

Determinação de Carbofurano em Bebidas à Base de Uva Comercializadas no Município de Itumbiara, Goiás, Brasil

Determination of Carbofuran in Grape-Based Beverages Marketed in the Municipality of Itumbiara, Goiás, Brazil
Determinación de Carbofurano en Bebidas a Base de Uva Comercializadas en el Municipio de Itumbiara, Goiás, Brasil

RESUMO

Introdução: No Brasil, o uso de agrotóxicos se intensificou na década de 1970 com o Plano Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura. A Anvisa proibiu o carbofurano em 2017, mas resíduos foram encontrados em amostras de uva, conforme relatórios de dez/2019 e dez/2023 do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos. Essa substância é tóxica, podendo causar efeitos no sistema nervoso, como convulsões e depressão respiratória. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi determinar resíduos de carbofurano em bebidas à base de uva comercializadas em Itumbiara-GO. **Método:** Foram analisadas quatro amostras de diferentes marcas utilizando o método Extração Líquido-Líquido com Partição à Baixa Temperatura e Cromatografia Líquida de Autoeficiência com detector UV. Resultados: Os resultados mostraram que as amostras de suco de uva adquiridas em Itumbiara-GO não apresentaram resíduos de carbofurano. **Conclusão:** O estudo contribui para a conscientização sobre a importância do controle rigoroso de resíduos de agrotóxicos em bebidas, pois a ingestão de produtos contaminados pode ameaçar a saúde pública.

DESCRIPTORES: Agrotóxico; Carbofurano; Toxicidade; Bebidas; Uva

ABSTRACT

Introduction: In Brazil, the use of pesticides intensified in the 1970s with the National Aquaculture Development Plan. ANVISA (Brazilian Health Regulatory Agency) banned carbofuran in 2017, but residues were found in grape samples, according to reports from December 2019 and December 2023 from the Pesticide Residue Analysis Program. This substance is toxic and can cause effects on the nervous system, such as seizures and respiratory depression. **Objective:** The objective of this study was to determine carbofuran residues in grape-based beverages sold in Itumbiara-GO. **Method:** Four samples from different brands were analyzed using the Liquid-Liquid Extraction with Low Temperature Partitioning and High Performance Liquid Chromatography with UV detector. Results: The results showed that the grape juice samples acquired in Itumbiara-GO did not present carbofuran residues. **Conclusion:** This study contributes to raising awareness about the importance of rigorous control of pesticide residues in beverages, as the ingestion of contaminated products can threaten public health.

DESCRIPTORS: PESTICIDES; CARBOFURAN; TOXICITY; BEVERAGES; GRAPES

RESUMEN

Introducción: En Brasil, el uso de plaguicidas se intensificó en la década de 1970 con el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura. La Anvisa prohibió el carbofurano en 2017, pero se encontraron residuos en muestras de uva, según los informes de dic/2019 y dic/2023 del Programa de Análisis de Residuos de Plaguicidas. Esta sustancia es tóxica y puede causar efectos en el sistema nervioso, como convulsiones y depresión respiratoria. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue determinar residuos de carbofurano en bebidas a base de uva comercializadas en Itumbiara-GO. **Método:** Se analizaron cuatro muestras de diferentes marcas utilizando el método de Extracción Líquido-Líquido con Partición a Baja Temperatura y Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia con detector UV. Resultados: Los resultados mostraron que las muestras de jugo de uva adquiridas en Itumbiara-GO no presentaron residuos de carbofurano. **Conclusión:** El estudio contribuye a la concientización sobre la importancia del control riguroso de residuos de plaguicidas en bebidas, ya que la ingestión de productos contaminados puede amenazar la salud pública.

DESCRIPTORES: Plaguicida; Carbofurano; Toxicidad; Bebidas; Uva.

RECEBIDO EM: 17/05/2026 APROVADO EM: 03/06/2026

Como citar este artigo: Braga BA, Gomes IS, Borges JAR, Chaves AT, Goulart AC, Rodrigues RP, Goulart SM. Determinação de Carbofurano em Bebidas à Base de Uva Comercializadas no Município de Itumbiara, Goiás, Brasil. Saúde Coletiva (Edição Brasileira) [Internet]. 2026 [acesso ano mês dia];17(108):20224-20239. Disponível em: DOI: 10.36489/saudecoletiva.2026v17i108p20224-20239

**Bárbara Antunes Braga**

Discente do Curso de Medicina. Faculdade Zarns Itumbiara. Itumbiara, Goiás, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4583-3472>

**Isabela Samara Gomes**

Discente do Curso de Medicina. Faculdade Zarns Itumbiara. Itumbiara, Goiás, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6373-0107>

**Jessica Antonieta Reis Borges**

Discente do Curso de Medicina. Faculdade Zarns Itumbiara. Itumbiara, Goiás, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5001-4121>

