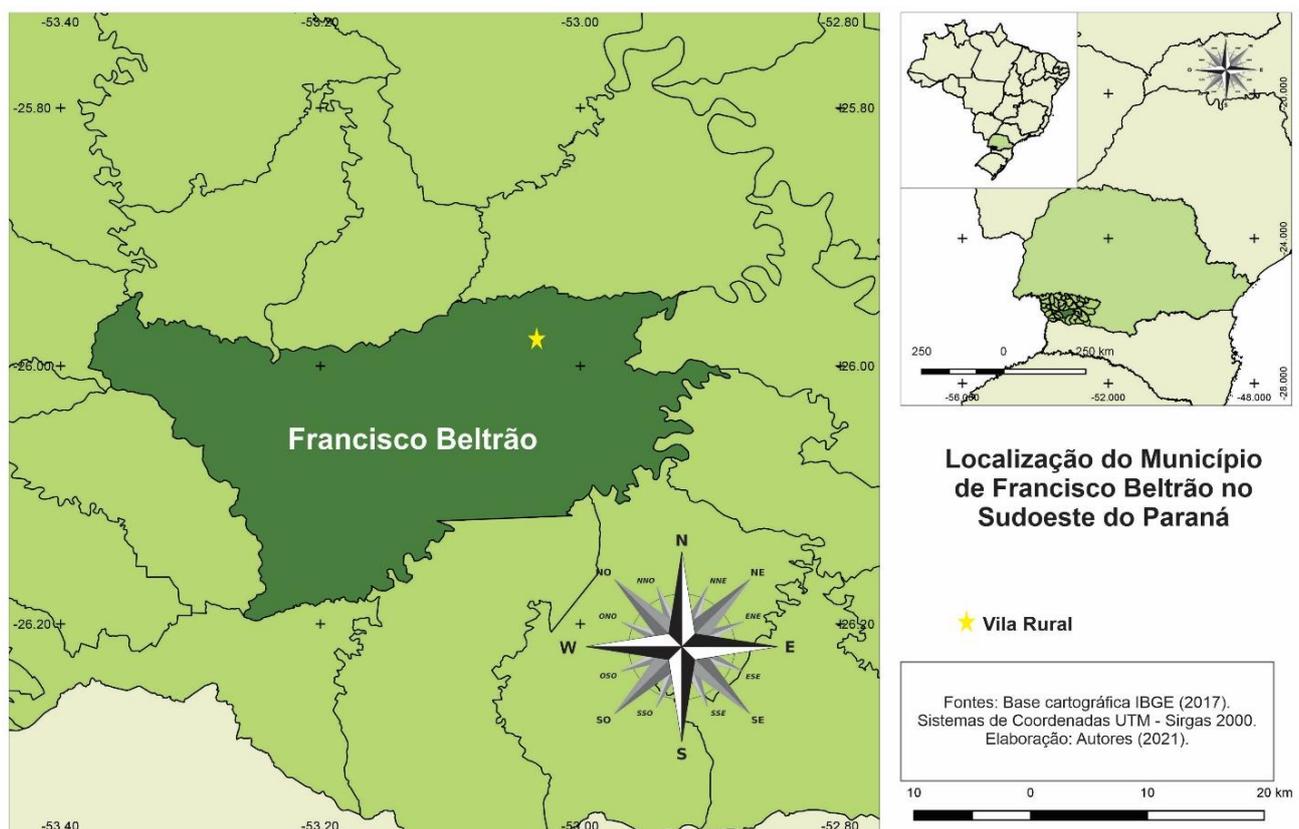
Apesar da ampla utilização de agrotóxicos no Brasil, são necessárias evidências científicas que permitam qualificar o debate sobre as consequências ambientais e sociais deste uso (GABOARDI *et al.*, 2019). Neste sentido, temos procurado identificar a presença de agrotóxicos em organismos humanos, através da coleta e análise de amostras de urina. Parte-se do pressuposto de que a presença de traços de agrotóxicos em organismos humanos indica contaminação por estes produtos, e que isso deve ser conhecido e combatido, pois se trata de uma importante injustiça ambiental.

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados de uma pesquisa que investigou os níveis de resíduos de agrotóxicos em amostras de urina de moradores de uma vila rural, localizada no município de Francisco Beltrão/PR.

1. Localização e caracterização da área do estudo

A área do estudo compreende um agrupamento humano localizado no setor nordeste do município de Francisco Beltrão/PR (**Mapa 1**), chamado de “vila rural”.

Mapa 1 – Localização da área de estudo no município de Francisco Beltrão/PR.



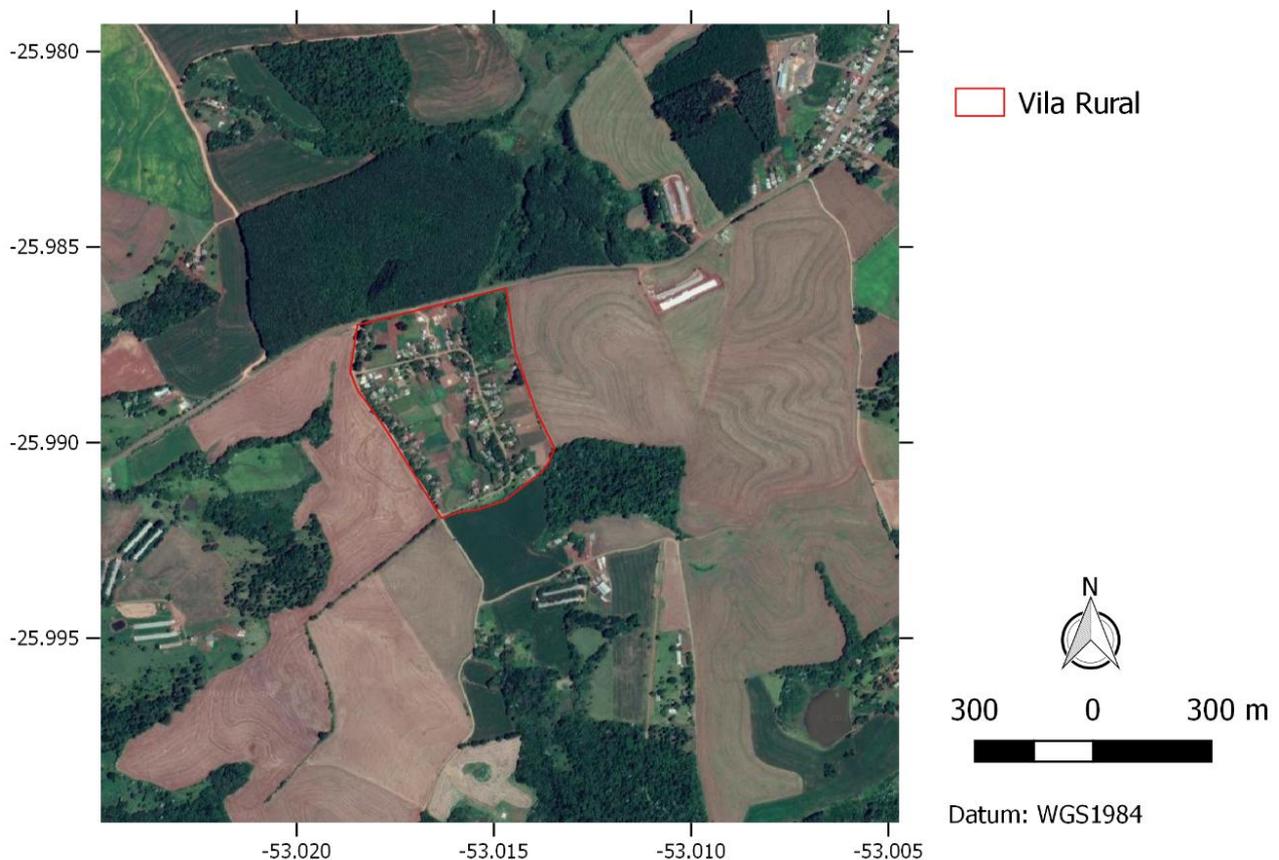
Fonte: Elaboração própria, 2021.

