

RESÍDUOS DE GLIFOSATO EM AMOSTRAS DE ÁGUA DE COMUNIDADES AGRÍCOLAS DE PLANALTINA-DF E DE SANTARÉM-PA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.VIII-013>

Liliane Evangelista Alves*, Darlan Quinta de Brito, Clarissa Melo Lima, Keely Meireles Araújo Torres, Carlos José Sousa Passos

*Faculdade UnB Planaltina (FUP) e-mail: lilika2604@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os níveis residuais de herbicidas à base de glifosato em amostras de água, utilizando-se metodologia baseada em imunoenaios do tipo ELISA, em duas regiões distintas: Núcleo Rural Tabatinga em Planaltina (DF) e no planalto da região metropolitana de Santarém (PA). Para isso, adotou-se uma abordagem teórico-empírica, que envolveu a coleta de água de córregos em pequenas comunidades agrícolas em agosto de 2022, com vistas a avaliar possível contaminação ambiental. Posteriormente, foi realizada uma discussão crítica com base em levantamento bibliográfico para interpretar os resultados encontrados. No total, 27 amostras foram coletadas na região do planalto de Santarém e 7 amostras foram coletadas em Planaltina. Os dados revelaram que das 34 amostras coletadas apenas em parte das amostras da região de Santarém observou-se presença de resíduos de glifosato, e nas 7 amostras coletadas no Núcleo Rural Tabatinga (DF) não foram encontradas concentrações acima do limite de detecção do kit comercial *Gold* Diagnóstico Padrão. Das 27 amostras de água coletadas no estado do Pará, 13 apresentaram residuais de glifosato, variando entre 0,079 e 0,309 µg/L. É importante destacar que a metodologia analítica empregada permite-nos mensurar apenas a molécula de glifosato, o que nos impossibilitou de examinar a possível ocorrência de seu subproduto de degradação, o ácido aminometilfosfônico (AMPA). Portanto, embora as concentrações tenham sido baixas, é fundamental compreender que a presença de resíduos de glifosato nos corpos hídricos pode representar um risco potencial para a saúde humana e para o meio ambiente.

Palavras-chave: Agrotóxico, Impactos socioambientais, Glifosato, Contaminação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX, a Revolução Verde impulsionou a adoção generalizada de agrotóxicos em todo o mundo, e o Brasil emergiu como o país líder no consumo desses produtos (BARROS *et al.*, 2020). Esses compostos são referidos por diversos termos simbólicos na literatura como pesticidas, praguicidas, remédios de plantas e venenos. Essa ampla gama de nomenclaturas é empregada para descrever um conjunto de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas em animais e vegetais, bem como no tratamento de doenças em plantas (Fundacentro, 1998). De acordo com a Lei nº 7.802, de 11 DE JULHO de 1989, entre as várias explicações sobre o que é um agrotóxico, a que se destaca é a seguinte:

Os agrotóxicos e afins são os produtos e os agentes de processos químicos, físicos e biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas e de outros ecossistemas, e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

Esta mesma lei estabelece todas as regras para produção e comércio desses defensivos agrícolas, legislação que, por sinal, se encontra atualmente em pleno processo de revisão e atualização no Congresso Nacional Brasileiro, conforme Projeto de Lei n. 6.299/2020.

O glifosato, cientificamente conhecido como N-(fosfometil) glicina, é um herbicida não seletivo que atua inibindo a síntese de aminoácidos cruciais, como tirosina, triptofano e fenilalanina, originado no enfraquecimento de plantas em desenvolvimento. Esse composto é amplamente utilizado em todo o mundo para o controle de ervas daninhas em campos agrícolas, silvicultura e ecossistemas aquáticos (SCHWAMBORN, 2019). Se utilizado de forma inadequada, pode provocar fitotoxicidade e risco de contaminar e causar danos na biota, e também em seres humanos (SOUZA, 2014).

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como um dos seus fundamentos que "a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas", por meio do seu uso racional e da integração com a gestão ambiental e de uso do solo (BRASIL, 1997).

Contudo, não é isso que acontece quando se trata dos herbicidas à base de glifosato, pois este composto químico é, por vezes, utilizado de forma indiscriminada pelos agricultores, principalmente em cultivos de larga escala para produção de grãos destinados à exportação (ex.: soja), sem os devidos cuidados e levando à contaminação tanto de águas superficiais quanto de lençóis freáticos e até mesmo à exposição ambiental e/ou ocupacional de trabalhadores ao manipularem e pulverizarem o produto (SCHWAMBORN, 2019).