**Arthur Troncoso Chaves**

Discente do Curso de Medicina. Faculdade Zarns Itumbiara. Itumbiara, Goiás, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1126-3223>

**Adilson Correia Goulart**

Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8958-1221>

**Rogério Pacheco Rodrigues**

Docente do Curso de Medicina. Faculdade Zarns Itumbiara. Itumbiara, Goiás, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3742-8188>

**Simone Machado Goulart**

Instituto Federal de Goiás – Campus Itumbiara.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4270-8413>

INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos começaram a ser utilizados em grande escala na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de proteger os soldados das regiões tropicais e subtropicais da África e da Ásia contra pragas transmissoras de doenças, como a doença-do-sono e a malária¹. O uso de agrotóxicos na agricultura teve início em 1950, nos Estados Unidos, com a chamada Revolução Verde, que visava modernizar a agricultura e aumentar sua produtividade. No Brasil, esse movimento chegou na década de 1960 e ganhou impulso na década de 1970, com a implementação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). O termo “agrotóxico” passou a ser adotado oficialmente no Brasil com a Lei Federal nº 7.802, de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 2002².

Em 2001, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) criou o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) com

o objetivo de avaliar os níveis de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e frutas. Esse programa é executado em parceria com estados, municípios e laboratórios de saúde pública³. Com base nas informações encontradas nos relatórios do PARA em amostras analisadas no período de 2017 e 2018 publicado em dez/2019 e amostras de 2018-2019 e 2022 divulgado em dez/2023 resíduos de carbofurano foram encontrados em amostras de uva^{4,5}.

O carbofurano (2,3-dihidro-2,2-dimethylbenzenofuran-7-ylme-thylcarbamate) pertence à classe química dos carbamatos sendo classificado como extremamente tóxico. Foi autorizado, até o ano de 2017, para aplicação em culturas como: algodão, amendoim, arroz, banana, café, cana-de-açúcar, cenoura, feijão, milho, repolho, tomate e trigo⁶.

Vale destacar que a proibição do uso de carbofurano na agricultura no Brasil ocorreu em 18 de outubro de 2017, visando mitigar riscos à saúde pública. Em 2022, houve também a proibição do uso do carbendazim e a exclusão de culturas

para o ingrediente ativo formetanato⁷.

Quando ingerido, o princípio ativo inibe a enzima acetilcolinesterase que degrada a acetilcolina. Esse efeito inibitório facilita o acúmulo de acetilcolina nas sinapses e resulta em movimentos descontrolados, paralisia, convulsões ou até morte. Os inseticidas carbâmicos podem ser absorvidos pela pele e pelo trato gastrointestinal. Uma vez absorvidos, são imediatamente distribuídos nos tecidos internos, onde pode causar estresse oxidativo⁷⁻⁸.

Com o objetivo de desenvolver um método multirresíduo para a determinação de 450 tipos de agrotóxicos, Pang et al.⁹ em sua pesquisa, de 413 pesticidas (92% dos 450) apresentaram taxas de recuperação de 70 a 120% e 35 pesticidas (8% dos 450) apresentaram taxas de recuperação de 59 a 70%. O método foi aplicado em diferentes tipos de matrizes, incluindo sucos feitos de maçã, pera, tangerina, laranja, uva e vinhos tinto e branco.

No trabalho de Soleas e Goldeberg¹⁰ os autores identificaram 26 agrotóxicos

em 1537 vinhos e em 1827 sucos crus antes da fermentação, provenientes de nove grandes países ou regiões produtoras de vinho. No caso dos sucos, as concentrações foram de 0,1 mg l. 0,1 mg l foram detectados com mais frequência para Folpet (219 amostras, 12%) e Captan (212 amostras, 11,6%) e em 0,1% das amostras para Guthion, Imidan e Carbaril. Os princípios de boas práticas de fabricação sugerem que os LMRs para Carbaril no vinho devem ser fixados em 0,8 mg l e 0,1 mg l para todos os outros pesticidas.

No estudo realizado por Lima et al.¹¹ na região de Campinas-SP em seus resultados, notou-se que em 12 (doze) das 27 (vinte e sete) amostras de morango avaliadas apresentavam ao menos uma irregularidade, detectando o uso dos produtos não autorizados, como os princípios ativos de clorfenapir e folpete afirmando a importância da fiscalização para a segurança da saúde.

O método de Extração Líquido-Líquido com Partição à Baixa Temperatura (ELL-PBT), o qual foi utilizado neste trabalho, baseia-se na partição da amostra em duas fases, sendo uma aquosa e a outra orgânica, com posterior congelamento do sistema, ela tem sido muito utilizada na determinação de carbamatos e outros agrotóxicos em matrizes ambientais e alimentícias. É um método simples e eficiente e mostrou-se eficaz na extração de agrotóxicos em vegetais, frutas e bebidas¹².

