



Determinação de carbofurano em amostras de águas de pesqueiros de Itumbiara-GO e suas implicações na saúde

Maria Letícia Ganzarolli de Sousa Angotti Argondizo Boaventura¹; Jéssica Antonieta Reis Borges¹; Amanda Cabral Martins¹; Rogério Pacheco Rodrigues¹; Adilson Correia Goulart²; Simone Machado Goulart²

¹ Faculdade Zarns Itumbiara

² Instituto Federal de Goiás (IFG)

email do autor correspondente: rogerio.rodrigues@faculdadezarns.com.br

Palavras-chave

Agrotóxicos;
Pesque-pague;
Toxicidade;
Contaminação da
água;
Saúde Pública.

Keywords

Pesticides;
Pay-fishing;
Toxicity;
Water contamination;
Public health.

Resumo: No Brasil, o uso intensivo de agrotóxicos se intensificou a partir da década de 1970, com incentivos governamentais, sendo o carbofurano um dos compostos mais utilizados na agricultura. Apesar de sua proibição em 2017 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), devido à sua alta toxicidade, seus resíduos ainda representam um risco à saúde pública, podendo causar distúrbios neurológicos e endócrinos. Este estudo teve como objetivo determinar a presença de resíduos de carbofurano em amostras de água coletadas em estabelecimentos de pesqueiros localizados no município de Itumbiara, Goiás, Brasil. Foram realizadas análises em amostras obtidas em três pontos distintos de cada local, por meio da técnica de Extração Líquido-Líquido com Partição à Baixa Temperatura (ELL-PBT) e análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com detector Ultravioleta (CLAE-UV). As amostras de água não apresentaram resíduos de carbofurano nas condições analíticas aplicadas, ou estavam abaixo do limite de detecção. O estudo reforça a importância do monitoramento contínuo de resíduos de agrotóxicos em ambientes aquáticos, especialmente em regiões com histórico de uso agrícola, como medida essencial de vigilância em saúde pública.

Abstract: In Brazil, the intensive use of pesticides has intensified since the 1970s, with government incentives, with carbofuran being one of the most widely used compounds in agriculture. Despite its ban in 2017 by the National Health Surveillance Agency (ANVISA), due to its high toxicity, its residues still pose a risk to public health, and can cause neurological and endocrine disorders. This study aimed to determine the presence of carbofuran residues in water samples collected from fishing establishments located in the municipality of Itumbiara, Goiás, Brazil. Analyses were performed on samples obtained from three different points in each location, using the Liquid-Liquid Extraction with Low Temperature Partitioning (LLE-LTP) technique and analysis by High Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet detector (HPLC-UV). The water samples did not present carbofuran residues under the analytical conditions applied, or were below the detection limit. The study reinforces the importance of continuous monitoring of pesticide residues in aquatic environments, especially in regions with a history of agricultural use, as an essential public health surveillance measure.



Introdução

A utilização em massa de agrotóxicos na agricultura se inicia na década de 1950, nos Estados Unidos, com a chamada 'Revolução Verde', que teria o intuito de modernizar a agricultura e aumentar sua produtividade (Lopes et al., 2018).

No Brasil, o uso de agrotóxicos começou a se expandir na década de 1960 e ganhou impulso significativo na década de 1970 com a implantação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). Este programa vinculava o uso de agrotóxicos à concessão de créditos agrícolas, sendo o Estado um dos principais incentivadores dessa prática. O termo "agrotóxico" foi oficialmente adotado pela Lei Federal nº 7.802 de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074 de 2002 (Brasil, 2002).

O Brasil, desde 2008, é considerado o país que mais consome agrotóxicos no mundo e isso reflete no alto índice de problemas de saúde relacionados à utilização indiscriminada destes produtos. Os impactos gerados na saúde, passaram a representar um sério problema de saúde pública, que é tema de discussões em diversos órgãos mundiais. A exposição aos resíduos, ao longo do tempo, pode causar diversos problemas como distúrbios neurológicos e endócrinos, malformações congênitas, diabetes e câncer (Dutra; Souza, 2017).

Segundo Souza et al. (2011), os principais meios pelos quais os agrotóxicos afetam diretamente os seres humanos são: a exposição ocupacional, a contaminação ambiental e a ingestão de alimentos contaminados, sendo essas as vias predominantes de impacto. O uso frequente de inseticidas granulares, como os carbamatos, em culturas como batata, frutas cítricas e café, favorece a contaminação de corpos d'água devido à sua ação sistêmica e baixos resíduos. Apesar da eficácia agrícola, esses compostos são altamente tóxicos para diversas espécies, representando riscos significativos à saúde humana e à fauna aquática (Veiga et al., 2006).

