



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



NAIRA SOUZA DIAS PINHEIRO

**Contaminação Microbiológica e Migração Química de Embalagens
para Alimentos: Riscos à Segurança dos Alimentos e Estratégias de
Prevenção**

UBERLÂNDIA – MG

2026

NAIRA SOUZA DIAS PINHEIRO

**Contaminação Microbiológica e Migração Química de Embalagens
para Alimentos: Riscos à Segurança dos Alimentos e Estratégias de
Prevenção**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Química da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito para a conclusão do curso de
Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Danylo de Oliveira Silva

Uberlândia – MG

2026



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Engenharia Química				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso				
Data:	04/08/2026	Hora de início:	10h00	Hora de encerramento:	10h50
Matrícula do Discente:	12011EQU056				
Nome do Discente:	Naira Souza Dias Pinheiro				
Título do Trabalho:	Contaminação Microbiológica e Migração Química de Embalagens para Alimentos: Riscos à Segurança dos Alimentos e Estratégias de Prevenção				

A defesa do Trabalho de Conclusão de Curso remotamente, utilizando a plataforma Microsoft Teams, e a Banca Examinadora foi composta por: **Prof.ª Dr.ª Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros - FEQUI/UFU**, **Eng. M.e. Larissa Soares de Menezes - PPGEQ/UFU** e **Prof. Dr. Danylo de Oliveira Silva - FEQUI/UFU**, orientador da discente.

Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa, **Prof. Dr. Danylo de Oliveira Silva - FEQUI/UFU**, apresentou a Comissão Examinadora e a discente, e concedeu a esta a palavra para a exposição de seu trabalho. A duração da apresentação e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, em ordem e sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir a discente. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, em sessão secreta a Banca atribuiu o resultado, considerando a discente:

Aprovada. Nota: 95 (noventa e cinco).

Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que, após lida e achada conforme, foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Danylo de Oliveira Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/08/2026, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/08/2026, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Larissa Soares de Menezes, Usuário Externo**, em 04/08/2026, às 10:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7557073** e o código CRC **C6D09471**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão a todos que compartilharam comigo a jornada da graduação. As experiências vividas, os aprendizados coletivos e as longas horas de estudo em grupo fizeram toda a diferença no caminho até aqui.

Dedico este trabalho, em especial, ao meu querido amigo e colega de curso, Guilherme de Abreu, que infelizmente nos deixou durante a graduação. Sua amizade, companheirismo e dedicação foram fundamentais em minha trajetória. Tenho plena certeza de que cada passo dado até este momento carrega a sua presença e inspiração. A conclusão do curso de Engenharia Química é nossa.

Agradeço profundamente à minha família, pelo apoio incondicional, paciência e incentivo em todos os momentos, em especial aos meus pais, Morandir e Suzélia, que sempre acreditaram em mim e me sustentaram com amor.

Sou grata também aos meus amigos e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até esta conquista. Cada gesto, palavra e ajuda foram essenciais e jamais serão esquecidos.

Registro minha sincera gratidão ao meu orientador, Danylo, pela orientação, paciência e dedicação ao longo deste processo. Saiba que sua forma de trabalhar é inspiradora.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Química, pela contribuição à minha formação acadêmica e pessoal.

RESUMO

No mundo globalizado, o mercado de embalagens está aumentando proporcionalmente com o crescimento da economia, sendo que, quanto maior a produção de mercadorias, maior a necessidade de embalagens. Dessa forma, o estudo dos problemas envolvidos na utilização de embalagens se torna uma necessidade. Com isso, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise aprofundada, por meio de revisão da literatura científica, sobre os problemas de segurança dos alimentos decorrentes das embalagens, considerando os riscos de contaminação microbiológica e a migração de componentes químicos para os alimentos.

Os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e do relato de quatro casos evidenciaram que falhas na seleção de materiais, ausência de testes de migração e descumprimento das Boas Práticas de Fabricação podem comprometer a segurança dos alimentos. Conclui-se que a segurança dos alimentos depende da integração de medidas preventivas em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a seleção de matérias-primas e materiais de embalagem até o processamento, armazenamento e distribuição. A adoção rigorosa de programas de qualidade, treinamentos contínuos, ensaios de migração e auditorias periódicas é essencial para reduzir riscos e garantir alimentos seguros ao consumidor.

Palavras-chave: qualidade dos alimentos; fabricação de embalagens; processos; monitoramento microbiológico; regulamentação sanitária; componentes químicos; embalagens alimentícias.

ABSTRACT

In a globalized world, the packaging market is increasing proportionally with the growth of the economy, since the greater the production of goods, the greater the need for packaging. Thus, the study of the problems involved in the use of packaging becomes a necessity. Accordingly, this work aims to carry out an in-depth analysis, through a review of scientific literature, on food safety issues arising from packaging, considering the risks of microbiological contamination and the migration of chemical components into food.

The results obtained from the literature review and the report of four cases showed that failures in the selection of materials, absence of migration tests, and non-compliance with Good Manufacturing Practices can compromise food safety. It is concluded that food safety depends on the integration of preventive measures at all stages of the production chain, from the selection of raw materials and packaging materials to processing, storage, and distribution. The rigorous adoption of quality programs, continuous training, migration testing, and periodic audits is essential to reduce risks and ensure safe food for consumers.

Keywords: food quality; packaging manufacturing; processes; microbiological monitoring; sanitary regulation; chemical components; food packaging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Evolução das embalagens para alimentos.	12
Figura 2 – Diretrizes básicas do manual de boas práticas.	15
Figura 3 – Embalagens de vidro com sistemas de fechamento de materiais plásticos e metálicos.	17
Figura 4 – Estrutura do revestimento de uma embalagem metálica.	20
Figura 5 – Embalagens metálicas cobertas por verniz.	20
Figura 6 – Embalagens celulósicas.	21
Figura 7 – Interação entre alimento, embalagem plástica e ambiente externo.	23
Figura 8 – Fórmula infantil em pó da marca Nutramigen LGG.	26
Figura 9 – Exemplos de produtos afetados pela bactéria.	28
Figura 10 – Porcentagem de alimentos com presença de PFAs.	30

Quadros

Quadro 1 – Embalagens rígidas, semirrígidas e flexíveis.	16
Quadro 2 – Tipos de ligas metálicas e sua utilização.	19

Tabelas

Tabela 1 – Tipos de aços e suas composições.	18
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivos Gerais	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. METODOLOGIA	10
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1. Embalagens para alimentos	11
4.2. Segurança dos alimentos	12
4.3. Tipos de embalagens para alimentos	15
4.3.1. Embalagem de vidro	16
4.3.2. Embalagens metálicas.....	18
4.3.3. Embalagens celulósicas	21
4.3.4. Embalagens plásticas	22
4.4. Contaminação de alimentos por embalagens.....	23
4.5. Migração de componentes da embalagem para o alimento	24
5. RELATOS DE CASOS	26
5.1. Relato 1: contaminação microbiológica em fórmula infantil	26
5.2. Relato 2: contaminação por bactéria em carnes prontas para consumo	27
5.3. Relato 3: migração de compostos fluorados de embalagens de <i>fast food</i>	29
5.4. Relato 4: detecção de chumbo em tampas de iogurtes	30
6. IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE A: normas e diretrizes que regulamentam embalagens e alimentos	41

1. INTRODUÇÃO

A segurança dos alimentos é um dos principais desafios para a saúde pública e para as indústrias do setor alimentício. A alta demanda por produtos processados e embalados, impulsionada pelo aumento do consumo de refeições fora de casa, contribui significativamente para a disseminação de microrganismos e a disseminação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, uma vez que tais culturas estão diretamente ligadas ao consumo sem higienização e ao manuseio inadequados. Dessa forma, o hábito de consumir alimentos diretamente de suas embalagens expõe o consumidor a doenças de origem alimentar, que podem ser transmitidas por contaminações e representam um sério risco à saúde pública (Firme e Ueno, 2018; Mustafa e Andreescu 2018).

A contaminação microbiológica ocorre quando microrganismos proliferam nos alimentos, o que pode ocorrer devido a falhas no processo de produção, armazenamento inadequado ou em casos de interação com embalagens contaminadas (Ariosti, 2016).

Além dos riscos microbiológicos, a transferência de componentes químicos presentes nas embalagens para os alimentos também é uma preocupação. Aditivos como plastificantes, monômeros e oligômeros, presentes nos materiais das embalagens, podem ser transferidos para o conteúdo embalado durante o processamento ou armazenamento, num processo denominado migração (Alamri *et al.*, 2021).

Diante disso, é atribuída à Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA, conforme o artigo 8º da Lei nº 9.782/99, descrito no Apêndice A, a responsabilidade de regulamentar, controlar e fiscalizar produtos e serviços que possam representar riscos à saúde pública. Dentre esses produtos, incluem-se as embalagens destinadas ao contato com alimentos, bem como as instalações físicas e as tecnologias empregadas no processo de produção (ANVISA, 1999).

Apesar disso, os avanços tecnológicos têm proporcionado o desenvolvimento de embalagens mais seguras, utilizando materiais que minimizam riscos de contaminações e migrações para os alimentos (Versino *et al.*, 2023; Yousefi *et al.*, 2019).

Diante dos fatos expostos, apresentam-se os objetivos deste estudo na próxima seção.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

O trabalho tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre os riscos à segurança dos alimentos associados à contaminação microbiológica e à migração química de substâncias presentes nas embalagens para alimentos, abordando seus impactos na segurança dos alimentos e discutindo estratégias de prevenção.

2.2. Objetivos Específicos

Apresentam-se a seguir os objetivos específicos deste trabalho.

- Revisar a literatura científica sobre os principais tipos de embalagens utilizadas no mercado, os principais agentes microbiológicos e compostos químicos que podem migrar das embalagens para os alimentos, analisando seus riscos à saúde humana.
- Investigar os fatores que influenciam a contaminação microbiológica em embalagens alimentícias, considerando condições de armazenamento, manipulação e transporte.
- Analisar os mecanismos de migração química de substâncias das embalagens para os alimentos, verificando os tipos de migração.
- Avaliar as normativas e regulamentações vigentes relacionadas à segurança das embalagens para alimentos.
- Identificar estratégias de prevenção e controle para reduzir os riscos microbiológicos e químicos, considerando impactos ambientais e boas práticas de fabricação e armazenamento.
- Relatar alguns casos sobre o tema central deste trabalho.

3. METODOLOGIA

Em um primeiro momento, realizar-se-á uma exposição teórica a respeito do tema, com base em artigos científicos e livros, a fim de se criar um embasamento teórico relevante para que se possa discutir sobre cada um dos tópicos presentes neste estudo.

A partir disso, discutir-se-á a respeito das embalagens alimentícias utilizadas atualmente no ramo alimentício, destacando os pontos positivos e negativos da sua

utilização. Além disso, avaliar-se-ão fatores que podem influenciar a migração química, a contaminação microbiológica e os impactos na segurança dos alimentos.

