Capítulo 19

Fraudes e Autenticidade de Alimentos no Brasil: Mecanismos de Adulteração, Métodos Analíticos de Detecção e Proteção do Consumidor

Food Fraud and Authenticity in Brazil: Adulteration Mechanisms, Analytical Detection Methods, and Consumer Protection

Cynthia Siqueira Silva
Doutora em Ciências, IFPI.
Layane Ribeiro de Araujo Leal
Mestra, IFPI.
Jovan Marques Lara Junior
Doutor, IFPI.
Nívia Maria da Costa Sousa Leite
Mestra, IFPI.
Lívia de Sousa Oliveira Macedo
Mestra, IFPI. Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Resumo: A fraude alimentar compromete a identidade declarada dos produtos, afeta a concorrência e pode representar risco sanitário quando envolve alérgenos não informados ou substâncias indevidas. Esta revisão narrativa crítica discute mecanismos de adulteração em cadeias relevantes para o Brasil, com ênfase em mel, leite e derivados, azeite, café, especiarias, carnes e pescado, e examina a capacidade e as limitações de métodos físico-químicos, isotópicos, cromatográficos, espectroscópicos e moleculares. Foram articulados estudos científicos e documentos oficiais segundo a matriz alimentar, a hipótese investigada e a robustez da evidência. A análise demonstra que nenhum teste isolado autentica universalmente um alimento: resultados dependem de amostragem, marcadores adequados, validação externa e interpretação regulatória. No mel, a adição de xaropes exige estratégias que considerem açúcares de plantas C3 e C4; no leite, diluição e introdução de substâncias indevidas demandam procedimentos distintos. A literatura brasileira identifica cadeias vulneráveis, mas não sustenta um ranking nacional de prevalência de fraudes obtido pela combinação de estudos heterogêneos. Propõe-se uma investigação escalonada que integre prevenção, triagem, confirmação analítica e comunicação pública, sem transferir ao consumidor a responsabilidade de comprovar a autenticidade dos produtos que adquire.

Palavras-chave: adulteração de alimentos; autenticidade alimentar; fraudes alimentares; métodos analíticos; proteção do consumidor.

Abstract: Food fraud undermines declared product identity, distorts competition and may entail health risks when it introduces undeclared allergens or unauthorized substances. This critical narrative review examines adulteration mechanisms in food chains relevant to Brazil, particularly honey, milk and dairy products, olive oil, coffee, spices, meat and fish. Physicochemical, isotopic, chromatographic, spectroscopic, and DNA-based techniques are discussed in relation to the specific analytical questions they can answer. Evidence was critically organized by food matrix, suspected adulteration and strength of verification. No single test

DOI: 10.47573/aya.5379.3.37.19

can universally demonstrate food authenticity: reliable conclusions depend on sampling, fit-for-purpose markers, external validation and regulatory interpretation. Honey authentication requires consideration of syrups originating from both C3 and C4 plants, whereas milk dilution and the addition of unauthorized substances require distinct methods. Brazilian literature identifies vulnerable supply chains but cannot support a national ranking of fraud prevalence based on heterogeneous studies. An evidence-based, tiered strategy integrating vulnerability prevention, screening, confirmatory analysis and clear consumer communication is proposed.

Keywords: analytical methods; consumer protection; food adulteration; food authenticity; food fraud.

INTRODUÇÃO

A autenticidade alimentar começa em uma pergunta simples, mas de resposta tecnicamente exigente: o produto vendido corresponde ao alimento anunciado no rótulo? Quando a denominação de venda indica mel, espera-se uma substância produzida pelas abelhas nos termos de seu padrão de identidade, e não a adição encoberta de xaropes. Quando se compra leite, espera-se uma matriz láctea íntegra, sem diluição ou substâncias utilizadas para compensar alterações da composição. Entre essa expectativa e a prova de conformidade existe uma distância que aparência, preço ou sabor não são capazes de eliminar.