Com efeito, a literatura científica tem associado a exposição tanto aguda quanto crônica aos agrotóxicos a consequências danosas para a saúde humana, tais como alterações hematológicas, imunológicas, aborto, malformações, alterações hormonais e neurocomportamentais, desenvolvimento de neoplasias, entre tantos outros efeitos deletérios à saúde (PEREIRA; MACIEL LIMA COSTA; MACIEL LIMA, 2019).

Diante desses elementos, o presente trabalho buscou analisar possíveis influências no meio ambiente em que o uso indiscriminado de herbicidas à base de glifosato pode trazer influências que podem vir a se tornar agentes causadores de um eventual conflito socioambiental entre os diferentes usuários dos recursos hídricos.

Deste modo, o trabalho foi realizado com amostras de água dos moradores da região rural de Santarém-PA e do Núcleo Rural Tabatinga-DF, coletadas em agosto de 2022.

OBJETIVO

Avaliar as concentrações residuais dos herbicidas à base de glifosato em amostras de água superficiais e subterrâneas, com a metodologia baseada em imunoenaios do tipo ELISA, em duas regiões distintas: Núcleo Rural Tabatinga em Planaltina (DF) e no planalto da região metropolitana de Santarém (PA).

MATERIAL E MÉTODOS

Localizado a 56 quilômetros da região central de Brasília, o Núcleo Rural de Tabatinga pertence à Região Administrativa de Planaltina (DF). Com uma extensão de 16.546,25 hectares, composto por 267 propriedades, é formado por quatro colônias agrícolas: Tabatinga, São Gonçalo, Estanislau e Barra Alta (PINHEIRO, 2010). Desse total, 130 delas têm de 25 a 75 hectares, e apenas cinco delas têm mais de 100 hectares. Essas grandes áreas são chamadas de áreas isoladas, ocupando espaços que ajudam a fazer o limite da região. Além disso, são predominantemente produtoras de grãos e utilizam tecnologia de ponta. A produção que mais se destaca na região é a de grãos em sequeiro, milho, soja e feijão (PINHEIRO, 2010). O Núcleo Rural Tabatinga possui uma região singular, com vastas áreas de cerrado preservadas, nascentes e cursos d'água que abastecem as comunidades. A economia local é baseada principalmente na agricultura familiar, com destaque para a produção de hortaliças, frutas e criação de animais (PINHEIRO, 2010).

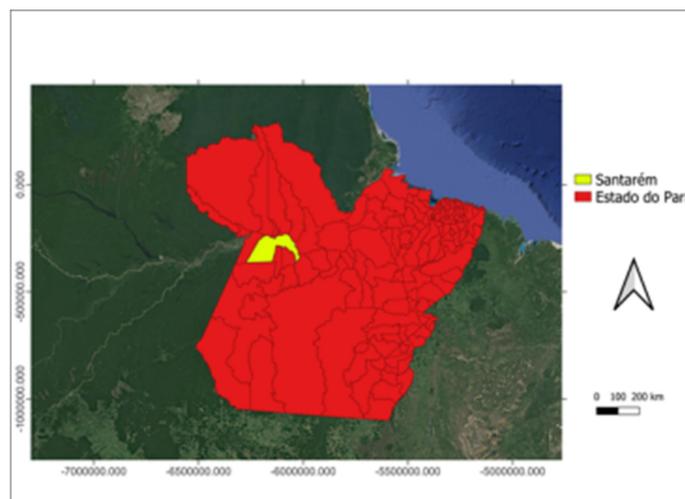


Figura 1: Mapa do Município de Santarém, localizado no Estado do Pará. Fonte: Autores do Trabalho.

O município de Santarém, demonstrado na figura 1, fica localizado na foz do Rio Tapajós, é uma região de grande importância na região metropolitana. Com uma população estimada de 331.937 habitantes, é o município de maior área nessa região, abrangendo uma unidade territorial de 17.898.389 km². A densidade demográfica é de 18,55 habitantes/km², e o PIB per capita em 2022 é de R\$ 17.950,24 (IBGE, 2022). Santarém desempenha um papel fundamental como polo de serviços para os municípios vizinhos. É responsável por fornecer bens e serviços essenciais, como produtos industrializados, educação (sendo sede de várias instituições de ensino superior públicas e privadas,

como a (Universidade Federal do Oeste do Pará-Ufopa), saúde, serviços bancários, comércio, empregos, entre outros (IBGE, 2019).

