



**A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA ANALÍTICA NA SOCIEDADE:
MONITORAMENTO DE CONTAMINANTES EM AMOSTRAS ALIMENTÍCIAS,
AMBIENTAIS E FORENSES¹**

Vitor Jaeger Nogara², Jader Rodrigo Kappaun da Silveira³

¹ Trabalho desenvolvido na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ).

² Estudante do sétimo semestre do Curso de Farmácia da UNIJUÍ. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PROBIC) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS). E-mail: vitor.nogara@sou.unijui.edu.br

³ Professor efetivo da UNIJUÍ. Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: jader.silveira@unijui.edu.br

RESUMO

Introdução: A química analítica, tradicionalmente reconhecida como um ramo da química, tornou-se também uma ferramenta científica essencial para identificação e quantificação de elementos e substâncias, garantindo a segurança alimentar, a qualidade dos produtos e a proteção da saúde pública. **Objetivo:** Revisar e discutir a sua importância, demonstrando seu papel na prevenção de riscos e na garantia da qualidade dos produtos consumidos pela população, e também nas ciências forenses, para a detecção de substâncias potencialmente tóxicas. **Método:** Revisão bibliográfica qualitativa. **Resultados:** Presença de metais pesados, pesticidas e drogas em amostras ambientais e seres vivos que são consumidos pela população, técnicas e métodos variados são aplicadas nas ciências forenses. **Conclusão:** Ela é capaz de garantir segurança e saúde da população, além de produzir evidências científicas robustas para investigações criminais.

INTRODUÇÃO

A química analítica, tradicionalmente reconhecida como um ramo da química, tornou-se também uma ferramenta científica essencial para a sociedade, o meio ambiente e até mesmo para as ciências humanas e a democracia. Integrando conhecimentos de diversas áreas, desempenha um papel fundamental na identificação e quantificação de elementos e substâncias, garantindo a segurança alimentar, a qualidade dos produtos e a proteção da saúde pública (Karayannis; Efstathiou, 2012).

Portanto, além de garantir a obtenção de medidas exatas e confiáveis, a química analítica também apresenta como função a geração de informações químicas e bioquímicas de alta qualidade, em relação aos objetos e sistemas analisados e estudados, buscando expandir o conhecimento científico através de métodos desenvolvidos e validados, para sanar novos



questionamentos ou satisfazer demandas emergentes de diferentes setores da sociedade, apresentando aspectos de impacto econômico, tecnológico, industrial, social, entre outros. (Bergquist *et al.*, 2023).

Casos recentes no Brasil evidenciam a importância dessa ciência no monitoramento e controle de substâncias nocivas, assim como o seu papel fundamental na ciência forense para a elucidação de crimes e acidentes envolvendo substâncias químicas. Em Torres (RS), um bolo caseiro contaminado com arsênio resultou na morte de três pessoas, levantando a suspeita de envenenamento intencional, exigindo investigações forenses detalhadas para identificar a origem e a dinâmica da contaminação (Bernardino, 2025). Em outro caso, envolvendo uma cervejaria, a presença de dietilenoglicol e monoetilenoglicol em lotes de cerveja levou à intoxicação de diversos consumidores, com registros de mortes e graves sequelas, mobilizando análises laboratoriais para comprovar a presença dos contaminantes e determinar responsabilidades no incidente (Cisi; Mansur, 2025).

Além disso, são amplamente divulgadas situações de contaminação em amostras ambientais coletadas no território brasileiro, seja por metais pesados, como no estudo realizado no estado do Rio de Janeiro, na baía da Ilha Grande (Damasceno *et al.*, 2025), por resíduos de pesticidas, já relatado nas cidades de Brotas, Campinas e São Paulo (Dias *et al.*, 2025) e também drogas sintéticas, como o contraceptivo hormonal norgestrel, encontrado em peixes nativos, no Rio Grande do Sul (Souza-Leal *et al.*, 2025).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo revisar e discutir a importância da química analítica na sociedade moderna e a necessidade de análises químicas rigorosas, demonstrando o papel da química analítica na prevenção de riscos e na garantia da qualidade dos produtos consumidos pela população, e também nas ciências forenses, para a detecção de substâncias potencialmente tóxicas e obtenção de evidências científicas em investigações criminais.