O interesse científico pela fraude alimentar decorre de pelo menos três efeitos distintos. O primeiro é econômico: o consumidor paga por atributos que talvez não receba e produtores regulares competem em condições desiguais. O segundo envolve confiança e rastreabilidade, pois a falsificação de origem, espécie ou composição pode ocultar trajetórias de produção. O terceiro, nem sempre presente, é sanitário: um ingrediente não declarado pode conter alérgenos ou contaminantes, e certas substâncias adicionadas deliberadamente podem apresentar toxicidade própria (Moore; Spink; Lipp, 2012; Aslam *et al.,* 2024).

No Brasil, a revisão de Tibola *et al.* (2018) examinou registros científicos relativos a 2007–2017 e identificou 42 relatos envolvendo diferentes categorias alimentares, com destaque para leite e derivados e óleos vegetais. Esse resultado é valioso para reconhecer vulnerabilidades já investigadas, mas não constitui uma estimativa de quantos produtos comercializados hoje estão adulterados. A frequência de publicações depende da disponibilidade de laboratórios, dos programas de fiscalização e das matrizes priorizadas pelos pesquisadores. Confundir essa frequência documental com prevalência no mercado conduziria a conclusões equivocadas.

Este capítulo analisa como adulterações podem ocorrer nas principais matrizes alimentares, o que as técnicas científicas realmente demonstram e de que modo suas conclusões podem subsidiar fiscalização e escolhas informadas. A tese central é que a proteção do consumidor exige correspondência entre três elementos: uma hipótese de fraude explicitada, um método validado para investigá-la e uma interpretação proporcional à força da evidência obtida.

PERCURSO METODOLÓGICO E CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO

Trata-se de revisão narrativa crítica, não sistemática. A fundamentação reúne publicações conceituais sobre fraude economicamente motivada, estudos experimentais brasileiros de autenticidade e revisões de métodos analíticos publicadas principalmente entre 2022 e 2026, além de documentos normativos e comunicados oficiais. A seleção foi orientada por sua pertinência às perguntas “o que foi adulterado?”, “Como se identificou a alteração?” e “O resultado permite inferir fraude, não conformidade ou somente suspeita?”. Não foram realizados metanálises, avaliação formal de risco de viés de todos os estudos nem cálculo de prevalência nacional.

Os resultados foram interpretados considerando o tipo de amostra, origem e período de coleta, natureza do adulterante, técnica utilizada, necessidade de controles autênticos e transferência do método a matrizes diferentes das empregadas na calibração. O desempenho de um classificador obtido com misturas preparadas em laboratório não deve ser extrapolado diretamente a amostras comerciais de regiões ou safras distintas (Zhang; Li; Zhao, 2024; Liang *et al.,* 2025). Essa prudência também se aplica aos percentuais apresentados em investigações brasileiras específicas.

CONCEITOS: IDENTIDADE, FRAUDE E SEGURANÇA

Fraude alimentar corresponde ao engano intencional sobre identidade, natureza, composição, origem ou apresentação, frequentemente motivado por vantagem econômica. Adulteração pode envolver diluição, substituição, adição ou retirada de componentes. Não conformidade, porém, é categoria mais ampla: desvios podem resultar em falha de processo, deterioração, erro de rotulagem ou fraude deliberada. A intenção não costuma ser mensurada pelo instrumento analítico, mas inferida mediante evidências técnicas, documentais e investigativas.

Autenticidade tampouco é sinônimo de segurança. Um alimento autêntico pode estar microbiologicamente impróprio; um alimento adulterado pode não apresentar toxicidade demonstrada na concentração encontrada, embora continue irregular e economicamente lesivo. A gravidade deve ser discutida segundo o agente, a exposição e o grupo consumidor. Distinguir essas categorias evita que toda alteração física seja descrita como crime comprovado ou que o caráter econômico de determinada fraude oculte potenciais danos à saúde (Haider *et al.,* 2024).

MEL: ENTRE A COMPOSIÇÃO NATURAL E A IMITAÇÃO INDUSTRIAL

Por que o Mel é Vulnerável á Adulteração

O mel apresenta composição predominantemente formada por açúcares e água, mas sua identidade resulta da atividade biológica das abelhas e da origem botânica. Essa particularidade torna atraente a adição de xaropes de milho, cana, arroz ou beterraba, capazes de aumentar o volume a menor custo. A adulteração também pode envolver declaração indevida de origem floral ou geográfica. Uma dificuldade adicional é que méis genuínos diferem amplamente na cor, na cristalização, no aroma e no perfil de compostos minoritários; portanto, não existe uma aparência única de “mel verdadeiro”. O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel estabelece os parâmetros de referência pertinentes ao produto no Brasil (Brasil, 2000).

