

Embalagens de alimentos para consumo direto: quantificação da carga microbiana e avaliação dos riscos à saúde do consumidor

Food packaging for direct consumption: quantification of microbial load and assessment of consumer health risks

Larissa Schröder PAULA¹ Gabrielle Tomaz e CARVALHO² Rutilene Jacondino ROLL²
Larissa do Prado LOPES³ Gustavo da Silva LISBOA¹ Cássia Regina NESPOLO^{2*}

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

²Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, RS, Brasil.

³Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Encantado, RS, Brasil.

*Autor Correspondente:cassianespolo@unipampa.edu.br

RESUMO

O consumo direto de alimentos em embalagens que requerem contato da boca com a superfície externa, como latas de refrigerantes e iogurtes de beber, pode representar risco microbiológico. Caso essas superfícies não sejam descontaminadas, há possibilidade de transmissão de doenças. Este estudo avaliou a contaminação microbiológica em embalagens de iogurte e refrigerante, identificando microrganismos indicadores nas áreas que entram em contato com a boca do consumidor. Foram coletadas 24 amostras em um supermercado de um município da Fronteira Oeste, RS, nos períodos de inverno e primavera, sendo 12 de iogurte e 12 de refrigerante, distribuídas igualmente entre duas marcas de cada produto. A coleta microbiológica foi padronizada, em área delimitada das embalagens. Avaliaram-se bolores, leveduras, enterobactérias, coliformes a 35°C e coliformes a 45°C. A contaminação por bolores e leveduras foi elevada em ambos os produtos e períodos, com contagens entre 0,4 e 46,5 UFC/cm², sendo o maior valor no iogurte da marca A, na primavera. Enterobactérias foram detectadas em 25% dos grupos, com contagens elevadas de enterobactérias na marca A de iogurte no inverno. Coliformes foram encontrados apenas no inverno, em todos os grupos de refrigerantes (coliformes a 35°C e a 45°C) e na marca B de iogurtes (coliformes a 35°C). As condições ambientais variaram entre os períodos, com maior umidade no inverno. As temperaturas dos iogurtes mantiveram-se dentro dos limites recomendados, entre 1,73 e 5,68 °C. O estudo evidenciou contaminação nas embalagens, com destaque para contagens significativas de bolores e leveduras e de enterobactérias em alguns dos grupos avaliados. Os achados indicam risco potencial à saúde do consumidor e reforçam a importância de medidas preventivas e práticas adequadas de higienização das embalagens para evitar contaminação cruzada.

Palavras-chave: recipientes de alimentos; contaminação de alimentos; boas práticas de manipulação; segurança dos alimentos.

ABSTRACT

Direct consumption of foods from packaging that requires mouth contact with the external surface, such as soft drink cans and drinkable yogurts, may pose a microbiological risk. If these surfaces are not properly decontaminated, there is a potential for disease transmission. This study evaluated microbial contamination on yogurt and soft drink packaging, focusing on indicator microorganisms in areas that come into contact with the consumer's mouth. A total of 24 samples were collected from a supermarket in a municipality in the Fronteira Oeste region, RS, during the winter and spring seasons, comprising 12 yogurt and 12 soft drink samples, equally distributed between two brands of each product. Microbiological sampling was standardized on a defined area of the packaging. Molds, yeasts, Enterobacteriaceae, coliforms at 35 °C, and coliforms at 45 °C were assessed. Contamination by molds and yeasts was high for both products and periods, with counts ranging from 0.4 to 46.5 CFU/cm², the highest being observed in brand A yogurt during spring. Enterobacteriaceae were detected in 25% of the groups, with elevated counts in brand A yogurt during winter. Coliforms were detected only in winter, present in all soft drink groups (both 35 °C and 45 °C) and in brand B yogurt (coliforms at 35 °C). Environmental conditions varied between periods, with higher humidity in winter. Yogurt temperatures remained within recommended limits, ranging from 1.73 to 5.68 °C. The study revealed contamination on packaging, highlighting significant counts of molds, yeasts, and Enterobacteriaceae in some of the evaluated groups. These findings indicate a potential risk to consumer health and underscore the importance of preventive measures and proper hygiene practices for packaging to avoid cross-contamination.

Keywords: food packaging; food contamination; good manufacturing practices; food safety.