Com base nas informações citadas, o presente estudo teve como objetivo determinar resíduos de carbofurano em amostras de bebidas à base de uva comercializadas em Itumbiara, Goiás, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise das bebidas à base de uva, foi utilizado o método ELL-PBT seguida de análise por CLAE-UV conforme metodologia proposta por Goulart et al.¹³. Essa técnica analítica já foi utilizada em diferentes matrizes, como sucos de uva e leite achocolatado¹³, água¹⁴, caldo de cana¹⁵ e suco de laranja¹⁶.

Coleta das Amostras

Utilizou-se 4 amostras de bebidas à base de uva, de marcas conhecidas e comercializadas no município de Itumbiara, Goiás, Brasil. As amostras adquiridas, foram de diferentes tipos de bebidas à base de uva, sendo uma do tipo orgânico, uma de suco integral, e duas amostras do tipo néctar.

Após aquisição, as amostras foram refrigeradas e analisadas no Laboratório de Cromatografia e Espectroscopia do Instituto Federal de Goiás – *campus* Itumbiara, onde foram preparadas e analisadas em duplicata.

Reagentes e Soluções

A solução padrão estoque na concentração de 100,0 mg L⁻¹ de carbofurano (99,9% m/m – Sigma Aldrich) foi preparada em acetonitrila (J.T. Baker, grau HPLC-UV), metanol (J.T Baker) e armazenada em *freezer*.

Análise cromatográfica

No preparo das amostras, seguindo a metodologia de Goulart et al.¹³, foram preparadas 2 mL de amostra de bebidas à base de uva e colocadas em frascos de vidro transparente de 22 mL, acrescentando NaCl 1,5% (m/v e 4 mL de acetonitrila. A mistura foi submetida a agitação por 60s em *vórtex* e deixado em *freezer* à temperatura de -20 graus por cerca de 3 horas para o congelamento e particionamento

das fases. Em seguida, coletou-se 1,0 mL do sobrenadante e transferiu-se para *vial* de injeção e realizada a análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com detector Ultravioleta (CLAE-UV).

Para verificar a seletividade da técnica em amostras de bebidas de uva, uma amostra, isenta de carbofurano, foi fortificada com a solução padrão de carbofurano na concentração de 5,0 mg L⁻¹ seguindo a metodologia acima.

Condições Cromatográficas

Utilizou-se um cromatógrafo líquido equipado com detector ultravioleta (CLAE-UV) com as seguintes condições cromatográficas: Coluna C18; fase móvel: água purificada: acetonitrila 65:35 v:v, vazão da fase móvel: 0,8 mL min⁻¹, temperatura da coluna: 35 °C e volume de injeção 20 µL. Detector de UV (λ: 195 nm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratando-se das características das amostras utilizadas na pesquisa, na Tabela 1 encontram-se as definições acerca dos tipos de bebidas à base uva e ressaltamos que foram utilizadas informações contidas nos rótulos, sendo também analisada a existência de informação sobre a variedade de uva utilizada na elaboração do suco.

Tabela 1. Definições dos Tipos de Bebidas à Base de Uva: Orgânico, Integral e Néctar

Tipo de Bebida	Definição
Orgânico	É o tipo de bebida que não faz uso de agrotóxicos, procuram usar o mínimo de fertilizantes orgânicos na produção agrícola e tem práticas de gestão voltadas para mitigar impactos ambientais ¹⁷⁻¹⁹ .
Integral	É o único suco industrializado 100% suco de fruta é o que contém no rótulo a denominação Suco Integral. Esse se encontra na concentração original de suco extraído da fruta, sem adição de água e açúcar ^{20,21} .
Néctar	É a bebida não-fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato. A diferença básica é que o néctar não tem a obrigatoriedade de conservar todas as características originais de um suco natural de fruta ^{20,21} .