Parâmetros convencionais de qualidade — umidade, acidez, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF) e composição de açúcares — continuam úteis. Entretanto, não devem ser confundidos com prova específica de adição de xarope: aquecimento e armazenamento podem elevar HMF, enquanto a relação entre glicose e frutose varia naturalmente e afeta a cristalização. O problema analítico é identificar uma contribuição exógena diante da variabilidade inerente à matéria-prima (Prata, 2024).

O Que os Estudos Brasileiros Demonstram

Antônio *et al.* (2022) investigaram méis de aroeira e misturas contendo xarope de milho, melaço de cana ou mel polifloral mediante espectrofluorimetria associada à classificação quimiométrica. O conjunto experimental compreendeu 232 amostras, e o melhor modelo relatado apresentou taxas de classificação incorreta de 4% no treinamento e 8% no teste. O dado não significa que 8% do mel brasileiro seja fraudado: expressa erro de classificação dentro do desenho daquele estudo. Sua contribuição está em mostrar que a estrutura multivariada dos espectros pode separar amostras muito semelhantes sensorialmente, mas depende da composição da biblioteca de treinamento.

Em outra investigação, Lima *et al.* (2023) analisaram 114 amostras de mel de São Paulo e Santa Catarina, examinando aminas biogênicas e razões isotópicas estáveis. Três amostras foram classificadas pelos autores como adulteradas segundo o critério isotópico relacionado a açúcares C4. O resultado oferece evidência empírica de adulteração em parte daquela amostra, mas não autoriza projetar o mesmo percentual para a produção brasileira. A combinação de marcadores é cientificamente útil justamente porque a composição do mel depende de fontes florais e condições ambientais.

Como Diferenciar Mel de Xarope

A espectrometria de massas de razão isotópica (IRMS) explora diferenças na proporção de isótopos estáveis de carbono entre plantas com vias fotossintéticas C3 e C4. Em condições apropriadas, o método auxilia a identificar açúcares provenientes de milho e cana adicionados ao mel. Entretanto, xaropes de origem C3, como os provenientes de arroz e beterraba, podem apresentar assinaturas semelhantes às de parte dos açúcares do mel. A própria Comissão Europeia ressalta que abordagens isotópicas convencionais não cobrem todas as estratégias de adulteração; por isso, a investigação pode exigir separação cromatográfica dos açúcares, marcadores específicos ou dados multivariados adicionais (Comissão Europeia, 2025; Prata, 2024).

Ressonância magnética nuclear (RMN), cromatografia líquida, espectrometria de massas e espectroscopia vibracional ampliam as possibilidades de autenticação. Ainda assim, “usar tecnologia avançada” não equivale a “obter prova inequívoca”: as assinaturas dependem da matriz e dos materiais de referência. Um modelo construído com méis de poucas floradas pode rejeitar erroneamente um produto genuíno não representado na base de calibração. Protocolos robustos precisam incluir validação externa e estimativa de falsos positivos e falsos negativos (Zhang; Li; Zhao, 2024; Liang *et al.,* 2025).

O que o Consumidor Consegue Verificar

Os chamados testes domésticos da água, da chama, do papel absorvente ou da cristalização não apresentam validação suficiente para confirmar a pureza. A cristalização pode ocorrer em mel legítimo; a viscosidade varia com umidade e temperatura; e um xarope concentrado pode imitar determinadas características físicas. A atitude mais responsável é verificar identificação do produtor, denominação correta, procedência, integridade da embalagem e informações de inspeção aplicáveis, além de recorrer aos canais oficiais quando houver suspeita. Esses cuidados reduzem vulnerabilidades, mas a comprovação de uma adição sofisticada de xarope depende de análise laboratorial.

