Brazilian Journal of
HEALTH AND PHARMACY

Quantificação do corante alimentar amarelo tartrazina em balas de gelatina

Quantification of tartrazine yellow food coloring in gummies

Gabriella Souza Nunes; Vanessa Bergamim Boralli; Rafaela Figueiredo Rodrigues*
Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Alfenas, Minas Gerais, Brasil.

***Autor correspondente:** Rafaela Figueiredo Rodrigues (ORCID:0000-0002-5797-2391)
E-mail: rafaelafigueiredor@gmail.com
Data de Submissão: 25/04/2025; Data do Aceite: 31/07/2025.

Citar: NUNES, G.S.; BORALLI, V.B.; RODRIGUES, R.F. Quantificação do corante alimentar amarelo tartrazina em balas de gelatina. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, v. 7, n. 1, p. 28-36, 2025.

RESUMO

Aditivos alimentares são amplamente utilizados pela indústria para melhorar a aparência, sabor e durabilidade dos alimentos. Com relação à melhora da aparência, os corantes sintéticos destacam-se por sua estabilidade e baixo custo, como é o caso do amarelo tartrazina (E102), corante azoico frequentemente associado a reações alérgicas em populações sensíveis, como as crianças. Considerando seu uso recorrente em balas de gelatina e os potenciais efeitos tóxicos, este estudo questionou se as indústrias utilizam o corante amarelo de tartrazina em conformidade com a legislação vigente, de modo a garantir o consumo seguro para crianças. Assim, este estudo teve como objetivo quantificar o corante amarelo tartrazina, por método espectrofotométrico, em amostras de bala de gelatina disponíveis no comércio local. O método envolveu o preparo das amostras por solubilização em água morna, seguida por extração líquido-líquido com acetonitrila e quantificação por espectrofotômetro a 426,5 nm. O método teve sua confiabilidade atestada por meio de análise de figuras de mérito conforme a legislação vigente, apresentando linearidade, seletividade, precisão e exatidão intra e interdias. Foram analisadas cinco amostras comerciais contendo apenas tartrazina como corante, cujas concentrações variaram entre 48,22 e 561,62 mg/kg de bala. Duas amostras excederam o limite máximo permitido (LMP) de 300 mg/Kg, evidenciando que nem sempre as empresas alimentícias estão em conformidade com a legislação e falta fiscalização adequada, colocando os consumidores, principalmente as crianças, em risco.

Palavras-chave: Aditivos alimentares; Tartrazina; Métodos; Toxicidade; Espectrofotometria; Segurança Alimentar; Vigilância Sanitária.

ABSTRACT

Food additives are widely used by the food industry to enhance the appearance, taste, and shelf life of foods. In terms of improving appearance, synthetic dyes stand out due to their stability and low cost, such as tartrazine (E102), an azo dye often associated with allergic reactions in sensitive populations. Considering its recurrent use in gummies and the potential toxic effects, the central question of this study was raised: Does the food coloring tartrazine yellow used by industries comply with current legislation to ensure safety for children's consumption? This study aimed to quantify the tartrazine dye by the spectrophotometric method, in 5 samples of gummies available in local shops. The technique involved preparing the samples by solubilization in warm water, followed

by liquid-liquid extraction with acetonitrile and quantification by spectrophotometer at 426.5 nm. The method's reliability was confirmed by analyzing the figures of merit by current legislation, showing linearity, selectivity, precision, and intra- and inter-day accuracy. Five commercial samples containing only tartrazine were analyzed, with concentrations ranging from 48.22 to 561.62 mg/kg of candy. Two samples exceeded the maximum permissible limit (LMP) of 300 mg/Kg, showing that food companies are not always in compliance with legislation and lack adequate supervision, putting consumers, especially children, at risk.

Keywords: Food additives; Tartrazine; Methods; Toxicity; Spectrophotometry; Food security; Health Surveillance.

INTRODUÇÃO

O uso de corantes como aditivos alimentares é bastante empregado para melhorar a aparência dos alimentos e melhorar a sua atratividade, podendo preservar a cor original do alimento durante o processamento ou para ter uma coloração mais uniforme. Existem dois tipos de corantes: os naturais e os sintéticos. Os corantes naturais não possuem atributos artificiais em sua preparação, porém são produtos instáveis, de difícil conservação durante a cadeia de produção do alimento, mais caros para se obter, possuem menor força de coloração e ainda podem, em alguns casos, incorporar um sabor indesejado ao alimento. Em contrapartida, os corantes sintéticos possuem menores custos de produção e são mais estáveis, além de não se degradarem ao longo da produção do alimento, mantendo então a cor intensa e vibrante, não apresentam sabor ou odor desagradável (Barciela; Perez-Vazquez; Prieto, 2023; WHO, 2025).