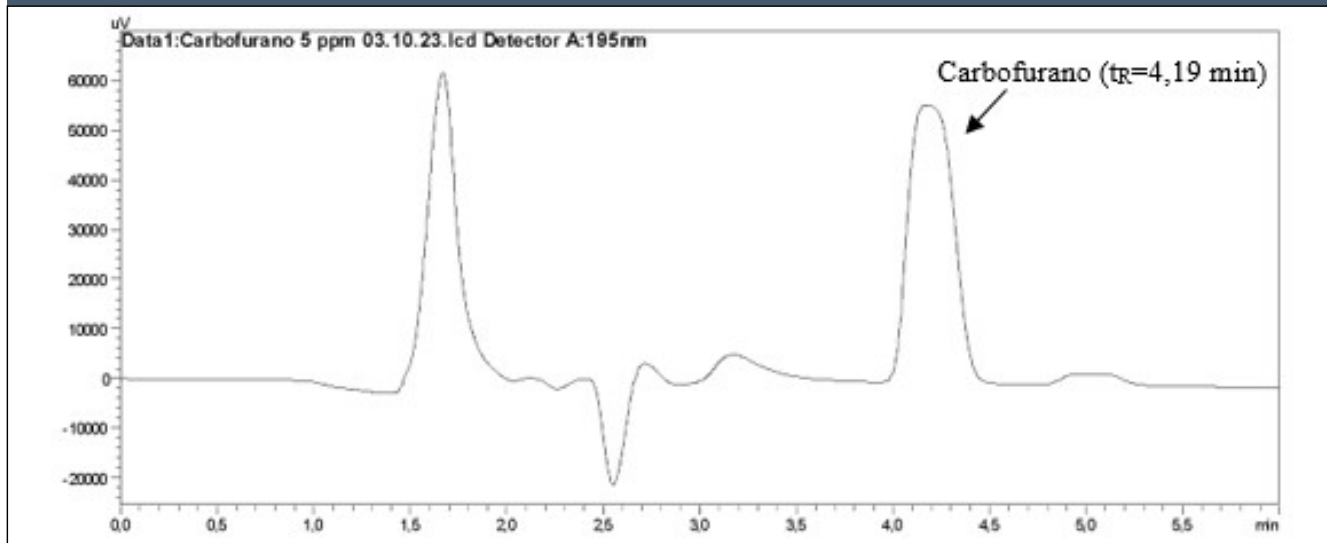
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Uma solução padrão de carbofurano com concentração de 5 mg L^{-1} em acetonitrila foi preparada e em seguida in-

jetada no Cromatógrafo para averiguar o Tempo de Retenção (t_R) e o resultado para esse agrotóxico, nessas condições

analíticas foi de 4,19 min, conforme Figura 1.

Figura 1: Solução do padrão carbofurano em acetonitrila com concentração de 5 mg L^{-1} .



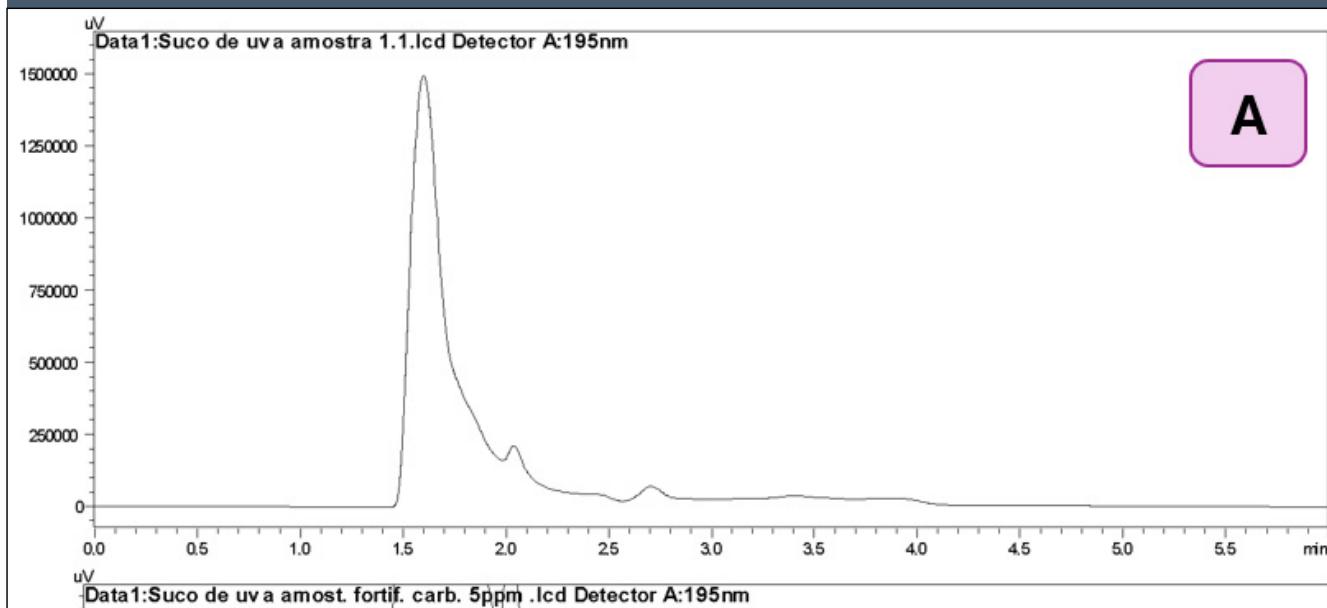
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