Foram estrategicamente coletadas amostras de água em cursos d'água próximos a plantações de soja. Conforme demonstrado nas figuras 2 e 3. Essas amostras foram obtidas em agosto de 2022 nas regiões do Núcleo Rural Tabatinga (DF) e do Planalto da Região Metropolitana de Santarém (PA), durante o período de seca, com vistas a avaliar possível contaminação ambiental.

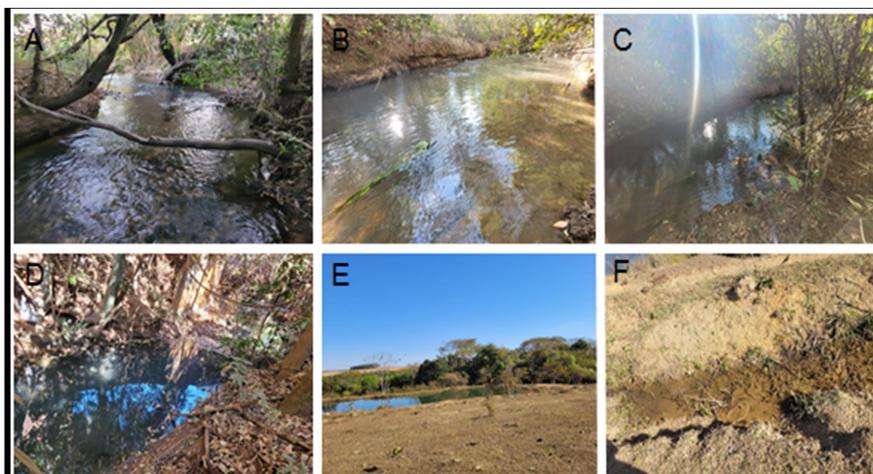


Figura 2: Coleta de amostra de água superficial em (A): Córrego Piripipau - T3; (B): Rio Jardim – T7; (C) Córrego Rio Jardim – T2; (D) Córrego Estanislau - T4; (E): T6 Reservatório de uma propriedade rural -T6; (F): Córrego próximo ao reservatório de uma propriedade rural. Fonte: Autores do Trabalho.

As amostras foram levadas para análise no Laboratório de Genética e Morfologia, localizado no Instituto de Biociências da Universidade de Brasília (IB/UnB). Utilizou-se um teste de imunoenensaio em todas as amostras, obtendo-se como resultado final valores numéricos referentes a concentrações de glifosato nas amostras de água das comunidades onde foram realizados os estudos.

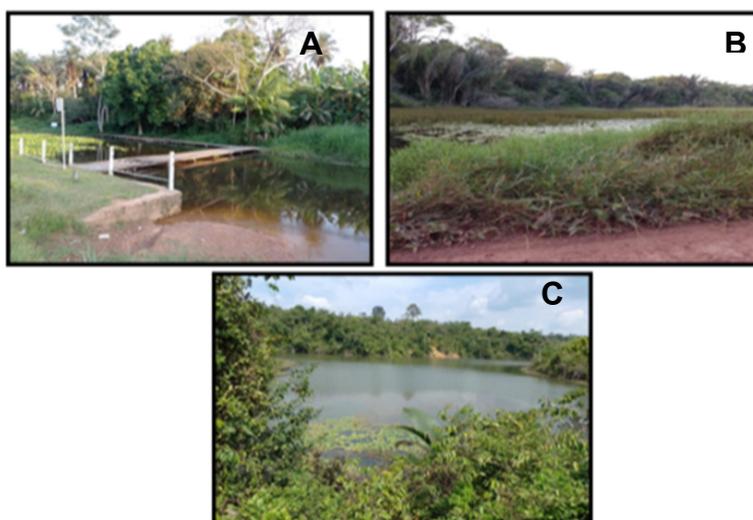


Figura 3: Coletas de amostras de água superficial em Santarém-PA: (A): Centro de Mojui dos Campos, Beira Rio – S5; (B): Garrafão: Igarapé do Lama, farol de milha – S7; (C): Barragem Riacho Verde - S21. Fonte: Autores do Trabalho.