LEITE E DERIVADOS: DILUIÇÃO, MASCARAMENTO E SUBSTITUIÇÃO

A fraude no leite envolve mecanismos diferentes e, por isso, não deve ser investigada com um teste único. Na adição de água, a alteração do ponto de congelamento constitui indicador importante: a crioscopia mede uma propriedade coligativa relacionada à concentração de solutos. A interpretação, contudo, precisa ser acompanhada da composição, da densidade e de parâmetros de qualidade, pois intervenções simultâneas podem dificultar a leitura de indicadores isolados. As normas brasileiras de produção e recepção do leite cru estabelecem controles que dão suporte à investigação de não conformidades (Brasil, 2018).

Outra categoria envolve substâncias adicionadas para alterar parâmetros do produto ou mascarar defeitos, como neutralizantes de acidez e agentes conservadores indevidos. A suspeita de peróxido de hidrogênio, formaldeído, ureia ou amido exige ensaios apropriados à química da substância procurada e confirmação conforme o método disponível. Diluição representa principalmente perda econômica e nutricional, com possível agravamento microbiológico dependendo da água utilizada; a introdução de reagentes impróprios apresenta perigos próprios. Os dois cenários não devem receber a mesma classificação toxicológica sem identificação do agente e de sua concentração.

Em queijos e outros derivados, a alteração da proporção de gordura láctea, a substituição por gordura vegetal ou a declaração incorreta da espécie produtora geram perguntas analíticas diferentes. Perfis de esteróis, triacilgliceróis, proteínas ou marcadores genéticos podem fornecer evidências complementares. Esse conjunto ilustra por que programas de fiscalização precisam vincular cada denúncia a um plano de amostragem e a um conjunto de ensaios, em vez de depender de aparelhos portáteis que prometem detectar indiscriminadamente qualquer adulterante (Aslam *et al.,* 2024; Nanou *et al.,* 2025).

A relevância brasileira da cadeia láctea foi identificada por Tibola *et al.* (2018), mas a literatura histórica não constitui diagnóstico contemporâneo completo. A expansão de dispositivos de triagem por infravermelho ou espectroscopia de emissão pode acelerar a seleção de lotes suspeitos, desde que se conheça a população usada na calibração. Um resultado anômalo identifica uma necessidade de investigar; ele não identifica automaticamente a substância empregada, nem a autoria de uma possível fraude (He; Zeng, 2025; Nanou *et al.,* 2025).

OUTROS ALIMENTOS: FRAUDES E PERGUNTAS ANALÍTICAS

Azeites e Óleos Vegetais

No azeite, as principais hipóteses incluem mistura com óleos vegetais de menor valor, classificação indevida da categoria comercial e declaração enganosa de origem. A investigação pode recorrer a perfis de ácidos graxos, esteróis, triacilgliceróis e componentes minoritários, associados à cromatografia e à espectrometria de massas. A abordagem deve contemplar diferenças naturais entre cultivares, regiões e safras, sobretudo em misturas discretas (Caño-Carrillo *et al.,* 2024). Os alertas de recolhimento divulgados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária demonstram a utilidade de articular análise físico-química, identificação de lotes e comunicação pública, mas não oferecem, sozinhos, uma taxa nacional de adulteração do azeite (Brasil, 2023).

Café, Especiarias E Produtos Moídos

A moagem reduz características visuais úteis ao reconhecimento de matérias-primas, criando oportunidades de incorporação de componentes estranhos. Em

café, microscopia e marcadores químicos podem revelar materiais incompatíveis com a composição declarada; em especiarias, a investigação pode exigir análise de pigmentos, DNA e compostos característicos. O método precisa distinguir variação legítima de origem botânica, secagem e torra de substituição deliberada. A utilização de técnicas não direcionadas, combinadas à quimiometria, tem potencial para triagem, mas depende de conjuntos de referência representativos (Sharma *et al.,* 2024).

