

IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM TRABALHADORES RURAIS

IDENTIFICATION OF AGROCHEMICAL RESIDUES IN RURAL WORKERS

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE AGROQUÍMICOS EN TRABAJADORES RURALES

 <https://doi.org/10.56238/arev7n6-204>

Data de submissão: 16/05/2025

Data de publicação: 16/06/2025

Julienne dos Santos Martins

Graduada em Medicina

Centro Universitário CESMAC

E-mail: Juliellemartins4@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2660209487820730>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6069-636X>

Daniel dos Santos Almeida

Graduando em Medicina

Universidade Estadual de Ciências da Saúde Alagoas - UNCISAL

E-mail: Danielpb58@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1864654489240227>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8488-5990>

Simone Paes Bastos

Programa de Pós-graduação em Análises de Sistemas Ambientais (PPGASA/CESMAC)

Centro Universitário CESMAC

E-mail: Simonepaes7@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1926236451528985>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2285-6956>

Jessé Marques da Silva Júnior Pavão

Programa de Pós-graduação em Análises de Sistemas Ambientais (PPGASA/CESMAC)

Centro Universitário CESMAC

E-mail: jesse.marques@cesmac.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2811263859126204>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5217-3857>

Juliane Cabral Silva

Programa de Pós-graduação em Saúde da Família (PPGSF/RENASF)

Universidade Estadual de Ciências da Saúde Alagoas – UNCISAL

E-mail: juliane.cabral@uncisal.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3861688572722861>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3098-1885>

Johnnatan Duarte de Freitas
Doutor em Química e Biotecnologia
Instituto Federal de Alagoas - IFAL
E-mail: Johnnatan.duarte@ifal.edu.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4999402869058858>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6977-3322>

Aldenir Feitosa dos Santos
Doutora em Química e Biotecnologia
Centro Universitário CESMAC / Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
E-mail: Aldenirfeitosa@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4486728733567129>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6049-9446>

RESUMO

O aumento significativo no uso de agrotóxicos, embora melhore a produtividade, ocasiona danos à saúde dos agricultores expostos a diversas substâncias nocivas. Assim esta pesquisa objetivou identificar e quantificar os agrotóxicos e seus respectivos produtos metabólicos no soro sanguíneo de agricultores do cultivo convencional. Para execução desta proposta, foram realizadas coletas de material sanguíneo e análise de resíduos de agrotóxicos no soro. Como principais resultados alcançados não foi detectada a presença do tebuconazol, diuron e seus produtos de metabolização, assim como da beta cíflutrina e deltametrina, nas amostras de soro sanguíneo coletadas. Entretanto, convém ressaltar que foi detectado a presença de tolueno, etilbenzeno e *p,o*-xileno no soro sanguíneo de alguns dos agricultores. Conclui-se que as substâncias detectadas são consideradas tóxicas e cancerígenas, sendo elencadas como prováveis itens da formulação de agrotóxico.

Palavras-chave: Agroquímicos. Química agrícola. Química ambiental. Saúde da população rural. Saúde ocupacional.

ABSTRACT

The significant increase in the use of pesticides, although it improves productivity, causes harm to the health of farmers exposed to various harmful substances. Thus, this research aimed to identify and quantify pesticides and their respective metabolic products in the blood serum of conventional farmers. To carry out this proposal, blood material was collected and pesticide residues in the serum were analyzed. The main results achieved were that the presence of tebuconazole, diuron and their metabolic products, as well as beta-cyfluthrin and deltamethrin, was not detected in the blood serum samples collected. However, it is worth mentioning that the presence of toluene, ethylbenzene and *p,o*-xylene was detected in the blood serum of some of the farmers. It is concluded that the substances detected are considered toxic and carcinogenic, and are listed as probable items in the pesticide formulation.

Keywords: Agrochemicals. Agricultural chemistry. Environmental chemistry. Health of the rural population. Occupational health.

RESUMEN

El aumento significativo en el uso de plaguicidas, si bien mejora la productividad, perjudica la salud de los agricultores expuestos a diversas sustancias nocivas. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo identificar y cuantificar los plaguicidas y sus respectivos productos metabólicos en el suero sanguíneo de agricultores convencionales. Para llevar a cabo esta propuesta, se recolectó material sanguíneo y se analizaron los residuos de plaguicidas en el suero. Los principales resultados obtenidos

fueron que no se detectó la presencia de tebuconazol, diurón ni sus productos metabólicos, así como beta-ciflutrina y deltametrina, en las muestras de suero sanguíneo recolectadas. Sin embargo, cabe mencionar que se detectó la presencia de tolueno, etilbenceno y *p,o*-xileno en el suero sanguíneo de algunos agricultores. Se concluye que las sustancias detectadas se consideran tóxicas y cancerígenas, y se incluyen como probables en la formulación de plaguicidas.

Palabras clave: Agroquímicos. Química agrícola. Química ambiental. Salud de la población rural. Salud ocupacional.