De acordo com Estrela et al. (2016), o carbofurano, cujo nome químico segundo a IUPAC é 2,3-diidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil-N-metil carbamato (CAS nº 1563-66-2), foi comercializado sob os nomes Furadan ou Carbofurano, geralmente com formulações contendo 35% a 65% p/v do ingrediente ativo. Classificado como inseticida, cupinicida, acaricida e nematicida, pertence ao grupo dos metilcarbamatos de benzofuralina e atua como inibidor da enzima acetilcolinesterase. Utilizado em aplicações no solo e em sementes de diversas culturas, como algodão, arroz, batata, milho e tomate, além de ser utilizado no controle de pragas. Trata-se de um agrotóxico altamente tóxico, com dose letal média oral variando entre 8 e 14 mg/kg em ratos e 19 mg/kg em cães (Castro-Gutierrez et al., 2017; Popovska-Gorevski; Dubocovich; Rajnarayanan, 2017).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o uso do carbofurano na agricultura foi proibido no Brasil em 18 de outubro de 2017, com o objetivo de reduzir os riscos à saúde pública. Posteriormente, em 2022, também foram proibidos o uso do carbendazim e a aplicação do formetanato em determinadas culturas (Brasil, 2017).

De conformidade com as diretrizes brasileiras para diagnóstico e tratamento de intoxicações por agrotóxicos do Ministério da Saúde (Brasil, 2018), os inseticidas carbamatos atuam inibindo a enzima acetilcolinesterase, o que leva ao acúmulo de acetilcolina nas sinapses e pode provocar efeitos graves, como movimentos descontrolados, paralisia, convulsões e até

morte. Esses compostos podem ser absorvidos tanto pela pele quanto pelo trato gastrointestinal, sendo rapidamente distribuídos pelos tecidos internos, onde podem gerar estresse oxidativo.

Para Cardoso; El-Deir e Cunha (2016), a piscicultura de água doce é um dos segmentos mais dinâmicos da aquicultura, com destaque para os chamados “pesque-pague”, que começaram a se expandir na década de 1990. Embora gerem empregos e renda no meio rural, esses empreendimentos utilizam recursos naturais não renováveis, levantando preocupações quanto aos seus impactos socioambientais.

No trabalho realizado por Silva et al. (2023) na região da Microbacia do Ribeirão Santa Maria em Itumbiara-GO, foram realizadas as análises, para determinação do princípio ativo carbofurano, em quatro pontos do Ribeirão em um período que predomina a estação seca (maio), onde nas análises, os autores constataram-se que não houve identificação de resíduos em nenhuma das amostras, considerando o período analisado e as condições analíticas adotadas.

Em outro estudo desenvolvido por Pezzini e colaboradores (2023) apontam que a intoxicação por carbamatos, especialmente o aldicarbe, representa um sério problema de saúde pública no Brasil, agravado pela facilidade de acesso, baixo custo e alta toxicidade dessa substância. Apesar de ser destinada exclusivamente ao uso agrícola, sua presença ilegal em áreas urbanas é comum, aumentando os casos de intoxicação, inclusive em tentativas de suicídio. Os autores também destacam a subnotificação dos casos e a escassez de estudos científicos sobre o tema, o que dificulta a visibilidade e o enfrentamento do problema.

Tratando-se da contaminação das águas de pesqueiros e em peixes, a aplicação intensiva de agrotóxicos em lavouras adjacentes a corpos d'água, aliada ao conhecimento ainda limitado sobre seus efeitos tóxicos em organismos não-alvo, permanece uma questão crítica (Durante; Hollmann e Nazari, 2024). Na pesquisa de Santarrosa e colaboradores (2020) os autores analisaram a incidência de agrotóxicos e cafeína em cinco pesque-pague e tanques de peixe na região de Ribeiro Preto e os dados encontrados mostraram que na região sul do estado, 14% das amostras de águas analisadas estavam contaminadas com resíduos de carbofurano, 3% com trifluralina, 2% com atrazina e 3% com simazina. A pesquisa identificou maior incidência de amostras de água contaminadas durante o período chuvoso.

Mendes; Henriques e Barbieri (2021) avaliaram o comportamento e o metabolismo do lambari (*Deuterodon iguape*) da Mata Atlântica, uma espécie nativa do Brasil, a partir da exposição ao carbofurano. Os autores concluíram que diferentes concentrações do carbofurano alteraram o comportamento e o consumo de oxigênio de *Deuterodon iguape*. A espécie foi sensível às concentrações de carbofurano e pode ser usada como bioindicador.

Para que os agrotóxicos aplicados em lavouras próximas contaminem esses ecossistemas, ocorrem processos de transporte, principalmente a lixiviação (percolação no solo até lençóis freáticos) e o escoamento superficial (arraste pela água da chuva), sendo estes os principais mecanismos pelos quais os compostos atingem rios, lagos e córregos, colocando em risco os organismos não-alvo que neles habitam (Domingos, 2006; Silva et al., 2018).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar resíduos de carbofurano em amostras de águas de pesqueiros situados no município de Itumbiara, Goiás, Brasil.