Carnes, Pescado, Sucos e Bebidas

A substituição de espécies é uma hipótese frequente em produtos de origem animal processados. O DNA barcoding permite comparar sequências obtidas da amostra com bancos de referência, desde que haja material genético preservado e taxonomia confiável. Carvalho *et al.* (2011) documentaram rotulagem incorreta em amostras de pescado vendidas sob determinada denominação comercial no Brasil, evidenciando a relevância dessa abordagem; o resultado não deve ser generalizado para todo o pescado comercializado. Em sucos e bebidas, perfis de ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos e assinaturas isotópicas podem indicar adição de água ou substituição parcial de matérias-primas (Haider *et al.,* 2024).

MÉTODOS ANALÍTICOS E FORÇA DA EVIDÊNCIA

A seleção metodológica depende da pergunta. A crioscopia investiga uma propriedade alterada pela diluição do leite; a IRMS auxilia a reconhecer determinadas fontes exógenas de açúcar; a cromatografia separa compostos para identificação ou quantificação; a espectrometria de massas amplia a seletividade; a RMN fornece informação estrutural e perfis químicos; e métodos de DNA contribuem para a identidade biológica. Em contrapartida, um espectro global obtido por FTIR ou NIR funciona frequentemente como impressão digital sujeita ao desempenho do modelo estatístico. Nenhuma dessas famílias de técnicas, isoladamente, resolve todas as hipóteses de adulteração (Aslam *et al.,* 2024; Liang *et al.,* 2025).

Para decisões de fiscalização, três condições são decisivas: representatividade do material de referência, validação em amostras independentes e compatibilidade da decisão com a incerteza de medição. Resultados de triagem devem ser comunicados como tais, sobretudo quando a matriz é complexa e o risco de falso positivo tem repercussões para o produtor. A revisão de Marín *et al.* (2025) reforça que ferramentas digitais e rastreabilidade podem apoiar a identificação de vulnerabilidades, mas não substituem a confirmação química ou biológica quando o que se discute é a composição real do produto.

O Quadro 1 relaciona hipóteses concretas às técnicas que podem respondê-las. Ele não constitui lista de procedimentos universais nem permite concluir que um instrumento, sozinho, caracterize intenção fraudulenta.

Quadro 1 – Hipóteses de adulteração e métodos de investigação por matriz alimentar.

Matriz / hipótese	Ensaios ou técnicas possíveis	Limitação decisiva
Mel / adição de xaropes	IRMS; LC–IRMS; cromatografia; RMN; FTIR com quimiometria	Xaropes C3 e variação floral podem escapar a triagens isoladas
Leite / diluição	Crioscopia; composição; densidade	Intervenções simultâneas e variabilidade de matriz
Leite / aditivos indevidos	Ensaios dirigidos ao agente; confirmação instrumental	Alvos químicos exigem métodos distintos
Azeite / mistura de óleos	GC/LC–MS; esteróis; perfis lipídicos; espectroscopia	Baixas frações e variabilidade natural
Carne e pescado / espécie	PCR; DNA barcoding; proteômica	Processamento pode degradar biomarcadores
Café e especiarias / substituição	Microscopia; marcadores específicos; espectroscopia	Produto moído requer referências confiáveis

Fonte: elaboração própria, com base em Tibola *et al.* (2018), Aslam *et al.* (2024), Caño-Carrillo *et al.* (2024), Liang *et al.* (2025) e Nanou *et al.* (2025).

Da comparação emerge um princípio de pesquisa: um resultado só é forte quando o alvo, o método e a população de amostras estão alinhados. A ausência de diferença em um espectro não prova pureza absoluta; pode apenas significar que o adulterante não era detectável nas condições do ensaio.

DO INÍCIO AO LAUDO: SEQUÊNCIA DE INVESTIGAÇÃO

A Figura 1 sintetiza a sequência pela qual uma suspeita comercial ou uma classificação anômala pode se transformar em evidência utilizável. O percurso não é linear em todos os casos: quando há risco imediato à saúde, medidas cautelares podem anteceder a conclusão analítica; para a caracterização de autenticidade, contudo, a documentação da amostra e a confirmação continuam indispensáveis.

Figura 1 – Percurso lógico da suspeita à conclusão sobre autenticidade alimentar.