1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de impulsionar o potencial agrícola e instigar o desenvolvimento econômico de muitos países, a utilização de agroquímicos nos processos produtivos tem sido fortemente promovida (Osinuga *et al.*, 2023). A agricultura brasileira com o seu domínio em exportações e competitividade no mercado internacional colabora para o uso de agroquímicos (Oliveira; Nogueira; Rodrigues, 2023). O Brasil está entre os países que mais utilizam agrotóxicos, para cultivar grandes extensões e exportar matéria-prima (Karal *et al.*, 2021).

Apesar de proporcionar o aumento da produção e o controle de pragas, o uso intensivo de agrotóxicos pode ocasionar danos à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, o modelo hegemônico do agronegócio e o uso intensivo de agrotóxicos geram diversas externalidades negativas, ou seja, impactos sociais, ambientais e à saúde (Porto; Soares, 2012).

As atividades da produção agropecuária geram riscos e agravos, como desmatamentos, poluições, acidentes de trabalho, sequelas, intoxicações, doenças crônicas e contaminações humana e ambiental (Pignati, *et al.*, 2022; Lopes, 2018). Ao longo do tempo foram observados diversos casos de contaminação ambiental e de problemas de saúde pública, intoxicações de trabalhadores rurais e resíduos em alimentos (Neves *et al.*, 2018). O uso desses produtos químicos agrícolas gera impactos nos ecossistemas do solo e microflora, devido à dispersão através da água de lavagem, aplicação excessiva e falha por parte dos agricultores em aderir às suas diretrizes de uso pesticidas (Anaduaka *et al.*, 2023). Além disso, os agricultores e as suas famílias são os mais afetados em relação aos danos à saúde, devido aos riscos graves e imediatos associados à aplicação e manipulação de pesticidas (Anaduaka *et al.*, 2023). Além disso, os agricultores frequentemente não utilizam equipamentos de proteção individual adequados ou fazem o uso de forma incorreta (Corcino *et al.*, 2019), o que aumenta a exposição ocupacional aos agrotóxicos e, consequentemente, os riscos à saúde (Bento *et al.*, 2020).

A exposição a pesticidas foi associada a riscos elevados de doença inflamatória intestinal (Chen *et al.*, 2024). Além disso, estudos relatam comprometimentos neurológicos, tais como doença de Alzheimer, Parkinson, efeitos neurotóxicos e cognitivos; câncer, efeitos na reprodução, sistema respiratório, diabetes e reações alérgicas (Ahmad *et al.*, 2024). Além de distúrbios endócrinos, ocorrência de malformações fetais e risco de suicídio (Ferreira; Costa; Ceolin, 2020).

A alta toxicidade dos agrotóxicos podem trazer danos irreversíveis às populações presentes em determinadas áreas, sejam elas humanas, vegetais ou animais. Trabalhadores agrícolas expostos de forma regular a agrotóxicos podem apresentar efeitos neurocomportamentais, com comprometimento cognitivo e distúrbios do sistema nervoso central, além de déficits de memória, concentração e coordenação motora (Nascimento, 2021; Baldi *et al.*, 2011). Assim, os riscos ocupacionais aos quais

estão expostos os agricultores que lidam com agrotóxicos podem impactar significativamente na qualidade de vida dessas populações.

Embora já existam relatos e estudos que corroboram com os efeitos agudos e crônicos da exposição a agrotóxicos, ainda são necessários avanços no que diz respeito à compreensão dos diferentes tipos de compostos químicos que podem estar presentes no organismo desses agricultores, assim como os efeitos específicos a eles relacionados. O levantamento dos produtos metabólitos específicos podem fornecer ideias sobre a compreensão sobre as vidas de biotransformação e os possíveis efeitos tóxicos de agrotóxicos específicos (Mesnage; Antoniou, 2017).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo identificar e quantificar os agrotóxicos e seus respectivos produtos metabólitos no soro sanguíneo de agricultores do cultivo convencional, que podem nortear na criação de políticas de saúde voltadas para o trabalhador rural.

2 METODOLOGIA - PARTE EXPERIMENTAL

A coleta das amostras biológicas (soro sanguíneo de agricultores), foi realizada nas unidades de saúde do município de Igreja Nova – AL. A inclusão dos agricultores na pesquisa se deu após reunião dos pesquisadores com a prefeita do município, os secretários de saúde e de agricultura, os gestores das respectivas secretarias e representantes da comunidade agrícola. Além da obediência aos critérios de inclusão e exclusão, e aceite através da assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, como Número do Parecer: 4.609.682.

2.1 COLETA DE MATERIAL SANGUÍNEO

Foram realizadas 54 coletas de soro sanguíneo de agricultores de Igreja Nova, residentes nos povoados de: Cajueiro, Chinaré, Jenipapo, Perucaba, Cidade, Ipiranga, Malambá, Bela Vista, Vista Alegre, Remendo e Tapera.

As amostras biológicas foram obtidas através da punção venosa do sangue periférico (15mL) em tubos. O ambiente da execução deste procedimento será as instalações das unidades de saúde. No momento da coleta, foram utilizados tubos sem anticoagulante. Após a formação do coágulo, os tubos sem anticoagulante foram centrifugados a 2000 rpm para obtenção do soro que foi separado em tubos de ensaios secos. O transporte de todas as amostras foi realizado em caixa isotérmica com gelox para laboratório de análises químicas do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, onde foram armazenadas entre 2 e 8°C até serem submetidas às análises.