Vale ressaltar que as plataformas utilizadas para realizar o levantamento de informações foram: Google Acadêmico, *ScienceDirect* e *Web of Science*. Como palavras-chave, utilizaram-se: embalagens alimentícias, contaminação microbiológica, migração química, segurança dos alimentos, materiais de embalagem, boas práticas de fabricação, controle sanitário e qualidade dos alimentos. Por fim, destaca-se as buscas não foram limitadas a um período específico.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Embalagens para alimentos

O uso das embalagens se iniciou a partir da necessidade de guardar ou transportar alimentos e objetos, desde que o homem precisou sair de um local fixo para procurar alimentos e melhores condições de sobrevivência. A partir disso, surgiram as primeiras embalagens rudimentares feitas com crânio e estômago de animais, chifres ocos, grandes conchas e folhas de plantas (Andrade *et al.*, 2021).

Os egípcios foram os primeiros a utilizarem embalagens em alimentos, usando o papel, proveniente da planta de papiro, para embalar vegetais e especiarias. Entretanto, em épocas passadas, somente materiais naturais estavam disponíveis e eram utilizados para embalagens, os quais incluíam folhas, peles de animais, cascas de coco e de outros vegetais secos. Após alguns anos, caixas e barris de madeira, cestas de junco e sacos de tecido trançado passaram a ser utilizados. Com o descobrimento de novas matérias-primas, vasos de cerâmica entraram em uso para o armazenamento de água (Dudeja, Gupta e Minhas, 2016). Na Figura 1 ilustra-se a evolução desses materiais ao longo do tempo.

Figura 1 – Evolução das embalagens para alimentos.



Fonte: gerado por IA (Microsoft Copilot, 2026).

Atualmente, a embalagem é um componente essencial no comércio global, preservando a qualidade dos alimentos. Ela desempenha um papel fundamental de proteção aos produtos embalados contra condições externas, garantindo a segurança dos alimentos, facilitando o transporte e o armazenamento (Wyrwa e Barska, 2017).

De acordo com o *International Packaging Institute* (IPI), a embalagem é definida como o invólucro de produtos ou itens em uma bolsa, saco, caixa, copo, bandeja, lata, tubo, garrafa ou outra forma de recipiente embrulhado para executar uma ou mais das seguintes funções: contenção, proteção, preservação, comunicação, utilidade e desempenho. Sendo que ela se torna mais crítica quando se trata de produtos alimentícios, farmacêuticos e medicinais que entram em contato com órgãos humanos internos e podem afetar diretamente a saúde do consumidor (Kontominas, 2020).

Segundo Lautenschläger (2001), o conceito de embalagem pode ser variado de acordo com a perspectiva em que é observada. Para o marketing, a embalagem é a forma com que o consumidor será atraído para a compra do produto. Para a área de design é a forma de proteção até chegar ao consumidor. Para o consumidor é a forma de satisfazer o desejo de consumir tal produto. Para a engenharia industrial, a embalagem é um meio de proteção do material embalado durante o transporte e armazenamento.

4.2. Segurança dos alimentos

O alimento é uma das principais fontes de energia para vida e para manter o bom funcionamento do corpo humano. O aumento da demanda por alimentos tem levado os consumidores a buscarem fontes alternativas de alimentos com altos valores nutricionais. Entretanto, os produtos alimentícios podem nem sempre ser completamente seguros. A contaminação por substâncias nocivas é um fator crucial na qualidade dos alimentos,

sendo fundamental para a saúde pública o monitoramento contínuo para manutenção de segurança e qualidade (Modi *et al.*, 2021).

A segurança dos alimentos é um dos principais desafios da indústria alimentícia, visto que os alimentos podem ser contaminados por parasitas, agentes tóxicos, bactérias e patógenos, bem como por poluentes que causam mais de 200 doenças, incluindo doenças infecciosas graves e até cânceres (Fukuda, 2015).

A contaminação de alimentos por microrganismos patogênicos e deteriorantes resulta em problemas severos de segurança dos alimentos e riscos ao bem-estar dos seres humanos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), alimentos inseguros causam 866 milhões de casos de doenças e 1,5 milhão de mortes por ano, sendo as crianças pequenas o grupo mais vulnerável (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2026). Além disso, a deterioração microbiana é responsável por, aproximadamente, 0,3 gigatonelada de desperdício de alimentos a cada ano (Becerril, Nerín e Silva, 2020).

Nesse sentido, as alterações nas condições de manipulação de alimentos ao longo da cadeia de abastecimento podem levar a uma maior contaminação dos alimentos, principalmente nas estações de transferência onde as condições não são devidamente controladas (Badia-Melis *et al.*, 2018).

Sendo assim, além das normas que devem ser cumpridas para fabricação e manipulação de embalagens, existem algumas ferramentas que contribuem para garantir um ambiente seguro e controlar os perigos do processo produtivo, como o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF), detalhadas a seguir.

O sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), conhecido internacionalmente pela sigla HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), surgiu inicialmente na década de 1950 em indústrias químicas britânicas. Posteriormente, nas décadas de 1960 e 1970, foi amplamente aplicado em instalações de energia nuclear e, mais tarde, adaptado para o setor alimentício pela empresa Pillsbury, atendendo a uma solicitação da NASA. O objetivo era garantir que os alimentos consumidos por astronautas não representassem riscos à saúde, como doenças transmitidas por alimentos ou contaminações por partículas soltas durante os voos espaciais (Ribeiro-Furtini e Abreu, 2006).

A APPCC representa uma metodologia científica voltada ao controle de processos produtivos. Seu propósito é prevenir falhas e garantir que medidas de controle sejam aplicadas em pontos específicos da cadeia produtiva, onde exista potencial para

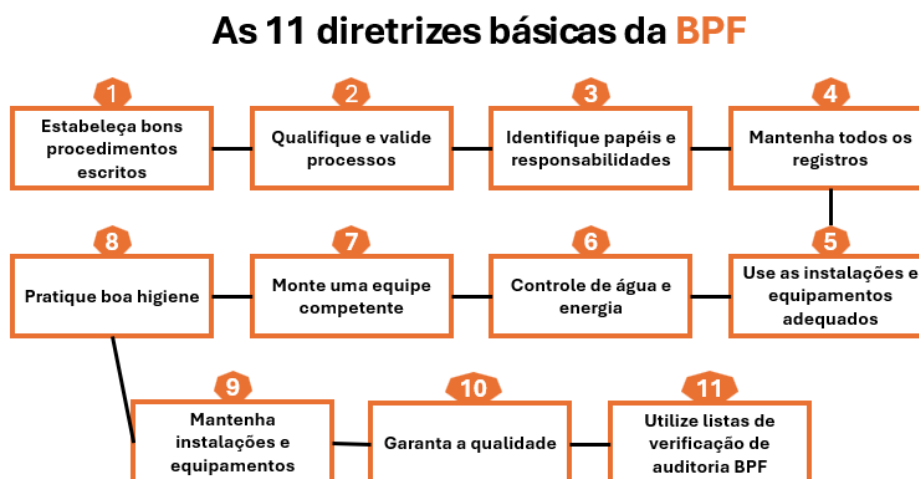
ocorrência de riscos ou situações críticas que comprometam a segurança do produto (Brasil, 1998).

A implementação do sistema APPCC deve estar acompanhada por um conjunto de programas de pré-requisitos, que garantam as condições básicas de higiene, organização e infraestrutura necessárias para a produção segura de alimentos. Esses cuidados envolvem a limpeza adequada das instalações, dos equipamentos e utensílios utilizados, bem como a higiene pessoal dos manipuladores e demais colaboradores envolvidos no processo produtivo (Quintino e Rodolpho, 2018).

Entre os principais programas de pré-requisitos estão as Boas Práticas de Fabricação (BPF), documento que descreve de forma sistematizada como o estabelecimento deve produzir, manipular, armazenar e distribuir alimentos em condições higiênico-sanitárias adequadas, em conformidade com a legislação sanitária vigente, com o objetivo de garantir a segurança dos alimentos e proteger a saúde do consumidor. Nesse manual são detalhados aspectos como a descrição das instalações físicas, o fluxo de produção, o *layout*, as condições de estrutura, ventilação, iluminação e abastecimento de água, bem como os procedimentos de higienização de equipamentos, utensílios, superfícies e ambientes, incluindo frequência, métodos e produtos utilizados. Esses elementos formam a base estrutural necessária para que o APPCC funcione de forma eficaz, prevenindo riscos e garantindo a conformidade sanitária dos alimentos produzidos (Quintino e Rodolpho, 2018).

Além disso, o documento estabelece regras claras de higiene e conduta para os manipuladores de alimentos, abordando higiene pessoal, uso de uniformes e equipamentos de proteção, controle de saúde e práticas corretas de manipulação em todas as etapas, desde o recebimento das matérias-primas até o preparo, armazenamento, transporte e distribuição, com ênfase em controle de tempo e temperatura para prevenir a multiplicação de microrganismos. O manual também contempla o controle da qualidade da água, o manejo adequado de resíduos, o controle integrado de pragas e a implementação de Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) para atividades consideradas críticas, como higienização, controle de pragas, manutenção e manipulação de alimentos. Por fim, o Manual de BPF define rotinas de monitoramento, registros, rastreabilidade, verificação de não conformidades e ações corretivas, funcionando como um instrumento essencial para padronizar processos, reduzir riscos de contaminação e assegurar a qualidade dos produtos oferecidos ao consumidor (Quintino e Rodolpho, 2018). Na Figura 2 listam-se as onze principais diretrizes do manual.

Figura 2 – Diretrizes básicas do manual de boas práticas.



Fonte: Matias (2025), adaptado pela autora.

Sabe-se que a embalagem é um método bem estabelecido para proteger a qualidade dos alimentos durante todas as etapas de produção, visto que a contaminação e a deterioração microbiana geralmente começam na superfície dos alimentos (Guo, Yadav, e Jin, 2017). Ademais, as condições higiênico-sanitárias e de BPF para estabelecimentos que produzem alimentos ou embalagens para alimentos devem ser controladas e são determinadas pelas Portarias 1428/1993 e 326/1997 (Brasil, 1993; Brasil 1997).

A crescente complexidade da segurança dos alimentos gera a necessidade de soluções eficazes para proteger os consumidores contra os riscos de contaminações. Nesse contexto, as embalagens desempenham um papel essencial na preservação da qualidade e na proteção contra agentes externos.

4.3. Tipos de embalagens para alimentos

As embalagens de produtos alimentícios podem ser de metal, plástico, vidro ou papel. Atualmente, ainda podem ser encontradas embalagens de madeira, têxteis e cortiça, porém em menor escala. Em alguns casos, a embalagem é classificada conforme a espessura do material que a compõe (Jorge, 2013). Além disso, segundo o Instituto Federal do Paraná (2013), as embalagens são classificadas em três níveis conforme sua função na cadeia de distribuição: primárias, secundárias e terciárias.