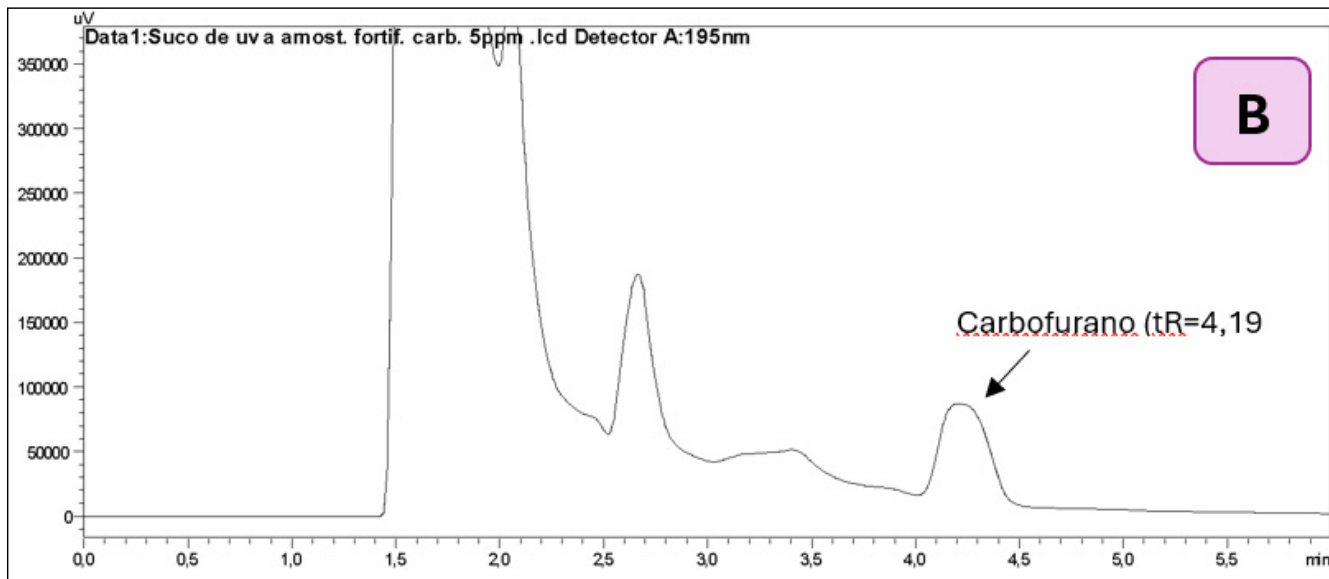
O método utilizado demonstrou uma seletividade adequada, conforme evidenciado na Figura 2, pela análise comparativa dos cromatogramas do

extrato da amostra branco de bebida à base de uva e do extrato da amostra branco de bebida fortificado com uma solução de 5 mg L^{-1} . Nota-se nas análises, que não foram detectados inter-

ferentes no mesmo tempo de retenção do carbofurano, confirmando assim a seletividade do método²².

Figura 2: (A) Cromatograma de um extrato obtido de bebida à base de uva isento de carbofurano e (B) Cromatograma de extrato de caldo de cana contendo carbofurano a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$





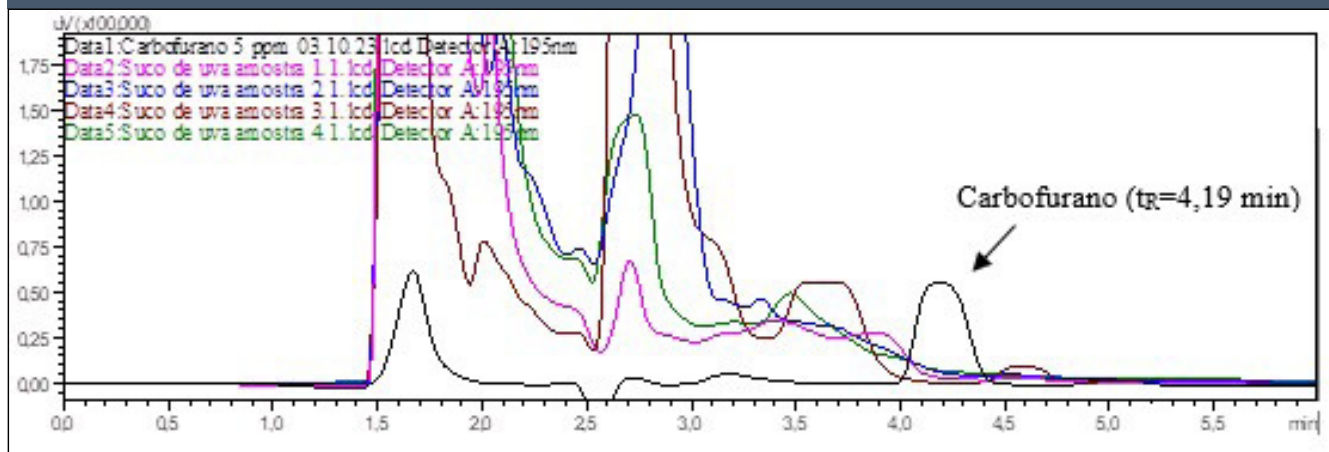
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Ao realizar a aplicação do método ELL-PBT em amostras de bebidas à base de uva, nota-se na Figura 3 que não