2.2 ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NO SORO SANGUÍNEO PELA EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO COM PARTIÇÃO EM BAIXA TEMPERATURA (ELLPBT) PARA AMOSTRAS DE SORO SANGUÍNEO HUMANO.

A extração dos resíduos de agrotóxicos nas amostras de soro sanguíneo se baseou, com adaptações, na técnica ELL-PBT descrita por Silva (2017). Foi adicionada a amostra de soro (500 µL) 500 µL de água deionizada e 500 µL de acetonitrila grau HPLC. Após agitação em vórtex (1 min) à temperatura ambiente, o material foi refrigerado em freezer por 12 h. Após separação das fases, aproximadamente 100 µL do extrato líquido sobrenadante (acetonitrila) foi coletado e seco em sulfato de sódio anidro. Em seguida o material foi filtrado, transferido para um vial e analisado por CG-EM. Os ensaios de fortificação para soro seguiram estes mesmos procedimentos de extração.

Representa objeto da pesquisa o monitoramento da presença dos padrões químicos para os agrotóxicos beta ciflutrina, deltametrina, tebuconazol, diuron, tolueno e xileno. Foram preparadas as soluções de estoque destes padrões na concentração de 200 mg L⁻¹, solubilizados em acetonitrila. A partir destas soluções foram preparadas soluções de trabalho em concentrações de 0.05; 0.1; 0.5; 1; 1.5 mg. L⁻¹.

Os parâmetros para condução da análise de Tebuconazole foram definidos usando equipamento de Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa CG-EM (Shimadzu QP2010 Plus) por impacto de elétrons a 70eV. O cromatógrafo foi equipado com uma fase estacionária que consiste numa coluna capilar ZB-5HT da marca Zebron phenomenex, com fase estacionária composta com (5% difenil, 95% Dimetilpolisiloxano), 15 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e 0,10 µm de espessura de filme. Como fase móvel, gás de arraste foi o hélio (fluxo constante de 4.7 mL / min.).

Uma alíquota de 1µL das amostras foi analisada em modo Split, temperatura do injetor 200°C. A programação inicial de análise foi conduzida com os seguintes parâmetros: Temperatura inicial de 140°C, mantida por 5 minutos, e elevada temperatura a 15°C/min. até atingir 220°C (mantido por 6 min) seguido de 15°C/min. até atingir 280°C (mantido por 9.30 min). O método de análise teve duração de 29.63 minutos.

Os parâmetros foram definidos para Diuron usando equipamento de Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa CG-EM (Shimadzu QP2010 Plus) por impacto de elétrons a 70eV. O cromatógrafo foi equipado com uma fase estacionária que consiste numa coluna capilar ZB-5HT da marca Zebron phenomenex, com fase estacionária composta com (5% difenil, 95% Dimetilpolisiloxano), 15 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e 0,10 µm de espessura de filme. Como fase móvel gás de arraste foi o hélio (fluxo constante de 4.7 mL / min.). Uma alíquota de 1µL das amostras foi analisada em modo Split, temperatura do injetor 200°C.

A programação inicial de análise foi conduzida com os seguintes parâmetros: Temperatura inicial de 50°C, mantida por 5 minutos, e elevada temperatura a 15°C/min. até atingir 220°C (mantido por 6 min) seguido de 15°C/min. até atingir 280°C (mantido por 9.30 min). O método de análise teve duração de 35.63 minutos.

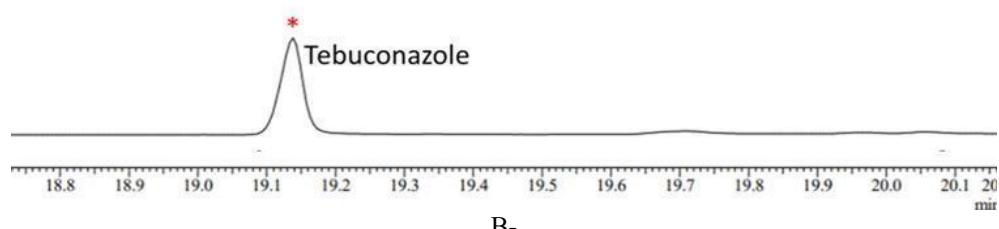
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NO SORO SANGUÍNEO