01 HIPÓTESE	Definir o produto declarado e a alteração suspeita.
02 AMOSTRAGEM	Identificar lote, origem, cadeia de custódia e plano de coleta.
03 TRIAGEM	Selecionar uma técnica rápida com sensibilidade conhecida.
04 CONFIRMAÇÃO	Aplicar método seletivo e controles apropriados.
05 INTERPRETAÇÃO	Avaliar incerteza, norma pertinente e evidência documental.

Fonte: elaboração própria. Esquema conceitual; não representa série estatística ou resultado de experimento.

A figura ressalta a diferença entre seleção de amostras e conclusão científica. A rastreabilidade assegura a ligação entre evidência e produto; a confirmação responde

à hipótese analítica; e a investigação documental examina responsabilidades. Instrumentos digitais podem registrar dados, mas não garantem que um conteúdo declarado corresponda ao produto físico sem verificação independente (Fernando *et al.,* 2025).

QUAIS ALIMENTOS SÃO MAIS FRAUDADOS NO BRASIL?

A pergunta é socialmente relevante, mas exige um denominador comum que muitos levantamentos não fornecem. “Número de notícias”, “percentual de amostras irregulares em uma operação”, “registros de artigos científicos” e “prevalência no varejo” são medidas distintas. No levantamento de Tibola *et al.* (2018), os 42 registros descrevem ocorrências publicadas entre 2007 e 2017, e não um sorteio representativo de alimentos vendidos no país. A base histórica de Moore, Spink e Lipp (2012), por sua vez, reuniu 1.305 registros internacionais de fraude e adulteração de ingredientes, não amostras atuais do mercado brasileiro.

Para que resultados obtidos em diferentes alimentos possam ser comparados, é necessário apresentar um conjunto mínimo de informações sobre amostragem, método e confirmação. Esses critérios de interpretabilidade estão organizados no Quadro 2; sua ausência impede que percentuais de operações específicas sejam transformados em uma classificação nacional de produtos fraudados.

Quadro 2 – Informações mínimas para comparar resultados de estudos e fiscalizações.

Elemento	Pergunta necessária à interpretação
Plano amostral	As amostras representam o mercado ou foram selecionadas por suspeita?
Local e período	A que território e intervalo temporal o resultado se aplica?
Definição do desfecho	Trata-se de fraude demonstrada, não conformidade ou mera triagem positiva?
Método e limites	Quais alterações eram detectáveis com aquele procedimento?
Confirmação	Houve ensaio seletivo, controle e estimativa de incerteza?

Fonte: elaboração própria, a partir dos limites metodológicos discutidos por Moore, Spink e Lipp (2012) e Tibola *et al.* (2018).

Aplicados às evidências brasileiras, esses critérios ajudam a distinguir resultados de natureza diferente: investigações de mel realizadas por espectrofluorimetria e análises isotópicas caracterizam a resposta dos métodos ou das amostras estudadas (Antônio *et al.,* 2022; Lima *et al.,* 2023), enquanto alertas oficiais informam providências adotadas sobre lotes identificados. Estudos experimentais, amostras comerciais e ações de fiscalização são complementares, mas não compartilham necessariamente a mesma unidade de análise (Brasil, 2023).

PROTEÇÃO DO CONSUMIDOR E GOVERNANÇA DA AUTENTICIDADE

A responsabilidade de demonstrar a conformidade é da cadeia produtiva e do sistema de controle, não do comprador. Para o consumidor, é razoável conferir denominação de venda, identidade do fabricante, informações de inspeção aplicáveis, integridade da embalagem e alertas oficiais, mas esses sinais não equivalem a um laudo. No caso do mel, a expectativa de um "teste de cozinha" capaz de diferenciar todas as formas de xarope de açúcar é incompatível com as limitações conhecidas dos métodos de autenticação (Prata, 2024).

A prevenção combina avaliação de vulnerabilidade de fornecedores, verificação da origem, registro de lotes, treinamento, auditorias e ensaios proporcionais ao risco. A cadeia documental pode permitir localizar responsabilidades, mas não substitui o ensaio que verifica a identidade química ou biológica do conteúdo da embalagem. Sistemas digitais e inteligência artificial são recursos úteis quando conectados a amostras confiáveis e a padrões de comparação; isoladamente, podem apenas reproduzir erros dos dados de treinamento (Fernando *et al.,* 2025; Marín *et al.,* 2025).