foi identificado resíduos de carbofurano nas amostras coletadas no comércio de Itumbiara, Goiás comparadas ao padrão da substância ou esses resíduos

estavam em concentrações inferiores ao limite de detecção do aparelho que é de $12 \mu\text{g L}^{-1}$.

Figura 3: Cromatograma obtidos de bebidas à base de uva: Amostra 1 (___); Amostra 2 (___); Amostra 3 (___) e Amostra 4 (___) comparadas ao padrão do carbofurano $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ (___)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Os dados obtidos nesta pesquisa são importantes, uma vez que o carbofurano está sujeito a rígidas restrições impostas pelo PARA, coordenado pela ANVISA.

A ausência do carbofurano é importante porque ele causa superestimulação do sistema nervoso central por meio da inibição de enzimas chamadas colines-

terases, responsáveis pela degradação da acetilcolina, um neurotransmissor encarregado pela transmissão dos impulsos no sistema nervoso. Quando a colinesterase é inibida ela não consegue degradar a acetilcolina, ocorrendo um distúrbio denominado crise colinérgica, que provoca sintomas de intoxicação, como náuseas, vômitos, fraqueza e dor²³.

De acordo com os autores Pezzini et al.²⁴ o carbamato está entre as classes de agrotóxico mais utilizados na produção agrícola e nos ambientes domésticos, colocando-se entre os principais agentes tóxicos relacionados aos casos de intoxicação aguda humana, em situações acidentais ou não como em casos de homicídios e suicídios, dada a alta toxicidade de alguns desses compostos,

sendo misturado com bebidas escuras, para mascarar a presença do “veneno”.

Kegley et al.²⁵ afirmam que o carbofurano é altamente tóxico e pode causar danos ao sistema nervoso central, com potencial toxicidade para o desenvolvimento de seres humanos nas condições reais de exposição, que incluem efeitos teratogênicos funcionais e comportamentais, além de apresentar risco de toxicidade crônica em exposições prolongadas. O carbofurano, também apresenta alta toxicidade, no que concerne aos seus efeitos adversos sobre a reprodução e o sistema hormonal, neurotoxicidade, como demonstra a neuropatia retardada.

A exposição a agrotóxicos constitui um relevante problema de saúde pública, apresentando riscos significativos tanto em curto quanto em longo prazo. As consequências abrangem desde efeitos imediatos, como intoxicações agudas, até condições crônicas, incluindo o desenvolvimento de patologias graves. Estudos evidenciam associações entre essa exposição, como alterações celulares^{26,27}, neoplasia no cérebro²⁸, linfoma não-Hodgkin^{29,30}, melanoma cutâ-

neo^{31,32}, câncer no sistema digestivo, sistemas genitais masculino e feminino, sistema urinário, sistema respiratório, câncer de mama³³ e câncer de esôfago³⁴. Essas correlações, compiladas na revisão sistemática de Lopes e Albuquerque¹, reforçam a complexidade dos impactos à saúde humana, destacando a urgência de políticas públicas voltadas à redução de exposições ocupacionais e ambientais a esses compostos.

No âmbito da saúde do homem, uma revisão sistemática examinou dados de vinte pesquisas que exploravam a influência de organofosforados e carbamatos. O estudo identificou evidências que sustentam a relação entre a exposição a esses pesticidas e prejuízos à qualidade e funcionalidade dos espermatozoides^{35,36}.

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 e assegurar a saúde dos consumidores.

CONCLUSÃO

As análises das amostras de bebidas à base de uva comercializadas no município de Itumbiara-GO, utilizando a técnica ELL-PBT, não apresentaram resíduos do agrotóxico carbofurano nas condições analíticas utilizadas.

A realização desta pesquisa mostra a importância do monitoramento de agrotóxicos em produtos alimentícios, especialmente devido ao impacto que a contaminação por essas substâncias pode ter na saúde pública. O carbofurano, um inseticida altamente nocivo, pode causar efeitos agudos e crônicos à saúde humana, incluindo distúrbios neurológicos e endócrinos.

O estudo contribui para o controle rigoroso de resíduos de agrotóxicos em bebidas, uma vez que a ingestão de suco de uva ou outros produtos contaminados podem representar uma ameaça à saúde pública em razão de ser um problema frequente nos serviços de emergência dos grandes hospitais, seja por ingestão acidental em crianças ou por tentativa de suicídio.