- Embalagem primária: aquela que está em contato direto com o alimento, como latas metálicas, garrafas de vidro, bandejas plásticas ou caixas cartonadas para líquidos.

- Embalagem secundária: envolve a primária, servindo para agrupar ou proteger várias unidades, como caixas de papelão que contêm latas ou garrafas.
- Embalagem terciária: utilizada para transporte e logística, como paletes, filmes plásticos para unitização ou grandes caixas de papelão.

Essa diferenciação é importante, pois cada nível de embalagem desempenha um papel específico na proteção, conservação e segurança alimentar, mas também pode representar riscos distintos de migração química ou contaminação microbiológica.

No Quadro 1 estão dispostas as classificações das embalagens quanto à sua rigidez.

Quadro 1 – Embalagens rígidas, semirrígidas e flexíveis.

Embalagens	Vidro	Metálica	Plástica	Papel
Rígida	Garrafas e frascos	Latas em folha de flandres e alumínio	Bandejas, garrafas, potes, grades e caixas	Caixas de papelão
Semirrígida	-	Bandejas de alumínio	Bandejas em poliestireno expandido Frascos, copos e potes termo-formados	Caixas e cartuchos em cartolina Bandejas e alvéolos em polpa moldada
Flexíveis	-	Folha de alumínio Estruturas laminadas	Filmes Estruturas laminadas	Folha de papel Estruturas laminadas

Fonte: Jorge (2013).

Nos diferentes setores da indústria alimentícia, são empregados os mais diversos tipos de embalagens para alimentos. A escolha do tipo de embalagem pode variar de acordo com o conteúdo a ser embalado.

4.3.1. Embalagem de vidro

As embalagens de vidro são compostas basicamente de sílica (SiO_2) combinada a vários outros óxidos inorgânicos. Sua composição pode ser modificada a fim de alterar algumas de suas propriedades físicas, como resistência, transparência e moldabilidade (Yam, Takhistov, e Miltz, 2005).

O vidro é um material impermeável que fornece barreira total contra umidade, gases, odores e microrganismos. É considerado um material inerte, ou seja, não apresenta reações químicas com o conteúdo armazenado nem com o meio externo, evitando assim

problemas como a migração de substâncias da embalagem para o alimento ou a entrada de compostos presentes no ambiente (Azeredo e Faria, 2012).

A utilização da embalagem de vidro proporciona algumas vantagens, como a retornabilidade, ou seja, as embalagens de vidro podem ser reutilizadas para o mesmo objetivo por mais de 30 vezes, uma vez que o vidro permite a lavagem e desinfecção usando temperaturas elevadas e agentes químicos de limpeza que garantem a higienização da embalagem sem colocar em risco a segurança dos alimentos e, após chegarem ao fim da sua vida útil, são recicladas e voltam ao mercado compondo novas embalagens. Além disso, o material é higiênico, asséptico, versátil e possui alta inércia química, ou seja, as reações químicas levam muito tempo para acontecer, garantindo maior preservação das características originais do conteúdo embalado, o que significa maior tempo de vida útil. Não obstante, suas desvantagens são o custo elevado, o peso e a fragilidade, visto que um arranhão pode reduzir sua resistência. Além disso, se o vidro for transparente, há a passagem de luz, que pode oxidar alguns alimentos (Jorge, 2013).

Segundo Heath e Reineccius (1986), o vidro é o único material utilizado para embalagem que não transfere sabor para o alimento. Porém, as embalagens de vidro contam com sistemas de fechamento de material plástico ou metálico, como ilustrado na Figura 3, o que pode resultar em algum grau de migração.

Figura 3 – Embalagens de vidro com sistemas de fechamento de materiais plásticos e metálicos.



Fonte: Da Naka (2015).

4.3.2. Embalagens metálicas

O principal material utilizado no processo de fabricação das embalagens metálicas é chamado de aço base, e nele estão presentes elementos que exercem funções relacionadas à resistência mecânica e à corrosão. Na Tabela 1 mostram-se alguns tipos de aço que variam de acordo com a sua composição.

Tabela 1 – Tipos de aços e suas composições.

Elemento	Tipo D	Tipo L	Tipo MC	Tipo MR
Carbono	0,12	0,13	0,13	0,13
Magnésio	0,60	0,70	0,60	0,60
Fósforo	0,02	0,015	0,15	0,02
Enxofre	0,05	0,05	0,05	0,05
Silício	0,02	0,010	0,01	0,01
Cobre	0,2	0,06	0,20	0,20
Níquel	-	0,04	-	-
Cromo	-	0,06	-	-
Molibdênio	-	0,05	-	-
Outros	-	0,02	-	-

Fonte: CSN (2024).

Os diferentes tipos de liga apresentados podem ser indicados para as aplicações descritas no Quadro 2 a seguir (IPT, 2016).

A presença de fósforo aumenta a rigidez da folha, mas reduz sua resistência à corrosão, sendo recomendado um teor máximo de 0,015%. Já o silício deve estar entre 0,01% e 0,02%, pois concentrações elevadas prejudicam a estampagem e o processo de fabricação do aço. Quanto ao cobre, valores acima de 0,1% aceleram a corrosão da folha de flandres em determinados tipos de conservas alimentícias (Anjos, 1989).

As embalagens metálicas constituem uma excelente barreira contra a passagem de luz, umidade e gases. Dessa forma, o seu ponto crítico de controle seria referente à corrosão e à migração de componentes dos vernizes que são utilizados nessa classe de embalagens a fim de minimizar as interações dos metais da embalagem com os produtos acondicionados no seu interior (Azeredo e Faria, 2012).

Durante a fabricação, as folhas de flandres passam por um processo de eletrodeposição de estanho sobre o aço base, formando uma camada intermediária de ferro e estanho (FeSn_2). Esse processo é de fundamental importância, pois a partir dele, é possível melhorar a resistência das folhas à corrosão.

Quadro 2 – Tipos de ligas metálicas e sua utilização.

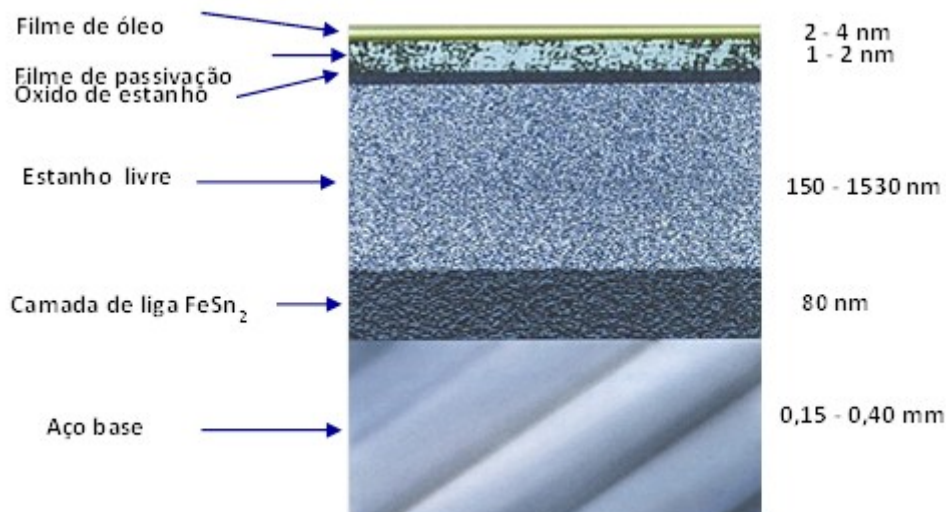
Liga metálica	Características	Exemplos de alimentos embalados
MR	Baixa presença de elementos residuais. Indicada para alimentos de baixa corrosividade, como vegetais e carnes.	Milho verde, ervilha, legumes, palmito, feijão enlatado, atum, sardinha, carne bovina em conserva, salsicha, presunto enlatado.
MC	Apresenta maior resistência mecânica, sendo utilizada em embalagens submetidas a maiores esforços durante fabricação, transporte ou esterilização.	Leite condensado, leite em pó, achocolatado em pó, café, fórmulas infantis, alimentos industriais que utilizam latas de grande capacidade.
L	Desenvolvida para alimentos mais corrosivos, devido à sua melhor resistência à ação química.	Molho de tomate, extrato de tomate, frutas em calda, compotas, produtos à base de frutas cítricas
D	Possui elevada maleabilidade, permitindo a fabricação de embalagens com geometrias mais complexas e paredes mais finas	Bebidas em lata (refrigerantes, cervejas, energéticos), latas com formatos especiais para chocolates, biscoitos, balas e cafés especiais.

Fonte: IPT (2016)

De modo geral, as embalagens metálicas em sua maioria possuem seu corpo coberto por óleos, os quais são responsáveis por facilitar o manuseio das bobinas ou folhas de flandres no processo de separação para fabricação das latas metálicas e na prevenção da corrosão atmosférica (Azeredo e Faria, 2012).

Na Figura 4 esquematiza-se uma embalagem metálica e na Figura 5 apresentam-se embalagens metálicas que são cobertas por verniz.

Figura 4 – Estrutura do revestimento de uma embalagem metálica.



Fonte: CSN (2024).

Figura 5 – Embalagens metálicas cobertas por verniz.



Fonte: Company (2025).

A migração de compostos da embalagem para o alimento pode ter origem no verniz, o qual está em contato direto com o produto, ou em alguns casos, pode ocorrer a transferência dos metais que compõem a lata (Azeredo e Faria, 2012).

No início do uso da folha-de-flandres, a baixa qualidade do revestimento de estanho levava a uma ingestão excessiva desse metal, podendo causar intoxicações alimentares. Atualmente esse problema foi superado graças ao avanço das técnicas de

deposição de estanho e ao uso de latas com revestimento interno de verniz, que garantem maior segurança. Porém, a ingestão humana de elevados teores de estanho provoca perturbações gastrointestinais. O nível máximo de estanho aceito em alimentos é de 250 mg/kg (Wenzel, 2023).

4.3.3. Embalagens celulósicas

Os principais materiais celulósicos utilizados em embalagens são o papel, o papelão e o celofane. Para serem utilizados como embalagens primárias, ou seja, que entram em contato direto com o produto, esses materiais são associados a outros, como plástico e alumínio (Khwaldia, Arab-Tehrany, e Desobry, 2010). Exemplos de embalagens celulósicas podem ser visualizados na Figura 6.

Figura 6 – Embalagens celulósicas.



Fonte: RCKY (2025).