O corante amarelo tartrazina (E102) é um corante sintético derivado da tinta do alcatrão de carvão e é uma escolha comum na indústria alimentícia devido à sua cor vibrante, ótima estabilidade frente à presença de ácido e exposição à luz e ao calor (JECFA, 2016).

O E102 é pertencente à família dos corantes azoicos, que podem ter efeitos adversos à saúde, principalmente em crianças, quando ingeridos em doses maiores que a Ingestão Diária Aceitável (IDA). Tais efeitos tóxicos incluem: o desencadeamento de reações alérgicas, crises de asma, urticária, dermatites e eczema, em pessoas sensíveis, isso porque formam uma amina aromática ácido sulfanílico, possivelmente tóxica quando degradada por microrganismos intestinais; transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH), ansiedade, citotoxicidade, nefrotoxicidade, genotoxicidade/carcinogenicidade (Balta et al., 2019; Barciela; Perez-Vazquez; Prieto, 2023; Enkhbilguun et al., 2023; Erdemli et al., 2024; Kashanian, Zeidali et al., 2011; Paramasivam et al., 2024; Thanh et al., 2024; Zand et al., 2023).

Sabendo disso, é necessário considerar a sua toxicidade para empregá-lo em produtos alimentares e fornecer um consumo seguro. Por isso, a WHO compilou os padrões, as diretrizes e os códigos de prática alimentar internacional segura, chamado de *Codex Alimentarius,* que é atualizado frequentemente (WHO, 2025). Seguindo as recomendações da WHO, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil estabeleceu que o Limite Máximo Permitido (LMP) de amarelo de tartrazina que pode estar presente em balas de gelatina é de 300 mg por quilo de bala (Brasil, 2023). Além disso, também estabeleceu que a IDA do amarelo tartrazina é de 10 mg de E102 por quilo de peso corporal (JECFA, 2018). Sendo assim, as indústrias alimentícias devem seguir estes parâmetros para fornecerem alimentos seguros para seus consumidores.

O Brasil se encontra entre os países que mais lucra com a venda de balas de gelatina no mercado, tendo produzido no ano de 2022, 287 mil toneladas de

bala e exportado 105,7 mil toneladas para cerca de 142 países. No mesmo ano, esse setor faturou R$10,9 bilhões, demonstrando ser muito bem explorado pelas indústrias, que sempre buscam inovar nas opções que o mercado oferece para gerar produtos variados (ABICAB, 2022).

Considerando a quantidade de balas de gelatina produzidas no Brasil e considerando levantou que as crianças são os principais consumidores desses doces e que, em faixas etárias menores, os mecanismos de biotransformação de xenobióticos ainda estão em desenvolvimento (Batchelor; Marriott, 2015), esse grupo pode ser mais suscetível aos efeitos tóxicos de aditivos alimentares, como o amarelo tartrazina. Nesse contexto, levantou-se o questionamento central deste estudo: as indústrias de balas de gelatina estão, de fato, em conformidade com a legislação vigente quanto ao uso do corante amarelo tartrazina, assegurando um alimento seguro para o consumo infantil?

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar por uma técnica analítica simples se as balas de gelatina disponíveis comercialmente no município de Alfenas - MG, contendo apenas o corante amarelo de tartrazina, atendem aos limites estabelecidos pela legislação vigente para este aditivo e fornecem alimentos seguros para o consumo infantil.

MÉTODOS

Condições analíticas

A análise foi realizada em espectrofotômetro ultravioleta-visível (Uv-Vis) (Kasuaki, IL-593-BI, Japão), com comprimento de onda de 426,5nm, utilizando-se cubeta de vidro. O comprimento de onda foi determinado por varredura espectrofotométrica de 200 a 600 nm.

Avaliação das figuras de mérito do método analítico

A curva analítica foi preparada a partir de soluções de amarelo tartrazina P.A. (Dinâmica, Brasil) em água ultrapura (Sistema Milli-Q de purificação de água, Millipore, Estados Unidos), na faixa compreendida entre 50 a 1000 mg/mL.