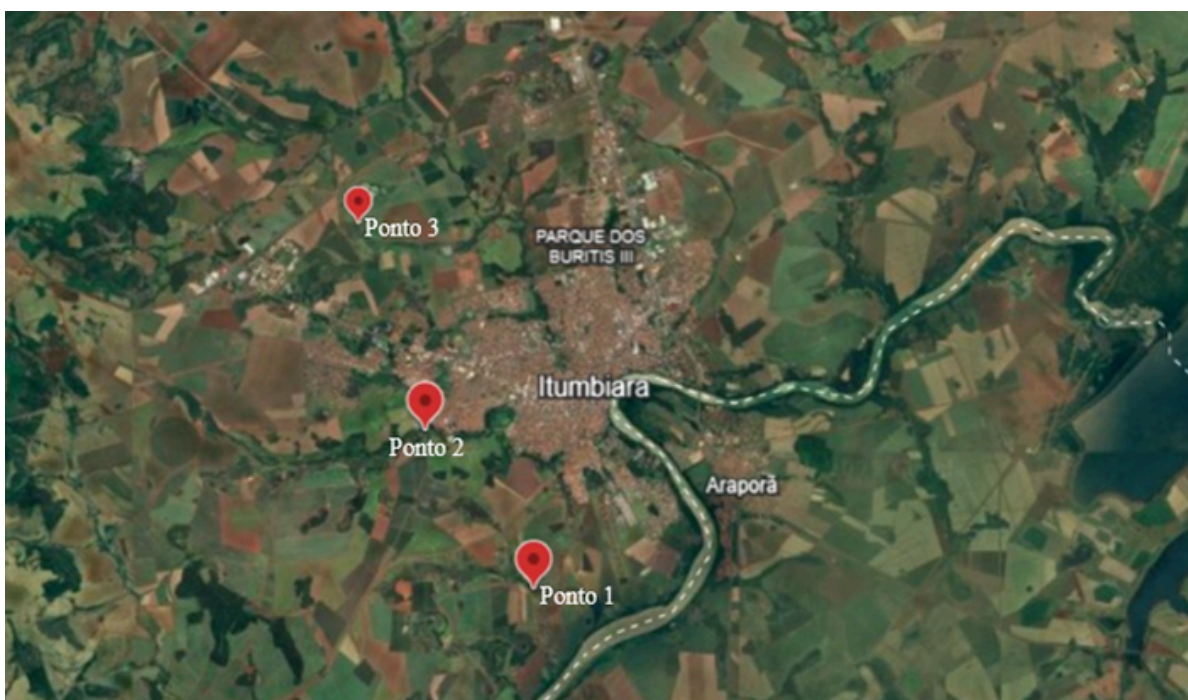
MATERIAL E MÉTODOS

A determinação do carbofurano nas amostras de água foi realizada por meio do método de Extração Líquido-Líquido seguido de Partição a Baixa Temperatura (ELL-PBT), o qual foi otimizado e validado por Goulart et al. (2010) e vem sendo aprimorado para diferentes tipos de matrizes como leite achocolatado (Goulart et al., 2012), caldo de cana (Oliveira Júnior et al., 2020), sucos (Santos et al., 2025), água (Vieira; Neves; Queiroz, 2007; Silva et al., 2023; Silva et al., 2025) e foi escolhido em razão à sua simplicidade, eficiência, menor consumo de reagentes e rapidez na execução (Goulart et al., 2024).

Coleta das Amostras

As amostras de água superficiais foram coletadas no período do mês de maio de 2025 em três pontos distintos em três pesqueiros localizados na região de Itumbiara, Goiás, Brasil. conforme apresentado na Figura 1. As coordenadas geográficas de cada ponto foram: Ponto 1 (-18.456712746045383, -49.22933907301238) Ponto 2 (-18.384695175335814, -49.26626635582301) e Ponto 3 (-18.42555747583178, -49.25217767659451).

Figura 1: Pontos de coleta de água nos Pesqueiros de Itumbiara-GO.



Fonte: Google Earth Pro (2025).

Em cada ponto, foram coletadas alíquotas de água, considerando profundidades entre 0 e 30 cm e armazenadas em três frascos âmbar de 500 mL. Os recipientes foram previamente descontaminados com solução de ácido nítrico (HNO_3) a 0,1% e devidamente identificados com base na posição de coleta. No momento da coleta, os frascos foram ambientados com a água do próprio poço, a fim de minimizar interferências. Após a coleta, os frascos foram envolvidos com papel alumínio, identificados e acomodados na posição vertical, com o gargalo para cima em caixa térmica preenchida com gelo. As coletas e conservação das amostras de água superficial seguiram as diretrizes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (Filizola; Gomes; Souza, 2006) e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) também aplicado por Goulart et al., (2024).

Em seguida, as amostras foram transportadas ao Laboratório de Cromatografia e Espectroscopia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Itumbiara, onde foram mantidas sob refrigeração até a etapa analítica.

Extração do Agrotóxico Carbofurano em amostra de água superficial

O método de ELL-PBT foi adotado para a extração do carbofurano nas amostras de água, por se tratar de uma técnica prática, com número reduzido de etapas, elevada frequência analítica e baixo consumo tanto de amostra quanto de solventes orgânicos, conforme descrito por Silva et al., (2023).