As vilas rurais foram construídas na década de 1990, em todos os municípios do Paraná, a partir de uma política pública estadual do governo Jaime Lerner, direcionada

para famílias com baixa renda, sem propriedade de terras e com histórico de trabalho no campo. O objetivo era disponibilizar lotes de 5.000 m² para cada família, em uma área dotada de infraestrutura de água e energia elétrica.

A população da vila rural deste estudo, vive adjacente a áreas agrícolas onde é frequente a pulverização de agrotóxicos em grande quantidade por terceiros (lavouras limítrofes à comunidade), conforme demonstrado na **Imagem 1**. As lavouras com pulverizações mais intensas de agrotóxicos, situam-se a oeste e a leste da comunidade. Ao norte, havia uma plantação de eucaliptos (*Eucalyptus*), recentemente suprimida. Ao sul, existe outra lavoura, porém de menor porte se comparada às lavouras dos setores leste e oeste.

Imagem 1 – Imagem de satélite da área estudada. Google Earth.



Fonte: Elaborado por Fernando Manosso, 2019.

As lavouras limítrofes à comunidade (a oeste, leste e sul), têm intercalado cultivos de soja, milho, trigo e feijão. No ano de 2021, a safra de verão da lavoura a oeste, foi ocupada com soja, seguida de milho. O último plantio foi de feijão, colhido em junho de 2021. Já a lavoura a leste, teve a safra de verão de 2021 ocupada com soja, seguida de plantio de trigo. Essas duas lavouras, são manejadas por arrendatários, ou seja, por pessoas que alugam as terras para plantar. Ambas, são de propriedade de uma mesma família, segundo informações dos moradores, confirmadas pelo Ministério Público de Francisco Beltrão/PR. Por sua vez, os arrendatários costumam contratar terceiros para realizar o preparo do solo, o plantio, o manejo (pulverizações durante o desenvolvimento das plantas) e a colheita dos produtos agrícolas.

A lavoura ao sul da comunidade é manejada pelo proprietário, que tem intercalado o plantio de milho e de soja. Contudo, como ela possui uma área menor de limite com a comunidade estudada, o grau de impacto das pulverizações desta lavoura é inferior.

Apesar de o setor ao norte da vila ter sido ocupado por vários anos com silvicultura (plantio de eucalipto), esta vegetação foi suprimida recentemente. Caso esta área seja ocupada com algum tipo de lavoura, provavelmente os moradores da vila rural serão ainda mais impactados com a deriva por agrotóxicos¹, mesmo havendo um certo distanciamento em virtude da rodovia.

A **Fotografia 1** exibe a estrada principal de acesso aos lotes. Do lado direito, é possível visualizar parte da lavoura do setor oeste da Vila, onde os agrotóxicos pulverizados costumam atingir frequentemente as casas ao lado.

Já o **Mosaico de Fotos 1**, mostra momentos em que o trator pulveriza a lavoura do setor oeste. Geralmente, são diversas pulverizações em um ano, dependendo do tipo de cultivar. Os meses de primavera e verão são aqueles onde ocorrem maior quantidade de pulverizações. Ambas, foram tiradas de uma das residências da “vila rural”.

¹ Considerando que na referida área não estavam sendo realizadas pulverizações, caso ela seja ocupada com lavouras, há uma tendência de se aumentar a pulverização de agrotóxicos no entorno da “vila rural”.

Fotografia 1 – Estrada, casa dentro da Vila (esquerda) e área vizinha onde ocorrem pulverizações (direita).



Fonte: autores (2020).

Mosaico de Fotos 1 – Fotos de um trator pulverizando agrotóxicos na vila rural.



Fonte: morador da “vila rural” (2020).

2. Procedimentos Metodológicos

Durante o período de realização da pesquisa, as principais atividades realizadas foram as seguintes:

- 1) Submissão da proposta para aprovação do comitê de ética Institucional
- 2) Reunião presencial para apresentação do projeto aos moradores da Vila Rural e verificação dos problemas relacionados a pulverização de agrotóxicos em lavouras vizinhas;
- 3) Mapeamentos da Vila Rural;
- 4) Cotação e aquisição de kits para a realização de análises de resíduos de agrotóxicos;
- 5) Elaboração do questionário para os moradores (Modelo no Apêndice 1);
- 6) Aplicação dos questionários com os moradores;
- 7) Orientação dos moradores para realizarem a coleta de urina;
- 8) Tentativa (frustrada) de conversar com os responsáveis pelas pulverizações nas áreas vizinhas a Vila Rural;
- 9) Coleta de amostras de urina e de uma amostra da água consumida;
- 10) Realização de análises laboratoriais das amostras coletadas: Foram realizadas análises para identificação de resíduos de 2,4D pela técnica de enzimaensaio e análises para identificação de multirresíduos de agrotóxicos por cromatografia;
- 11) Tabulação e avaliação dos resultados das análises;
- 12) Comunicação dos resultados aos moradores da Vila Rural.

2.1. Coleta das amostras e Análise dos níveis de agrotóxicos

Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, foram coletadas amostras de urina de 35 famílias, sendo selecionado como doador da amostra para análise, o morador que costuma permanecer mais tempo em cada residência durante a

pulverização. Esta coleta foi realizada em um intervalo dentro de no máximo seis horas após um evento de pulverização de agrotóxicos em uma das lavouras vizinhas (setor leste), visando preservar a detecção de pesticidas com reduzida meia-vida².

Para determinação dos níveis de agrotóxicos, as amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas pela técnica de análise de multiresíduos de pesticidas (GC-MS/MS), com extração baseada em protocolo previamente publicado por Maffei, Nogueira e Brondi (2009). Foram utilizadas as seguintes condições de corrida: coluna (ChemElut S- Agilent technologies), pré-ativada com acetonitrila, pressão 2 a 3 psi, analisado por cromatografia gasosa acoplada a detector de espectrometria de Massas, de acordo com o método EPA 8270. Esta análise possibilita a detecção de 55 ingredientes ativos diferentes, listados no Apêndice 2. Como o GC-MS/MS não possibilitou a detecção de 2,4D, um dos principais agrotóxicos pulverizados nas lavouras da região, foi utilizado *kit* comercial de enzima-imunoensaio (Abraxis LLCTM, Warminster, Pennsylvania, USA) para esta análise. O limite de quantificação do teste é de 1,67 ppb.

2.2. Obtenção de dados epidemiológicos

Foi aplicado um instrumento de coleta de dados (Apêndice 1), com o objetivo de identificar o perfil de exposição aos agrotóxicos com base em três elementos principais: 1) a exposição a agrotóxicos no presente; 2) a exposição a agrotóxicos no passado e; 3) aspectos gerais sobre saúde e intoxicação. As perguntas do questionário permitiram identificar informações referentes ao município de residência, tempo que o indivíduo viveu ou vive na área rural, identificação da produção agrícola com o uso de agrotóxicos, bem como se o indivíduo aplica ou aplicou algum tipo de agrotóxicos ao longo da vida, e por quanto tempo. Além disso, foi possível identificar se o indivíduo teve contato com

² A definição de meia-vida é o tempo necessário para que a concentração de uma determinada substância diminua para metade de sua dose inicial.

agrotóxicos por meio da lavagem de roupas e descontaminação de Equipamento de Proteção Individual (EPI), bem como se houve uso de EPI durante as pulverizações realizadas pelos moradores. Também foi possível identificar de onde vem a água que os moradores consomem, bem como a distância dessa água das áreas de lavoura.

Em relação aos aspectos de saúde, os entrevistados foram questionados sobre a ocorrência de intoxicação aguda por pesticidas, e sobre a presença das seguintes condições (nele e na família): diagnóstico de câncer, casos de malformação, aborto, dificuldade de engravidar, bem como de exposição aos agrotóxicos antes da concepção dos filhos.