Citar este artigo como:

PAULA, L. S.; CARVALHO, G. T. e; ROLL, R. J.; LOPES, L. do P.; LISBOA, G. da S.; NESPOLO, C. R. Embalagens de alimentos para consumo direto: quantificação da carga microbiana e avaliação dos riscos à saúde do consumidor. Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. e15922, 2025. DOI: 10.52521/nutrivisa.v12i1.15922. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/15922>.

INTRODUÇÃO

O alimento embalado é todo alimento contido em uma embalagem pronta para ser oferecida ao consumidor (Brasil, 2024a). A embalagem garante a integridade e a qualidade do produto, facilita seu transporte e manuseio, e veicula informações essenciais ao consumidor. A escolha adequada do material é crucial para estender a vida útil e assegurar a segurança do alimento (Vasile; Baican, 2021).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece normas para garantir padrões adequados em todas as etapas do processo produtivo, incluindo o envase e as embalagens dos alimentos (Ferreira, 2021). Alimentos com contagens de microrganismos acima dos limites microbiológicos estabelecidos pela legislação ou que sofram contaminação cruzada pela embalagem podem comprometer a saúde do consumidor, resultando em doenças veiculadas por alimentos e água, como aquelas causadas por microrganismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp. e *Bacillus cereus*, que provocam náuseas, vômitos, diarreia e febre (Aslani et al., 2024; Brasil, 2024b; Brasil, 2022a).

Microrganismos indicadores, como bolores, leveduras, enterobactérias, coliformes a 35 °C e a 45 °C, são essenciais para avaliar a qualidade sanitária dos alimentos, detectando contaminação fecal, deterioração e patógenos, além de indicar condições inadequadas na produção e armazenamento (Paula; Henrique Lino, 2021). A seleção desses indicadores considera facilidade de identificação, estabilidade e correlação com microrganismos patogênicos (Bourdichon et al., 2021). Bolores e leveduras indicam contaminação fúngica ambiental, reforçando a necessidade de armazenamento adequado (Forsythe, 2019; Mendonça et al., 2021), enquanto enterobactérias incluem espécies patogênicas e são amplamente utilizadas no monitoramento higiênico-sanitário (Santos; Amaral; Sartori, 2021). Coliformes a 35 °C abrangem gêneros como *Escherichia* e *Klebsiella*,

e os coliformes a 45 °C são majoritariamente *Escherichia coli* (Gurgel; Silva; Silva, 2020).

A contaminação relacionada a embalagens pode ocorrer mesmo nas aparentemente adequadas, comprometendo a qualidade e a vida útil dos produtos. Por esse motivo, o controle microbiológico durante o envase, o armazenamento e a comercialização são essenciais para garantir a inocuidade dos alimentos (Fadiji; Pathare, 2023; Mendes; Ribeiro, 2021). A presença de microrganismos nas superfícies externas representa um risco adicional, especialmente em alimentos consumidos diretamente da embalagem, como refrigerantes e iogurtes. Materiais de embalagens e utensílios são normatizados e fiscalizados (Ferreira, 2021), com foco na eliminação de fontes ambientais de contaminação, inclusive aquelas provenientes das próprias embalagens (Aslani et al., 2024). O controle do ambiente de processamento e distribuição é fundamental, e produtos com embalagens mais expostas exigem medidas adicionais para prevenir a presença de patógenos após o processamento (Aslani et al., 2024; Bourdichon et al., 2021).

Fatores como higiene pessoal inadequada, falhas na higienização das mãos, contaminação cruzada, descumprimento das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e armazenamento inadequado contribuem para a recontaminação (Nascimento et al., 2023; Rodrigues; Moraes Filho, 2020; Salgado; Alcântara; Carvalho, 2020). Além disso, falhas na desinfecção de embalagens, como latas e garrafas plásticas, podem expor os consumidores a riscos microbiológicos (Brasil, 2024b; Forsythe, 2019; Santana et al., 2021). A falta de higienização ao acondicionar ou consumir diretamente das embalagens pode aumentar o risco de exposição a microrganismos (Mendonça et al., 2021).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a presença dos grupos de microrganismos indicadores bolores e leveduras, enterobactérias, coliformes a 35°C e coliformes a 45°C em superfícies de contato para ingestão, como latas de refrigerante e embalagens de iogurte, durante os períodos inverno e primavera. Os dados gerados podem reforçar a importância

de boas práticas de armazenamento e manuseio, garantindo maior segurança dos alimentos oferecidos ao consumidor.