Para cada extração, 2 mL da amostra de água foram transferidos para vials de vidro com capacidade de 22 mL. Em seguida, adicionaram-se 4 mL de acetonitrila. O sistema foi agitado por 60 segundos em agitador tipo vórtex e posteriormente armazenado em freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12 horas, permitindo a separação das fases por congelamento da fração aquosa. Após esse período, foi retirada uma alíquota de 2 mL da fase orgânica, que foi submetida à análise instrumental.

Condições Cromatográficas

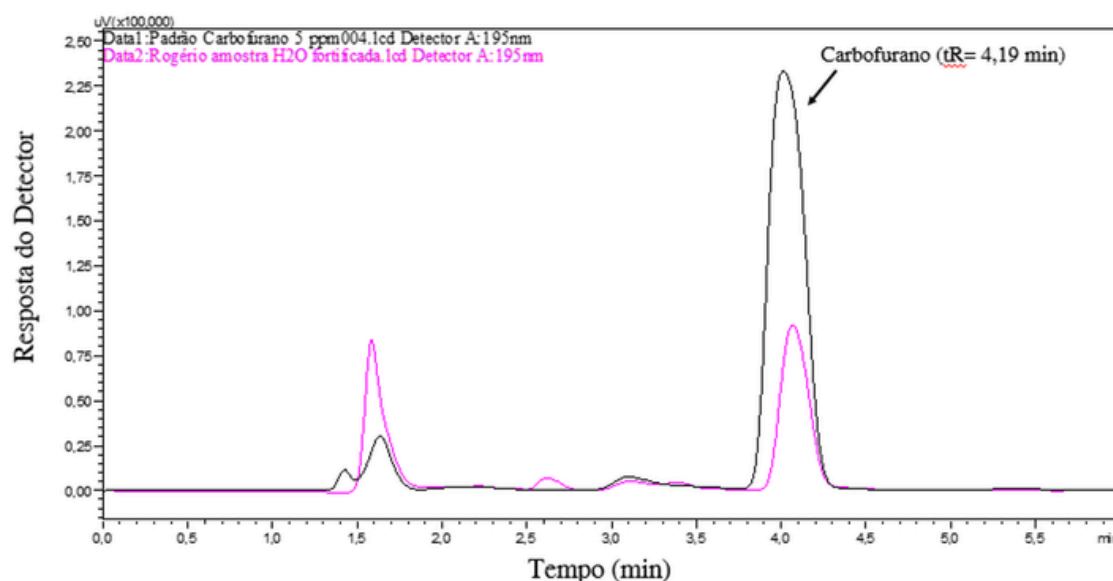
As análises foram realizadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), acoplada a detector Ultravioleta (UV). As condições cromatográficas adotadas foram: tempo de corrida de 6 minutos, fase móvel isocrática composta por acetonitrila e água purificada (35:65), vazão de $0,8\text{ mL min}^{-1}$, temperatura da coluna de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e detecção a 195 nm. A aplicabilidade do método foi avaliada por meio da fortificação de 2 mL de água destilada com 200 μL de solução padrão de carbofurano (100 mg L^{-1}), resultando em concentração final de 5 mg L^{-1} no extrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do carbofurano em amostras de água

Previamente às análises das amostras reais de água, uma solução padrão de carbofurano com concentração de 5 ppm em acetonitrila foi preparada e em seguida injetada no Cromatógrafo para averiguar o Tempo de Retenção (tR) e o resultado para esse agrotóxico, nessas condições analíticas foi de 4,19 min, conforme Figura 2.

Figura 2: Cromatograma da amostra de água do ponto 1 fortificada com padrão e comparada ao padrão de carbofurano na concentração de 5ppm



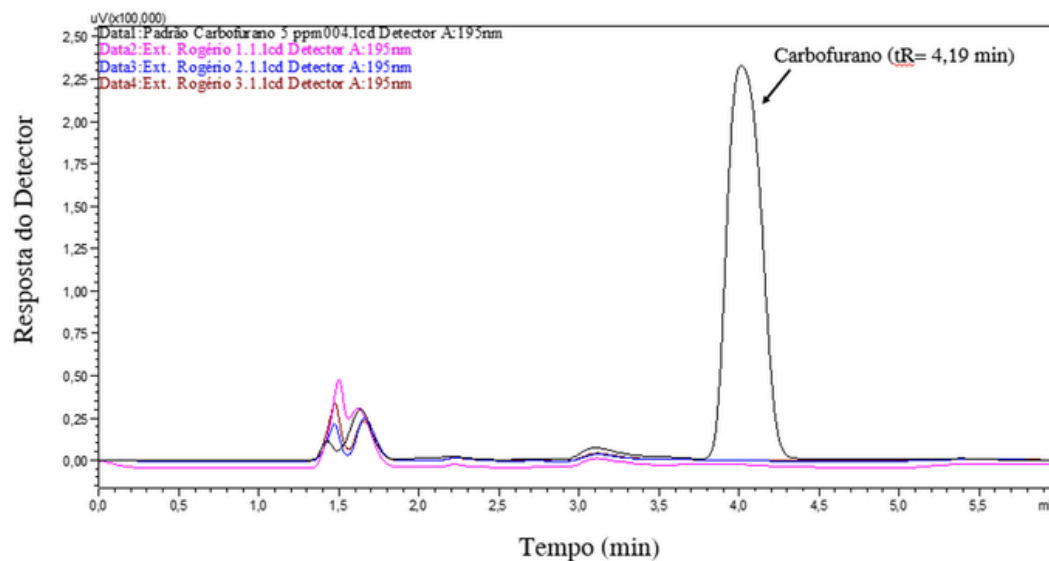
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O método utilizado demonstrou uma seletividade adequada, conforme evidenciado na Figura 2, pela análise comparativa dos cromatogramas do extrato do branco da amostra de água e do extrato da amostra branco de água fortificada com uma solução de 5 mg L⁻¹. Nota-se nas análises, que não foram detectados interferentes no mesmo tempo de retenção do carbofurano, confirmando assim a seletividade do método (Silva et al., 2025).