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica abrangente, de caráter qualitativo, com base em artigos científicos, relatórios técnicos e matérias jornalísticas, a fim de abordar a aplicação



da química analítica na detecção de substâncias com potencial nocivo à saúde humana em amostras alimentícias, ambientais e forenses.

Foi feito um levantamento de casos recentes de contaminação por metais pesados, resíduos de pesticidas, medicamentos e outras substâncias que podem ser prejudiciais para o organismo dos seres humanos e outros animais, destacando o resultado obtido por meio das técnicas analíticas utilizadas para identificar e quantificar esses compostos, buscando compreender sua importância para a segurança e saúde pública. Além disso, foi explorado o papel da química analítica na ciência forense, enfatizando como essas práticas contribuem para investigações criminais.

Os artigos científicos foram encontrados por meio de banco de dados online, sendo eles o portal de Periódicos Capes e o portal da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), ao qual estão indexados estudos de alta relevância para o tema deste trabalho. Foi utilizado o operador booleano *AND* seguido dos termos descritores *Heavy Metals, Food, Fruits, Environment, Pesticides, Brazil, Amazon Rainforest, Analytical Chemistry, Drugs, Medicines, Education e Forensic Samples*, em diferentes combinações na barra de pesquisa de ambos os portais, considerando elegíveis estudos em inglês, português e espanhol, de acesso aberto, publicados em um intervalo de tempo entre 2010 a 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância do monitoramento dos teores de elementos e substâncias presentes em diferentes materiais se justifica em função de suas propriedades essenciais ou tóxicas aos organismos vivos, podendo influenciar na qualidade do produto e na saúde dos consumidores (Pires *et al.*, 2019).

Em relação as análises ambientais, um estudo realizado no Brasil, especificamente na Floresta Amazônica, analisou amostras de solos de 3 condições de habitats diferentes, direto da terra comum da floresta, de pastos de *Urochloa brizantha* R. Webster e de regiões de desmatamento, em 10 locais distintos de coleta, totalizando 600 amostras de solo, sendo metade delas perturbadas, ou seja, alteradas durante a coleta, passando por diferentes análises de



caracterização físico-química e de composição, revelando que o desmatamento é capaz de causar alterações significativas na diversidade química e qualidade do solo (Souza *et al.*, 2024).

Ainda tendo o ecossistema da Floresta Amazônica como objeto de estudo, o trabalho de Lima *et al.*, (2022) analisou as propriedades minerais, químicas e físicas de amostras de solo coletadas de nove regiões diferentes do bioma, incluindo zonas de produção de castanhas, evidenciando que a espécie química predominante de mercúrio encontrada no solo está na forma de cátion bivalente, indicando que sua presença e concentração têm correlação entre o local de coleta e os atributos do solo. Além disso, Gomes *et al.*, (2023) também constatou presença de metais pesados em amostras ambientais coletadas na Amazônia, estimando altas concentrações de manganês, cobre, bário, chumbo, cobalto, níquel, cromo, zinco e cádmio em sedimentos e de cobre, chumbo, cromo, níquel e cobalto na água, apresentando um fator de contaminação alto para aproximadamente 49% das amostras analisadas.

Devido as condições ambientais, os animais que fazem parte desse bioma também acabam sendo contaminados, como demonstrado por Meschede *et al.*, (2024) que analisou amostras de diferentes espécies de peixes, coletados e comercializados por pescadores no estado do Pará, cidade de Santarém, localizada na região central da Amazônia, sendo observado que as quatro espécies carnívoras analisadas, popularmente conhecidas como tucunaré, piraíba, surubim e pirarucu, obtiveram os maiores níveis de mercúrio, em comparação com as demais.

Nesse mesmo sentido, o trabalho de Hacon *et al.*, (2020) investigou a exposição de povos tradicionais brasileiros ao mercúrio, por meio do consumo de animais da região amazônica, analisando 428 amostras de várias espécies peixes de 18 locais distintos, concluindo que os carnívoros, como tucunaré (*Cichla monoculus*), mandubé (*Ageneiosus inermis*), pirarucu (*Boulengerella cuvieri*) e trairão (*Hoplias aimara*) apresentam altas concentrações de mercúrio em relação aos outros, sendo recomendado ter o consumo dessas espécies reduzido para apenas uma vez ao mês e proibido a ingestão por mulheres gestantes.