As amostras coletadas foram mantidas sob-refrigeração em uma caixa térmica com gelo reutilizável até a chegada ao laboratório. A determinação do glifosato foi realizada, utilizando-se o kit Elisa, conforme a figura 4. No kit de Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA - Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), da Abraxis LLC (Warminster, PA, EUA), foi empregado um leitor de microplacas (Multiskan Spectrum, Thermo Scientific, Waltham, MA, EUA). Todos onde os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com as instruções do fabricante (ABRAXIS, 2022).



Figura 4: Gold Standard Diagnostics, Glyphosate. Elisa, 96test.

Fonte: <https://www.goldstandarddiagnostics.us/home/> acessado em 3/3023

O teste foi realizado conforme as orientações do fabricante (ABRAXIS, 2022), como descrito a seguir:

- Foram adicionados 50 μ L das soluções padrão d, controle e amostra nos poços das tiras de teste, O teste foi realizado em duplicata, conforme o esquema a seguir na figura 5. Após a adição dos padrões, foi adicionado 50 μ L do anticorpo antiglifosato. Os poços foram cobertos com parafilme e o conteúdo foi agitado movendo o suporte da tira em um movimento circular rápido na bancada por 30 segundos. Em seguida, as tiras foram incubadas por 30 minutos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Cont. 0.75 pp	Cont. 0.75 pp	A2	A2	S3	S3	A4	A4	A12	A12	A20	A20
B	S1 B	S1B	A3	A3	S4	S4	A5	A5	A13	A13	A21	A21
C	S2	S2	A4	A4	S5	S5	A6	A6	A14	A14	A22	A22
D	S3	S3	A5	A5	S6	S6	A7	A7	A15	A15	A23	A23
E	S4	S4	A6	A6	Cont. 0.75 pp	Cont. 0.75 pp	A8	A8	A16	A16	A24	A24
F	S5	S5	A7	A7	A1	A1	A9	A9	A17	A17	A25	A25
G	S6	S6	S1B	S1B	A2	A2	A10	A10	A18	A18	A26	A26
H	A1	A1	S2	S2	A3	A3	A11	A11	A19	A19	A27	A27

Figura 5: Disposição das amostras na placa do teste ELISA. Onde amarelo representa o padrão, laranja os controles, e o verde representa o branco. Fonte: Autores do Trabalho.

- Após a incubação, o parafilme foi retirado e 50 μ L do conjugado enzimático foram adicionados aos poços individuais, de forma sucessiva, utilizando uma pipeta escalonada. Os poços foram cobertos novamente com parafilme e o conteúdo foi agitado em um movimento circular rápido na bancada por 30 segundos, com cuidado para evitar derramamentos. A tira foi então incubada por 60 minutos em temperatura ambiente.
- Após a incubação, o parafilme foi removido e o conteúdo dos poços foi desprezado vigorosamente em uma pia. As tiras foram lavadas três vezes com a solução preliminar de lavagem 1X, utilizando um volume de 250 μ L de lavagem para cada poço em cada etapa de lavagem. O restante das amostras nos poços foi removido batendo a placa seca em uma pilha de toalhas de papel, para retirar todo o conteúdo ali presente.
- Adicionou-se 150 μ L de solução de coloração aos poços individuais, seguindo uma sequência usando uma pipeta escalonada. Os poços foram cobertos com parafilme e o conteúdo foi movido com o suporte de tiras em um movimento circular rápido na bancada. As tiras foram incubadas por 25 minutos em temperatura ambiente, mantendo-as afastadas da luz.
- Foram adicionados 100 μ l de solução de parada aos poços na mesma sequência da solução de substrato usando uma pipeta escalonada.
- A leitura foi realizada usando um leitor de microplaca ELISA, dentro de 15 minutos após a adição da solução de parada utilizada a absorbância de 450nm. E foram obtidos os resultados a seguir explicito na figura 6.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0,5658	0,5302	1,4001	1,4546	0,9817	0,9739	1,2746	1,3768	1,4420	1,4106	1,2047	1,1056
B	1,3719	1,3660	1,5190	1,3808	0,5337	0,5152	1,2855	1,2387	1,2916	1,2023	1,1459	1,0791
C	1,1458	1,2179	1,3682	1,3529	0,2321	0,2800	1,2584	1,2707	0,8606	0,8848	1,1984	1,2093
D	1,0195	0,8687	1,4545	1,4354	0,6833	0,7187	1,2942	1,2715	1,1984	1,3106	1,0570	1,1020
E	0,7405	0,6988	1,4041	1,4300	0,5322	0,5881	1,3657	0,9270	1,2101	1,2556	1,0648	1,0380
F	0,5202	0,5669	1,2766	1,3617	1,1525	1,2036	1,1115	1,1591	1,1598	1,1602	1,2347	1,1589
G	0,2712	0,2016	1,2397	1,2237	1,1541	1,0380	1,3803	1,3876	1,0239	1,0982	1,2516	1,1698
H	1,4161	1,3870	1,1632	1,0386	0,7386	1,3002	1,3793	1,1645	1,2344	1,2752	1,2740	1,1885