O método teve a avaliação das figuras de mérito linearidade, seletividade, precisão e exatidão intra e interdias seguindo a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº. 166 de 2017 da ANVISA (Brasil, 2017), complementada pela RDC nº. 27 de 2012 da ANVISA (Brasil, 2012), foram avaliadas em quintuplicatas de cada concentração.

Aquisição das amostras

Foram adquiridas no comércio do município de Alfenas -MG 5 pacotes de bala de gelatina de cor amarela, de diferentes marcas e formatos. Todos os pacotes continham 500 g e possuíam como corante em sua composição apenas o amarelo tartrazina. Cada amostra foi analisada em triplicata.

Preparo da amostra

Utilizou-se 0,5 g de bala de gelatina, reduzida a pedaços menores e então adicionou-se 2,5 mL de água ultrapura aquecida a 37 ± 1° C em um tubo de ensaio, que foi levado para agitação a 1100 rpm, por 40 minutos (agitador IKA VIBRAX® VXR, Japão), para a completa dissolução da amostra.

Após a dissolução, a amostra foi levada para centrifuga por 5 minutos a 2800 rpm, com o resfriamento desligado (Centrífuga refrigerada NovaTecnica NT815, Brasil) e então retirou-se 150 µL do sobrenadante.

Ao sobrenadante, adicionou-se 1350 µL de água ultrapura (sem controle de temperatura), para realizar a diluição adequada do corante (1:10) e essa solução foi homogeneizada por 30 segundos (agitador tipo vórtex MAXI MIX II Thermolyne®, Estados Unidos). Em seguida, adicionou-se 3 mL de acetonitrila grau HPLC (J.T. Baker, Estados Unidos) e homogeneizou-se no vórtex por mais 30 segundos. Posteriormente, a amostra foi centrifugada durante 5 minutos a 2800

rpm, com refrigeração desligada.

Retirou-se então 3 mL da camada orgânica e secou-se à 40°C em estufa de secagem (SL-100 SOLAB, Brasil) por tempo suficiente para a completa evaporação do solvente. Após a secagem, a amostra foi ressuspendida com 2,5 mL de água ultrapura e levada para a análise no espectrofotômetro.

Avaliação da segurança das amostras

Após a quantificação do amarelo tartrazina em cada amostra de bala de gelatina, os valores encontrados foram confrontados com o LMP e com a IDA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desempenho do método

Como não existe um método analítico padrão ouro estabelecido para a quantificação de amarelo tartrazina, é possível utilizar diferentes abordagens, como métodos cromatográficos, eletroforéticos, eletroquímicos, voltamétricos e espectrofotométricos (De Lima et al., 2021; Han et al., 2021; Lipskikh et al., 2020; Liu et al., 2015; Rodríguez et al., 2015). Optou-se, neste estudo, pelo desenvolvimento de um método espectrofotométrico, por ser uma técnica de baixo custo e fácil execução quando comparada com as demais. As condições analíticas foram todas otimizada experimentalmente, visando a obtenção da maior absorbância da amostra, obediência à Lei de Lambert-Beer e a minimização de interferências.

O comprimento de onda foi determinado mediante varredura espectrofotométrica (Figura 1). Pode-se observar que obtivemos dois picos de absorbância: o primeiro com comprimento de onda de 258,0 nm e absorbância de 0,427 e o segundo pico com comprimentos de onda 425; 426; 427 e 428 nm que apresentaram a absorbância de 0,447. Optamos por dar continuidade com o comprimento de onda que apresentou a maior absorbância. Como foi uma faixa de comprimentos de onda variando de 425 a 428 nm que apresentou o mesmo comprimento de onda máximo, optamos por utilizar o valor médio (426,5 nm), que também apresentou absorbância de 0,447.