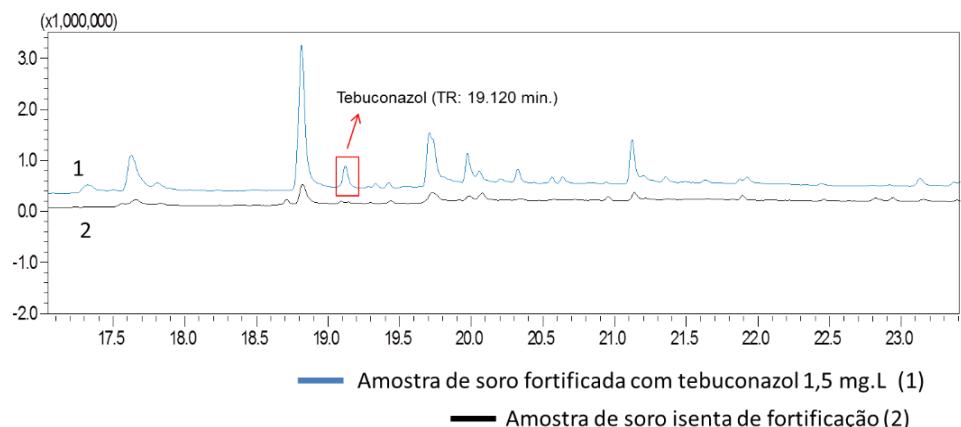
Em relação ao rastreamento dos níveis de resíduos de agrotóxicos e sua concentração no soro sanguíneo, resultou na efetivação da padronização do método analítico com padrões sintéticos de agrotóxicos no CGEM, com obtenção dos parâmetros adequados de métodos de análise no cromatógrafo gasoso. Além disso, foi observada a padronização dos perfis químicos das amostras no CGEM a partir de soluções em ACN (acetonitrila grau HPLC) dos padrões comerciais dos agrotóxicos em concentrações que variaram de 15; 20 a 50 mg/L. A partir dessa padronização pode se observar para todos os compostos o cromatograma de cada componente individual, conforme exposto na figura 1, com o padrão comercial do tebuconazol.

Figura 1. Cromatograma do Tebuconazol (tebuconazole).

A-



B-



Legenda: A- CGEM do padrão comercial do Tebuconazol (tebuconazole) a 20mg/L. B- Cromatograma de sobreposição das amostras de soro fortificada com tebuconazol e amostra de soro não fortificada.

Fonte. Dados da pesquisa.

Posteriormente com os extratos biológicos de soro foi observado a validação do método de extração ELL-PBT para tebuconazol, resultado da fortificação usada para corroborar com a validação do método de extração (Figura 1). O método resultou na extração de resíduos do agrotóxico TEB ao qual a amostra foi sujeita a contaminação. O procedimento realizado foi eficiente, sendo útil para extrações das demais amostras.

A fortificação (induzir contaminação do agrotóxico na amostra de soro) sugere que o método usado é capaz de extrair resíduos de agrotóxicos em amostras de soro contaminada, isso fica evidente na linha 1 do cromatograma que indica o perfil químico de compostos de um extrato obtido por ELL-PBT de uma amostra fortificada (contaminada) com tebuconazol numa concentração conhecida (Figura 1). Esse procedimento foi relevante para definir o método utilizado nas demais amostras e mapear quimicamente o agrotóxico em questão.

As amostras foram submetidas as análises para detecção do agrotóxico tebuconazol e seus produtos de metabolização (1-hidroxitebuconazol e tebuconazol ácido carboxílico). Estudos realizados por Habenschus (2021) indicam que o tebuconazol pode ser metabolizado por mamíferos resultando no 1- hidroxitebuconazol e o tebuconazol ácido carboxílico, entre outros.

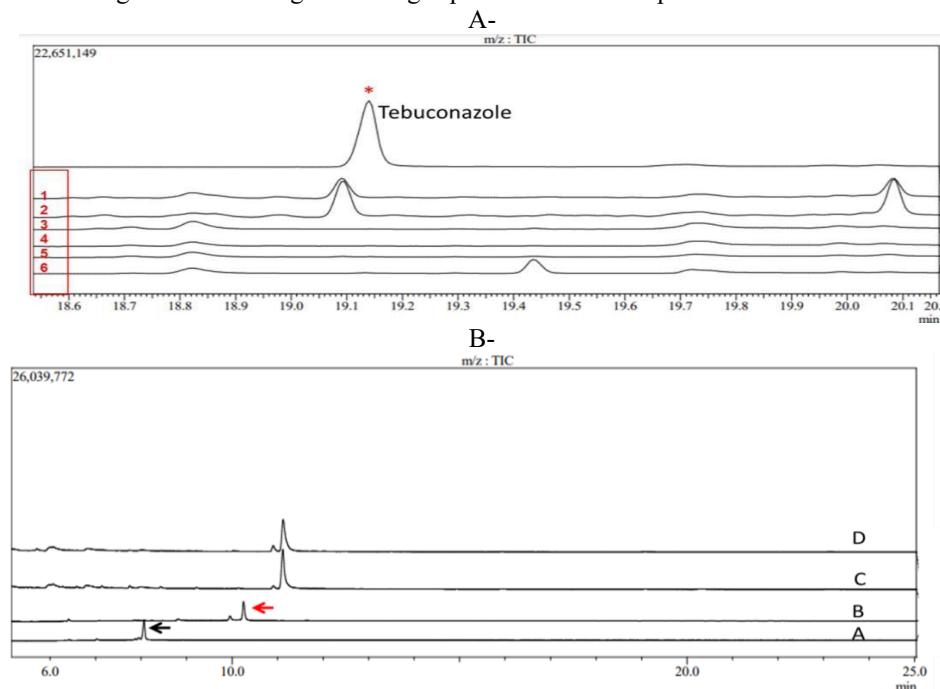
Estudos evidenciam que muitos agrotóxicos podem ser degradados, biotransformados e/ou metabolizados. Inúmeros fatores podem favorecer esse processo como os fatores climáticos envolvendo temperatura e umidade, edáficos, solubilidade e até mesmo a estrutura química (Oliveira, 2001). Há fatores que favorecem transformação desses produtos como a sorção que envolve simultaneamente os processos de absorção e adsorção e apresenta uma influência nos procedimentos que atuam na degradação química e até biológica do herbicida, favorecendo ainda seu transporte. Além disso, os herbicidas podem sofrer com fotodecomposição e fotodegradação essa última pode ser direta ou indireta (Vaz, 2016).