Um aspecto pouco explorado é o custo de classificar incorretamente a autenticidade. Falsos positivos podem prejudicar produtores regulares, inclusive pequenos apicultores com méis de composição pouco representada em bibliotecas analíticas. Falsos negativos permitem persistência da adulteração. Por isso, a inovação relevante não é apenas alcançar elevada acurácia em laboratório, mas demonstrar desempenho com amostras cegas, instrumentos distintos, vários territórios e limites explícitos para resultados inconclusivos (He; Zeng, 2025; Zhang; Li; Zhao, 2024).

DISCUSSÃO CRÍTICA E PRIORIDADES PARA O BRASIL

A principal lacuna brasileira não é a ausência de técnicas capazes de identificar adulterantes; é a dificuldade de articular resultados analíticos comparáveis, fiscalização e comunicação pública. Há espaço para programas multicêntricos de mel que contemplem floradas, espécies de abelhas, climas e adulterantes C3 e C4; para bancos de espectros de leite que incluam variações sazonais e adulterações combinadas; e para análises de azeite e café que comparem triagem rápida com métodos confirmatórios sob condições reais de mercado.

A construção de séries nacionais exige relato padronizado de unidade amostral, tamanho da amostra, origem, sazonalidade, método, limites de detecção, critérios de classificação e proporção de resultados confirmados. Também é necessário distinguir o propósito tecnológico — selecionar rapidamente lotes suspeitos — do propósito pericial ou regulatório — sustentar uma conclusão sobre a identidade do produto. Essa separação melhora a utilidade da ciência para a tomada de decisão e reduz afirmações categóricas não sustentadas.

Finalmente, a interface com o consumidor precisa ser tratada como resultado científico aplicado. Informar que “um mel não cristalizou” pouco esclarece; explicar que adulterantes podem imitar as propriedades visíveis do mel e que a autenticação isotópica responde a fontes específicas de açúcar é mais útil. Da mesma forma, dizer que “o leite foi reprovado” é menos esclarecedor do que informar se a suspeita se refere à diluição, à composição fora do padrão ou à adição de agente químico. A transparência depende da precisão das categorias usadas na comunicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fraudes alimentares não se resumem à substituição visível de uma matéria-prima: elas podem alterar, de modo pouco perceptível, a composição de mel, leite, azeite, café e outros produtos. A ciência contribui para sua identificação quando transforma suspeitas em hipóteses testáveis, seleciona técnicas compatíveis com o adulterante e explicita o alcance de cada resultado. No Brasil, a literatura disponível indica cadeias vulneráveis, mas não autoriza ordenar todos os alimentos por uma prevalência nacional única. O avanço mais relevante será integrar amostragem representativa, validação externa, controles de cadeia e comunicação compreensível. Proteger o consumidor significa assegurar que a identidade anunciada possa ser demonstrada — não exigir que o comprador realize, em casa, análises que pertencem ao laboratório e à fiscalização.

REFERÊNCIAS

ANTÔNIO, D. C.; ASSIS, D. C. S.; BOTELHO, B. G.; SENA, M. M. Detection of adulterations in a valuable Brazilian honey by using spectrofluorimetry and multiway classification. **Food Chemistry**, v. 370, art. 131064, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131064.

ASLAM, N. *et al.* Overview of industrial food fraud and authentication through chromatography techniques and its impact on public health. **Food Chemistry,** v. 460, art. 140542, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140542.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Brasília, DF, 2000. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/legislacao/IN112000RTmel.pdf. Acesso em: 21 out. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018.** Estabelece critérios e procedimentos para produção, conservação, transporte, seleção e recepção de leite cru. Brasília, DF, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/plano-de-qualificacao-de-fornecedores-de-leite/

arquivos-do-pqfl/IN772018QualificodefornecedoresdeleiteatualizadapelaIN5919.pdf. Acesso em: 21 out. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Alerta de risco aos consumidores em produtos de origem vegetal.** Brasília, DF, 2023. Atualizado em: 17 jul. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-programas-nacionais-e-seguranca-dos-alimentos-1/programas-nacionais-e-seguranca-de-alimentos/comunicacao-de-risco-e-recolhimento-recall/alerta-de-risco-aos-consumidores-em-produtos-de-origem-vegetal. Acesso em: 21 out. 2026.