MATERIAL E MÉTODOS

As embalagens foram coletadas em um supermercado localizado em São Gabriel, na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, nos períodos de inverno (início de agosto) e primavera (início de dezembro) de 2023. Foram adquiridas amostras de duas marcas de iogurte e duas de refrigerante, totalizando 12 embalagens de iogurte e 12 de refrigerante, distribuídas entre os dois períodos e coletadas em triplicatas. As amostras de refrigerante foram identificadas como RA e RB, e as de iogurte como IA e IB. Cada amostra foi colocada em sacos plásticos de primeiro uso, disponíveis no supermercado, e transportada em caixa isotérmica para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel. Durante a coleta, foram registradas a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. Além disso, a temperatura foi aferida em pontos ao redor das embalagens com um termômetro digital infravermelho a laser industrial (Marca MINIPA, Modelo MT-320B).

Os procedimentos de coleta e análise seguiram protocolos padronizados, garantindo condições assépticas e utilizando materiais estéreis e/ou descartáveis. Inicialmente, foi realizado esfregaço com swab estéril, umedecido previamente em solução salina 0,85%, para realizar duas passagens na área da embalagem que entra em contato com a boca durante o consumo (Figura 1). Em seguida, o swab foi transferido para um tubo contendo 9 mL de solução salina e o conteúdo foi homogeneizado em um agitador de tubos vórtex. Posteriormente, foram realizadas diluições seriadas dos tubos até a diluição 1:100 para a contagem dos grupos bolores e leveduras, enterobactérias, coliformes a 35°C e coliformes a 45°C.

A contagem de bolores e leveduras foi realizada pela técnica de plaqueamento em superfície, utilizando o meio de cultura Ágar Sabouraud.

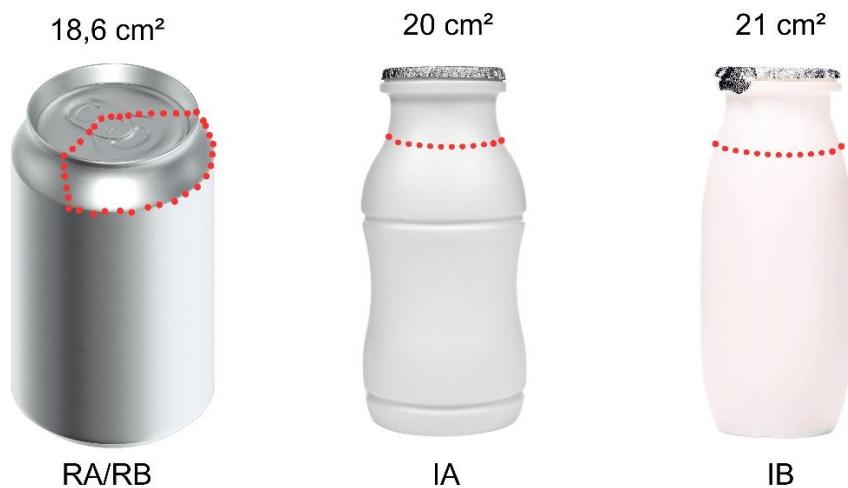
Uma alíquota de 100 µL foi inoculada na superfície do meio e distribuída uniformemente com uma alça de Drigalsky. As placas de Petri foram incubadas em estufa bacteriológica a 25°C ± 2°C por cinco a sete dias. Esse procedimento permitiu o desenvolvimento e a contagem manual das colônias de bolores e leveduras após o período de incubação (Martins et al., 2020; Silva; Santos; Viana, 2020; Silva et al., 2021).

A contagem de enterobactérias foi realizada por espalhamento em superfície de placas de Petri contendo Ágar MacConkey. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 36°C por 24 a 48 horas. Após a incubação, as colônias bacterianas foram contadas e classificadas com base na coloração e nas características morfológicas. Nesse meio, as enterobactérias formam colônias rosa ou vermelhas devido à fermentação da lactose, enquanto as não fermentadoras de lactose podem apresentar colônias transparentes ou incolores (Forsythe, 2019; Martins et al., 2020; Silva et al., 2021).