A partir dos extratos de soro sanguíneo obtidos por ELL-PBT, as análises cromatográficas apresentaram perfis de compostos onde não foi verificado a presença de Tebuconazol. Esse procedimento foi evidenciando pela sobreposição dos cromatogramas do padrão do TEB frente os cromatogramas das amostras de soro.

Conforme exposto no cromatograma de sobreposição acima o pico do padrão comercial do tebuconazol sai num tempo de retenção TR: 19.120 minutos, onde nos extratos de soro (1 a 6) não há presença de pico no respectivo tempo de retenção, sugerindo a ausência do composto (Figura 1). O mesmo comportamento foi observado para as demais amostras de soro sanguíneo. Também não foi observada a presença dos respectivos íons diagnósticos de fragmentação do tebuconazol nos cromatogramas (produtos de metabolização 1-hidroxietebuconazol e tebuconazol ácido carboxílico).

No cromatograma de sobreposição (Figura 2) não foi detectado a presença dos padrões Beta ciflutrina e Deltametrina nas amostras de soro analisadas. É importante registrar que o tempo de retenção para detecção do Beta ciflutrina foi próximo a 8.0 minutos enquanto Deltametrina foi um pouco após 10 minutos de análise.

Figura 2. Cromatograma de agroquímicos em soro e padrões comerciais.

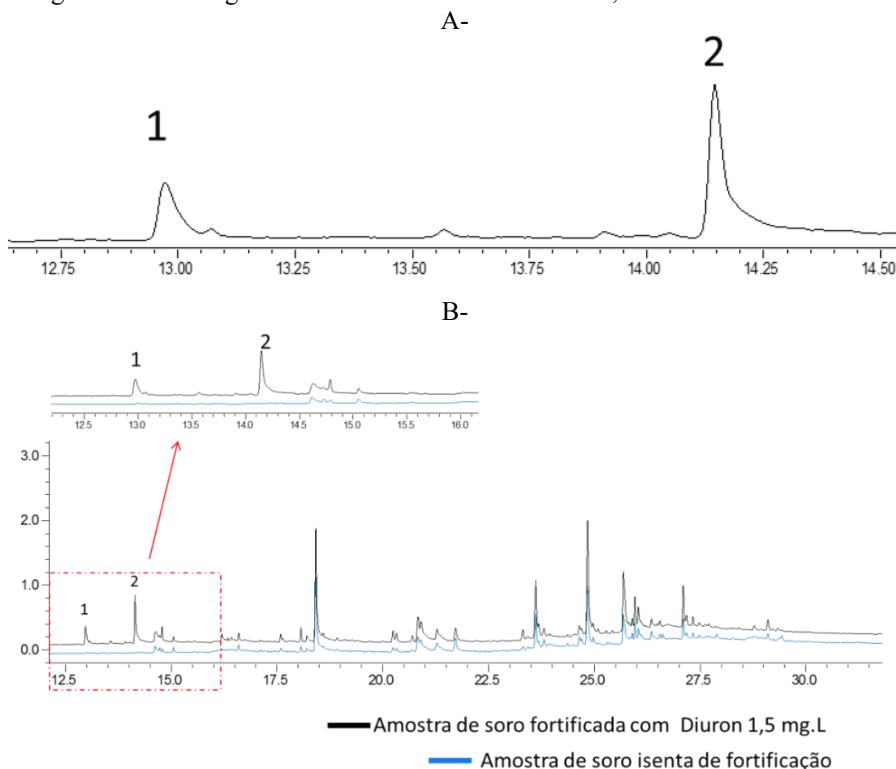


Legenda: A- Cromatograma de sobreposição do CG-EM da amostra de soro (1 a 6) e chromatograma do padrão comercial do tebuconazol em acetonitrila a 20 mg.L⁻¹ (*). B- Cromatograma de sobreposição dos padrões comerciais de agrotoxicos Beta ciflutrina (linha A) e Deltametrina (linha B). Amostra de soro (linhas C e D).

Fonte. Dados da pesquisa.

Os resultados do padrão comercial do Diuron em ACN numa concentração de 15mg/L analisado por CGEM resultou num chromatograma com a presença dos componentes (1) 1,2 dicloro-4-isocianatobenzeno ou isocianato de 3,4-diclorofenilo (DCPI) e (2) 3,4-dicloroanilina ou 3,4-diclorobenzanamina (3,4 DCA), considerados intermediário de síntese e produto de degradação do Diuron, respectivamente (Figura 3). Estudos evidenciam que tanto a 3,4 DCA quanto o DCPI são compostos químicos relacionados ao Diuron, sendo classificados como produto de metabolização ou intermediário-químico ou produto de degradação (3,4 DCA) e intermediário-químico de síntese (DCPI) (Krieger *et al.*, 2010; Martins, 2010; Rajput *et al.*, 2021).