No que se refere ao processo de otimização e validação da ELL-PBT, Goulart e colaboradores (2010) avaliaram os seguintes itens de validação: exatidão, precisão, limites de detecção e quantificação, linearidade, sensibilidade e seletividade. As porcentagens de recuperação de extração dos carbamatos aldicarbe, carbofurano e carbaril foram de 90%, 95% e 96%, respectivamente. Embora a metodologia necessite de volumes extremamente baixos de amostra e solvente, o método apresentou seletividade e os limites de detecção e quantificação ficaram entre 5,0 e 10,0 µg L⁻¹ e 17,0 e 33,0 µg L⁻¹ respectivamente.

Ao realizar a aplicação do método ELL-PBT em amostras de água de poços de pescadores, nota-se na Figura 3 que não foi identificado resíduos de carbofurano nas amostras coletadas na região de Itumbiara, Goiás comparadas ao padrão da substância ou esses resíduos estavam em concentrações inferiores ao limite de detecção.

Figura 3: Cromatogramas das amostras de água comparada ao padrão de carbofurano: Amostra 1 (—); Amostra 2 (—); Amostra 3 (—) comparadas ao padrão do carbofurano 5,0 ppm (—)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Nessas amostras de água analisadas, é importante porque de acordo com Caldas (2000), embora a maioria dos carbamatos não provoque manifestações intensas no sistema nervoso central, quando presentes, esses sinais indicam maior gravidade. A intoxicação por inibidores da acetilcolinesterase pode provocar hiperglicemia transitória acentuada, sem indicação para uso de insulina, além de quadros como pancreatite e parotidite, acompanhados de elevação significativa da amilase sanguínea. Também podem ocorrer arritmias cardíacas, como fibrilação atrial e ventricular, até 72 horas após a exposição.

Implicações do carbofurano à saúde humana

Trabalhadores rurais estão especialmente vulneráveis ao contato direto com esses produtos, enquanto a população em geral se expõe através da ingestão de alimentos contaminados e da ocorrência de acidentes durante a produção ou aplicação de agrotóxicos. Dados da pesquisa de Constante e colaboradores (2022) indicam um aumento expressivo nas notificações de intoxicações por agrotóxicos (agrícola, doméstico e saúde pública) no SINAN, de acordo com o Ministério da Saúde totalizaram no Centro-Oeste 7.405 casos, em Goiás 3.827. O estado de Goiás registrou 2.670 notificações por agrotóxico agrícola no período de 2010 a 2020, sendo 71,65% do sexo masculino e 28,35% do sexo feminino (DATASUS, 2021).

Conforme Guimarães e demais autores (2024) as intoxicações exógenas são processos patológicos causados pela exposição a substâncias que desequilibram a homeostase do organismo. Essas substâncias podem estar presentes na natureza, como no ar, água e alimentos contaminados, ou em produtos isolados, como medicamentos e produtos de limpeza. Os efeitos variam conforme o tipo, quantidade e tempo de exposição, podendo causar complicações pulmonares, gastrointestinais, cardiovasculares e renais. Se não tratadas rapidamente, essas condições podem se agravar. A Organização Mundial de Saúde

(OMS) estima que 1,5 a 3,0% da população mundial é intoxicada anualmente, resultando em cerca de 1 milhão de mortes por agentes químicos.

Para corroborar esse raciocínio clínico acerca de intoxicações por carbofurano, vale destacar o trabalho de Alfaifi et al. (2025) que investigaram um fato de intoxicação por carbofurano e bifentrina em irmãos após a ingestão de sanduíches contaminados na Arábia Saudita. De acordo com os autores, o manejo clínico da intoxicação por carbamatos segue, em grande medida, os mesmos princípios aplicados aos organofosforados. A atropina permanece como a principal medida terapêutica, sendo administrada em doses progressivamente duplicadas a cada cinco minutos até que sinais de atropinização sejam observados, como melhora na ausculta pulmonar, frequência cardíaca superior a 80 bpm e pressão arterial sistólica acima de 80 mmHg. A intubação precoce e o uso de benzodiazepínicos para o controle de convulsões também são recomendados em casos mais graves. Embora o uso de oximas seja mais bem estabelecido na intoxicação por organofosforados, sua administração não deve ser descartada quando a substância envolvida não estiver claramente identificada, mesmo em casos de intoxicação por carbamatos, como o carbofurano.