Segundo Battisti (2016), a alta higroscopicidade do papel faz com que embalagens desse material absorvam grande quantidade de umidade do ambiente, o que prejudica suas propriedades mecânicas. Por isso, torna-se indispensável a aplicação de um revestimento, que aumenta a resistência da embalagem, protege o produto acondicionado e evita sua deterioração, especialmente no caso de alimentos. Em sua maioria, as embalagens celulósicas são utilizadas quando o tempo de exposição direto com o alimento é menor ou em temperaturas controladas.

As embalagens feitas à base de celulose são amplamente utilizadas como embalagens secundárias, aquelas que não entram em contato direto com o produto. Entre

eles, destacam-se o papel-cartão e o papelão ondulado, este último muito empregado em volumes maiores devido a sua boa rigidez, fácil manuseio e capacidade de proteger contra impactos. Além disso, o papelão ondulado também costuma ser usado como embalagem primária, especialmente para acondicionar e transportar frutas e hortaliças (Sousa *et al.*, 2012).

O principal problema das embalagens de celulose seriam os solventes e adesivos que são utilizados na sua fabricação, assim como as tintas que podem eventualmente ser aplicadas na impressão das embalagens e migrar para o produto envasado (Azeredo e Faria, 2012).

Além disso, o revestimento plástico, frequentemente aplicado para conferir barreira à umidade e gordura, também pode representar um problema, pois dificulta a reciclagem do material. A presença de camadas de polímeros, laminados ou revestimentos em embalagens celulósicas torna o processo de separação e reciclagem mais complexo e dispendioso, limitando a sustentabilidade desse tipo de embalagem (Oberle *et al.*, 2025).

4.3.4. Embalagens plásticas

As embalagens plásticas são a classe que mais interage com o alimento, além de serem inerentemente permeáveis. Baseando-se nisso, a utilização dos polímeros permite a obtenção de ampla gama de propriedades. As principais características que devem ser consideradas na escolha de polímeros para embalagens de alimentos são suas propriedades de barreira a gases e vapor de água, resistência mecânica, rigidez, flexibilidade, resistência química e termossoldabilidade (Azeredo e Faria, 2012).

A utilização de polímeros em sistemas monocamadas muitas vezes não confere os requisitos mínimos de proteção necessários para a conservação de alimentos. Por isso, são empregados sistemas chamados multicamadas, os quais são constituídos de duas ou mais camadas de um mesmo material ou de materiais diferentes. Essa técnica tem como objetivo unir propriedades distintas de diferentes materiais conferindo melhores barreiras às embalagens (Fabris, Freire, e Reyes, 2016).

Pensando nisso, atualmente existem mais de 30 tipos diferentes de plásticos, aos quais são incorporados diversos aditivos durante o processo de transformação, proporcionando melhor desempenho às embalagens. Esses aditivos incluem, por exemplo, antioxidantes, estabilizantes, lubrificantes, agentes antiestáticos e agentes antibloqueio. Além disso, também podem estar presentes nas embalagens plásticas compostos reativos, como monômeros, geralmente em concentrações baixas,

considerados resíduos, sendo exemplos o estireno, o cloreto de vinila e a caprolactama. Além dos aditivos e monômeros residuais, podem ser encontrados solventes provenientes de tintas de impressão e outros resíduos químicos utilizados no processamento do material de embalagem (Coltro e Machado, 2011).

Dessa forma, fica evidente que as embalagens plásticas não são inertes, pois todos esses compostos dispersos na matriz polimérica constituem potenciais contaminantes aos alimentos (Coltro e Machado, 2011). O processo de migração de componentes de embalagens plásticas para os alimentos envasados está representado na Figura 7.

Figura 7 – Interação entre alimento, embalagem plástica e ambiente externo.



Fonte: Coltro e Machado (2011).

4.4. Contaminação de alimentos por embalagens

A contaminação dos alimentos pode acontecer na sua manipulação ou no próprio ambiente em que foram produzidos ou envasados. Muitos microrganismos presentes nos alimentos não ocasionam alterações no sabor, aroma ou visual daquele produto. Os principais agentes biológicos que causam a contaminação são vírus, bactérias, protozoários, vermes (parasitas), fungos e toxinas microbianas (Louredo, 2012).

De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/04, regulamentada pela ANVISA, melhor descrita no Apêndice A, que estabelece procedimentos de Boas Práticas para serviços de alimentação a fim de garantir as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado, o requisito para uma unidade de serviço de alimentação compreende aspectos de edificação, instalações, equipamentos, utensílios, controle de vetores e pragas urbanas, abastecimento de água, matérias-primas, ingredientes e embalagens, higiene e saúde dos manipuladores, preparação, armazenamento e transporte do produto (Brasil, 2004).

Segundo Poças e Moreira (2003), é essencial compreender as características físicas, químicas e biológicas do produto, assim como as etapas do processo que as influenciam, a fim de identificar os perigos biológicos, físicos e químicos. Ainda evidencia, como perigos biológicos, os patógenos de origem bacteriana, Gram positivos (*Clostridium botulinum* e *C. perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*) e negativos (*Salmonella* e *Shigella*), bactérias emergentes, vírus, parasitas e protozoários e micotoxinas.

De acordo com Fonseca e Pereira (2013), a contaminação por embalagens pode ocorrer devido a falhas higiênicas relacionadas aos utensílios, manipuladores e à limpeza do ambiente. Por isso, é fundamental que as condições higiênico-sanitárias sejam seguidas em toda a cadeia de produção, desde a matéria-prima até o produto. A adoção das medidas de controle descritas no manual de boas práticas contribui para a redução da contaminação dos alimentos no ambiente de produção e comercialização.

4.5. Migração de componentes da embalagem para o alimento

Quando ocorre o contato direto entre um alimento e o material de embalagem, de qualquer natureza, haverá interações entre eles. Esse fato pode acarretar a absorção de constituintes pelo alimento e consequente perda de suas características sensoriais, podendo fazer com que ele se torne impróprio para consumo (Fabris, Freire e Reyes, 2006).

O processo de migração, por si só, não constitui necessariamente um risco à saúde, mas é tratado como uma questão regulatória em muitos países, os quais estabelecem normas quanto aos materiais permitidos, limites máximos de migração e restrições específicas de uso (Arvanitoyannis e Bosnea, 2004).

A contaminação de substâncias químicas provenientes de embalagens pode não somente alterar as características sensoriais do produto, mas também expor o consumidor a substâncias tóxicas (Arvanitoyannis e Bosnea, 2004).

O processo de migração pode ser potencializado devido a alguns fatores, como as características físico-químicas do alimento, tais como pH e percentual de lipídios, tempo de contato, temperatura de armazenamento, relação superfície de contato/volume de alimento, entre outros (Dias, 2016).

Os componentes dos materiais destinados a entrar em contato com alimentos devem estar incluídos nas listas positivas, que são as listas de “substâncias que provaram

ser fisiologicamente inócuas em ensaios com animais e cujo uso está autorizado para a fabricação de materiais que entrarão em contato com alimentos” (Brasil, 2001).

Os componentes presentes nas listas positivas não apresentam riscos quando utilizados em embalagens primárias, desde que não ultrapassem os limites estabelecidos por lei, como o limite de migração total (LMT), o limite de migração específica (LME) e o limite de composição (LC), quando aplicáveis.

A Resolução RDC nº 91/2001 (Brasil, 2001) define alguns conceitos importantes para compreensão desta matéria, e que são listados a seguir.

- **Simulante:** substância que reproduz o comportamento de um grupo de alimentos com características semelhantes, sendo utilizada para testes de migração e segurança de embalagens.
- **Migração total ou global:** o ensaio de migração total tem como objetivo quantificar a transferência global de substâncias do material ou embalagem para o alimento, conforme as condições de teste estabelecidas na RDC nº 91/2001 (Brasil, 2001). Esse ensaio deve ser aplicado a todos os tipos de materiais e embalagens, exceto naqueles destinados exclusivamente ao contato com alimentos secos. Vale destacar que o ensaio não permite identificar a natureza ou a origem das substâncias migrantes, mas sim medir a quantidade total de resíduos extraídos após a simulação das condições de uso. De acordo com os limites estabelecidos pelas RDC nº 589/2021 (Brasil, 2021b) e nº 51/2010 (Brasil, 2010) da ANVISA, o valor de migração total deve ser inferior a 50 mg de resíduo por kg de simulante alimentar, ou 8 mg por dm² de área de contato da amostra.
- **Migração específica:** quantidade de um componente não polimérico de interesse toxicológico transferida dos materiais em contato com alimentos para os próprios alimentos ou seus simulantes, sob condições equivalentes de ensaio.
- **Limite de migração total (LMT):** quantidade máxima admissível de componentes do material em contato com alimentos, transferida para os simulantes sob as condições de ensaio.
- **Limite de migração específica (LME):** quantidade máxima permitida de um componente específico do material em contato com alimentos, transferida para os simulantes nas condições de ensaio.
- **Limite de composição (LC):** quantidade máxima permitida de um componente específico de interesse toxicológico presente no material em contato com alimentos.

É responsabilidade tanto do fabricante quanto do comercializador de embalagens para alimentos assegurar o cumprimento das normas estabelecidas pela ANVISA, garantindo que os materiais estejam em conformidade com a legislação vigente antes de sua comercialização. Essa conformidade deve ser comprovada por meio de ensaios específicos, cujos resultados devem constar em laudos técnicos que demonstrem que os materiais atendem aos requisitos de segurança e migração estabelecidos. Recomenda-se que os ensaios sejam realizados por laboratórios acreditados de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, que assegura a implementação de um sistema de gestão da qualidade e a confiabilidade dos resultados analíticos emitidos (Brasil, 2012).

5. RELATOS DE CASOS

5.1. Relato 1: contaminação microbiológica em fórmula infantil

Em janeiro de 2024 a ANVISA proibiu de forma preventiva seis lotes da fórmula infantil em pó da marca Nutramigen LGG (Figura 8). A proibição ocorreu após um comunicado proveniente da agência reguladora norte-americana U.S. Food and Drug Administration (FDA), em que o órgão alertava os pais e responsáveis de recém-nascidos que a empresa fabricante do produto havia feito um recolhimento voluntário dos lotes por possível contaminação pela bactéria *Cronobacter sakazakii* (ANVISA, 2024).

Figura 8 – Fórmula infantil em pó da marca Nutramigen LGG.



Fonte: FDA (2024).

O produto em questão é uma fórmula utilizada por bebês com alergia ao leite de vaca. *Cronobacter sakazakii* é um patógeno encontrado naturalmente no ambiente e pode entrar em instalações de fabricação por meio de calçados, mãos e outras superfícies contaminadas. A forma clínica mais frequente da infecção por *Cronobacter spp.* é a meningite, podendo ocorrer outras complicações como enterocolite necrosante,

bacteremia, septicemia e sequelas irreversíveis. A taxa de mortalidade é elevada nos grupos de risco (Sincofarma-RIO, 2024).