Figura 3. Cromatograma de dicloro-isocianatobenzeno, dicloroanilina e Diuron.



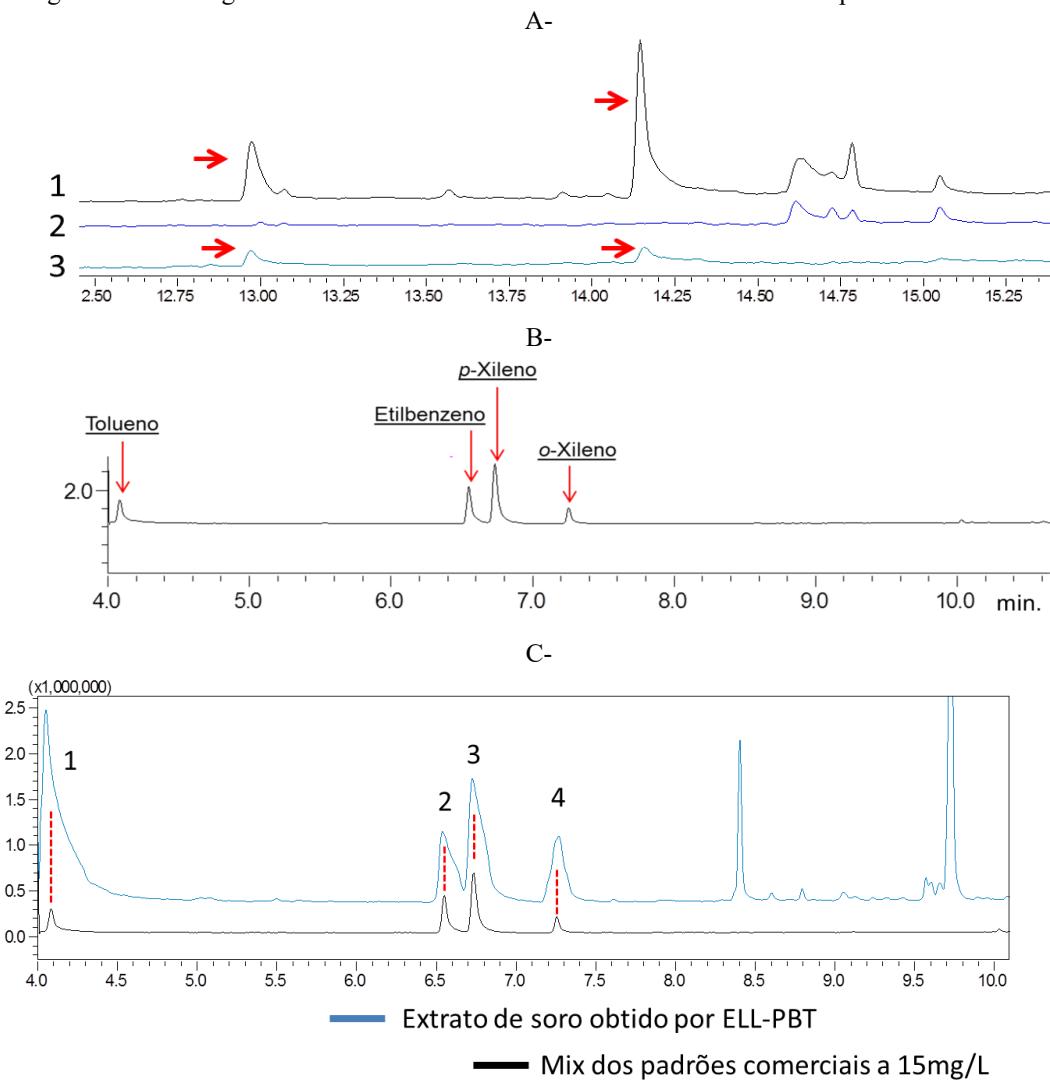
Legenda: A- Cromatograma com (1) 1,2 dicloro-4-isocianatobenzeno e (2) 3,4dicloroanilina. B- . Cromatograma de sobreposição da amostra fortificada com Diuron e amostra de soro não fortificada.

Fonte. Dados da pesquisa.

O procedimento de fortificação também foi realizado para o agrotóxico Diuron frente amostras de soro sanguíneo conforme citado para o TEB. Foi observado que os componentes oriundos do padrão do Diuron (1) 1,2 dicloro-4-isocianatobenzeno e (2) 3,4-dicloroanilina apareceram na amostra de soro fortificado após a extração por ELL-PBT, isso devido sua detecção num Rt:12.972min. (1) e Rt:14.145min. (2). Na amostra sem fortificação verificamos ausência desses compostos nos respectivos tempos de retenção (Figura 3).