Para Tosetto; Andrioli e Christoffoli (2021), as intoxicações podem ser classificadas como agudas ou crônicas. As agudas ocorrem geralmente em até 24 horas após a exposição e provocam sintomas súbitos, cuja gravidade depende de fatores como dose absorvida, tempo de exposição e toxicidade da substância. Já as crônicas resultam de exposições repetidas ao longo do tempo e podem causar danos genéticos acumulativos, manifestando-se por sinais clínicos inespecíficos e, muitas vezes, irreversíveis. Os autores destacam que o diagnóstico das intoxicações crônicas é mais complexo, especialmente quando há exposição a múltiplos agentes tóxicos. Nesse contexto, o papel dos profissionais de saúde no reconhecimento, registro e encaminhamento dos casos é essencial para a formação de uma base de dados confiável.

Segundo Palma e Lourencetti (2011), o uso de agrotóxicos constitui um dos principais fatores de degradação da qualidade dos recursos hídricos no Brasil. Estudos como o de Sanches et al. (2003), Moreira et al. (2002), Montone et al., (2001), Braune; Donaldson e Hobson (2001), Li et al. (2006), Silva (2009), Laabs et al. (2002), Scheyer et al. (2007) entre outros, realizados em diferentes regiões do país e do mundo evidenciam que a contaminação da água por essas substâncias é um problema concreto, com potencial para causar impactos significativos tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. Esse estudo revelou ainda associações estatisticamente significativas entre a exposição a agrotóxicos e diversos problemas de saúde, incluindo aumento na incidência de certos tipos de câncer, como os de mama e do trato reprodutivo, além de redução da fertilidade masculina, alterações no desenvolvimento sexual, malformações congênitas, entre outros efeitos adversos.

Por isso, é fundamental que métodos de análise eficientes, como o aplicado nesta pesquisa, sejam constantemente utilizados e aprimorados para o monitoramento de agrotóxicos em diversas amostras, assim como a água de pesqueiros, para assegurar a saúde dos consumidores.

CONCLUSÃO

As análises realizadas em amostras de água dos pesqueiros localizados em estabelecimentos na zona rural e urbana do município de Itumbiara-GO, por meio da técnica ELL-PBT, não detectaram a presença de resíduos de carbofurano, dentro das condições analíticas aplicadas. Esse resultado, embora pontual, reforça a relevância de ações contínuas de vigilância e monitoramento da qualidade da água, especialmente em áreas rurais com intensa atividade agrícola e uso de pesticidas.

A pesquisa evidencia a importância da vigilância ambiental no controle da presença de substâncias potencialmente tóxicas nos recursos hídricos, uma vez que o carbofurano foi proibido e devido à sua elevada toxicidade, está associado a sérios riscos à saúde humana, incluindo efeitos neurotóxicos, endócrinos e genotóxicos. A ingestão acidental ou intencional desse composto tem sido frequentemente relatada em atendimentos de emergência, sobretudo envolvendo populações vulneráveis como crianças e indivíduos em situação de sofrimento psíquico.

Nesse contexto, este estudo contribui de forma significativa para o fortalecimento das políticas públicas de controle de resíduos de agrotóxicos e para a promoção da segurança sanitária em ambientes de lazer e produção de alimentos, como os pesque-pague. Além disso, ressalta-se a necessidade de ampliar a cobertura de análises sistemáticas em diferentes pontos do município, visando à prevenção de agravos à saúde coletiva e à preservação dos recursos hídricos locais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Faculdade ZARNS Itumbiara pela bolsa concedida por meio do Programa de Iniciação Científica (PRO-IC) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – campus Itumbiara pela parceria, permitindo o desenvolvimento conjunto deste estudo.

REFERENCIAS

ALFAIFI, M. S.; ALASMARI, A. K.; ASSIRI, A. M.; ALYAHYA, B. A.; ABDULALEM, N. A.; ALBOGAMI, H. A.; ALROUGI, H. M.; ALTOWAIRQI, A. M.; SAQAH, R. M.; HAMOUD, M. A.; ALI, H. F.; ASERI, Z. A. A. Outbreak of carbofuran and bifenthrin poisoning in siblings after ingestion of contaminated food in KSA: Clinical management and public health implications. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, v. 20, n. 1, p. 54-61, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2024.12.012>.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União; 2002 [acesso em 25 maio 2025]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 185, de 18 de outubro de 2017**. Brasília: ANVISA; 2017 [acesso em 02 maio 2025]. Disponível em:

https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0185_17_10_2017.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes brasileiras para diagnóstico e tratamento de intoxicações por agrotóxicos**. Capítulo 2 - Inibidores de colinesterase. Portaria nº 79, de 14 de dezembro de 2018 [Internet]. 2018 [acesso em 25 maio 2025]. Disponível em: [https://www.gov.br/conitec/pt-](https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/resumidos/ddt_resumido_intoxicacoes_por_agrotoxicos_cap2.pdf)

[br/midias/protocolos/resumidos/ddt_resumido_intoxicacoes_por_agrotoxicos_cap2.pdf](https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/resumidos/ddt_resumido_intoxicacoes_por_agrotoxicos_cap2.pdf)

BRAUNE, B. M.; DONALDSON, G. M.; HOBSON, K. A. Contaminant residues in seabird eggs from the Canadian Arctic. Part 1. Temporal trends 1975-1998. **Environmental Pollution**, v. 114, p. 39-54, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00210-4](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00210-4).