A quantificação de coliformes foi realizada pelo Método do Número Mais Provável (NMP), utilizando diluições de 1:10, 1:100 e 1:1000 das amostras, inoculadas em séries de três tubos múltiplos com tubo de Durham invertido. O teste presuntivo foi feito com Caldo Lauril Sulfato de Sódio, incubado a 36 °C por 24 horas. Os tubos suspeitos, com formação de gás nos tubos de Durham, foram transferidos para a etapa de confirmação. Para a confirmação de coliformes a 35°C, utilizou-se Caldo Bile Verde Brilhante, incubado a 35 °C por 24 a 48 horas. A quantificação de coliformes a 45°C foi realizada em Caldo EC, incubado a 45 °C por 24 a 48 horas (Carnaúba et al., 2021; Martins et al., 2020; Silva et al., 2021). O crescimento foi observado pela formação de gás nos tubos, e a leitura dos resultados foi realizada com base na Tabela de Hoskins, determinando o número mais provável de coliformes (Silva et al., 2021).

Os resultados das análises microbiológicas foram calculados em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) ou expressos em Número Mais Provável (NMP), apresentados por área total

Figura 1: Área delimitada das embalagens para análise (marcada pelo pontilhado).



Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

coletada (UFC/área ou NMP/área), considerando que a coleta de cada embalagem foi realizada em uma área delimitada (Figura 1), conforme descrito anteriormente. As temperaturas das embalagens e dos pontos ao redor delas foram registradas em graus Celsius (°C). Para calcular as médias e os desvios padrão desses valores, os dados das contagens de colônias e das temperaturas foram processados no Google Planilhas. A análise das médias foi feita separadamente para refrigerantes e iogurtes, comparando as marcas e os períodos sazonais de coleta de cada produto. A análise de variância seguida pelo teste de Tukey foi realizada no programa SigmaPlot 14.5. As figuras foram elaboradas utilizando a ferramenta Canva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As contagens de bolores e leveduras e de enterobactérias nas embalagens de refrigerantes (Tabela 1) e iogurtes (Tabela 2) apresentaram grandes variações entre as marcas e produtos avaliados nos dois períodos de amostragem. O grupo de amostras de refrigerantes da marca A coletadas na primavera (RAP) apresentou valores

significativamente maiores de bolores e leveduras do que os demais grupos. Quanto às contagens de enterobactérias, apesar do valor baixo observado no grupo de refrigerantes da marca B coletados na primavera, este foi estatisticamente superior aos demais grupos.

Para as embalagens de iogurte, bolores e leveduras foram significativamente maiores no grupo da marca A coletado na primavera (IAP), enquanto enterobactérias apresentaram contagens mais altas no mesmo grupo coletado no inverno (IAI) (Tabela 2), portanto sem uma relação entre a contaminação e o período sazonal. A presença de enterobactérias foi identificada em 85% ($n=34$) das amostras de iogurtes prontos para consumo analisadas num estudo do Egito (Elsherbeny et al., 2024), sendo importante notar que o filme laminado das embalagens pode romper durante o armazenamento, resultando em contaminação cruzada externa de outras embalagens. Essas bactérias, amplamente distribuídas em diversos ambientes e incluindo espécies patogênicas, representam uma preocupação significativa para a indústria alimentícia, o que reforça a importância de ferramentas eficazes para a gestão da segurança dos alimentos (Aslani et al., 2024; Elsherbeny et al., 2024)

Tabela 1 - Contagens médias de Bolores e Leveduras e Enterobactérias nas embalagens de refrigerantes.

Grupo	Bolores e Leveduras (UFC/cm ²)	Enterobactérias (UFC/cm ²)
RAI	0,4 ± 0,2 ^a	n.d. ^a
RBI	2,2 ± 0,7 ^a	n.d. ^a
RAP	8,4 ± 3,1 ^b	n.d. ^a
RBP	1,6 ± 0,7 ^a	0,5 ± 0,3 ^b

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n=3); Área calculada com base na área de coleta delimitada (Figura 1); Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa no Teste de Tukey ($p < 0,05$). RAI e RAP: refrigerantes marca A coletados no inverno ou primavera; RBI e RBP: refrigerantes marca B coletados no inverno ou primavera.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Tabela 2 - Contagens médias de Bolores e Leveduras e Enterobactérias nas embalagens de iogurtes.