REFERÊNCIAS

1. Lopes CVA, Albuquerque GSC. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*. 2018;42(117):518-34. doi:10.1590/0103-1104201811714.
2. 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.
3. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Brasília: ANVISA; 2023 [acesso em 03 maio 2025]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-para>.
4. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Relatório das Amostras Analisadas no período de 2017-2018. Brasília: ANVISA; 2019 [acesso em 02 maio 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Relatório dos Resultados das Análises de Amostras Monitoradas nos Ciclos 2018-2019 e 2022. Brasília: ANVISA; 2019 [acesso em 02 maio 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/relatorio-2018-2019-2022>.
6. Huong NTM, Thuy NT, Hoai PTT, Hanh DTM. Remoção efetiva do pesticida carbofurano em águas residuais usando fotocatalisador de TiO₂ dopado com prata. *J Environ*

Sci Health B. 2025;60(3):111-20. doi:10.1080/03601234.2025.2457277.

7. 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://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0185_17_10_2017.pdf

8. 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-br/midias/protocolos/resumidos/ddt_resumido_intoxicacoes_por_agrotoxicos_cap2.pdf.

9. Pang GF, Fan CL, Liu YM, Cao YZ, Zhang JJ, Fu BL, et al. Multi-residue method for the determination of 450 pesticide residues in honey, fruit juice and wine by double-cartridge solid-phase extraction/gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Food Addit Contam. 2006;23(8):777-810. doi:10.1080/02652030600657997.

10. Soleas GJ, Goldberg DM. Pesticide residues in unfermented grape juices and raw wines: a 5-year survey of more than 3000 products. J Wine Res. 2000;11(3):197-207. doi:10.1080/713684237.

11. Lima MA. Qualidade de morango quanto à segurança. Vigil Sanit Debate. 2015;3(4):50-4. doi:10.3395/2317-269x.00498.

12. Goulart AC, Rodrigues AAZ, Heleno FF, Faria AM, Goulart SM, Queiroz MELR. Liquid-liquid and solid-liquid extractions with low-temperature partitioning – A review. Anal Chim Acta. 2024;1316:1-13. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.342795>

13. Goulart SM, Alves RD, Paula WX, Queiroz JH, Neves AA, Queiroz MELR, et al. Determination of carbamates in beverages by liquid-liquid extraction with low temperature partitioning and liquid chromatography. J Braz Chem Soc. 2012;23(6):1154-65. doi:10.1590/S0103-50532012000600022.

14. Silva DM, Medeiros MS, Cardoso AT, Goulart SM, Santos JPV, Goulart AC, et al. Microbacia do Ribeirão Santa Maria: diagnóstico ambiental e análise de carbofurano em água superficial. Rev Ifes Cienc. 2023;9(1):1-12. doi:10.36524/ric.v9i1.2105.

15. Oliveira Júnior CI, Rodrigues RP, Oliveira YA, Goulart AC, Santos JPC, Goulart SM, et al. Determinação de Carbofurano em Caldo de Cana Utilizando a Extração Líquido-Líquido com Partição à Baixa Temperatura e Análise por Cromatografia Líquida. Glob Sci Technol. 2020;13(3):19-27. doi:10.29327/252595.13.3-3.

16. Santos RC, Tavares CS, Santos JPV, Goulart AC, Goulart SM. Análise de clorpirifós: otimização, validação e aplicação em amostras de suco de laranja em Itumbiara, Brasil. Rev Principia. 2025;62:1-15. doi:10.18265/2447-9187a2025id8516.

17. Xu W, Liu B, Wang C, Kong X. Organic cultivation of grape affects yeast succession and wine sensory quality during spontaneous fermentation. LWT. 2020;120:108894. doi:10.1016/j.lwt.2019.108894

18. Provost C, Pedneault K. The organic vineyard as a balanced ecosystem: Improved organic grape management and impacts on wine quality. Sci Hortic. 2016;208:43-56. doi:10.1016/j.scienta.2016.04.024

19. Chausali N, Saxena J. Chapter 15 - Conventional versus organic farming: Nutrient status. In: Meena VS, Meena SK, Rakshit A, Stanley J, Srinivasarao C, editors. Advances in Organic Farming: Agronomic Soil Management Practices. Woodhead Publishing; 2021. p. 241-254. doi:10.1016/B978-0-12-822358-1.00003-1

20. Pirillo CP, Sabio RP. 100% Suco: nem tudo é suco nas bebidas de frutas. Hortifruti Brasil. 2009:6-13 [acesso em 01 maio 2025]. Disponível em: https://www.cepea.org.br/hfbrasil/edicoes/81/mat_capa.pdf.