CALDAS, L. Q. A. **Intoxicações exógenas agudas por carbamatos, organofosforados, compostos bipiridílicos e piretróides**. Centro de Controle de Intoxicações de Niterói - RJ, p. 43, 2000. Disponível em: <https://cvs.saude.sp.gov.br/zip/intoxicacoes%20agudas%20-%20carbamatos%20e%20organoclorados.pdf>. Acesso em: 24 de jun 2025.

CARDOSO, A. S.; EL-DEIR, S. G.; CUNHA, M. C. C. Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações**, v. 17, n. 4, p. 645-653, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/>.

CASTRO-GUTIERREZ, V.; MASÍS-MORA, M.; DIEZ, M. C.; TORTELLA, G. R.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, C. E. Aging of biomixtures: effects on carbofuran removal and microbial community structure. **Chemosphere**, v. 168, p. 418-425, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.065>.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. 2011. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CONSTANTE, K. S. A.; GALVÃO, G. T.; AFONSO, J. P. R.; LINO, M. E. M.; VIEIRA, R. P.; SILVA, I. O.; SILVA, S. D.; OLIVEIRA, L. V. F. Utilização de Agrotóxicos na Produção Agrícola e seus Impactos na Saúde do Trabalhador Rural em Goiás (2010 a 2020). **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, n. 2, p. 8-18, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869>.

MENDES, R. C.; HENRIQUES, M. B.; BARBIERI, E. Carbofuran affects behavior and metabolism of the Atlantic Forest lambari *Deuterodon iguape*, a native species from Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 61128-61136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15071-2>

DOMINGOS, F. X. V. **Biomarcadores de contaminação ambiental em peixes e ostras de três estuários brasileiros e cinética de derivados solúveis do petróleo em peixes**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006. Disponível em:

<https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/7850/Tese%20Doutorado%20Fab%20c3%20adola%20Valdez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 04 de jul. 2025.

- DURANTE, L. S.; HOLLMANN, G.; NAZARI, E. M. Impact of exposure to glyphosate-based herbicide on morphological and physiological parameters in embryonic and larval development of zebrafish. **Environmental Toxicology**, v. 39, p. 1822-1835, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/tox.24024>
- FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. - Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/15292/1/2006OL008.pdf>. Acesso em 22 jun 2025.
- GOULART, S. M.; ALVES, R. D.; PAULA, W. X.; QUEIROZ, J. H.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R. Determination of carbamates in beverages by liquid-liquid extraction with low temperature partitioning and liquid chromatography. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 6, p. 1154-65, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000600022>
- GOULART, S. M.; ALVES, R. D.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, J. H.; ASSIS, T. C.; QUEIROZ, M. E. L. R. Optimization and validation of liquid-liquid extraction with low temperature partitioning for determination of carbamates in water. **Analytica Chimica Acta**, v. 671, p. 41-47, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.05.003>.
- GOULART, A. C. **Desenvolvimento de métodos analíticos para monitoramento multirresidual de agrotóxicos em amostras de solo e água da sub-bacia do Ribeirão Santa Maria/GO**. 2024. 146 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2024.688>
- GUIMARÃES, A. F.; MARCELINO, R. S.; WANDERLEY, L. F. C.; SILVA, M. P.; GOMES, V. O.; GAMA, A. S. M. Perfil epidemiológico das intoxicações exógenas notificadas no estado do Amazonas-Brasil entre 2013 a 2022. **Saúde e Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. e12506-e12506, 2024. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9206.2024v17n3.e12506>.
- LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A. A.; WANTZEN, M.; SILVA, C. J.; ZECH, W. Pesticides in Surface Water, Sediment, and Rainfall of the Northeastern Pantanal Basin, Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v.31, p.1636-1648, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2002.1636>.
- LI, J.; ZHU, T.; WANG, F.; QIU, X. H.; LIN, W. L. Observation of organochlorine pesticides in the air of the Mt. Everest region. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 63, p. 33-41, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.04.001>
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>.
- MONTONE, R. C.; TANIGUCHI, S.; WEBER, R. R. Polychlorinated biphenyls in marine sediments of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, p. 611-614, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00092-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00092-3).
- MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; OLIVEIRA-SILVA, J. J. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232002000200010>.