2.3. Análises estatísticas

Os dados dos questionários e os resultados das análises de resíduos de agrotóxicos foram tabulados em Excel e as correlações analisadas pelos softwares SPSS 24.0 (IBM, USA) e GraphPad Prism 7.0.

3. Resultados

3.1. Interpretação dos questionários

Os questionários aplicados objetivaram traçar um panorama do histórico de vida no rural e de exposição direta e indireta dos moradores a agrotóxicos em suas vidas; do eventual uso e contato atual com agrotóxicos por eles (utilização ou deriva); de eventos relacionados a intoxicação e outros problemas de saúde que têm sido associados ao contato com agrotóxicos (câncer, aborto, malformação), entre outros fatores. Nesse sentido, 33 moradores responderam os questionários

Considerando-se a pergunta central do estudo (sobre a possível associação entre exposição aos pesticidas aplicados e agravos à saúde dos moradores), o estudo dos dados coletados nos moradores da vila rural, indica a existência das seguintes correlações estatísticas:

1) Aqueles que residem há mais tempo no local (mais de 10 anos), possuem histórico de aborto espontâneo (Q 1 x Q 31), $R=0,43$;

2) Os moradores que reportaram passar mal após o vizinho aplicar veneno também reportaram que já apresentaram intoxicação por veneno (Q 22 x Q 26), $R=0,47$;

3) Os moradores que relataram já terem se intoxicado com veneno também reportaram ter tido câncer (Q 26 x Q 28), $R=0,42$;

4) Especificamente, os moradores que residem nas margens das lavouras vizinhas, em contato direto com a lavoura, reportaram que:

a) Não usa veneno hoje (Q 3), $R=-0,44$;

b) Não aplica nenhum tipo de veneno, nem em lavoura nem em casa (Q 5), $R=-0,58$;

c) Acredita que o veneno aplicado na lavoura vizinha faz mal à sua saúde (Q 22), $R=0,66$.

3.2. Análises laboratoriais de urina e água

Não é possível saber exatamente quais agrotóxicos e ingredientes ativos têm sido utilizados nas lavouras vizinhas à vila rural. Geralmente, mais de um ingrediente ativo acaba sendo utilizado, através do preparo das caldas. Também é preciso levar em consideração que para cada tipo de cultivar e em cada fase do processo de produção, determinados tipos de ingredientes ativos são pulverizados.

Entretanto, considerando que os agrotóxicos mais utilizados no Paraná e em Francisco Beltrão são o glifosato+AMPA, o 2,4D e a atrazina, segundo dados da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), e que vários moradores afirmaram que

costumam ser utilizados nas lavouras vizinhas os produtos Roundup® – também conhecido popularmente como “secante” (glifosato) – e o 2,4D, que costuma ter um odor muito forte, é possível afirmar, categoricamente, que os “carros-chefes” em termos de ingredientes ativos são o glifosato e o 2,4D. No Paraná, eles corresponderam a 35% do total de agrotóxicos comercializados em 2019. Além disso, ambos, são amplamente usados nas lavouras de soja, que ocupam 55,5% da área agrícola do estado.

Apesar de terem sido realizadas análises multiresíduos (que permitem identificar presença de vários ingredientes ativos), o único ingrediente ativo encontrado nas amostras foi o glifosato e seu resíduo AMPA. Esta metodologia é padrão ouro para análise de resíduos de agrotóxicos.

Considerando-se a meia vida curta do glifosato (de aproximadamente seis horas) e a estabilidade do 2,4D para períodos maiores, os níveis dos agrotóxicos encontrados sugerem que a contaminação por glifosato provavelmente ocorreu muito próximo da data das coletas das amostras de urina (20/11/2020), enquanto os níveis de 2,4D sugerem uma contaminação que pode ser atual ou passada (semanas).

Desta forma, a identificação da existência de resíduos nas amostras pode estar associada à pulverização ocorrida no dia 20/11/2020, pois não se tem conhecimento de outra fonte capaz de resultar em concentrações tão elevadas de glifosato na urina como as detectadas.

Os resultados das análises de urina e água (**Tabela 1**), permitem afirmar que a população da Vila Rural se encontra exposta e contaminada por resíduos de 2,4D e glifosato.

Tabela 1 – Resultados das análises laboratoriais.

AMOSTRAS	2,4 D (PPB*)	GLIFOSATO-AMPA (PPB)
URINA		
1	51,925	26.346
2	30,925	25.953
3	49,425	121.888
4	36,425	83.398
5	15,925	21.657
6	51,675	186.222
7	33,925	18.768
8	26,925	58.273
9	58,675	150.763
10	7,425	29.558
11	27,925	10.321
12	14,675	147.083
13	22,925	40.246
14	52,425	295.971
15	38,175	153.167
16	43,175	8.306
17	39,175	15.039
18	10,675	58.330
19	78,925	394.000
20	68,175	6.082
21	65,175	44.621
22	48,175	166.359
23	52,425	624.327
24	56,175	21.038
25	67,925	45.523
26	50,675	564.913
27	45,175	14.590
28	48,925	76.174
29	49,175	não detectado
30	30,925	237.686
31	54,175	não detectado
32	49,925	82.933
33	57,425	266.957
34	61,175	358.716
35	38,675	12.885
ÁGUA	37,575	não detectado

Fonte: dados tabulados pelos autores após as análises laboratoriais, 2020.

* PPB: partes por bilhão. Equivalente a microgramas por litro (μl).

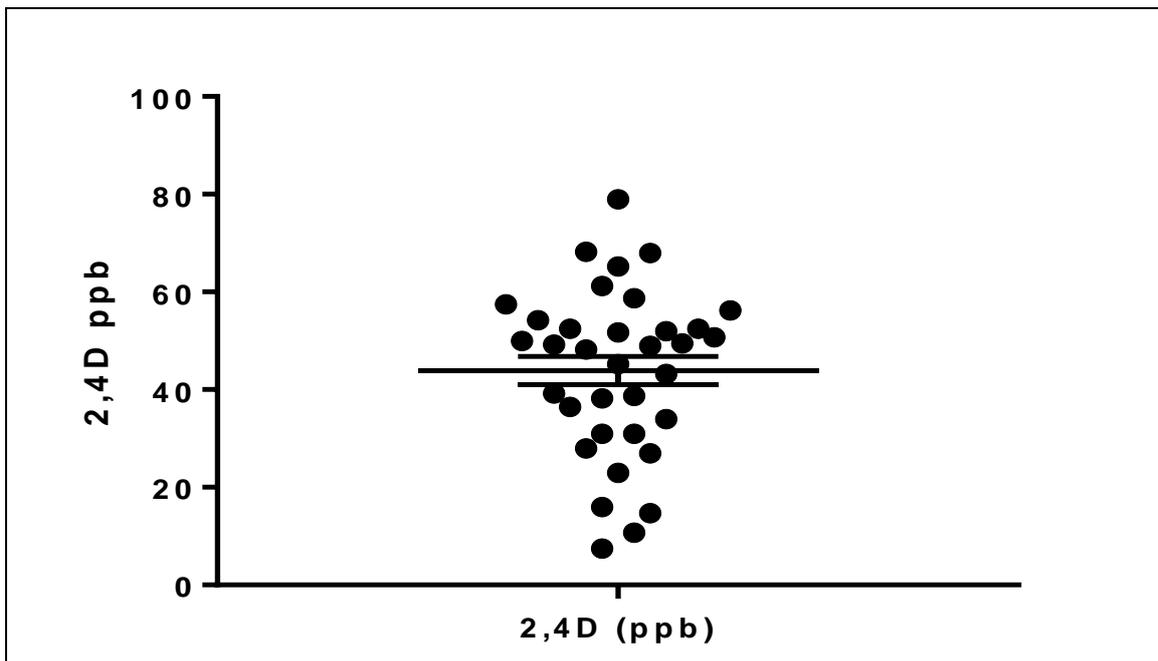
De um total de 35 amostras de urina coletadas e analisadas, 24 foram de mulheres e 11 de homens. Em relação às amostras de urina, parte-se do pressuposto de que não deveriam ser encontrados resíduos de agrotóxicos em nenhuma das amostras. Contudo, todas as 35 amostras coletadas apresentaram resíduos de 2,4 D, variando de 7,4 a 78,9 ppb. Ao separar os resultados em classes, percebe-se que: 1) 4 amostras (11,4%) apresentaram valores de 0 a 20 ppb; 2) 10 amostras (28,6%) apresentaram valores de 21 a 40 ppb; 3) 16 amostras (45,7%) apresentaram valores de 41 a 60 ppb; e 4) 5 amostras (14,3%) apresentaram valores de 61 a 80 ppb.