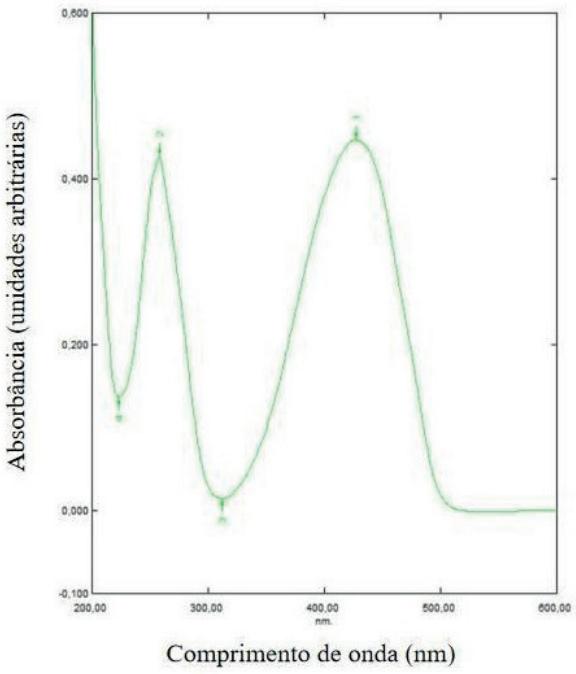

Figura 1: Varredura espectrofotométrica (200 a 600 nm) de amarelo tartrazina (E102)

As análises das figuras de mérito foram realizadas conforme a legislação brasileira vigente (Brasil, 2017) e atestaram a confiabilidade do método. O método apresentou seletividade, com absorção específica do amarelo tartrazina a 426,5 nm e linearidade na faixa de 50 a 1000 mg/mL (R = 0,9977 e equação da reta y = 0,001x-0,0028), atendendo aos critérios da RDC 166/2017 (Brasil, 2017). A precisão e a exatidão, avaliadas intra e inter-dias em 4 diferentes concentrações (Tabela 1), apresentaram desvio padrão relativo (DPR) e erro padrão relativo (EPR) inferiores a ± 15%, conforme os critérios da RDC 27/2012 (Brasil, 2012), utilizada como referência complementar.

Tabela 1: Precisão e Exatidão intra e interdias da análise de amarelo de tartrazina por espectrofotômetro Uv-Vis em 426,5 nm.

		LIQ	CQB	CQM	CQA
Intradia (n = 5 replicatas/ concentração)	**Precisão (DPR)**	5,28%	3,82%	7,51%	1,28%
	Exatidão (EPR)	13,60%	-0,20%	-4,64%	0,92%
Interdias (n = 3 dias, 5 replicatas/ concentração)	**Precisão (DPR)**	6,92%	8,23%	4,48%	5,67%
	Exatidão (EPR)	6,42%	-2,35%	-3,54%	8,23%

Legenda: LIQ: limite inferior de quantificação (50 mg/mL); CQB: controle de qualidade baixo (100 mg/mL); CQM: controle de qualidade médio (250 mg/mL); CQA: controle de qualidade alto (500 mg/mL); DPR: desvio padrão relativo; EPR: erro padrão relativo. Foram analisadas 5 replicatas de cada concentração por dia de análise.
Fonte: autoria própria (2024).

Conformidade regulatória

Em posse do método analítico confiável, foram analisadas cinco amostras de bala de gelatina adquiridas no comércio local do município de Alfenas - MG, em triplicata, obtendo-se 52,23 ± 0,33 mg/Kg de bala (A); 54,24 ± 0,43 mg/Kg (B); 48,22 ± 0,56 mg/Kg (C); 553,55 ±1,04 mg/Kg (D) e 561,62 ±1,25 mg/Kg (E). Segundo a legislação brasileira (Brasil, 2023), o limite máximo permitido de amarelo tartrazina em balas de gelatina é de 300 mg/Kg. Assim, as amostras A, B e C encontram-se em conformidade com a legislação, enquanto as amostras D e E apresentaram concentrações quase duas vezes superiores ao LMP, representando risco potencial à saúde dos consumidores.

Além disso, foi considerada a IDA de 10 mg/Kg de peso corporal, para avaliação da segurança das balas (JECFA, 2018). Para uma criança de 30 Kg, a IDA seria de 300 mg/dia, o que equivaleria ao consumo de 5,74 Kg (bala A), 5,53 Kg (bala B) e 6,22 Kg (bala C), quantidades diárias inviáveis, confirmando a segurança das amostras A, B e C. Por outro lado, essa ingestão corresponderia a apenas 560 g (bala D) e 530 g (bala E), quantidades próximas ao peso de um pacote de bala comercial, frequentemente consumidos em um único dia por crianças. Assim, as amostras D e E não se mostraram seguras para o consumo infantil, representando risco elevado de toxicidade.

Riscos para crianças

Os resultados do presente estudo levantam sérias preocupações sobre a conformidade dos produtos

alimentícios comumente consumidos por crianças em relação ao uso de aditivos alimentares, já que duas das cinco balas de gelatina testadas não estão em conformidade com a legislação vigente, confirmando a hipótese levantada.