Em 14 de dezembro de 2023 o Ministério da Saúde de Israel notificou a FDA de que o produto infantil, produzido na unidade da Mead Johnson em Zeeland, Michigan, e importado dos Estados Unidos, havia apresentado resultado positivo para espécies de *Cronobacter*. O teste foi realizado na fronteira israelense durante amostragem de rotina. Após isso, Israel iniciou o sequenciamento genômico completo (WGS) para confirmar a contaminação. Em 28 de dezembro de 2023, a FDA recebeu os resultados dos testes WGS das autoridades de saúde israelenses, que confirmaram a presença do patógeno (FDA, 2024).

A empresa responsável iniciou o recolhimento voluntário de mais de 675 mil latas do produto em 20 diferentes países. A operação gerou um impacto financeiro significativo, somando ao recolhimento voluntário, a queda das ações da empresa e os danos à reputação da marca (FDA, 2024).

O caso evidencia como a contaminação microbiológica em produtos destinados a recém-nascidos representa um risco crítico à saúde pública. Além das graves consequências clínicas, o caso mostrou o alcance global e os prejuízos econômicos de um *recall* em larga escala, reforçando que a prevenção deve ser criteriosa em todas as etapas da produção para proteger consumidores vulneráveis e preservar a confiança no setor alimentício. Cabe destacar que a investigação não apontou se a embalagem foi a fonte primária do problema, dada a complexidade da cadeia produtiva e a multiplicidade de fatores envolvidos.

5.2. Relato 2: contaminação por bactéria em carnes prontas para consumo

Em outubro de 2024, nos Estados Unidos, o Serviço de Inspeção e Segurança dos alimentos (FSIS, na sigla em inglês para *Food Safety and Inspection Service*) identificou 23 produtos da marca Yu Shang contaminados por *Listeria monocytogenes*. Os produtos afetados incluíram uma variedade de carnes prontas para consumo, como coxas de frango, linguiça de frango, pernil de boi, barriga de porco, entre outros (Ndmais, 2024). Alguns dos produtos afetados podem ser visualizados na Figura 9.

Figura 9 – Exemplos de produtos afetados pela bactéria.



Fonte: Food Poison Journal (2024).

O surto resultou em 11 casos de contaminação em quatro estados dos Estados Unidos: Califórnia, Illinois, Nova Jersey e Nova York. Após a inspeção, a empresa realizou o recolhimento de mais de 32 mil quilogramas de produtos (Yu Shang Food, 2025).

O consumo de alimentos contaminados com a bactéria pode ocasionar listeriose, uma infecção grave que afeta principalmente pessoas do grupo de risco, como idosos, pessoas com o sistema imunológico enfraquecido, gestantes e recém-nascidos. A infecção pode causar febre, dores musculares, dor de cabeça e convulsões (Yu Shang Food, 2025).

A contaminação foi descoberta durante uma inspeção de rotina da fábrica realizada pelo FSIS. A bactéria foi encontrada tanto nos produtos quanto no ambiente de produção e embalagens (Lima, 2024). No entanto, não foi possível confirmar se a fonte primária da contaminação estava diretamente relacionada às embalagens ou a outros fatores ambientais e de manipulação.

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria Gram-positiva que pode ser encontrada no solo, água e vegetação. Sua capacidade de sobreviver e até se multiplicar em temperaturas de refrigeração a torna particularmente perigosa em alimentos prontos para consumo, como carnes processadas, laticínios e vegetais minimamente processados. Um dos principais fatores que contribuem para sua disseminação é a contaminação cruzada, geralmente resultante de falhas em rotinas de higiene durante o processamento, armazenamento ou manipulação dos alimentos (Barancelli *et al.*, 2011).

Embora a embalagem não tenha sido confirmada como fonte primária da contaminação, o caso evidencia que ela pode atuar como vetor secundário em ambientes

com falhas higiênico-sanitárias. Isso reforça a importância de medidas preventivas para reduzir riscos microbiológicos e garantir a segurança dos alimentos.

5.3. Relato 3: migração de compostos fluorados de embalagens de *fast food*

Pesquisadores do Instituto *Silent Spring*, de Massachusetts, nos Estados Unidos, realizaram um estudo sobre a migração de compostos fluorados para alimentos de *fast food*.

Segundo Zareitalabad *et al.* (2013), os compostos químicos perfluorados (PFCs, na sigla em inglês para *Perfluorinated compounds*), também conhecidos como PFASs (sigla em inglês para *Per-and polyfluoroalkyl substances*), são amplamente utilizados em produtos de consumo. As suas propriedades hidrofóbicas e lipofóbicas, tornam os produtos resistentes a manchas e impermeáveis. As ligações carbono-flúor presentes nos PFAs, os deixam extremamente resistentes à degradação, mesmo em altas temperaturas.

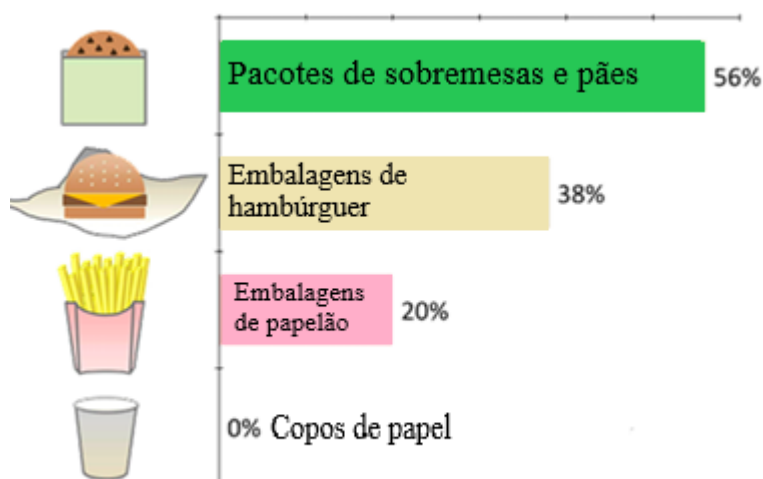
Barry, Winquist e Steenland (2013), escreve que estudos epidemiológicos associaram a exposição aos PFASs de cadeia longa, como o ácido perfluorooctanóico (PFOA) e o perfluorooctanossulfônico (PFOS), ao câncer de rim e de testículo. Além disso, Lopez-Espinosa *et al.* (2012), aponta doenças na tireoide como consequência da exposição.

Embalagens de *fast food* e sacos de pipoca são comumente compostos por PFASs. Além disso, o grau de migração dos compostos para os alimentos está diretamente ligado à quantidade, tipo e cadeia dos PFASs, ao tipo de alimento, tempo de contato e temperatura. Outrossim, altas temperaturas e o uso de gorduras emulsionadas podem aumentar significativamente o grau de migração (Begley *et al.*, 2008).

O estudo realizado em Massachussets utilizou uma técnica de espectroscopia de emissão gama induzida por partículas (PIGE, sigla em inglês para *Particle-induced gamma-ray emission*) para testar mais de quatrocentas amostras de embalagens de papel e cartolina de 27 cadeias de *fast food* dos Estados Unidos (Schaidler *et al.*, 2017).

O resultado do estudo pode ser visualizado na Figura 10, em que os valores descritos são as porcentagens das embalagens de cada alimento em que foram encontrados PFAs.

Figura 10 – Porcentagem de alimentos com presença de PFAs.



Fonte: adaptado de Schaidler *et al.* (2017).

O estudo evidencia a importância da seleção dos materiais utilizados na fabricação de embalagens para alimentos. Mesmo que ainda existam no mercado embalagens com os compostos citados, a substituição daqueles potencialmente nocivos, como os PFASs, por alternativas seguras e regulamentadas, aliada ao cumprimento das normas para materiais em contato com alimentos e à realização de testes de migração, constitui uma medida preventiva essencial para minimizar a exposição do consumidor a substâncias químicas e garantir a segurança dos alimentos, especialmente em produtos submetidos a altas temperaturas.

5.4. Relato 4: detecção de chumbo em tampas de iogurtes

Pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), realizaram um estudo para investigar a presença de chumbo em tampas de iogurte.

O estudo foi motivado pela presença comum de pigmentos inorgânicos em embalagens alimentícias coloridas, adicionados aos polímeros plásticos. Esses pigmentos frequentemente contêm chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e arsênio (As), que podem migrar para os alimentos. O iogurte, é um exemplo de alimento que pode ser encontrado em diversas embalagens coloridas, especialmente garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) (Simoneau, Van den Eede e Valzacchi, 2012).

No Brasil, a Resolução RDC nº 52/2010 da ANVISA, melhor descrita no Apêndice A, regula pigmentos e embalagens poliméricas pigmentadas, definindo limites e métodos analíticos para elementos como o chumbo (Brasil, 2010b).

Foram coletadas quinze amostras de embalagens de iogurte de diferentes cores, todas as embalagens feitas de PEAD, em supermercados da cidade de Campinas, em São Paulo. As medições dos elementos foram realizadas utilizando a técnica de espectroscopia de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), a qual possui alta sensibilidade, boa precisão e é fácil de operar, tendo como principal vantagem a avaliação multielementar simultânea ou sequencial (Kiyataka, Dantas, e Pallone, 2014).

As amostras de iogurte foram analisadas na data em que o alimento foi adquirido (dia 0) e após 45 dias de armazenamento a 4 °C. Além disso, as amostras foram armazenadas em posição invertida, ou seja, com a tampa para baixo, com o objetivo de avaliar a migração dos elementos da tampa para o alimento em contato direto (Kiyataka, Dantas, e Pallone, 2014).

Os resultados demonstraram que o método validado foi adequado e que todas as embalagens apresentaram níveis de Hg e Cd inferiores ao limite de quantificação (LOQ), definido como a menor concentração de analito que pode ser quantificada com precisão e exatidão aceitáveis, correspondendo a 1,0 e 1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente. As maiores concentrações observadas foram de 0,87 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ para As e 462,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ para Pb. A migração desses elementos para o iogurte, após 45 dias de contato a 4 °C, manteve-se abaixo do LOQ em todas as amostras avaliadas. No simulante de ácido acético a 3%, as concentrações de Cd, Hg e As permaneceram abaixo de 5,5 e 10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, respectivamente, valores compatíveis com os limites máximos estabelecidos pela ANVISA. Contudo, em três amostras, as tampas das embalagens apresentaram migração de Pb para o simulante variando entre 30,6 e 40,2 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ultrapassando o limite de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ definido pela agência reguladora (Kiyataka, Dantas, e Pallone, 2014).

Esse estudo evidencia a importância dos testes de migração como ferramenta preventiva na avaliação da segurança de embalagens alimentícias. Mesmo sem migração detectável para o iogurte nas condições avaliadas, a identificação de chumbo nas tampas demonstra que o controle dos materiais empregados e o atendimento aos requisitos legais são essenciais para garantir que as embalagens permaneçam seguras durante toda a vida útil do alimento.

6. IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO

Um estudo realizado por Coelho, Moura e Andrade (2021), levantou alguns dados sobre as principais falhas predispostas, tanto comportamentais e procedimentais, de manipuladores de alimentos e de instalações do ramo alimentício.

Foram coletadas três amostras das mãos de manipuladores de alimentos em cinco estabelecimentos, totalizando quinze amostras, no município de Ji-Paraná, estado de Rondônia, Brasil. Todas as amostras coletadas estavam acima do limite máximo permitido para a presença de *Staphylococcus aureus*, coliformes totais e mesófilos. Além disso, as instalações dos estabelecimentos apresentavam falhas higiênico-sanitárias (Ponath *et al.*, 2016).

Maciel *et al.* (2017), avaliou as condições higiênico-sanitárias dos serviços de alimentação que atendem o *campus* São Cristóvão, da Universidade Federal de Sergipe. Foram avaliadas duas unidades de serviço, em que 90% dos participantes possuíam conhecimento limitado sobre o perigo de contaminação cruzada de alimentos e os riscos à segurança dos alimentos. Além disso, 78% dos colaboradores de uma unidade e 86% de outra estavam sem luvas e máscaras e com hábitos de higiene inadequados.

Esses dados evidenciam que as falhas humanas e estruturais continuam sendo um dos principais vetores de contaminação na indústria de alimentos. A falta de treinamento adequado, a ausência de equipamentos de proteção individual e a negligência quanto às Boas Práticas de Manipulação comprometem a segurança dos alimentos e reforçam a necessidade de capacitação contínua e fiscalização em todos os níveis da cadeia produtiva.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a segurança dos alimentos depende da integração de medidas preventivas em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a seleção de matérias-primas e materiais de embalagem até o processamento, armazenamento e distribuição. Os estudos apresentados evidenciam que falhas nas Boas Práticas de Fabricação, no monitoramento microbiológico, na escolha dos materiais em contato com os alimentos e no cumprimento da legislação podem favorecer tanto a contaminação microbiológica quanto a migração de substâncias químicas potencialmente nocivas. Dessa forma, a adoção rigorosa de programas de qualidade, treinamentos contínuos, monitoramento ambiental, ensaios de migração e auditorias periódicas é essencial para reduzir riscos, prevenir contaminações e garantir que os alimentos cheguem ao consumidor com segurança e qualidade.

Os quatro relatos apresentados neste trabalho evidenciam que falhas na prevenção resultam em sérias consequências, desde surtos de doenças até prejuízos financeiros e danos à reputação das empresas. A contaminação microbiológica em fórmulas infantis e carnes prontas, bem como a migração de compostos químicos em embalagens de *fast food*

e tampas de iogurte, demonstram que a prevenção deve ser encarada como eixo central da segurança dos alimentos. Nesse sentido, a integração entre Boas Práticas de Fabricação, APPCC e cumprimento das legislações nacionais e internacionais é essencial para reduzir riscos e garantir alimentos seguros. Mais do que uma exigência regulatória, a prevenção constitui um investimento estratégico em saúde pública, sustentabilidade e confiança do consumidor.

REFERÊNCIAS

Alamri, M. S., Akram A. A. Qasem, Abdellatif A. Mohamed, Shahzad Hussain, Mohamed A. Ibraheem, Ghalia Shamlan, Hesham A. Alqah, e Ali S. Qasha. 2021. “Food Packaging’s Materials: A Food Safety Perspective”. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(8): 4490–99. doi:10.1016/j.sjbs.2021.04.047.

Andrade, Andressa Pires de, André Luis Rodrigues de Souza, Jessica Raquel Sales Carvalho de Souza, e Nathália Ramos de Melo. 2021. “Contaminação de alimentos pela migração de componentes de embalagens: Casos de ocorrência”. *Research, Society and Development* 10(2): e39710211411–e39710211411. doi:10.33448/rsd-v10i2.11411.

ANJOS, V. D. A. Características dos materiais utilizados na fabricação de embalagens metálicas para alimentos. In: INTERAÇÃO de embalagens metálicas com produtos alimentícios. Campinas: CETEA/ITAL, 1989. p. 1-22.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 123, de 19 de junho de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Embalagens e Equipamentos Elastoméricos em Contato com Alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20jun.2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2001/rdc0123_19_06_2001.html. Acesso em: 22 maio de 2025.

ANVISA. 2010. Resolução RDC no 51. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2010/rdc0051_26_11_2010.html (22 de maio de 2025).

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1999. Lei (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) Lei n. 9782/99. <https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/embalagens> (7 de março de 2025).

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA proíbe lotes da fórmula infantil Nutramigen. Brasília, DF: ANVISA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ANVISA/pt-br/assuntos/noticias-ANVISA/2024/ANVISA-proibe-lotes-da-formula-infantil-nutramigen>. Acesso em: 11 jan. 2026.

Ariosti, A. 2016. “Managing Contamination Risks From Packaging Materials”. Em *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*, Woodhead Publishing, 147–77. doi:10.1016/B978-0-08-100155-4.00011-X.

Arvanitoyannis, Ioannis S., e Loulouda Bosnea. 2004. “Migration of Substances from Food Packaging Materials to Foods”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44(2): 63–76. doi:10.1080/10408690490424621.

Azeredo, Henriette Monteiro Cordeiro de; Faria, José de Assis Fonseca. Embalagens e suas interações com os alimentos. In: Azeredo, Henriette Monteiro Cordeiro de (org.). *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. Brasília: Embrapa, 2012. p. 223-250.

Badia-Melis, R., U. Mc Carthy, L. Ruiz-Garcia, J. Garcia-Hierro, e J. I. Robla Villalba. 2018. “New trends in cold chain monitoring applications - A review”. *Food Control* 86: 170–82. doi:10.1016/j.foodcont.2017.11.022.

Barancelli, G.V., J.V. Silva-Cruz, E. Porto, e C.A.F. Oliveira. 2011. “*LISTERIA MONOCYTOGENES*: OCORRÊNCIA EM PRODUTOS LÁCTEOS E SUAS IMPLICAÇÕES EM SAÚDE PÚBLICA”. *Arquivos do Instituto Biológico* 78(1): 155–68. doi:10.1590/1808-1657v78p1552011.

Barry, Vaughn, Andrea Winquist, e Kyle Steenland. 2013. “Perfluorooctanoic acid (PFOA) exposures and incident cancers among adults living near a chemical plant”. *Environmental health perspectives* 121(11–12): 1313.

Battisti, Rodrigo. 2016. “Desenvolvimento de folha celulósica com revestimento biodegradável e ações antimicrobiana e antioxidante para uso como embalagem ativa em carne bovina fresca”.

Becerril, Raquel, Cristina Nerín, e Filomena Silva. 2020. “Encapsulation Systems for Antimicrobial Food Packaging Components: An Update”. *Molecules* 25(5): 1134. doi:10.3390/molecules25051134.

Begley, T. H.; HSU, W.; Noonan, G.; Diachenko, G. Migration of fluorochemical paper additives from food-contact paper into foods and food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, v. 25, n. 3, p. 384-390, 2008. DOI: 10.1080/02652030701513784. Acesso em: 15 fev. 2026.

Brasil, ANVISA. 1999. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 105, de 19 de maio de 1999*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/1999/res0105_19_05_1999.html (23 de julho de 2025).

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico – Critérios gerais e classificação de materiais para embalagens e equipamentos em contato com alimentos. Brasília, DF: ANVISA, 2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2001/rdc0091_11_05_2001.html. Acesso em: 9 jul. 2025.

Brasil, ANVISA. 2004. Resolução (Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004*. MS/ANVISA Brasília, DF. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-498-de-20-de-maio-de-2021-322074116> (7 de março de 2025).

Brasil, ANVISA. 2007. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 20, de 22 de março de 2007*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2007/rdc0020_22_03_2007.html.

Brasil, ANVISA. 2010a. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 51, de 26 de novembro de 2010*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2010/res0051_26_11_2010_rep.html (5 de julho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2010b. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 52, de 26 de novembro de 2010*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2010/rdc0052_26_11_2010.html (22 de julho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2011. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução nº 41, de 16 de setembro de 2011*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2011/res0041_16_09_2011.html (22 de julho de 2025).

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para verificação da conformidade de embalagens e equipamentos em contato com alimentos. Brasília, DF: ANVISA, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/ANVISA>. Acesso em: 14 out. 2025.

Brasil, ANVISA. 2012b. Resolução *Resolução-RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2012/rdc0056_16_11_2012.html (22 de julho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2016. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 88, de 29 de junho de 2016*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/ANVISA/2016/rdc0088_29_06_2016.pdf (22 de julho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2019. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 326, de 3 de dezembro de 2019*. https://ANVISAlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RDC&numeroAto=00000326&seqAto=000&valorAno=2019&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=9434&cod_modulo=310&pesquisa=true (22 de julho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2021a. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 498, de 20 de maio de 2021*. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-498-de-20-de-maio-de-2021-322074116> (22 de junho de 2025).

Brasil, ANVISA. 2021b. Resolução (Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária) *Resolução-RDC nº 589, de 20 de dezembro de 2021*. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-589-de-20-de-dezembro-de-2021-322074116> (22 de julho de 2025).

Brasil, Ministério da Saúde. 1993. Portaria (Brasil. Ministério da Saúde) *Portaria GM nº 1.428, de 26 de novembro de 1993*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1428_26_11_1993.html (22 de julho de 2025).

Brasil, Ministério da Saúde. 1996. Portaria (Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária) *Portaria SVS nº 27, de 18 de março de 1996*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1996/prt0027_18_03_1996.html (22 de julho de 2025).

Brasil, Ministério da Saúde. 1997. Portaria (Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária) *Portaria SVS nº 326, de 30 de julho de 1997*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997.html (23 de julho de 2025).

Coelho, Rafaela Holanda, Gleucia Silva Moura, e Vitória de Oliveira Almeida Andrade. 2021. “Contaminação de alimentos e seus fatores predisponentes: uma revisão integrativa”. *Brazilian Journal of Health Review* 4(3): 10071–87.

Coltro, Leda, e Marina P Machado. 2011. “Migração específica de antioxidante de embalagens plásticas para alimentos”. *Polímeros* 21: 390–97. doi:10.1590/S0104-14282011005000064.

COMPANY, THE SHERWIN-WILLIAMS. 2025. “Revestimentos para latas de alimentos”. *industrial.sherwin-williams.com*. <https://industrial.sherwin-williams.com/latam/br/pt/packaging/products-by-industry/food-can-coatings.html> (5 de setembro de 2025).

CSN, COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. 2024. “Folhas metálicas – aços planos”. *csn.com.br*. <https://www.csn.com.br/homepage/acos-planos/folhas-metalicas/> (11 de novembro de 2025).