Os resultados para o glifosato, apontam dados mais expressivos, se comparados aos resultados para o 2,4 D. Das 35 amostras de urina, em apenas duas não foram identificados resíduos de glifosato, porém, o valor máximo identificado foi de 624.327 ppb (mulher). Ao separar os resultados em classes, percebe-se que: 1) 20 amostras (57,1%) apresentaram valores de 6.000 a 100.000 ppb; 2) 6 amostras (17,1%) apresentaram valores de 101.000 a 200.000 ppb; 3) 3 amostras (8,6%) apresentaram valores de 201.000 a 300.000 ppb; e 4) 4 amostras (11,4%) apresentaram valores acima de 300.000 ppb.

Na amostra de água, que é utilizada para consumo dos moradores da Vila Rural (água de fonte), foi detectado 37,575 ppb de 2,4 D e não foi detectada presença de glifosato ou de outros ingredientes ativos analisados.

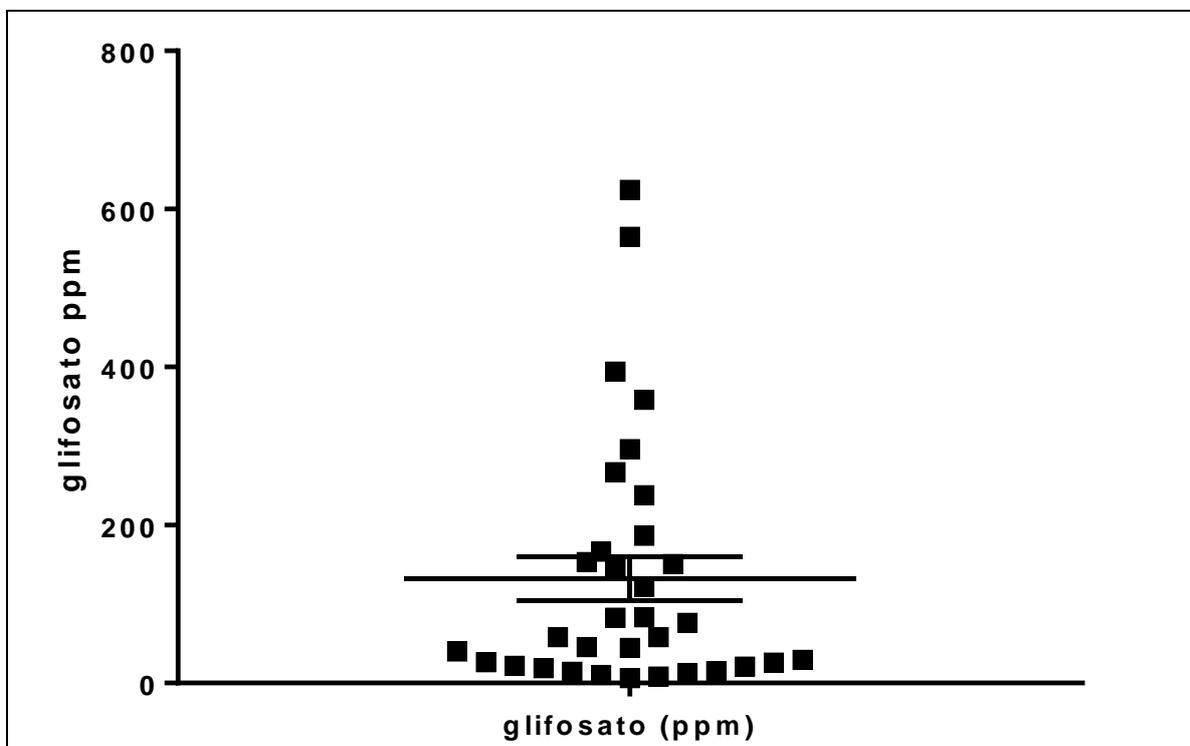
O **Gráfico 1**, indica o agrupamento dos resultados obtidos para as análises de resíduos de 2,4D na urina, enquanto o **Gráfico 2**, o mesmo para o glifosato. No entanto, enquanto os valores do eixo Y para o Gráfico 1 estão representados em partes por bilhão (ppb), os valores do eixo Y para o Gráfico 2 estão representados em partes por milhão (ppm).

Gráfico 1 – Agrupamento dos níveis obtidos para as análises de 2,4D nas amostras de urina.



Fonte: Autores (2021).

Gráfico 2 – Agrupamento dos níveis obtidos para as análises de glifosato nas amostras de urina.



Fonte: Autores (2021).

A **Fotografia 2** ilustra três tubos com amostras de urina, sendo que o primeiro, é de uma pessoa que não tem contato direto com agrotóxicos, enquanto o segundo e o terceiro, são amostras de pessoas que costumam fazer pulverizações de agrotóxicos (Imagem representativa de participantes de outro projeto da Unioeste). É visualmente perceptível que as amostras de pessoas que aplicam agrotóxicos são bem mais turvas.

Fotografia 2 – Amostras de urina coletadas para análise.



Fonte: Autores (2020).

4. Discussão

Este estudo registra a ocorrência de extensiva contaminação humana por pulverização de agrotóxicos, que resultou na identificação de elevados níveis de 2,4D e glifosato-AMPA em amostras de urina dos indivíduos expostos. Considerando-se a meia vida curta do glifosato e a estabilidade do 2,4D para períodos maiores, os níveis encontrados sugerem que a contaminação por glifosato provavelmente ocorreu muito

próximo da data das coletas das amostras de urina, enquanto os níveis de 2,4D sugerem uma contaminação que pode ser atual ou passada (semanas).

Não se tem conhecimento de outra fonte capaz de resultar em concentrações tão elevadas de glifosato na urina como as detectadas. Os níveis reportados pelas agências oficiais do Brasil mostram que não há contaminação acima dos limites permitidos pela legislação na água de Francisco Beltrão por glifosato (relatório Siságua, Ministério do meio ambiente, 2014-2017), destacando-se que a água da fonte que abastece a comunidade estudada não apresentou contaminação por glifosato-AMPA.

Os dois ingredientes ativos encontrados nas amostras de urina da população estudada são herbicidas amplamente utilizados no Brasil, principalmente, nas lavouras de soja e milho. O Glifosato (*N*-(*phosphonomethyl*)*glycine*) é um herbicida de ação sistêmica de amplo espectro que suprime o crescimento de plantas como gramíneas, plantas perenes, arbustos e árvores. Atualmente, é o agrotóxico mais popular e manipulado no mundo, com registro em aproximadamente 130 países (MEAFTAUL et al., 2020). Ele pode ser utilizado para finalidades agrícolas e não agrícolas, como em jardinagens, nas margens de rodovias e nos pátios industriais. O 2,4-D, (*2,4-dichlorophenoxy*) *acetic acid*, também é um herbicida de ação sistêmica, utilizado para o controle de plantas espontâneas nas culturas de soja, milho, trigo, arroz etc. Está entre os poluentes mais distribuídos no ambiente (ISLAM et al., 2018). Esse ingrediente ativo está presente em baixa concentração em águas superficiais de regiões onde seu uso é alto e as maiores concentrações são detectadas no solo, no ar e nas águas superficiais cercadas por campos de cultivo.