Outrossim, os animais terrestres também estão contaminados com metais pesados, como apresentado por Loera *et al.*, (2024) que analisou a concentração de 23 tipos de metais pesados em penas de carapacus-bico-de-cunha (*Glyphorynchus spirurus*) capturados em diferentes zonas de proteção ambiental do Equador e da Guiana Francesa, por meio de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado, detectando altos níveis de zinco, manganês, ferro,



níquel, selênio, cobalto, mercúrio, vanádio e molibdênio no grupo que estava mais próximo de um local de mineração de ouro.

Ademais, em relação aos pesticidas, os resultados obtidos por Santos *et al.*, (2024) através da análise de amostras de água de duas diferentes bacias hidrográficas, uma de zona industrial e outra rural do estado de São Paulo, tendo 24 contaminantes como analitos investigados, mostraram que a água consumida pelos moradores da zona urbana apresenta altas concentrações de cafeína, além de abundância de polietileno e polipropileno, com grande detecção de microplásticos, já a zona rural apresenta grande concentração dos agrotóxicos carbendazim, atrazina, ametrina e resíduos de pesticidas.

Outro trabalho bastante atual, também realizado em São Paulo, utilizou um método validado de cromatografia líquida acoplada a um espectômetro de massas para analisar amostras da água da chuva, de 3 cidades diferentes, descobrindo a presença predominantemente dos agrotóxicos atrazina e carbendazim, dando a entender que esse fenômeno natural pode ser um vetor de contaminação de pesticidas (Dias *et al.*, 2025).

Por conseguinte, tratando-se da contaminação de animais por pesticidas, um estudo recente feito no Brasil utilizou dois grupos, um presente em zona de agricultura com uso de pesticidas e outro de fora, de lagartos da espécie *Salvator merianae*, avaliou e comparou parâmetros fisiológicos, bioquímicos e morfológicos desses animais, por meio de amostras de sangue e estudos anatômicos, acabou verificando que, aqueles que estavam na área exposta a agrotóxicos, tiveram diminuição de marcadores morfológicos e dos níveis de ácido úrico, triglicerídeos e colesterol *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) com aumento de marcadores oxidativos, sugerindo que a exposição teve um impacto negativo (Araujo *et al.*, 2024).

Além disso, de acordo com Souza-Leal *et al.*, (2025) amostras de fígado, sangue, gônadas e músculos de 18 fêmeas grávidas da espécie *Pseudobatos horkelii*, um peixe nativo do Rio Grande do Sul, expressaram altos níveis do hormônio sintético D-norgestrel e de pesticidas organoclorados.

No caso das ciências forenses, são descritos variados métodos analíticos, como o sustentável eletrodo serigrafado com superfície de grafite e quitosana, útil para detecção das drogas



psicodélicas alucinógenas 4-Bromo-2,5-dimetoxifeniletamina (Macedo *et al.*, 2024) e Dietilamida do Ácido Lisérgico, também chamado pela sigla LSD (Macedo *et al.*, 2023).

Outra técnica importante é descrita pelos autores Menos, Vargas e Castaño (2024), que utilizaram um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectômetro de massas para realizar análises de 30 amostras forenses para detecção de drogas psicoativas da classe dos benzodiazepínicos, apresentando êxito na identificação de compostos com estruturas variadas, como o bromazepam, clonazepam, oxazepam, lorazepam e até mesmo o etizolam, denominada uma droga sintética de proveniência de *design*.

CONCLUSÕES

O presente trabalho evidencia a importância da Química Analítica como ciência que utiliza técnicas e métodos para analisar os mais variados tipos de amostras. Por meio dela é possível constatar contaminantes, como metais pesados, drogas e pesticidas, no solo, água e seres vivos que servem de alimento. Dessa forma, ela é útil para garantir a segurança e saúde da população. Sua utilização nas ciências forenses é bastante difundida e comprovadamente eficaz para obter resultados satisfatórios de análises de amostras, garantindo evidências sólidas e robustas para investigações criminais.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência; Análise; Alimentos; Drogas; Metais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. F. *et al.* Pesticides compromise health: a comparison between lizards collected within and outside an agricultural area. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 196, n. 4, p. 334, 2024.
- BERGQUIST, J. *et al.* Research and education in analytical chemistry — industrial and academic perspectives from a survey conducted in Sweden. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 415, n. 12, p. 2151–2161, 2023.