Figura 6: Dados de absorvância fornecidos pelo leitor de ELISA. Onde amarelo representa o padrão, laranja os controles, verde representa o branco. Fonte: Autores do Trabalho.

O método ELISA possui um limite de detecção (LD) de glifosato na água de 0,05 µg/L, um limite de quantificação (LQ) de 0,075 µg/L, uma concentração detectável máxima de 4 µg/L. Para quantificação, foi feita uma curva de 5 pontos (0,075, 0,20, 0,5, 1,0, 4,0 µg/L). As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do software *GraphPad Prism 7* (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA), conforme recomendado pelo fabricante (ABRAXIS, 2022).

RESULTADOS

Das 7 amostras coletadas no Núcleo Rural Tabatinga (DF) não foram encontradas concentrações acima do limite de detecção do kit comercial Gold Diagnóstico Padrão (0,05 µg/L). Conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Concentração média (µg/L) de glifosato nas águas superficiais do Núcleo Rural de Tabatinga, no Distrito Federal. LQ de 0,05 µg/L. Fonte: Autores do Trabalho.

Local	Concentração
A1	<LQ
A2	<LQ
A3	<LQ
A4	<LQ
A5	<LQ
A6	<LQ
A7	<LQ

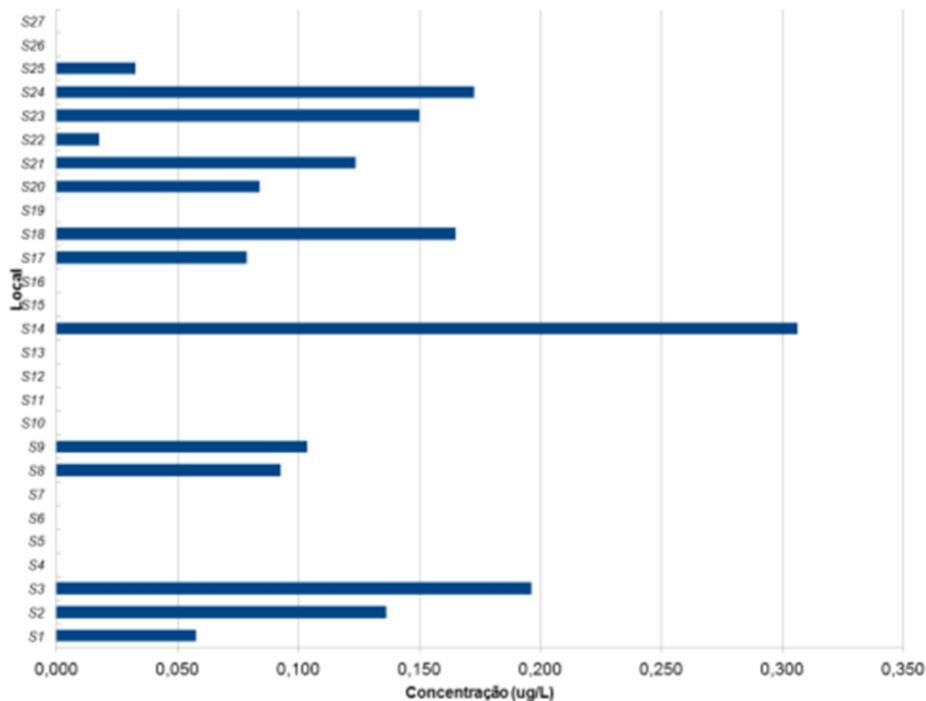
O resultado das amostras de água de Tabatinga abaixo do limite de quantificação pode ser atribuído a diversos fatores, sendo um deles o período de coleta. É fundamental destacar que essas amostras foram coletadas durante a entressafra e nesse período caracterizado por um clima seco na região, não ocorre pulverização e nem chuvas, que poderiam favorecer a lixiviação e o carreamento das substâncias para os cursos d'água superficiais e para o lençol freático.