21. Brasil. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. [Acesso em 25 maio 2025]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,que%20lhe%20confere%20o%20art.

22. Silva RBPP, Floriano L, Zanchin CF, Machado FF, Oliveira JA, Prestes OD, Zanella R. Método Multirresíduo de Agrotóxicos em Polpa de Açaí Empregando Método QuEChERS Modificado e UHPLC-MS/MS. Química Nova. 2025;48(4):1-11. doi:10.21577/0100-4042.20250101.

23. O'Malley GF, O'Malley R. Intoxicação por organofosforados e carbamatos. [Acesso em 03 maio 2025]. Disponível em: <https://www.msd-manuals.com/pt/profissional/les%C3%B5es-intoxica%C3%A7%C3%A3o/intoxica%C3%A7%C3%A3o/intoxica%C3%A7%C3%A3o-por-organofosforados-e-carbamatos>

24. Pezzini TR, Fernandes PS, Magalhães LR, Zaccariotto DB, Verone BA, Merlin AB, et al. Epidemiologia da intoxicação por carbamato no Brasil no período de 2010 a 2020. Braz J Emerg Med. 2023;3(1):8-13. doi:10.5935/2764-1449.20230003.

25. Kegley SE, Hill BR, Orme S, Choi AH. PAN Pesticide Database: Carbofuran [Internet]. Pesticide Action Network North America (PANNA); 2010. Available

from: http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35074.

26. Wilhelm CM, Calsing AK, Silva LB. Assessment of DNA damage in floriculturists in southern Brazil. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2015;22(11):8182-9. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25516252>.

27. Silva FR, Silva J, Nunes E, et al. Application of the buccal micronucleus cytome assay and analysis of PON1Gln192Arg and CYP2A6*9(-48T>G) polymorphisms in tobacco farmers. *Environ Mol Mutagen*. 2012;53(7):525-35. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/em.21713/abstract>.

28. Miranda Filho AL, Koifman RJ, Koifman S, et al. Brain cancer mortality in an agricultural and a metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil: a population-based, age-period-cohort study, 1996-2010. *BMC Cancer*. 2014; 14:320. doi: 10.1186/1471-2407-14-320.

29. Buccolini PM, Buccolini CS, Chrisman JR, Markowitz SB, Koifman S, Koifman RJ, et al. Pesticide use and non-Hodgkin's lymphoma mortality in Brazil. *Int J Hyg Environ Health*. 2013;216(4):461-6. doi:10.1016/j.ijheh.2013.03.007.

30. Costa VIB, Mello MSC, Friedrich K. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. *Saude Debate*. 2017;41(112):49-62. doi:10.1590/0103-1104201711205.

31. Cezar-Vaz MR, Bonow CA, Piexak DR, Kowalczyk S, Vaz JC, Borges AM, et al. Skin cancer in rural workers: nursing knowledge and intervention. *Rev Esc Enferm USP*. 2015;49(4):564-71. doi:10.1590/S0080-623420150000400005.

32. Segatto MM, Bonamigo RR, Hohmann CB, Muller KR,

Bakos L, Mastroeni S, et al. Residential and occupational exposure to pesticides may increase risk for cutaneous melanoma: a case-control study conducted in the south of Brazil. *Int J Dermatol*. 2015;54(12):527-38. doi:10.1111/ijd.12826.

33. Silva AC, Camponogara S, Viero CM, Menegat RP, Dias GL, Miorin JD, et al. Perfil socioeconômico de Trabalhadores Rurais Portadores de Neoplasia. *Rev Online Pesqui Cuid Fundam*. 2016;8(3):4891-7. doi:10.9789/2175-5361.2016.v8i3.4891-4897.

34. Meyer A, Alexandre PC, Chrisman JR, Markowitz SB, Koifman RJ, Koifman S, et al. Esophageal cancer among Brazilian agricultural workers: case-control study based on death certificates. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;214(2):151-5. doi:10.1016/j.ijheh.2010.11.002.

35. Hamed MA, Akhigbe TM, Adeogun AE, Adesoye OB, Akhigbe RE. Impact of organophosphate pesticides exposure on human semen parameters and testosterone: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol*. 2023;14:1227836. doi:10.3389/fendo.2023.1227836.

36. Ellis LB, Molina K, Robbins CR, Freisthler M, Sgargi D, Mandrioli D, et al. Adult organophosphate and carbamate insecticide exposure and sperm concentration: a systematic review and meta-analysis of the epidemiological evidence. *Environ Health Perspect*. 2023;131(11):1-21. doi:10.1289/EHP12678.

ANEXO 1



AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Faculdade ZARNS Itumbiara e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – *campus* Itumbiara por aceitarem a parceria, permitindo o desenvolvimento conjunto deste estudo.