As não conformidades de algumas indústrias alimentícias, observada no presente estudo, desencadeou outra preocupação alarmante: o possível impacto na saúde dos consumidores desses produtos que não estão em conformidade, principalmente as crianças. Sabemos que, nessa faixa etária, os mecanismos fisiológicos de metabolização e excreção de xenobióticos ainda estão se desenvolvendo (Batchelor; Marriott, 2015) e as crianças estão super expostas a diversos alimentos industrializados com excesso de aditivos no seu dia-a-dia, gerando anseios para a saúde pública. A revisão realizada por Polônio e Peres (2009) corrobora com essa preocupação, já que mostrou que a reação de hipersensibilidade ao amarelo tartrazina acomete de 0,6 a 2,9% dos casos, com incidência maior nos portadores de dermatite atópica ou intolerantes aos salicilatos. Além disso, relataram também que a maior incidência de câncer ocorre quando a IDA é ultrapassada, reforçando a importância da vigilância alimentar e nutricional, para promover bons hábitos alimentares.

As descobertas do presente estudo destacam a necessidade de desenvolver e validar métodos analíticos simples, acessíveis, confiáveis, com alta sensibilidade e especificidade, como o método espectrofotométrico estabelecido, para o controle de qualidade de rotina e o monitoramento da saúde, principalmente em situações nas quais os recursos são limitados. Outros autores também desenvolveram métodos analíticos ou dispositivos que auxiliam no monitoramento da segurança alimentar (Fedorenko; Bartkevics, 2023; Honeychurch; Piano, 2022; Sun; Wang; Guan, 2023). Além disso, a revisão realizada por Oplatowska-Stachowiak e Elliott (2017) aborda com clareza a necessidade de programas de monitoramento robustos baseados em métodos de detecção/quantificação confiáveis para garantir que os alimentos sejam seguros para consumo.

Limitações do estudo

Uma pequena limitação do método foi a utilização de estufa de secagem a 40°C para realizar a evaporação do solvente extrator ao invés de outros equipamentos que possibilitariam uma celeridade no processo, como concentradora de amostra ou rotavapor, que não foram utilizados por indisponibilidade dos equipamentos. No entanto, não interferiria no processo de análise (exceto pelo tempo de finalização desta etapa), a utilização de outros equipamentos que permitiriam a evaporação do solvente extrator, já que a tartrazina é bastante estável em altas temperaturas (seu ponto de fusão é superior a 300°C) (Pubchem, 2025).

Outra limitação encontrada foi a pequena diversidade de marcas e formatos de balas de gelatina disponíveis no comércio local que continham somente o corante amarelo tartrazina, que se limitou a duas marcas comerciais e cinco tipos de bala de gelatina. Sabemos que essa limitação reduz a representatividade dos dados, podendo até causar um viés de análise, impedindo generalizações sobre a conformidade geral da categoria. Dessa forma, os resultados do presente estudo devem ser vistos como um alerta pontual, enfatizando a necessidade de pesquisas adicionais completas que abranjam vários locais, marcas e lotes para apoiar ainda mais os esforços de vigilância em saúde.

Uma fragilidade significativa deste trabalho é a ausência de validação estatística formal do método analítico utilizado, uma vez que não foram realizadas avaliações estatísticas de limite de detecção e de quantificação, avaliação do intervalo de confiança e dos resíduos da regressão, conforme indicado pelas diretrizes nacionais e internacionais de validação, podendo impactar na avaliação da robustez e da

reprodutibilidade dos resultados. Essa limitação decorre da natureza exploratória da pesquisa e dos recursos laboratoriais limitados disponíveis no momento da análise. Pesquisas futuras com escopo maior devem envolver a validação abrangente do procedimento analítico, empregando abordagens estatísticas adequadas, para garantir maior rigor e confiabilidade dos dados gerados.

Perspectivas futuras

Sobre as perspectivas futuras acerca da segurança alimentar com a utilização de corantes azoicos, uma revisão de literatura recente (Barciela; Perez-Vazquez; Prieto, 2023) abordou muito bem o assunto e compartilhamos da mesma opinião que os autores. De forma sintetizada, os planos futuros devem incluir o aumento da fiscalização da vigilância sanitária, a valorização da padronização internacional de parâmetros toxicológicos, o incentivo à substituição por corantes naturais e a incorporação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e simulações moleculares, para aprimorar a detecção e a avaliação de riscos.