O Glifosato e o 2,4-D são os dois ingredientes ativos mais comercializados no Brasil. No ano de 2019, foram vendidas 217.592,24 toneladas de glifosato e 52.426,92 toneladas de 2,4-D, o que representou 43,5% do volume total comercializado de agrotóxicos no país (IBAMA, 2019). No Paraná, em 2019, o Glifosato também foi o ingrediente ativo mais comercializado, seguido do Paraquate e do 2,4-D. Assim, foram comercializadas 27.622,38 toneladas de glifosato e 6.074,33 toneladas de 2,4-D e seus sais, o que representa 35,3%

do volume total de agrotóxicos vendido no estado naquele ano (ADAPAR, 2019; GABOARDI, 2021).

A ampla utilização destes ingredientes ativos tem levantado muitos questionamentos e preocupações acerca dos possíveis efeitos para a saúde humana. Isso porque o Glifosato e o 2,4-D foram classificados pela Agência Internacional de Pesquisa para o Câncer como produtos provavelmente e possivelmente carcinogênicos para humanos (Grupo 2A e Grupo 2B, respectivamente) (IARC, 2015; IARC, 2018). Entretanto, ambos continuam sendo amplamente comercializados no Brasil e comumente utilizados nas lavouras de soja, milho e trigo no Paraná e na Região Sudoeste do estado, onde fica o município de Francisco Beltrão e a comunidade estudada.

Estudos demonstram que diversas correlações foram encontradas entre o uso de Glifosato e a ocorrência de doenças, inclusive várias formas de câncer (FORTES *et al.*, 2016), danos nos rins (JAYASUMANA; GUNATILAKE; SENANAYAKE, 2014) e problemas neurológicos como o autismo (FLUEGGE; FLUEGGE, 2016), doença de Alzheimer e Parkinson (SWANSON *et al.*, 2014). Abortos espontâneos e doenças dermatológicas e respiratórias (CAMACHO; MEJÍA, 2017), também foram relacionadas à exposição ao Glifosato. Do mesmo modo, o 2,4-D tem sido associado à diversos agravos à saúde, como câncer infantil (FLOWER *et al.*, 2003), câncer de próstata (KOUTROS *et al.*, 2012) e melanoma (DENNIS *et al.*, 2010). Além disso, existem evidências de que o 2,4-D está relacionado ao stress oxidativo (LERRO *et al.*, 2017) e à imunossupressão (IARC, 2018). Um estudo publicado por Tan *et al.* (2016) sugeriu que a exposição ao 2,4-D e seu acúmulo no plasma seminal e fluido folicular podem aumentar o risco de infertilidade masculina. Neste sentido, a presença tanto do glifosato, quanto do 2,4-D nas amostras de urina dos moradores da vila rural localizada no município de Francisco Beltrão/PR, é preocupante, tendo em vista os riscos à saúde possivelmente associados a estes agrotóxicos. Os ingredientes ativos glifosato e 2,4-D foram detectados em 94,2% e em 100% das amostras (n=35), respectivamente.

Uma pesquisa realizada em dez municípios do Sudoeste paranaense (GABOARDI, 2021), constatou contaminação em amostras de urina por glifosato em 58,3% dos casos avaliados, com valor médio de 1,14 ppb. Já o 2,4-D foi detectado em 34,7% das amostras analisadas, com um valor médio de 58,11 ppb. Em outro estudo (CAMICCIA et al., 2022), o Glifosato foi detectado no leite materno de 100% de amostras coletadas no município de Francisco Beltrão, no pico de pulverização de milho e soja no ano de 2018, registrando valores médios de 1,45 ppb. Os resultados sugerem a possibilidade de contaminação por Glifosato na população de lactantes estudada, de forma indireta, por meio de água, alimentos contaminados e ar, considerando que o processo produtivo agrícola adotado no município de Francisco Beltrão/PR inclui o uso intensivo de agrotóxicos nas lavouras.

Outras pesquisas reportaram a presença de glifosato em amostras biológicas no Brasil. Em um estudo realizado no estado do Mato Grosso, foram selecionados 79 moradores da área rural e urbana do município de Lucas do Rio Verde e foram observadas 88% de amostras positivas. Entre as amostras da população rural (n=42), foram 83% positivas para glifosato com valores detectados entre 0,38 ppb e 5,05 ppb, a partir da metodologia dos kits colorimétricos com leitura em ELISA (BELO et al., 2012). Esta mesma técnica de análise foi aplicada em outra pesquisa conduzida em Santarém, na região Oeste do Pará, onde há a expansão da fronteira agrícola nacional em direção à Amazônia. Foram coletadas 27 amostras de urina nas comunidades rurais da região metropolitana de Santarém e detectaram-se concentrações residuais de glifosato que variaram de 0,31 a 4 ppb (SCHWAMBORN, 2019).

Outro estudo realizado no estado do Mato Grosso, na região de Nova Mutum analisou 90 amostras de urina de agricultores entre os anos de 2017 e 2018 e 12% dessas amostras apresentaram níveis de glifosato. A metodologia utilizada nas análises foi realizada por HPLC-FL e os valores detectados variaram de 0,34 e 1,15 ppb (MELO et al., 2020). O glifosato tem sido detectado em amostras de urina de pessoas expostas a esse ingrediente ativo em outros países além do Brasil (CANNOLLY et al., 2020). Contudo, os valores encontrados parecem estar muito abaixo do que os resultados identificados nas

análises de urina dos moradores da vila rural estudada. Estes resultados apontam que a contaminação encontrada no nosso estudo é bastante elevada. Estas diferenças podem ser explicadas pela coleta imediata após a pulverização, minimizando a degradação dos ativos estudados, e pela elevada capacidade de detecção da técnica de GC-MS/MS em relação a outras metodologias.

Os níveis de glifosato encontrados nesta pesquisa poderiam potencialmente causar algum tipo de intoxicação, mesmo que subclínica. Zouaoui *et al.* (2013) reportaram valores elevadíssimos de glifosato na urina de pacientes com intoxicação aguda e com sintomas leves a moderados, severos e fatais. Os pesquisadores detectaram, através de cromatografia, valores máximos de 3×10^6 ppb nos casos leves, $21,1 \times 10^6$ ppb para os casos de intoxicação com sintomas severos e $22,3 \times 10^6$ ppb nos casos fatais. Já outro estudo recente realizado na China (ZHANG *et al.*, 2020) também detectou um resultado muito próximo aos nossos achados em trabalhadores de indústrias fabricantes de glifosato, com valor máximo detectado de 17 ppb.

Estudos de exposição ocupacional apontam valores de glifosato mais baixos. Na França, Mesnage *et al.* (2012) encontraram um valor máximo de concentração de 9,5 ppb na urina de um aplicador de agrotóxico 7 horas após o início da manipulação do glifosato. Já na Irlanda, Connolly *et al.* (2017) analisaram amostras de urina de 40 horticultores pré e pós atividades de trabalho e perceberam que as concentrações na urina aumentaram significativamente pós-trabalho, apresentando uma média geométrica de 0,66 ppb de concentração de glifosato, com valor máximo de 10 ppb. No México, Osten *et al.* (2017) também detectaram glifosato na urina de um grupo de 81 agricultores de subsistência do estado de Campeche, em uma média de concentração 0,47 ppb. Nos Estados Unidos, Perry *et al.* (2019) testaram 18 amostras criopreservadas de agricultores que relataram aplicação de glifosato nas 8 horas anteriores às coletas de amostras e 39% mostraram níveis detectáveis de glifosato com concentração média de 4,04 ppb, sendo que o nível máximo atingiu 12,0 ppb.