CAÑO-CARRILLO, I.; GILBERT-LÓPEZ, B.; RUIZ-SAMBLÁS, C.; MOLINA-DÍAZ, A.; GARCÍA-REYES, J. F. **Virgin olive oil authentication using mass spectrometry-based approaches: a review.** TrAC Trends in Analytical Chemistry, v. 181, art. 118029, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.118029.

CARVALHO, D. C.; NETO, D. A. P.; BRASIL, B. S. A. F.; OLIVEIRA, D. A. A. **DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil**. Mitochondrial DNA, v. 22, supl. 1, p. 97–105, 2011. DOI: https://doi.org/10.3109/19401736.2011.588219.

COMISSÃO EUROPEIA. Joint Research Centre. **Methods for verifying honey authenticity.** European Commission, 2025. Disponível em: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/food-fraud-quality/methods-verifying-honey-authenticity_en. Acesso em: 21 out. 2026.

FERNANDO, I.; FEI, J.; CAHOON, S.; CLOSE, D. C. A review of the emerging technologies and systems to mitigate food fraud in supply chains. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** v. 65, n. 26, p. 5108–5135, 2025. DOI: https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2405840.

HAIDER, A. *et al.* Food authentication, current issues, analytical techniques, and future challenges: a comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,** v. 23, n. 3, e13360, 2024. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.13360.

HE, W.; ZENG, Q. Non-invasive food authentication using vibrational spectroscopy techniques for low-resolution food fingerprinting. **Applied Sciences**, v. 15, n. 11, art. 5948, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/app15115948.

LIANG, C.; XU, Z.; LIU, P.; GUO, S.; XIAO, P.; DUAN, J. Integrating different detection techniques and data analysis methods for comprehensive food authenticity verification. **Food Chemistry,** v. 463, art. 141471, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141471.

LIMA, G. P. P. *et al.* Biogenic amines and stable isotopes in the quality and authenticity of honeys from Brazil. **Food Chemistry,** v. 427, art. 136702, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136702.

MARÍN, X.; GRAU-NOGUER, E.; GERVILLA-CANTERO, G.; RIPOLLES-AVILA, C.; CASTILLO, M. Emerging technologies for detecting food fraud: a review of the current landscape in the 2020s. **Trends in Food Science & Technology,** v. 165, art. 105313, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105313.

MOORE, J. C.; SPINK, J.; LIPP, M. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. **Journal of Food Science,** v. 77, n. 4, p. R118–R126, 2012. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x.

NANOU, E.; PLIATSIKA, N.; STEFAS, D.; POLYGENIS, D.; COURIS, S. Laser-induced breakdown spectroscopy as an emerging technique for olive oil, milk and honey authentication and traceability: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 144, art. 107650, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107650.

PRATA, J. C. Fourier transform infrared spectroscopy use in honey characterization and authentication: a systematic review. **ACS Food Science & Technology,** v. 4, n. 8, p. 1817–1828, 2024. DOI: https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.4c00377.

SHARMA, R. *et al.* ar. **Food Chemistry**, v. 454, art. 139817, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139817.

TIBOLA, C. S.; SILVA, S. A.; DOSSA, A. A.; PATRÍCIO, D. I. Economically motivated food fraud and adulteration in Brazil: incidents and alternatives to minimize occurrence. **Journal of Food Science,** v. 83, n. 8, p. 2028–2038, 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.14279.

ZHANG, S. *et al.* **Foodomics as a tool for evaluating food authenticity and safety from field to table: a review**. Foods, v. 14, n. 1, art. 15, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/foods14010015.

ZHANG, Z.; LI, Y.; ZHAO, S. Rapid analysis technologies with chemometrics for food authenticity field: a review. **Current Research in Food Science**, v. 8, art. 100676, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100676.