A não detecção de glifosato nas amostras sugere que eventuais concentrações presentes nas amostras possam estar abaixo do limite do método. Além disso, a ausência de detecção de glifosato nas amostras coletadas no Núcleo Rural Tabatinga (DF) não exclui a possibilidade da presença de outros contaminantes ou agroquímicos.

Das 27 amostras coletadas em Santarém, foram encontrados níveis residuais do glifosato em 13 amostras (48%), conforme demonstrado no gráfico 1. A maior concentração detectada pelo teste foi de 0,309 µg/L, em uma amostra de água coletada no Bebedouro de uma escola frequentada principalmente por crianças. É importante ressaltar que o teste utilizado foi capaz de mensurar apenas o glifosato, e não o seu principal produto de degradação, o AMPA (ácido aminometilfosfônico).

O fato de os agricultores não estarem pulverizando no período de entressafra evidencia o composto em baixas concentrações nas amostras de água coletadas. Além disso, a detecção do glifosato no teste utilizado depende do limite de detecção do kit comercial, que pode variar de acordo com a sensibilidade do método empregado. Vale ressaltar que a presença de glifosato nas amostras pode indicar um risco aumentado de potencial exposição humana ao herbicida, mesmo em níveis residuais (PIRES et al., 2020).

Gráfico 1. Ocorrência e concentração de glifosato em cada um dos pontos amostrados de Santarém. Fonte: Autores do Trabalho.



Embora as concentrações estejam em conformidade com a resolução CONAMA 357/05, que estabelece $65\mu\text{g/L}$ para classes de corpos hídricos 1 e 2 e $280\mu\text{g/L}$ para classe 3; e o Valor Máximo Permitido (VMP) para glifosato e AMPA previsto na Portaria n° 888/21 para consumo humano ($500\mu\text{g/L}$), é fundamental compreender que a presença de resíduos de glifosato nos corpos hídricos pode representar um risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente.

É de extrema importância documentar a presença de agrotóxicos degradados no sistema hidrológico, a fim de compreender plenamente as consequências do uso desses produtos para o meio ambiente e a saúde humana (PIRES, 2020). Essa documentação é fundamental para uma análise abrangente e para melhor compreender os impactos resultantes do uso de agrotóxicos, fornecendo uma base sólida para medidas de mitigação e proteção ambiental.

A determinação de glifosato em água apresenta limitações devido às características físico-químicas desse composto, incluindo seu baixo peso molecular, alto teor de água e baixa solubilidade em solvente, além de seu comportamento anfótero e das baixas concentrações normalmente encontradas (PIRES et al., 2023). O monitoramento contínuo de agrotóxicos nos corpos d'água amazônicos, principalmente no período de safra, é fundamental para garantir a preservação dos recursos hídricos desse bioma (PIRES et al., 2020). É crucial manter este monitoramento contínuo, utilizando métodos altamente sensíveis capazes de detectar concentrações extremamente baixas desses herbicidas na água, como por exemplo, análises ultrasensíveis para determinação de glifosato, AMPA e glufosinato por LC-MS/MS (PIRES et al., 2023).

Apesar do herbicida glifosato não ter sido encontrado com a mesma frequência que nos estudos anteriores mencionados nesta pesquisa, os resultados obtidos não revelaram uma grande variação deste trabalho em relação aos demais. No entanto, é importante considerar essas descobertas e analisar cuidadosamente seus impactos. Embora as águas subterrâneas sejam frequentemente escolhidas para consumo devido à percepção de serem mais limpas em comparação com as águas superficiais, é essencial destacar que a contaminação por agentes químicos e/ou biológicos provenientes de agrotóxicos pode ocorrer, dependendo da localização do poço (DAMIANI, 2017). A infiltração desses compostos no solo pode comprometer a qualidade da água subterrânea, o que representa uma preocupação significativa (PIRES, 2020).