Sobre o 2,4D, o *Agricultural Health Study (AHS)* reportou sua detecção em amostras de urina em um grupo de 69 aplicadores de agrotóxicos da Carolina do Norte e Iowa, com valores médios de 7,8 e 25 ppb pré e pós aplicação, respectivamente. As análises foram realizadas por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC / MS) (Thomas et al., 2010). Já em Ohio e na Carolina do Norte, outra pesquisa, utilizando a mesma técnica de análise, investigou a exposição ao 2,4-D de 135 crianças e seus cuidadores adultos e o ingrediente ativo foi detectado em mais de 85% das amostras de urina de crianças e adultos em ambos os estados (MORGAN et al., 2008).

Outro estudo realizado na Polônia conduzido por Jurewicz et al. (2012), indicou que as esposas de agricultores podem ser expostas ao 2,4-D, mesmo que não participem do processo de pulverização. Isso porque as análises de amostras de urina de um grupo de 24 mulheres foram testadas e apresentaram resíduos deste ingrediente ativo em concentrações médias de 3 ng/ml na manhã antes da pulverização para 7,9 ppb na manhã seguinte à pulverização de 2,4-D por seus esposos.

Com base nos resultados da literatura e nas análises laboratoriais realizadas em nossa pesquisa, observa-se que os resultados apresentados neste artigo – assim como nos outros estudos citados – evidenciam um processo de injustiça ambiental (ACSELRAD, 2010; SOUZA, 2019; CANDIOTTO, 2021; GABOARDI, 2021), decorrente da ampla utilização de agrotóxicos. No Brasil, especialmente, ocorre um processo de contaminação humana e ambiental em todo o país.

Apesar das dificuldades para se realizar pesquisas acerca dessa contaminação, a crescente liberação de novos agrotóxicos no Brasil, sobretudo nos últimos anos, indica que há uma tendência de ampliação da contaminação por agrotóxicos no país. Entre 2016 e 2020, o governo federal liberou 2.097 novos produtos. Assim, também é possível afirmar que o Estado brasileiro, com destaque para o atual governo federal, mas incluindo também os governos estaduais e municipais, têm promovido e/ou sido coniventes com uma necropolítica (MBEMBE, 2011 e 2018; MONDARDO, 2019).

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstram extensiva contaminação da população estudada aos agrotóxicos 2,4D e glifosato-AMPA, muito possivelmente, em virtude da deriva de agrotóxicos aplicados nas lavouras limítrofes à vila rural. No entanto, não se pode descartar que outros fatores podem influenciar nesta contaminação, como a aplicação de agrotóxicos pelos próprios moradores da vila, seja em outras áreas, por meio de atividade laboral no presente ou no passado, seja pela aplicação em seus próprios terrenos. Contudo, cabe ressaltar que apenas cinco moradores afirmaram que aplicam agrotóxicos (em seus lotes na vila rural ou em outras áreas), enquanto sete moradores que responderam ao questionário, afirmaram que já aplicaram agrotóxicos em outros lugares.

Ao analisar os questionários aplicados, não foi identificado se aqueles que afirmaram utilizar agrotóxicos, o fazem em seu lote na vila rural ou em outro lugar. No entanto, partindo do pressuposto de que esses cinco moradores pulverizam agrotóxicos em seus lotes (que possuem 5.000 m²), é importante ressaltar que nenhum deles o faz com tratores, pois suas lavouras são pequenas e por não possuírem esse tipo de equipamento. A eventual utilização de agrotóxicos em lotes da vila rural deve ocorrer através do uso de pulverizador costal. Assim, entendemos que o argumento de que a utilização de agrotóxicos dentro da vila rural é a maior responsável pela exposição e consequente contaminação dos moradores, não seria adequado. Isso reforça a hipótese de que a exposição dos moradores da vila ao glifosato-AMPA e ao 2,4D, que são utilizados nas monoculturas de milho, soja e trigo das lavouras próximas à vila rural, se dá, majoritariamente em virtude da deriva proveniente das lavouras vizinhas.

Apesar de existir uma lei municipal que proíbe a pulverização de agrotóxicos a 200 metros de distância de núcleos populacionais (Lei nº 4.374/2015), como é o caso da vila rural em questão, tal lei não vem sendo cumprida. Uma alternativa permitida pela referida lei é a pulverização a 50 metros de distância, desde que aquele que realiza as

pulverizações plante uma barreira vegetal de 50 metros, com o objetivo de minimizar os problemas causados pela deriva de agrotóxicos.

Referências

ADAPAR – AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. SISTEMA DE MONITORAMENTO DO COMÉRCIO E USO DE AGROTÓXICOS NO PARANÁ (SIAGRO). **Dados referentes ao consumo de agrotóxicos em 27 municípios da região Sudoeste do Paraná (2011 a 2019)**. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2021-06/dados_siagro_20.xls>. Acesso em 22/10/2022.

ACSELRAD, Henri. Ambientalização das lutas sociais - o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, nº 68, pp. 103-119, 2010.

BELO, Mariana; PIGNATI, Wanderlei; DORES, Eliana. MOREIRA, Josino Costa; PERES, Frederico. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, nº 125, pp. 78-88, 2012.

BOMBARDI, Larissa M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH-USP; 2017.

BOMBARDI, Larissa M. Intoxicação e Morte por Agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. **Boletim Dataluta**. Nera – Núcleo de Estudos, Pesquisas e Projetos de Reforma Agrária. Presidente Prudente, 2011, p. 1-21.

BOMBARDI, Larissa M. Violência Silenciosa: o uso de Agrotóxicos no Brasil. In: VI Simpósio Internacional de Geografia Agrária. **Anais [...]**. João Pessoa: UFPB, 2013.

CAMICCIA, Márcia; CANDIOTTO, Luciano Z. P.; GABOARDI, Shaiane C.; PANIS, Carolina; KOTTWITZ, Luciana B. M. Determination of glyphosate in breast milk of lactating women in a rural area from Paraná state, Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 55, e12194, 2022.

CAMACHO, Adriana; MEJÍA, Daniel. The health consequences of aerial spraying illicit crops: the case of Colombia. **J. Health Econ.**, v. 54, pp. 147-160, 2017.

- CANDIOTTO, Luciano Z. P. Contribuições da ecologia política para a desconstrução de narrativas vinculadas a injustiças ambientais. **Geosul**, v. 36, nº 78, pp. 381-409, 2021.
- CONNOLLY, Alison; COGGINS, Marie, A.; KOCH, Holger, M. Human Biomonitoring of Glyphosate Exposures: State-of-the-Art and Future Research Challenges. **Toxics**, v. 8, nº 3, pp. 60, 2020.
- CONNOLLY, Alison; JONES, Kate; GALEA, Karen S.; BASINAS, Ioannis; KENNY, Laura; MCGOWAN, Padraic; COGGINS, Marie. Exposure assessment using human biomonitoring for glyphosate and fluroxypyr users in amenity horticulture. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 220, nº 6, pp. 1064-1073, 2017.
- CARNEIRO, Fernando F.; AUGUSTO, Lia G. S.; RIGOTTO, Raquel M.; FRIEDRICH, Karen, BÚRIGO, André C. (orgs.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- DENNIS, Leslie K.; LYNCH, Charles F.; SANDLER, Dale P.; ALAVANJA, Michael, C. R. Pesticide Use and Cutaneous Melanoma in Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 118, nº 6, pp. 812-817, 2010.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – **Faostat Pesticide Use**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>>. Acesso em 11/12/2021.
- FLOWER, Kori B.; HOPPIN, Jane A.; LYNCH, Charles F.; BLAIR, Aaron; KNOTT, Charles; SHORE, David, L.; SANDLER, Dale P. Cancer Risk and Parental Pesticide Application in Children of Agricultural Health Study Participants. **Environmental Health Perspectives**, v. 112, nº 5, pp. 631-635, 2003.
- FLUEGGE, Keith; FLUEGGE, Kyle. Glyphosate use predicts healthcare utilization for ADHD in the healthcare cost and utilization project net (HCUPnet): a two-way fixed-effects analysis. **Pol. J. Environ. Stud**, v. 25, pp. 1489-1503, 2016.
- FORTES, Cristina; MASTROENI, Simona; SEGATTO, Marjorie M.; HOHMANN, Clarissa; MILIGI, Lucia; BAKOS, Lucio; BONAMIGO, Renan. Occupational exposure to pesticides with occupational sun exposure increases the risk for cutaneous melanoma. **J. Occup. Environ. Med**, v. 58, pp. 370-375, 2016.