BERNARDINO, J. Arsênio é detectado no sangue de família que passou mal após comer bolo no RS. **CNN Brasil**, 07/01/2025. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sul/rs/arsenio-e-detectado-no-sangue-de-familia-que-passou-mal-apos-comer-bolo-no-rs/>>. Acesso em: 09/03/2025

CISI, L. H.; MANSUR, R. Caso Backer: cinco anos após cervejas contaminadas, vítimas convivem com sequelas e aguardam reparação. **G1**, 10/01/2025. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2025/01/10/caso-backer-cinco-anos-apos-cervejas-contaminadas-vitimas-convivem-com-sequelas-e-aguardam-reparacao.ghtml>>. Acesso em: 09/03/2025

DAMASCENO, F. L. *et al.* Assessment of potential ecological risk by metals in Ilha Grande Bay (Southeast Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 212, p. 117612, 2025.

DIAS, M. A. *et al.* Pesticides in rainwater: A two-year occurrence study in an unexplored environmental compartment in regions with different land use in the State of São Paulo – Brazil. **Chemosphere**, v. 372, p. 144093, 2025.

GOMES, D. F. *et al.* Ecological risk assessment for metals in sediment and waters from the Brazilian Amazon region. **Chemosphere**, v. 345, p. 140413, 2023.

HACON, S. de S. *et al.* Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 15, p. 5269, 2020.

Karayannis, Miltiades I.; Efstathiou, Constantinos E. Significant steps in the evolution of analytical chemistry - Is the today's analytical chemistry only chemistry?. **Talanta** 102 (2012). 7–15.

LIMA, F. R. D. *et al.* Geochemistry signatures of mercury in soils of the Amazon rainforest biome. **Environmental Research**, v. 215, p. 114147, 2022.

LOERA, Y. *et al.* Heavy Metal Contamination in Birds from Protected Regions in the Amazon. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 43, n. 12, p. 2601–2607, 2024.



MACEDO, A. A. *et al.* Environmentally friendly screen-printed electrodes for the selective detection of 4-bromo-2,5-dimethoxyphenethylamine (2C-B) in forensic analysis. **Analytical Methods**, v. 16, n. 44, p. 7633–7642, 2024.

MACEDO, A. A. *et al.* Comprehensive detection of lysergic acid diethylamide (LSD) in forensic samples using carbon nanotube screen-printed electrodes. **Analytical Methods**, v. 15, n. 43, p. 5837–5845, 2023.

MESCHEDE, M. S. C. *et al.* Human exposure to elements through consumption of raw and cooked fish in an urban region of the central Brazilian Amazon biome: Health risks. **Environmental Pollution**, v. 347, p. 123728, 2024.

PIRES, L. N.; DIAS, F. S.; TEIXEIRA, L. S. G. Assessing the internal standardization of the direct multi-element determination in beer samples through microwave-induced plasma optical emission spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, 1090, p. 31-38, 2019.

SANTOS, V. S. *et al.* Integrated occurrence of contaminants of emerging concern, including microplastics, in urban and agricultural watersheds in the State of São Paulo, Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 932, p. 173025, 2024.

SOUZA, T. *et al.* Chemodiversity of Dissolved Soil Organic Matter from Amazon Rainforest as Influenced by Deforestation. **Metabolites**, v. 14, n. 3, p. 144, 2024.

SOUZA-LEAL, B. de *et al.* Tissue bioaccumulation and distribution of organic contaminants in Brazilian guitarfish *Pseudobatos horkelii* reveal a concerning impact of contraceptive hormones and fecal sterols. **Marine Pollution Bulletin**, v. 212, p. 117582, 2025.

MENOS, E. V; GIRALDO, E. R. H; CASTAÑO, J. A. G. Insights into the Silylation of Benzodiazepines Using N,O-Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide (BSTFA): In Search of Optimal Conditions for Forensic Analysis by GC-MS. **Molecules**, v. 29, n. 24, p. 5884, 2024.