Grupo	Bolores e Leveduras (UFC/cm ²)	Enterobactérias (UFC/cm ²)
IAI	5,4 ± 1,9 ^a	156,7 ± 108,9 ^a
IBI	0,5 ± 0,4 ^a	n.d. ^a
IAP	46,5 ± 27,7 ^b	n.d. ^a
IBP	0,6 ± 0,2 ^a	n.d. ^a

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n=3); Área calculada com base na área de coleta delimitada (Figura 1); Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa no Teste de Tukey ($p < 0,05$). IAI e IAP: iogurtes marca A coletados no inverno ou primavera; IBI e IBP: iogurtes marca B coletados no inverno ou primavera.

: Elaborada pelos autores, 2025.

Dentre os perigos microbiológicos presentes nas superfícies das embalagens que entram em contato com a boca durante o consumo, destacam-se os microrganismos provenientes do ambiente e da microbiota dos manipuladores e consumidores, com potencial para a proliferação de fungos (Duboc, 2013). Os bolores crescem em ambientes aeróbios e tendem a se desenvolver na superfície dos alimentos, enquanto as leveduras se multiplicam melhor em condições de baixa umidade e na presença de açúcares. Ambos, no entanto, apresentam baixa exigência nutricional, sendo capazes de crescer em uma ampla

variedade de substratos (Mendonça *et al.*, 2021; Santos; Amaral; Sartori, 2021).

Os resultados para coliformes a 35°C e a 45°C nas embalagens de refrigerantes e iogurtes (Tabelas 3 e 4), considerando a área de coleta (Figura 1), foram inferiores a 3 NMP/cm², o limite mínimo de detecção do método utilizado, em ambos os períodos sazonais avaliados. Os coliformes a 35°C indicam condições higiênicas inadequadas e comprometem a inocuidade dos alimentos (Duboc, 2013; Murei; Kamika; Momba, 2024), enquanto o grupo dos coliformes a 45°C é um excelente bioindicador devido

Tabela 3 - Contagens médias de Coliformes a 35°C e de Coliformes a 45°C nas embalagens de refrigerantes.

Grupo	Coliformes a 35°C (NMP/cm ²)	Coliformes a 45°C (NMP/cm ²)
RAI	< 3 ^a	< 3 ^a
RBI	< 3 ^a	< 3 ^a
RAP	< 3 ^a	< 3 ^a
RBP	< 3 ^a	< 3 ^a

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n=3); Menor que 3: Limite inferior da Tabela de Hoskins; Área calculada com base na área de coleta delimitada (Figura 1); Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa no Teste de Tukey (p<0,05). RAI e RAP: refrigerantes marca A coletados no inverno ou primavera; RBI e RBP: refrigerantes marca B coletados no inverno ou primavera.
Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Tabela 4 - Contagens médias de Coliformes a 35°C e de Coliformes a 45°C nas embalagens de iogurtes.

Grupo	Coliformes a 35°C (NMP/cm ²)	Coliformes a 45°C (NMP/cm ²)
IAI	< 3 ^a	< 3 ^a
IBI	< 3 ^a	< 3 ^a
IAP	< 3 ^a	< 3 ^a
IBP	< 3 ^a	< 3 ^a

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n=3); Menor que 3: Limite inferior da Tabela de Hoskins; Área calculada com base na área de coleta delimitada (Figura 1); Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa no Teste de Tukey (p<0,05). IAI e IAP: iogurtes marca A coletados no inverno ou primavera; IBI e IBP: iogurtes marca B coletados no inverno ou primavera.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

à sua associação com contaminação fecal, sendo incapaz de sobreviver fora do trato intestinal de animais de sangue quente (Aslani *et al.*, 2024). A *Escherichia coli*, principal representante dos coliformes a 45°C, foi isolada de embalagens de refrigerantes e bebidas prontas para consumo coletadas em bares e comércios ambulantes de Niterói-RJ (Duboc, 2013).

Em um estudo sobre contaminação microbiana em copos de suco, garrafinhas de iogurte e latas de refrigerante (n=120) coletados em diferentes estabelecimentos, como bares, padarias, ambulantes e mercados, 52,8% das amostras apresentaram contagem de bactérias aeróbias mesófilas e 32,5% de bolores e leveduras superiores a 30 UFC/cm². Além disso, 39,7% das

embalagens apresentaram contagens de bactérias mesófilas aeróbias, e 25,3% continham bolores e leveduras superiores a 100 UFC por área total da embalagem. Algumas amostras ultrapassaram 1000 UFC/cm² para ambos os grupos microbianos analisados (Duboc, 2013). Considerando as contagens por área coletada no presente estudo, foram observados valores elevados, especialmente para bolores e leveduras e para enterobactérias, o que reforça a importância das boas práticas nos locais de comercialização e dos cuidados que o consumidor deve ter com produtos consumidos diretamente da embalagem.