- GABOARDI, Shaiane C.; CANDIOTTO, Luciano Z. P.; RAMOS, Lucineia M. An outline of the use of agrochemicals in southwestern Paraná (2011-2016). **Revista NERA**, v. 22, nº 46, pp. 41-67, 2019.
- GABOARDI, Shaiane C. **O uso de agrotóxicos no Sudoeste do Paraná a partir de uma perspectiva geográfica multiescalar**. Francisco Beltrão. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2021.
- IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some organophosphate insecticides and herbicides**. Lyon, France: IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 112, 2015.
- IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. DDT, Lindane, and 2,4-D**. Lyon, France: IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 113, 2018.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Dados sobre o uso de agrotóxicos no Brasil (2009 a 2020)**. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>>. Acesso em 22/10/2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2014**. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ids/default.asp?o=8&i=P>>. Acesso em 11/12/2021.
- ISLAM, Faisal; WANG, Jian; FAROOQ, Muhammad A.; KHAN, Muhammad, S. S.; XU, Ling; ZHU, Jinwen; ZHAO, Min; MUÑOS, Stéphane; LI, Qing X.; ZHOU, Weijun. Potential impact of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on human and ecosystems. **Environment International**, v. 111, p. 332-351, 2018.
- JAYASUMANA, Channa; GUNATILAKE, Sarath; SENANAYAKE, Priyantha. Glyphosate, hard water, and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 11, p. 2125-2147, 2014.
- JUREWICZ, Joana; HANKE, Wojciech; SOBALA, Wojciech; LIGOCKA, Danuta. Exposure to phenoxyacetic acid herbicides and predictors of exposure among spouses of farmers. **Ann Agric Environ Med.**, v. 19, nº 1, pp. 51-56, 2012.

- KOUTROS, Stella; BEANE FREEMAN, Laura; LUBIN, Jay H.; HELTSHE, Sonya L.; ANDREOTTI, Gabriella; BARRY, Kathryn H.; DELLAVALLE, Curt T.; HOPPIN, Jane A.; SANDLER, Dale P.; LYNCH, Charles F.; BLAIR, Aaron; ALAVANJA, Michael C. R. Risk of Total and Aggressive Prostate Cancer and Pesticide Use in the Agricultural Health Study. **American Journal of Epidemiology**, v. 177, nº 1, pp. 59-74, 2012.
- LERRO, Catherine C.; BEANE FREEMAN, Laura; PORTENGEN, Lutzen; KANG, Daehee; LEE Kyoungcho; BLAIR, Aaron; LYNCH, Charles F.; BAKKE, Berit; DE ROOS, Anneclaire J.; VERMEULEN, Roel, C. H. A longitudinal study of atrazine and 2,4-D exposure and oxidative stress markers among Iowa corn farmers. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 58, nº 1, pp. 30-38, 2017.
- MAFFEI, Daniele F.; NOGUEIRA, Ana R. A.; BRONDI, Silvia H. G. Determinação de resíduos de pesticidas em plasma bovino por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 32, nº 7, pp. 1713-1716, 2009.
- MBEMBE, Achille. **Necropolítica**. Melusina: Tenerife, 2011.
- MBEMBE, Achille. **Necropolítica**: biopoder, soberania, estado de exceção, política da morte. São Paulo: N° 1 edições, 2018.
- MEFTAUL, Islam; VENKATESWARLU, Kadiyala; DHARMARAJAN, Rajarathnam; ANNAMALAI, Prasath; ASADUZZAMAN, Md; PARVEN, Aney; MEGHARAJ, Mallavarapu. Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture? **Environmental Pollution**, v. 263, 14372, 2020.
- MELO, Karolyne G.; JACOBUCCI, Siomara R. F.; GARLIPP, Célia R.; TRAPE, Ângelo Z.; ROSA, Paulo C. P. Determination of Glyphosate in human urine from farmers in Mato Grosso-BR. **InterAm J Med Health**, v. 3, e202003061, 2020.
- MESNAGE, Robin; MOESCH, Christian; LE GRAND, Rozzen; LAUTHIER, Guillaume; VENDOMOIS, Joel S.; GRESS, Steeve; SERALINI, Gilles E. Glyphosate Exposure in a Farmer's Family. **Journal of Environmental Protection**, v. 3, pp. 1001-1003, 2012.
- MONDARDO, Marcos. O governo bio/necropolítico do agronegócio e os impactos dos agrotóxicos sobre os territórios de vida Guarani e Kaiowá. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, nº 2, pp. 155-187, 2019.
- MORGAN, Marsha K.; SHELDON, Linda S.; THOMAS, Kent W.; EGEGHY, Peter P.; CROGHAN, Carry W.; JONES, Paul A.; CHUANG, Jane C.; WILSON, Nancy K. Adult

- and children's exposure to 2,4-D from multiple sources and pathways. **J Expo Sci Environ Epidemiol**, v. 18, pp. 486-494, 2008.
- OSTEN, Jaime R.; DZUL-CAAMAL, Ricardo. Glyphosate Residues in Groundwater, Drinking Water and Urine of Subsistence Farmers from Intensive Agriculture Localities: A Survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, nº 6, e595, 2017.
- PERRY, Melissa J.; MANDRIOLI, Daniele; BELPOGGI, Fiorella; MANSERVISI, Fabiana; PANZACCHI, Simona; IRWIN, Courtney. Historical evidence of glyphosate exposure from a US agricultural cohort. **Environ Health**, v.18, e42, 2019.
- PIGNATI, Wanderlei A. **Os riscos, agravos e vigilância em saúde no espaço de desenvolvimento do agronegócio no Mato Grosso**. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2007.
- PORTO, Marcelo F. Agrotóxicos, saúde coletiva e insustentabilidade: uma visão crítica da ecologia política. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, nº 1, pp. 15-24, 2007.
- PORTO, Marcelo F. O trágico Pacote do Veneno: lições para a sociedade e a Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, pp. 01-05, 2018.
- SCHWAMBORN, Txai M. **Expansão da fronteira agrícola, uso de agrotóxicos e riscos de exposição humana ao glifosato na região metropolitana de Santarém**. Brasília. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília, 2019.
- SOUZA, Marcelo Lopes de. **Ambientes e Territórios: Uma introdução à Ecologia Política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.
- SWANSON, Nancy L.; LEU, Andre; ABRAHAMSON, Jon; WALLET, Bradley. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. **Journal of Organic Systems**, v. 9, pp. 6-37, 2014.
- TAN, Zhengyu; ZHOU, Jun; CHEN, Houyang; ZOU, Qianxing; WENG, Shiqi; LUO, Tao; TANG, Yuxin. Toxic effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on human sperm function in vitro. **The Journal of Toxicological Sciences**, v. 41, nº 4, pp. 543-549, 2016.
- THOMAZ JR., Antonio. Degradação sistêmica do trabalho no agrohidronegócio. **Revista Mercator**, v. 16, e16020, 2017.

THOMAS, Kent W.; DOSEMECI, Mustafa; HOPPIN, Jane A.; SHELDON, Linda S.; CROGHAN, Carry W.; GORDON, Sydney M.; JONES, Martin L.; REYNOLDS, Stephen J.; RAYMER, James H.; AKLAND, Gerald G.; LYNCH, Charles F.; KNOTT, Charles E.; SANDLER, Dale P.; BLAIR, Aaron; ALAVANJA, Michael C. Urinary biomarker, dermal, and air measurement results for 2,4-D and chlorpyrifos farm applicators in the Agricultural Health Study. **J Expo Sci Environ Epidemiol**, v. 20, n° 2, pp. 119-134, 2010.