Este estudo enfatiza a necessidade crítica de fortalecer as estratégias de vigilância em saúde no Brasil, particularmente o controle de aditivos alimentares em produtos amplamente distribuídos, especialmente aqueles comercializados para crianças. Diante disso, é necessário um método de vigilância baseado em risco, que prioriza atividades de fiscalização em categorias de alimentos com maior probabilidade de não conformidade, maior consumo populacional ou maior suscetibilidade do público-alvo. Além disso, o fortalecimento da Rede Nacional de Laboratórios de Vigilância Sanitária, dos laboratórios centrais coordenadores, dos laboratórios públicos de pesquisa e das unidades de referência, como a Fiocruz, é fundamental para garantir uma cobertura analítica adequada em todo o país. Esse fortalecimento das redes laboratoriais trazem a necessidade de investimento em capacitação técnica, aquisição de equipamentos analíticos e padronização de metodologias de testagem, já que são etapas cruciais para aumentar a capacidade de detecção e resposta a anormalidades no uso de aditivos, fortalecendo o monitoramento.

Além disso, é fundamental promover uma comunicação aberta com os consumidores sobre a existência dos perigos dos corantes, podendo utilizar a IDA como uma ferramenta de ensino.

CONCLUSÃO

Dessa forma, os resultados obtidos não só confirmam a hipótese inicial de que nem todas as indústrias cumprem rigorosamente os limites legais para o uso do amarelo tartrazina, como também evidenciam uma lacuna preocupante no cumprimento das normas vigentes, com potencial risco à saúde dos consumidores, especialmente das crianças.

Esses achados reforçam a importância de programas contínuos de monitoramento e fiscalizações mais rigorosas por parte das autoridades competentes, bem como da implementação de medidas educativas voltadas a pais, responsáveis e instituições escolares, estimulando o consumo consciente de produtos que contenham corante amarelo tartrazina ou outros corantes azoicos.

Além disso, a discussão dos dados abre caminho para o incentivo à aplicação de novas tecnologias para o controle e a avaliação de risco. A segurança alimentar, especialmente de produtos destinados ao público infantil, deve ser uma prioridade tanto para a indústria quanto para os órgãos reguladores, exigindo ações integradas, baseadas em evidências e voltadas à proteção da saúde pública.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO INSTITUCIONAL

As autoras agradecem à Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) pelos recursos disponibilizados

para a condução deste trabalho.

CONFLITO DE INTERESSE

Nada a declarar.

REFERÊNCIAS

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Instrução Normativa nº 211 de 1 de março de 2023. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Brasília, 2023. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6561857/IN_211_2023_.pdf/108ca468-25bb- 4d32-9e6b-3d96e4858140. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 166 de 24 de julho de 2017. Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências. Brasília, 2017. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2721567/RDC_166_2017_COMP.pdf/d5fb92b3- 6c6b-4130-8670-4e3263763401#:~:text=Objetivo,Art.,objeto%20de%20an%C3%A1lise%20pela%20Anvisa. Acesso em: 9 mai. 2023.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 27 de 17 de maio de 2012. Dispõe sobre os requisitos mínimos para a validação de métodos bioanalíticos empregados em estudos com fins de registro e pós-registro de medicamentos. Brasília, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0027_17_05_2012.html. Acesso em: 9 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, BALAS E DERIVADOS (ABICAB). **Estatísticas. Consumo Aparente – Chocolates, Balas e Confeitos**, 2022. Disponível em: https://www.abicab.org.br/. Acesso em: 11 jan. 2024.

BALTA, I. et al. Protective effect of blackthorn fruits (*Prunus spinosa*) against tartrazine toxicity development in albino Wistar rats. **BMC Chemistry**, v.13, n.1, p.104, 2019. https://doi.org/10.1186/s13065-019-0610-y.

BARCIELA, P.; PEREZ-VAZQUEZ, A.; PRIETO, M.A. Azo dyes in the food industry: Features, classification, toxicity, alternatives, and regulation. **Food and Chemical Toxicology**, v.178, p.113935, 2023. https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113935.

BATCHELOR, H.K.; MARRIOTT, J.F. Paediatric pharmacokinetics: key considerations. **British Journal of Clinical Pharmacology**, v.79, n.3, p.395-404, 2015. https://doi.org/10.1111/bcp.12267.