Através da análise do chromatograma de sobreposição composto pela amostra fortificada com Diuron, amostra de soro não fortificada e padrão comercial do Diuron, não foi detectado a sua presença ou dos seus íons diagnósticos de fragmentação de seus produtos de metabolização (3,4-dicloroanilina, 3,4-diclorofenol, N- (3,4diclorofenil)-ureia) (Figura 4). O mesmo comportamento foi observado nas demais amostras de soro submetidas a análise.

Figura 4. Cromatograma de Diuron e hidrocarbonetos aromáticos em soro e padrões comerciais.



Legenda: A- Cromatograma de sobreposição: 1 amostra de soro fortificada com Diuron; 2 amostra de soro sem fortificação; 3 padrão comercial do Diuron. B- Cromatograma de padrões comerciais e seus isômeros. C- Sobreposição dos cromatogramas da amostra de soro e cromatograma do mix. de padrões comerciais do Tolueno (1), Etilbenzeno (2) e *p,o*-Xileno (2,4).

Fonte. Dados da pesquisa.

Algumas amostras de soro tiveram seu perfil químico indicativo da presença de compostos como tolueno, etilbenzeno e *p,o*-xileno, compostos citados na literatura científica como derivados do petróleo e utilizados na indústria química na produção de pesticidas. Sua detecção ocorreu nos tempos de retenção Rt: 4.050 min.; Rt: 6.550 min.; Rt: 6.733 min, respectivamente. A confirmação foi realizada com padrões comercial desses produtos analisados por CGEM conforme exposto na figura 4.

A sobreposição de cromatogramas possibilitou melhor observação da presença desses componentes frente ao padrão comercial Tolueno (1), Etilbenzeno (2) e *p,o*-Xileno (2,4) conforme exposto na figura 4, além disso, seus espectros de fragmentação apresentaram fragmentos diagnósticos que auxiliaram na detecção dos compostos.

A presença dos produtos tolueno, etilbenzeno e *p*,*o*-xileno foi apenas detectada nas amostras de soro sanguíneo listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Detecção de compostos padrões comerciais do tolueno, etilbenzeno e *p*,*o*-xileno nas amostras.

Código da amostra de soro	Tolueno	Etilbenzeno	<i>p</i> -Xileno	<i>o</i> -Xileno
14A	+	+	+	+
15A	+	+	+	+
16A	+	+	+	+
17A	+	+	+	+
18A	+	+	+	+
19A	+	+	+	+
20A	+	+	+	+
22A	+	+	+	+
25A	+	+	+	+
29A	+	+	+	+
30A	+	+	+	+

(+) presença do composto na amostra.

Fonte. Dados da pesquisa.

Os compostos benzenos, tolueno, etilbenzeno e xileno compreendem o grupo denominado BTEX são formados por hidrocarbonetos monoaromáticos, caracterizados pelo alto índice de toxicidade, são mutagênicos e/ou cancerígenos (Martins *et al.*, 2019). São produtos tóxicos geralmente contaminantes de água e são derivados de petróleo. Tais produtos tem uso na indústria química que faz seu uso para preparo de pesticidas, solventes e tintas dentre outros produtos (Barreto *et al.*, 2007; Bolden *et al.*, 2015).

Além disso, o presente estudo evidencia a presença do xileno (orto-meta-para) na formulação da trifluralina, um herbicida seletivo (Martins, 2010). Esses compostos são acumulativos, expondo trabalhadores ao risco eminentemente à saúde, como instabilidade genômica gerando maiores níveis de dano celular (micronúcleos e células binucleadas) e morte celular (células cariorréxicas e de cromatina condensada) (Santos *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2019).

Estudos evidenciam que trabalhadores ocupacionais têm apresentado índices de leucemia associado ao uso do benzeno. Este é considerado o mais tóxico, enquanto o tolueno e xileno tem ligação com problemas no sistema nervoso, fígado e rim. O etilbenzeno reflete nos rins e sistema respiratório (Martins *et al.*, 2019).

4 CONCLUSÃO

No Brasil, o consumo de agrotóxicos cresceu bastante nas últimas décadas, transformando o país em um dos líderes mundiais. O principal meio de absorção do agrotóxico no ser humano é através da pele seja pela falta de proteção ou uso incorreto do equipamento de proteção individual. Os

agricultores visam aumento da produtividade, deixando a saúde em segundo plano, em alguns casos por falta de conhecimento e instrução adequada.