Da Naka, Dika. 2015. “Como esterilizar garrafas e potes de vidro para armazenamento de alimentos”. *Dika da Naka*. <http://dikadanaka.com.br/como-esterilizar-garrafas-e-potes-de/> (10 de novembro de 2025).

DIAS, Diogo Alexandre Belfo. *Migração de contaminantes de materiais de embalagem*. 2016. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Almada, Portugal, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/17578>. Acesso em: 10 set. 2025.

DUDEJA, Puja; GUPTA, Rajul K.; MINHAS, Amarjeet Singh (ed.). *Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective*. London: Academic Press, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2014-0-01094-5>

Fabris, Samanta; Freire, Maria Teresa de Alvarenga; Reyes, Felix G. Reyes. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. *Revista Brasileira de Toxicologia*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 59-70, 2006.

FDA. Food and Drug Administration. Reckitt/Mead Johnson Nutrition voluntarily recalls certain Nutramigen hypoallergenic powdered infant formula products. Silver Spring, MD: FDA, 2024. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/hfp-constituent-updates/reckittmead-johnson-nutrition-voluntarily-recalls-certain-nutramigen-hypoallergenic-powdered-infant>. Acesso em: 11 jan. 2026.

Firme, Louise Valerio; Ueno, Mariko. Avaliação da contaminação das superfícies de embalagens de alumínio de bebidas carbonatadas. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 32,

n. 284/285, p. 104-110, set./out. 2018. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/964437/284-285-set-out-2018-104-110.pdf>. Acesso em: 18 out. 2025

Food Poison Journal. Yu Shang Food linked to Listeria outbreak and deaths. Food Poison Journal, 2024. Disponível em: <https://www.foodpoisonjournal.com/food-poisoning-information/yu-shang-food-linked-to-listeria-outbreak-and-deaths/>. Acesso em: 6 ago. 2026.

Fonseca, Janini Galvão; Pereira, Maurício Gomes. Contaminação microbiana de sanduíches em lanchonetes: estudo transversal realizado em Brasília. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 509-516, 2013. DOI: doi.org/10.5123/S1679-49742013000300016.

Fukuda, Keiji. 2015. “Food Safety in a Globalized World”. *Bulletin of the World Health Organization* 93: 212–212. doi:<https://doi.org/10.2471/BLT.15.154831>.

GMC, Mercado Comum do Sul. 2010a. *Resolução GMC nº 15, de 2010: regulamento técnico mercosul sobre corantes em materiais em contato com alimentos*. Brasília, DF: Portal do Consumidor. http://www.oconsumidor.gov.br/barreirastecnicas/pdf/GMC_RES_2010-015_PT_RTM_Corantes.pdf (22 de julho de 2025).

GMC, Mercado Comum do Sul. 2010b. *Resolução GMC nº 32, de 26 de agosto de 2010: critérios e procedimentos unificados sobre migração para materiais em contato com alimentos*. Brasília, DF: Portal do Consumidor. http://www.oconsumidor.gov.br/barreirastecnicas/pdf/GMC_RES_2010-032_PT_Migra.pdf (22 de julho de 2025).

Guo, Mingming, Madhav P. Yadav, e Tony Z. Jin. 2017. “Antimicrobial edible coatings and films from micro-emulsions and their food applications”. *International Journal of Food Microbiology* 263: 9–16. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.10.002.

Heath, Henry B, e Gary Reineccius. 1986. *Flavor chemistry and technology*. Springer.

IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS –. 2016. “Embalagens de aço”. *ipt.br*. <https://ipt.br/2016/03/21/embalagens-de-aco/> (11 de novembro de 2025).

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ. Curso Técnico em Alimentos: embalagens. 2013. Disponível em: <https://ifpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads/sites/46/2013/06/Embalagem.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2026.

JORGE, Neuza. *Embalagens para alimentos*. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013. 194 p. Disponível em: Cultura Acadêmica. Acesso em: 25 jan. 2026..

Khwaldia, Khaoula, Elmira Arab-Tehrany, e Stephane Desobry. 2010. “Biopolymer coatings on paper packaging materials”. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 9(1): 82–91.

Kiyataka, P. H. M.; Dantas, S. T.; Pallone, J. A. L. Method for assessing lead, cadmium, mercury and arsenic in high-density polyethylene packaging and study of the migration

into yoghurt and simulant. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, v. 31, n. 1, p. 156-163, 2014. DOI: 10.1080/19440049.2013.861612. Acesso em: 25 fev. 2026.

Kontominas, Michael G. 2020. “Use of Alginates as Food Packaging Materials”. *Foods* 9(10): 1440. doi:10.3390/foods9101440.

Lautenschläger, Bianca Irigoyen. 2001. “Avaliação de Embalagens de Consumo com base nos Requisitos Ergonômicos Informativos”. Florianópolis. Dissertação. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/81838> (5 de maio de 2025).

Lemos, Aline Brionisio. Alterações da Resolução RDC n. 589/2021 da ANVISA. Informativo Cetea, Campinas, v. 34, n. 1, 2022. Disponível em: https://www.ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v34n1/artigos/v34n1_artigo1.pdf. Acesso em: 25 set. 2025.

Lima, Keli. 2024. “Novos casos de recall: quando a Listeria e Salmonella podem virar ingredientes ocultos no seu prato (e no potinho do pet)”. *semearfoodsafetyculture*. <https://semearfoodsafetyculture.com.br/novos-casos-de-recall/> (12 de janeiro de 2026).

Louredo, Paula. Contaminação dos alimentos. Brasil Escola, 2012. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/contaminacao-alimentos.htm>. Acesso em: 30 jul. 2025.

Maciel, Samea Elaine Santos, Igor Macedo Ferreira, Bárbara Rafaela Santos da Rocha, Tatiana Pacheco Nunes, e Michelle Garcêz de Carvalho. 2017. “Unidades de alimentação e nutrição: Aplicação de check-list e avaliação microbiológica”. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA* 11(4): 399–415.

MATIAS, Sanon. BPF: o que são as Boas Práticas de Fabricação? WebMais, 18 jun. 2025. Disponível em: <https://webmaissistemas.com.br/blog/bpf/>. Acesso em: 13 dez. 2025.

Modi, Bindu, Hari Timilsina, Sobika Bhandari, Ashma Achhami, Sangita Pakka, Prakash Shrestha, Devilal Kandel, *et al.* 2021. “Current Trends of Food Analysis, Safety, and Packaging”. *International Journal of Food Science* 2021(1): 9924667. doi:10.1155/2021/9924667.

Mustafa, Fatima, e Silvana Andreescu. 2018. “Chemical and Biological Sensors for Food-Quality Monitoring and Smart Packaging”. *Foods* 7(10): 168. doi:10.3390/foods7100168.

NDMais. Marca famosa de carne recolhe produtos com infecção mortal. NDmais.com.br, 27 nov. 2024. Disponível em: <https://ndmais.com.br/economia/marca-famosa-de-carne-recolhe-produtos-com-infeccao-mortal/>. Acesso em: 6 fev. 2026.

Oberle, Tilmann et al. Soluções-barreira sustentáveis aplicadas em embalagens para fins alimentícios. O Papel, São Paulo, v. 86, n. 7, p. 75-81, jul. 2025. Disponível em: <https://newspulpaper.com/wp-content/uploads/2025/07/AT-1-SOLUC%E2%95%A0aES-BARREIRA-SUSTENTA%E2%95%A0uVEI.pdf>. Acesso em 06 de agosto de 2026.

POÇAS, Maria de Fátima Filipe; FREITAS, Ana Cristina - Embalagem & ambiente. Porto: ESB/UCP, 2003. [Consult. 20 Abr. 2026]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/MyFiles/biblioteca/publicacoes/Emb.ambiente.pdf>>.

Ponath, Fabiane Seidler, Tiago Barcelos Valiatti, Fabiana de Oliveira Solla Sobral, Natália Faria Romão, Greice Mara Corrêa Alves, e Graziella Pinetti Passoni. 2016. “Avaliação da higienização das mãos de manipuladores de alimentos do Município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil”. *Revista Pan-Amazônica de Saúde* 7(1): 7–7.

Quintino, Sara Da Silva, e Daniela Rodolpho. 2018. “ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DO APPCC - ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE - NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS”. *Revista Interface Tecnológica* 15(2): 196–207. doi:10.31510/infa.v15i2.452.

Rcky. Mix de produtos para loja de embalagem: como montar o ideal? RCKY, 19 ago. 2025. Disponível em: <https://rcky.com.br/blog/produtos-loja-embalagem/>. Acesso em: 15 set. 2025.

Ribeiro-Furtini, Larissa Lagoa, e Luiz Ronaldo de Abreu. 2006. “Utilização de APPCC na indústria de alimentos”. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 358–63. doi:<https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200025>.

Schaider, L. A.; Balan, S. A.; Blum, A.; Andrews, D. Q.; Strynar, M. J.; Dickinson, M. E.; Lunderberg, D. M.; Lang, J. R.; Peaslee, G. F. Fluorinated compounds in US fast food packaging. *Environmental Science & Technology Letters*, v. 4, n. 3, p. 105-111, 2017. DOI: 10.1021/acs.estlett.6b00435. Acesso em: 15 fev. 2026.

Simoneau, C.; Van Den Eede, L.; Valzacchi, S. Identification and quantification of the migration of chemicals from plastic baby bottles used as substitutes for polycarbonate. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, v. 29, n. 3, p. 469-480, 2012. DOI: 10.1080/19440049.2011.644588. Acesso em: 25 fev. 2026.

Sincofarma-RIO. 2024. “De olho no seu estoque: ANVISA proíbe lotes de fórmula infantil Nutramigen”. *TRABALHO NO FERIADO: FARMÁCIAS DEVEM SER CONTEMPLADAS*: 8. <https://www.sincofarma-rj.org.br/wp-content/uploads/2024/02/SINCO-JORNAL-FEV-2024-.pdf> (11 de janeiro de 2026).

Sousa, Luci Cleide Farias Soares, José da Silva Sousa, Maria da Gloria Borba Borges, Antonio Victor Machado, Maria José Silveira da Silva, Reginaldo Tácio França Vieira Ferreira, e Alberto Bandeira Salgado. 2012. “Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico”. *Agropecuária Científica no Semiárido* 8(1): 19–28.

Versino, Florencia, Florencia Ortega, Yuliana Monroy, Sandra Rivero, Olivia Valeria López, e María Alejandra García. 2023. “Sustainable and Bio-Based Food Packaging: A Review on Past and Current Design Innovations”. *Foods* 12(5): 1057. doi:10.3390/foods12051057.