- OLIVEIRA JÚNIOR, C. I.; RODRIGUES, R. P.; OLIVEIRA, Y. A.; GOULART, A. C.; SANTOS, J. P. C.; GOULART, S. M. Determinação de Carbofurano em Caldo de Cana Utilizando a Extração Líquido-Líquido com Partição à Baixa Temperatura e Análise por Cromatografia Líquida. **Global Science Technology**, v. 13, n. 3, p. 19-27, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29327/252595.13.3-3>.
- PALMA, D. A.; LOURENCETTI, C. Agrotóxicos em água e alimentos: risco a saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2011. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2011.v14i2.108>.
- PEZZINI, T. R.; FERNANDES, P. S.; MAGALHÃES, L. R.; ZACCARIOTTO, D. B.; VERONE, B. A.; MERLIN, A. B. Epidemiologia da intoxicação por carbamato no Brasil no período de 2010 a 2020. **Brazilian Journal of Emergency Medicine**, v. 3, n. 1, p. 8-13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/2764-1449.20230003>.
- POPOVSKA-GOREVSKI, M.; DUBOCOVICH, M. L.; RAJNARAYANAN, R. V. Carbamate insecticides target human melatonin receptors. **Chemical research in toxicology**, v. 30, p. 574-582, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.6b00301>
- ESTRELA, T. S.; RODRIGUES, I. A.; MIRANDA, J. A.; BRAGA, V. S. Remoção de Carbofurano em Água Empregando Resíduos Agroindustriais como Adsorventes. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v1i1.716>
- SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. P.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, p. 53-58, 2003. DOI: <https://doi.org/10.5380/pes.v13i0.3165>
- SANTAROSSA, M. A. S.; COLEONE, A. C.; MELLO, N. P.; IGNACIO, N. F.; MACHADO, A. A. SILVA, J. R. M.; VELINI, E. D.; MACHADO NETO, J. G. Contamination of fee-fshing ponds with agrochemicals used in sugarcane crops. **SN Applied Sciences**, v. 2, n. 1498, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03274-0>
- SANTOS, R. C.; TAVARES, C. S.; SANTOS, J. P. V.; GOULART, A. C.; GOULART, S. M. Análise de clorpirifós: otimização, validação e aplicação em amostras de suco de laranja em Itumbiara, Brasil. **Revista Principia**, v. 62, p. 1-15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2025id8516>
- SCHEYER, A.; MORVILLE, S.; MIRABEL, P.; MILLET, M. Variability of atmospheric pesticide concentrations between urban and rural areas during intensive pesticide application. **Atmospheric Environment**, v. 41, n. 17, p. 3604-3618, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.12.042>.
- SILVA, D. M.; MEDEIROS, M. S.; CARDOSO, A. T.; GOULART, S. M.; SANTOS, J. P. V.; GOULART, A. C. Microbacia do Ribeirão Santa Maria: diagnóstico ambiental e análise de carbofurano em água superficial. **Revista Ifes Ciência**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36524/ric.v9i1.2105>
- SILVA, D. R. O.; AVILA, L. A.; AGOSTINELLO, D.; MAGRO, T. D.; OLIVEIRA, E.; ZANELLA, R. NOLDIN, J. A. Monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais de regiões orizícolas no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2383-2389, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000900001>.

- SILVA, D. R. O.; AVILA, L. A.; AGOSTINELLO, D.; MAGRO, T. D.; OLIVEIRA, E.; ZANELLA, R. NOLDIN, J. A. Monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais de regiões orizícolas no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2383-2389, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000900001>.
- SILVA, C. F.; BERNARDES, J. T.; GOULART, A. C.; GOULART, S. M. Estudo da lixiviação do carbofurano em diferentes perfis de coluna de latossolo vermelho. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 3, p. 96-99, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22571/2526-4338107>
- SILVA, J. P. M. Desenvolvimento de método de determinação de resíduo de tiametoxam em águas de lixiviação do feijoeiro, empregando extração líquido-líquido com partição à baixa temperatura. 2024. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44521>. Acesso em: 22 de jun 2025.
- SILVA, R. B. P. P.; FLORIANO L.; ZANCHIN, C. F.; MACHADO, F. F.; OLIVEIRA, J. A.; PRESTES, O. D.; ZANELLA, R. Método Multirresíduo de Agrotóxicos em Polpa de Açaí Empregando Método QuEChERS Modificado e UHPLC-MS/MS. **Química Nova**, v. 48, n. 4, p. 1-11, 2025. DOI: [10.21577/0100-4042.20250101](https://doi.org/10.21577/0100-4042.20250101).
- SOUZA, A.; MEDEIROS, A. R.; SOUZA, A. C.; WINK, M.; SIQUEIRA, I. R.; FERREIRA, M. B. C.; FERNANDES, L.; HIDALGO, M. P. L.; TORRES, I. L. S. Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a saúde de população rural: Vale do Taquari (RS, Brasil). **Ciência & saúde coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3519-3528, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000900020>.
- TOSETTO, E. E.; ANDRIOLI, A. I.; CHISTOFFOLI, P. I. Análises das causas das subnotificações das intoxicações por agrotóxicos na rede de saúde em município do Sul do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 12, p. 6037-6047, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320212612.15182021>.
- VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2391-2399, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006001100013>.
- VIEIRA, H. P.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R. Otimização e Validação da Técnica de Extração Líquido-líquido com Partição em Baixa Temperatura (ELL-PBT) para Piretróides em Água e Análise por CG. **Revista Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 535-540, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300006>.