ZHANG, Feng; XU, Yanqiong; LIU, Xin; PAN, Liping; DING, Enmin; DOU, Jianrui; ZHU, Baoli. Concentration Distribution and Analysis of Urinary Glyphosate and Its Metabolites in Occupationally Exposed Workers in Eastern China. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, n° 8, e2943, 2020.

ZOUAOUI, Khemais; DULAURENT, Sylvain; GAULIER, Jean M.; MOESCH, Christian; LACHÂTRE, Gérard F. Determination of glyphosate and AMPA in blood and urine from humans: About 13 cases of acute intoxication. **Forensic Science International**, v. 226, n° 1-3, pp. 20-25, 2013.

Luciano Zanetti Pessôa CandiOTTO é pós-doutor em Geografia pela UFRJ e professor do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** luciano.candiOTTO@unioeste.br

Shaiane Carla Gaboardi é Doutora em Geografia e professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, *Campus* Ibirama. **E-mail:** shaiane.gaboardi@ifc.edu.br

Mariane Okamoto Ferreira é mestra em Ciências Aplicadas à Saúde pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** mariane.okamoto@unioeste.br

Géssica Tuani Teixeira é professora no curso de Enfermagem na Universidade Parananense (UNIPAR) e mestra em Ciências Aplicadas à Saúde pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** gessica.teixeira@unioeste.br

Janaína Carla da Silva é mestra em Ciências Aplicadas à Saúde pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** janainacarla91@gmail.com

Isadora Nunes Ferreira é graduanda em Medicina pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** Isadora.nunes@unioeste.br

Emanueli Hammes Tedesco é graduanda em Geografia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** emanuelihammes@gmail.com

Carolina Panis é pós-doutora em Oncologia pelo Instituto Nacional de Câncer do Rio de Janeiro e professora do Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Francisco Beltrão. **E-mail:** carolpanis@hotmail.com

Artigo enviado em 26/08/2022 e aprovado em 16/11/2022.

Apêndice 1 – Questionário aplicado aos moradores

IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

NOME:	IDADE:	Sexo: () F () M
MUNICÍPIO EM QUE VIVEU MAIOR PARTE DA VIDA:	TELEFONE ()	

1. Há quanto tempo você vive nesse local?

1	1-5	5	21-25	9	41-45
2	6-10	6	26-30	10	46-50
3	11-15	7	31-35	11	+ de 51
4	16-20	8	36-40		

2. Quanto tempo você fica em sua residência por dia?

1	Até 6 horas
2	6 a 12 h
3	13-18 h
4	+ 18 h

3. Sua família usa veneno hoje?

1	Não	2	Sim
---	-----	---	-----

4. Quem aplica esses produtos?

1	Pai	3	Irmãos	5	Marido	7	Não sabe	9	Outros
2	Mãe	4	Avô	6	Filhos	8	Não se aplica		

5. Atualmente você aplica algum tipo de veneno em horta, flores ou lavoura?

1	Não	2	Sim
---	-----	---	-----

6. Antes de morar aqui, você viveu no rural por quantos anos?

1	1-5	5	21-25	9	41-45
2	6-10	6	26-30	10	46-50
3	11-15	7	31-35	11	+ de 51
4	16-20	8	36-40		

7. Nos lugares onde viveu, sua família usava veneno?

1	Não	2	Sim
---	-----	---	-----

8. Quem da sua família também aplicava veneno?

1	Pai	3	Irmãos	5	Marido	7	Não sabe	9	Outros
2	Mãe	4	Avô	6	Filhos	8	Não se aplica		

9. Por quantos anos?

1	1-5	5	21-25	9	41-45
2	6-10	6	26-30	10	46-50
3	11-15	7	31-35	11	+ de 51
4	16-20	8	36-40	12	Não se aplica

10. Seu familiar utiliza ou utilizava Equipamento de Proteção ao usar o veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

11. Você já aplicou veneno?

1	Não	2	Sim
---	-----	---	-----

12. Por quantos anos você aplicou veneno?

1	1-5	5	11-25	9	41-45
2	6-10	6	26-30	10	46-50
3	11-15	7	31-35	11	+ de 51
4	16-20	8	36-40	12	Não se aplica

13. Você utiliza ou utilizava Equipamento de Proteção ao usar o veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

14. Quais produtos a família planta ou plantava com veneno?

1	Soja/Milho	5	Fumo	9	Hortalças
2	Soja/Trigo	6	Pastagem	10	Outros
3	Milho/pastagem	7	Feijão	11	Frutas e Hortalças
4	Milho/trigo	8	Frutas	12	Não se aplica

15. Desses produtos, quais você e sua família consomem ou consumiam?

1	Milho	5	Fumo
2	Feijão	6	Outros
3	Frutas	7	Frutas e Hortalças
4	Hortalças	8	Não se aplica

16. Você lava roupas de algum familiar após aplicação de veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

17. Você lavava roupas de algum familiar após aplicação de veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

18. Você usava ou usa luvas para lavar essas roupas?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

19. Você lavava ou lava essas roupas junto com as demais roupas da família?

1	Não	2	Sim	3	Não se aplica
---	-----	---	-----	---	---------------

20. Algum vizinho seu usa veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não sabe
---	-----	---	-----	---	----------

21. Você acha que a aplicação de veneno de seu(s) vizinho(s) faz algum mal para você ou sua família?

1	Não	2	Sim	3	Não sabe
---	-----	---	-----	---	----------

22. Se sim, que tipo de mal?

1	Tontura	4	Náusea
2	Dor de cabeça	5	Coceira
3	Cheiro forte	6	Outros

23. Algum vizinho seu usava veneno?

1	Não	2	Sim	3	Não sabe
---	-----	---	-----	---	----------

24. Você acha que a aplicação de veneno de seu(s) vizinho(s) fazia algum mal para você ou sua família?

1	Não	2	Sim	3	Não sabe
---	-----	---	-----	---	----------

25. Se sim, que tipo de mal?

1		Tontura	4		Náusea
2		Dor de cabeça	5		Coceira
3		Cheiro forte	6		Outros

SAÚDE E INTOXICAÇÃO

26. Você já apresentou alguma intoxicação por veneno?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

27. Alguém da sua família já apresentou intoxicação por veneno?

1		Não	2		Sim	3		Não sabe
---	--	-----	---	--	-----	---	--	----------

28. Você já teve câncer de mama ou outro tipo de câncer?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

29. Alguém da sua família já teve câncer?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

30. Você nasceu com alguma malformação?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

31. Você já teve aborto espontâneo?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

32. Alguém da sua família nasceu com alguma malformação?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

33. Alguém da sua família já teve aborto espontâneo?

1		Não	2		Sim
---	--	-----	---	--	-----

Apêndice 2 – Lista dos ingredientes ativos analisados pelo laboratório externo

Clorpirifós-oxon
Clorpirifós
Dementon - S
Dementon - O
Dioxicarb
Gution (azinphos metil)
Malation
Metolcarb
Mexacarbato
m-Cumenil metilcarbamato
Paration
Metil Paration
Parationa etílica
Promecarb
Profenofós
Terbufós
Tiodiocarb
Clorpirifós + clorpirifós-oxon
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)
Toxafeno
Aldrin
Dieldrin
Alfa-HCH
Beta-BHC (HCH-Beta)
Gama-HCH (Lindano)
Cis-Clordano (alfa)
Trans-Clordano (gama)
DDD
DDE
DDT
Delta-HCH
Endosulfan Alfa
Endosulfan Beta
Endosulfan sulfato
Endrin
Endrin Aldeído
Endrin Cetona
Hexaclorobenzeno
Metoxicloro
Alacloro
Metolacloro
Pendimentalina
Permetrina
Trifluralina
Heptacloro
Heptacloro Epóxido
Atrazina
Simazina
Aldrin + Dieldrin
(DDT + DDE + DDD)
Endossulfan (Alfa + Beta + Sulfato)
Heptacloro + Heptacloro Epóxido
Clordano (cis + trans)
Glifosato
AMPA