DE LIMA, L.F. et al. Disposable and low-cost electrochemical sensor based on the colorless nail polish and graphite composite material for tartrazine detection. **Talanta**, v.227, p.122200, 2021. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122200.

ENKHBILGUUN, S. et al. Tartrazine modifies the activity of *DNMT* and *HDAC* genes-Is this a link between cancer and neurological disorders? **Nutrients**, v.15, n. 13, p. 2946, 2023. https://doi.org/10.3390/nu15132946.

ERDEMLI, Z. et al. Ameliorative effects of thymoquinone on the caspase 3, kidney function, and oxidative stress tartrazine-induced nephrotoxicity. **Toxicon: official journal of the International Society of Toxinology**, v.241, p.107660, 2024. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2024.107660.

FEDORENKO, D.; BARTKEVICS, V. Recent applications of nano-liquid chromatography in food safety and environmental monitoring: a review. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v.53, n.1, p.98-122, 2023. https://doi.org/10.1080/10408347.2021.1938968.

HAN, Q. et al. Rapid determination of seven synthetic dyes in casual snacks based on packed-fibers solid-phase extraction coupled with HPLC-DAD. **Food Chemistry**, v. 347, p. 129026, 2021. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129026.

HONEYCHURCH, K.C.; PIANO, M. Sensors for

environmental monitoring and food safety. **Biosensors (Basel)**, v.12, n.6, p.366, 2022. https://doi.org/10.3390/bios12060366.

JOINT EXPERT COMMITTEE OF FOOD ADDITIVES (JECFA). CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES Eighty-Second Session, Genebra, Suiça, 2016. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/34ae0cee-ed06-473a-b062-790ce60c13b3/content. Acesso em: 14 abr. 2025.

JOINT EXPERT COMMITTEE OF FOOD ADDITIVES (JECFA). CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES Fiftieth Session, Gênova, Itália, 2018. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-50%252FCRDs%252Ffa50_CRD31x.pdf. Acesso em 14 abr. 2025.

KASHANIAN, S.; ZEIDALI, S.H. DNA binding studies of tartrazine food additive. **DNA and Cell Biology**, v.30, n.7, p. 499-505, 2011. https://doi.org/10.1089/dna.2010.1181.

LIPSKIKH, O.I. et al. Simultaneous voltammetric determination of Brilliant Blue FCF and Tartrazine for food quality control. **Talanta**, v.218, p.121136, 2020. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121136.

LIU, F.J. et al. Dispersive solid-phase microextraction and capillary electrophoresis separation of food colorants in beverages using diamino moiety functionalized silica nanoparticles as both extractant and pseudostationary phase. **Talanta**, v.132, p. 366-372, 2015. https://doi.org/ 10.1016/j.talanta.2014.09.014.

OPLATOWSKA-STACHOWIAK, M.; ELLIOTT, C.T. Food colors: existing and emerging food safety concerns. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.57, n.3, p.524-548, 2017. https://doi.org/10.1080/10408398.2014.889652.

PARAMASIVAM, A. et al. Additives in processed foods as a potential source of endocrine-disrupting chemicals: a review. **Journal of Xenobiotics**, v.14, n.4, p.1697-1710, 2024. https://doi.org/10.3390/jox14040090.

POLÔNIO, M.L.T; PERES. F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, n. 8, p. 1653-1666, 2009. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000800002

PUBCHEM. Tartrazine. 2025. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/164825 . Acesso em 17 abr. 2025.

RODRÍGUEZ, J.A. et al. Application of an activated carbon-based support for magnetic solid phase extraction followed by spectrophotometric determination of tartrazine in commercial beverages. **International Journal of Analytical Chemistry**, v. 2015, p.291827, 2015. https://doi.org/10.1155/2015/291827.

SUN, J.; WANG, Z.; GUAN, J. Single-atom nanozyme-based electrochemical sensors for health and food safety monitoring. **Food Chemistry**, v.425, p.136518, 2023. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136518.

THANH, D.D. et al. The food dye tartrazine disrupts vascular formation both in zebrafish larvae and in human primary endothelial cells. **Scientific Reports**, v.14, n.1, p.30367, 2024. https://doi.org/10.1038/s41598-024-82076-5.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ***Codex Alimentarius***. Seul, Coreia do Sul, 2025. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/#c453333. Acesso em 14 abr. 2025.