WENZEL, Guido E. *Bioquímica experimental dos alimentos*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2023. E-book. ISBN 978-65-87032-29-0. Disponível em: [Digitaliza](#). Acesso em: 10 mai. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Unsafe food causes 866 million illnesses and 1.5 million deaths annually, young children at highest risk. Geneva: WHO, 2026. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/04-06-2026-unsafe-food-causes-866-million-illnesses-and-1.5-million-deaths-annually--young-children-at-highest-risk>>. Acesso em: 6 jul. 2026

Wyrwa, Joanna, e Anetta Barska. 2017. “Innovations in the Food Packaging Market: Active Packaging”. *European Food Research and Technology* 243(10): 1681–92. doi:10.1007/s00217-017-2878-2.

Yam, Kit L., Paul T. Takhistov, e Joseph Miltz. 2005. “Intelligent Packaging: Concepts and Applications”. *Journal of Food Science* 70(1): R1–10. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb09052.x.

Yousefi, Hanie, Hsuan-Ming Su, Sara M. Imani, Kais Alkhalidi, Carlos D. M. Filipe, e Tohid F. Didar. 2019. “Intelligent Food Packaging: A Review of Smart Sensing Technologies for Monitoring Food Quality”. *ACS Sensors* 4(4): 808–21. doi:10.1021/acssensors.9b00440.

Yu Shang Food, INC. Recalls ready-to-eat meat and poultry products due to possible contamination. Spartanburg, SC: Yu Shang Food, Inc., 2025. Disponível em: <https://www.fsis.usda.gov/recalls-alerts/yu-shang-food-inc--recalls-ready-eat-meat-and-poultry-products-due-possible-0>. Acesso em: 12 jan. 2026.

Zareitalabad, P.; Siemens, J.; Hamer, M.; Amelung, W. Perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in surface waters, sediments, soils and wastewater: a review on concentrations and distribution coefficients. *Chemosphere*, v. 91, n. 6, p. 725-732, 2013. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.02.059. Acesso em: 6 fev. 2026.

APÊNDICE A: normas e diretrizes que regulamentam embalagens e alimentos

As embalagens para alimentos são reguladas por normas específicas que garantem sua segurança e qualidade, estabelecendo limites para substâncias que podem migrar dos materiais para os alimentos. Neste apêndice sintetizam-se normas e leis que versam sobre o tema, algumas das quais foram citadas durante o texto.

Artigo 8º da Lei nº 9.782/1999

O artigo 8º da Lei nº 9.782/1999 atribui à ANVISA a responsabilidade de regulamentar, controlar e fiscalizar alimentos e bebidas, incluindo suas embalagens, em todas as etapas da cadeia produtiva. Isso abrange desde a escolha dos insumos e materiais de contato até os processos de fabricação, armazenamento, transporte e descarte de resíduos. O objetivo central é assegurar que embalagens não transmitam contaminantes, não liberem substâncias nocivas e mantenham a integridade dos alimentos, garantindo a proteção da saúde pública (ANVISA, 1999).

O artigo vincula diretamente a produção de embalagens de alimentos às normas sanitárias. Ele exige que fabricantes adotem tecnologias seguras, cumpram padrões de higiene e qualidade e estejam em constante adequação às exigências da ANVISA. Dessa forma, o artigo 8º reforça que a segurança dos alimentos não depende apenas do produto em si, mas também da conformidade das embalagens que o acondicionam (ANVISA, 1999).

Portarias nº 1.428/1993 e SVS/MS nº 326/1997

As Portarias nº 1.428/1993 e SVS/MS nº 326/1997 estabeleceram as bases das Boas Práticas de Fabricação (BPF) no Brasil, visando garantir a qualidade higiênico-sanitária e a segurança dos alimentos. A Portaria nº 1.428/1993 definiu diretrizes gerais para a inspeção sanitária e incentivou a adoção de sistemas preventivos de controle da qualidade, como o APPCC. Já a Portaria SVS/MS nº 326/1997 complementou essas diretrizes ao estabelecer requisitos técnicos para as condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos produtores e industrializadores de alimentos, abrangendo aspectos como instalações, equipamentos, higiene dos manipuladores, produção, armazenamento e documentação (M. da S. Brasil, 1993, 1997).

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004 tem como principal objetivo garantir a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos preparados e comercializados em serviços de alimentação, estabelecendo diretrizes voltadas à proteção da saúde dos consumidores. Entre seus principais aspectos, destacam-se as Boas Práticas de Manipulação, que orientam procedimentos seguros para prevenir contaminações; a exigência de condições adequadas de higiene e sanitização, incluindo a correta limpeza de utensílios, equipamentos e ambientes; a adequação das instalações, que devem ser projetadas de modo a facilitar a higienização e a manutenção, além de evitar a contaminação cruzada entre as diferentes etapas de preparo; e a capacitação contínua dos manipuladores de alimentos, reforçando a importância do conhecimento técnico sobre higiene e segurança dos alimentos (Brasil, 2004).

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 91/2001

A RDC nº 91, de 11 de maio de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece os critérios gerais para materiais, embalagens e equipamentos destinados a entrar em contato com alimentos. Seu principal objetivo é garantir que esses materiais sejam seguros para uso, não transferindo substâncias aos alimentos em níveis que possam representar risco à saúde, alterar sua composição, comprometer suas características sensoriais ou reduzir sua qualidade (Brasil, 2001).

A resolução também determina que esses materiais sejam fabricados conforme as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e classifica os principais grupos de materiais utilizados em contato com alimentos, como plásticos, metais, vidro, cerâmica, papel e papelão, borracha, madeira e materiais têxteis. Dessa forma, a RDC nº 91/2001 estabelece os princípios básicos para a regulamentação de embalagens de alimentos no Brasil, servindo de referência para normas mais específicas sobre cada tipo de material (Brasil, 2001).

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 589/2021

A Resolução RDC nº 589/2021 da ANVISA atualiza normas técnicas relacionadas a materiais plásticos e celulósicos destinados ao contato com alimentos (Brasil, 2021b). Ela altera disposições das Resoluções nº 105/1999 (Brasil, 1999), RDC nº 56/2012 (Brasil, 2012b) e RDC nº 88/2016 (Brasil, 2016), com o objetivo de harmonizar a legislação brasileira com os regulamentos do Mercosul e padrões internacionais. Entre as

principais mudanças estão o aumento do limite de migração total de 8 mg/dm² para 10 mg/dm², a inclusão de novas substâncias na lista positiva de monômeros e polímeros autorizados, e a proibição da migração de aminas aromáticas primárias em materiais coloridos, impressos ou com adesivos poliuretânicos. A norma também define critérios para o cálculo de migração com base na relação entre área superficial e massa de alimento ($\frac{S}{V}$). A RDC entrou em vigor em 3 de janeiro de 2022, com prazo de 12 meses para adequação dos produtos (Lemos, 2022).

Resolução RDC nº 51/2010

A Resolução RDC nº 51/2010, de 26 de novembro de 2010, da ANVISA, estabelece os critérios técnicos para a realização de ensaios de migração específica de substâncias químicas presentes em materiais plásticos que entram em contato com alimentos (Brasil, 2010). Essa norma complementa a RDC nº 105/1999 (Brasil, 1999) e incorpora a Resolução GMC nº 32/2010 do Mercosul, com o objetivo de garantir que os materiais utilizados não liberem substâncias em níveis que representem risco à saúde humana (GMC, 2010).

A RDC 51/2010 determina que os ensaios devem ser realizados com simulantes alimentares específicos, escolhidos conforme o tipo de alimento (aquoso, ácido, gorduroso, alcoólico ou seco). Os testes devem reproduzir as condições reais de uso, como tempo, temperatura e tipo de contato, para avaliar a migração de substâncias da embalagem para o alimento. A norma também apresenta tabelas que relacionam grupos de alimentos com os simulantes adequados e define parâmetros como a relação superfície/volume (S/V), essencial para calcular a migração em diferentes tipos de embalagem (Brasil, 2010).

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 52/2010

A Resolução RDC nº 52/2010, de 26 de novembro de 2010, da ANVISA, estabelece os critérios para a realização de ensaios de migração total em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados ao contato com alimentos (Brasil, 2010b). Essa norma incorpora a Resolução GMC nº 15/2010 do Mercosul (GMC, 2010a) e complementa a RDC nº 105/1999 (Brasil, 1999), revogando seus anexos IV e X. O ensaio de migração total avalia a quantidade global de substâncias que podem ser transferidas do material para o alimento, sem identificar sua natureza ou origem. A RDC determina que os limites

máximos de migração total devem ser de 60 mg/kg de alimento ou 10 mg/dm² de superfície de contato. Os testes devem ser realizados com simulantes alimentares apropriados, como solução de ácido acético a 3%, e seguir condições específicas de tempo e temperatura que simulem o uso real da embalagem. A norma é aplicável a todos os tipos de materiais plásticos, exceto para embalagens destinadas exclusivamente ao contato com alimentos secos (Brasil, 2010b).

Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 498/2021

A RDC nº 498/2021, de 20 de maio de 2021, estabelece os requisitos técnicos para materiais metálicos destinados ao contato com alimentos, como embalagens, utensílios, tampas e equipamentos (Brasil, 2021). Essa norma atualiza a RDC nº 20/2007 e incorpora diretrizes do Mercosul, visando garantir a segurança dos alimentos e a proteção da saúde do consumidor (Brasil, 2007). Entre as principais atualizações estão a exigência de ensaios de migração específica para todos os materiais metálicos, a manutenção de limites para impurezas tóxicas como chumbo, arsênio e mercúrio, e a ampliação da lista de substâncias permitidas, incluindo o uso controlado de cobre em aplicações tradicionais. A norma também permite novas tecnologias de costura lateral, como a solda a laser. A RDC entrou em vigor em 1º de junho de 2021 e representa um avanço na regulamentação de materiais em contato com alimentos no Brasil (Brasil, 2021a).

Portaria nº 27/1996

A Portaria nº 27/1996 aprova o Regulamento Técnico sobre embalagens e equipamentos de vidro e cerâmica destinados ao contato com alimentos. Seu objetivo é garantir que esses materiais não liberem substâncias tóxicas ou contaminantes em níveis que representem risco à saúde humana, especialmente em condições de uso prolongado ou repetido. O regulamento aplica-se a embalagens e utensílios de vidro (borossilicato, sódio-cálcico e cristal) e cerâmica esmaltada ou vitrificada, utilizados em todas as etapas da cadeia alimentar. Estabelece que apenas determinados tipos de vidro podem ser usados, e que cerâmicas porosas são proibidas para contato com alimentos. Também define os limites de migração total (50 mg/kg ou 8 mg/dm²) e migração específica de metais pesados, como chumbo e cádmio, conforme a categoria do utensílio (Brasil, 1996).

Além disso, a norma detalha os métodos de ensaio para avaliação da migração, incluindo preparo de amostras, condições de autoclave, extração com ácido acético e análise por espectrofotometria de absorção atômica (Brasil, 1996).