Não foi detectada a presença do tebuconazol, diuron e seus produtos de metabolização, assim como da beta ciflutrina e deltametrina nas amostras coletadas e analisadas, oriundas de Igreja Nova. Entretanto, convém ressaltar que foi detectado a presença de tolueno, etilbenzeno e *p,o*-xileno no soro sanguíneo de alguns dos agricultores. Estas substâncias são consideradas tóxicas e cancerígenas, sendo elencadas como prováveis itens da formulação de agrotóxico.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. F. et al. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon*, v. 10, n. 7, e29128, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e29128.
- ANADUAKA, E. G. et al. Uso generalizado de agroquímicos e pesticidas tóxicos para armazenamento de produtos agrícolas na África e países em desenvolvimento: possível panaceia para ecotoxicologia e implicações para a saúde. *Heliyon*, v. 9, n. 4, e15173, 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e15173.
- BALDI, I. et al. Efeitos neurocomportamentais da exposição prolongada a pesticidas: resultados do acompanhamento de 4 anos do Estudo PHYTONER. *Medicina Ocupacional e Ambiental*, v. 68, n. 2, p. 108-115, 2010. DOI: 10.1136/oem.2009.047811.
- BARRETO, G. E. S. et al. Investigation of toxic factors affecting cells of rat brains exposed to 3-methylcatechol. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, n. 5, p. 839-849, 2007. DOI: 10.1590/S1516-89132007000500012.
- BENTO, A. J. et al. Exposição ocupacional aos agrotóxicos pelos agricultores da região de Coruripe, Alagoas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 15, n. 2, p. 193-201, 2020. DOI: 10.18378/rvads.v15i2.7177.
- BOLDEN, A. L.; KWIATKOWSKI, C. F.; COLBORN, T. New look at BTEX: Are ambient levels a problem? *Environmental Science & Technology*, v. 49, n. 9, p. 5261-5276, 2015. DOI: 10.1021/es505316f.
- CHEN, D. et al. Pesticide use and inflammatory bowel disease in licensed pesticide applicators and spouses in the Agricultural Health Study. *Environmental Research*, v. 249, 118464, 2024. DOI: 10.1016/j.envres.2024.118464.
- CORCINO, C. O. et al. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 8, p. 3117-3128, 2019. DOI: 10.1590/1413-81232018248.24212017.
- DE OLIVEIRA, T. J. A.; NOGUEIRA, L. A.; RODRIGUES, W. At the limits of sustainability: Exploring extended producer responsibility in the management of agrochemical packaging. *Ambiente & Sociedade*, v. 26, 2023. DOI: 10.1590/1809-4422asoc20220124r2vu2023L4AO.
- FERREIRA, L. F.; DA COSTA, A. R.; CEOLIN, S. Malformações congênitas e uso de agrotóxicos no município de Giruá, RS. *Saúde em Debate*, v. 44, n. 126, p. 790-804, 2020. DOI: 10.1590/0103-1104202012606.
- GISELE, V. S. Comportamento no solo dos herbicidas diuron e hexazinone aplicados isolados e em mistura. 2024. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/f764293c-c90d-47e5-bafc-f6240780cb98>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- KARAL, A. et al. Fluxograma multiprofissional para atendimento de intoxicações agudas por agrotóxicos na atenção primária à saúde. *Escola Anna Nery*, v. 26, 2021. DOI: 10.1590/2177-9465-EAN-2020-0357.

KRIEGER, R. I. Manual de Toxicologia de Pesticidas de Hayes. [S.l.]: [s.n.], 2010.

LOPES, C. V. A.; DE ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em Debate*, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018. DOI: 10.1590/0103-1104201811710.

MARTINS, E. M. et al. Btex in an occupational environment. *International Journal of Environmental Impacts*, v. 2, n. 2, p. 174-191, 2019. DOI: 10.2495/EI-V2-N2-174-191.

MARTINS, M. L. Determinação de resíduos de compostos orgânicos em água por microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME) e GC-(TQ)MS/MS. 2010. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MESNAGE, R.; ANTONIOU, M. N. Facts and fallacies in the debate on glyphosate toxicity. *Frontiers in Public Health*, v. 5, 2017. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00316.

NASCIMENTO, A. A. Agrotóxicos: impactos na agricultura alagoana. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifal.edu.br>. Acesso em: 27 nov. 2024.

NEVES, P. D. M. et al. Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 7, p. 2743-2754, 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020257.19952018.

OSINUGA, O. A.; ADULOJU, A. B.; OYEGOKE, C. O. Impact of agrochemicals application on soil quality indicators and trace elements level of wetlands under different uses. *Journal of Trace Elements and Minerals*, v. 5, 100090, 2023. DOI: 10.1016/j.jtemin.2023.100090.

PIGNATI, W. A. et al. O caráter pandêmico dos desastres socioambientais e sanitários do agronegócio. *Saúde em Debate*, v. 46, n. spe2, p. 467-481, 2022. DOI: 10.1590/0103-11042022E231.

RAJPUT, P.; SINHA, R. K.; DEVI, P. Current scenario of pesticide contamination in water. In: Elsevier eBooks. [S.l.]: Elsevier, 2021. p. 109-119. DOI: 10.1016/B978-0-12-823827-1.00005-8.

SANTOS, I. C. D. et al. Genomic instability evaluation by BMCyt and telomere length in Brazilian family farmers exposed to pesticides. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, v. 878, 503479, 2022. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2022.503479.

SILVA, M. M.; DOMINGUES, S.; BONADIMAN, A. Avaliação de intoxicação por agrotóxicos e práticas de uso de trabalhadores rurais na Serra Catarinense. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 9, p. 15190-15204, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n9-093.

SOARES, W. L.; DE SOUZA PORTO, M. F. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, n. 2, p. 209-217, 2012. DOI: 10.1590/S0034-89102012000200002.