Um exemplo preocupante visto nesse estudo é uma amostra coletada no Bebedouro da Escola São Felix, frequentada principalmente por crianças, que apresentou a concentração mais elevada do herbicida glifosato. Esse achado ressalta a importância de considerar a vulnerabilidade das crianças aos possíveis efeitos adversos decorrentes da exposição ao glifosato. Embora haja lacunas no conhecimento sobre os efeitos em longo prazo da exposição a esse composto nas concentrações encontradas na área de estudo, alguns estudos têm analisado e discutido indícios de potenciais riscos à saúde da fauna e de populações humanas cronicamente expostas a níveis baixos desses contaminantes, ainda mais um grupo tão sensível com crianças (DAMIANI, 2017).

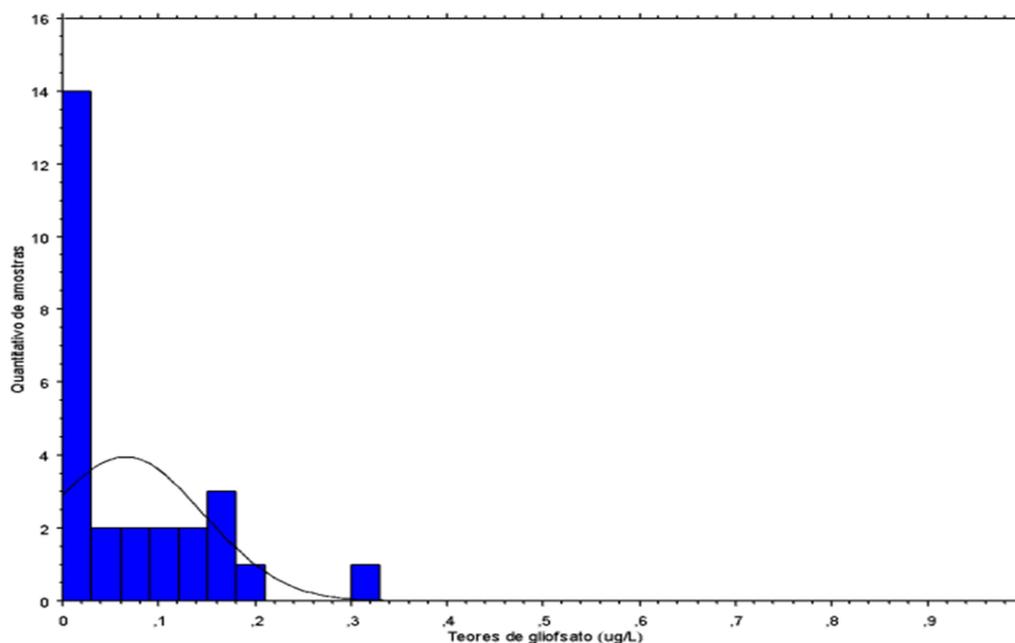
Pesquisas recentes têm revelado resultados alarmantes em relação aos efeitos potenciais da exposição a herbicida à base de glifosato em baixas concentrações na água, tanto em animais quanto em seres humanos (DAMIANI, 2017). Esses estudos destacam preocupações específicas relacionadas a danos aos rins e ao fígado, ressaltando a necessidade de uma análise abrangente desses impactos na saúde humana e nos ecossistemas.

A ANVISA tem adotado uma postura semelhante à da USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) ao realizar as discussões sobre o glifosato. É importante destacar que o glifosato é o ingrediente ativo de agrotóxicos com o maior volume de vendas no Brasil (ANVISA, 2017). A seguir na tabela 2, são apresentados estatísticas descritivas dessas amostras, o que possibilitou a geração do gráfico 2 com as concentrações residuais de glifosato encontrados nas amostras, e a sua curva padrão.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das concentrações de Glifosato nas amostras de água.

Descrição estatística	
Média	0,64
Desvio Padrão	0,82
Erro padrão	0,16
Número de Amostras	27
Concentração Mínima Obtida	0,000
Concentração Máxima Obtida	0,306
Faltante	0
Mediana	0,018
Moda	0,000

Gráfico 2. Níveis de concentrações residuais de glifosato encontrados nas amostras.



CONCLUSÃO

Embora as duas regiões de estudo tenham sido amostradas em períodos próximos, a não detecção de resíduos de glifosato na comunidade de Planaltina pode estar relacionada ao fato de ser uma região predominantemente agrícola familiar, onde os agricultores tendem a utilizar menos agrotóxicos em geral ou optam por outros produtos além do glifosato. A agricultura familiar muitas vezes prioriza práticas mais ecológicas e menos dependentes de agroquímicos, o que poderia explicar a ausência de glifosato nas amostras.

Por outro lado, os resíduos de glifosato nas amostras de Santarém corroboram estudos anteriores que já apontaram a presença desse contaminante orgânico nos cursos d'água daquela região (SCHWAMBORN, 2019). Isso reforça a consistência das informações e indica que esses corpos hídricos são sumidouros ambientais para o glifosato pulverizado nas práticas agrícolas da região, justamente por ser predominante a monocultura de grãos com uso extensivo de

agrotóxicos, ao contrário do que ocorre em Planaltina.

A ausência de detecção de glifosato em amostras de água de Planaltina não descarta a possibilidade de seu uso na região, mas apenas indica que não foram encontrados resíduos nos pontos de amostragem durante o período específico de coleta. É necessário, portanto, realizar um monitoramento contínuo dessas áreas para a compreensão de cenários mais completos sobre a dinâmica e os impactos do glifosato nos corpos hídricos das regiões estudadas.

REFERÊNCIAS

1. Glyphosate ELISA Microtiter Plate: **Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Determination of Glyphosate in Water Samples**. 201. Disponível em < <http://www.biosense.com/pdfs/Glyphosate.pdf>>. Acessado 21 de agosto de 2022.
2. ANVISA, **Glifosato Prossegue sob Análise na Anvisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2017/glifosato-prossegue-sob-analise-na-anvisa>. Acesso em: 9 jul. 2023.
3. BARROS, Márcio Júnior Benassuly Barros *et al.* fronteira agrícola e conflitos territoriais nas amazônias brasileiras: a 3.expansão do agronegócio da soja e seus efeitos no planalto de santarém, para-amazônia-brasil. **Ciência Geográfica**, v. 24, n. 2, p. 893-911, 2020.
4. BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 14 fev. 2023.
5. CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução no 357, 17 de março de 2005**. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
6. DAMIANI, Sandra. **Impactos Socioambientais do Cultivo de Dendê na Terra Indígena Turé-Mariquita no Nordeste do Pará**. 2017. 126 p. Dissertação de mestrado — Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2017.
7. FUNDACENTRO. Prevenção de acidentes no trabalho com agrotóxicos: segurança e saúde no trabalho, n. 3. São Paulo: **Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho**, Ministério do Trabalho, 1998.
8. IBGE, **Santarém (PA) | Cidades e Estados | IBGE**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/santarem.html>. 2022. Acesso em: 9 jul. 2023.
9. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria GM/MS nº 888, 4 de Maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade
10. PEREIRA, R. A.; MACIEL LIMA COSTA, C.; MACIEL LIMA, E. O Impacto dos Agrotóxicos Sobre a Saúde Humana e o Meio Ambiente. **Revista Extensão**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 1 out. 2019.
11. PINHEIRO, Flavio Bonesso. **Agroindustrialização verticalizada, uma saída para o produtor rural familiar da região de Tabatinga – DF**. 2010. 42 p. Trabalho de conclusão de curso — CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UniCEUB, BRASÍLIA/DF, 2010.
12. PIRES, Nayara Luiz *et al.* Um método ultrasensível LC-MS/MS para a determinação de glifosato, AMPA e glufosinato em água – análise de águas superficiais e subterrâneas de uma bacia hidrográfica na região Centro-Oeste do Brasil. **Science of the Total Environment**, v. 875, 1 jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162499>. Acesso em: 1 jul. 2023.
13. PIRES, Nayara Luiz *et al.* Determinação de glifosato, AMPA e glufosinato por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção de fluorescência em águas do Planalto de Santarém, Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Ambientais e Saúde, parte B**, v. 55, n. 9, p. 794-802, 25 jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1784668>. Acesso em: 1 jul. 2023.
14. SCHWAMBORN, Txai Mitt. **Expansão da fronteira agrícola, Uso de Agrotóxicos e Riscos de Exposição Humana ao Glifosato na Região Metropolitana de Santarém**. 2019. 128 p. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural — Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2019.
15. SOUZA, Marcos Antônio de. **Risco de contaminação da água por glifosato: validação do modelo A.R.C.A. em uma lavoura de soja no entorno do Distrito Federal**. 2014. 140 p. Dissertação de doutorado — Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2014.