Outro estudo realizou coletas em superfícies de latas de refrigerante obtidas de vendedores ambulantes e em supermercados (n=20), onde 75% apresentaram contaminação por coliformes a 35°C, 10% por coliformes a 45°C, 5% por *Salmonella* sp., e 100% por bolores e leveduras. Os valores de crescimento microbiano para coliformes a 35°C variaram entre 3,6 e 460 NMP/mL em coletas de supermercados, e de 240 NMP/mL a 1100 NMP/mL nas latas de vendedores ambulantes. Para bolores e leveduras, os valores variaram de 3,95 a 4,90 log UFC/cm² em coletas de vendedores ambulantes, e de 2,02 a 3,72 log UFC/cm² em supermercados (Mendonça et al., 2021).

Em uma pesquisa com amostras de latas de bebidas coletadas em diferentes pontos de venda, refrigeradas ou não (n=30), 28 apresentaram contaminação por microrganismos, incluindo *Escherichia coli*, e 4 continham fungos (Santana et al., 2021). De forma semelhante, outro estudo detectou *Escherichia coli* e estafilococos coagulase positiva em embalagens de suco, iogurte e refrigerantes, indicando condições sanitárias inadequadas e manipulação excessiva (Duboc, 2013).

O Conselho da União Europeia, por meio do Regulamento CE nº 852, de 29 de abril de 2004, estabeleceu normas de higiene para gêneros alimentícios, incluindo diretrizes sobre acondicionamento e embalagem. O regulamento determina que os materiais de acondicionamento e embalagem não devem ser fonte de contaminação e devem ser armazenados de forma a evitar riscos (Conselho da União Europeia, 2004).

A legislação brasileira não estabelece parâmetros microbiológicos específicos para embalagens de alimentos, mas exige que atendam aos padrões compatíveis com os alimentos com os quais entram em contato (Brasil, 2024a). Os requisitos microbiológicos para alimentos são estabelecidos pela ANVISA (Brasil, 2022a; 2022b). Como este estudo avaliou a contaminação da parte externa das embalagens em contato com a boca do consumidor, os resultados não podem ser comparados diretamente aos limites legais para os alimentos.

A Associação Industrial Alemã para Tecnologia de Alimentos e Embalagem (IVLV – Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung) estabeleceu valores de referência para a contaminação microbiológica em embalagens de alimentos, abrangendo tanto os materiais quanto os sistemas de embalagem. Os valores de orientação foram definidos para embalagens produzidas com materiais não absorventes, como filmes de plástico ou papel alumínio, e para tampas pré-perfuradas feitas de filmes e papel alumínio para sistemas de embalagem pré-fabricados (copos, tigelas e pratos). Os limites estabelecidos são: contagem total na superfície ≤ 2 UFC/100 mL, bolores e leveduras ≤ 1 UFC/100 mL, e Enterobacteriaceae não detectável (Hennlich, 2011). Entretanto, os resultados (Tabelas 1 e 2) indicaram que a contaminação por bolores e leveduras superou os limites em todas as amostras e nos dois períodos avaliados, enquanto Enterobacteriaceae foi detectada em apenas algumas amostras.

As embalagens de iogurte estavam armazenadas sob refrigeração no estabelecimento da coleta, ao contrário das latas de refrigerante. Embora o resfriamento retarde o crescimento de microrganismos mesófilos, não há efeito descontaminante. Caso os produtos sejam retirados da refrigeração ou sofram aumentos de temperatura, a atividade microbiana pode se intensificar (Kokane; Upadhye; Husainy, 2021). A temperatura exerce um papel crucial no desenvolvimento dos microrganismos, podendo favorecer seu crescimento ou reduzir sua presença a níveis que não comprometam a saúde e a qualidade dos

produtos, até mesmo levando à sua eliminação (Gomides; Ribeiro, 2021).

As medições de temperatura ao redor das embalagens (Tabela 5) mostraram diferenças entre os grupos nos períodos amostrados. Nos pontos ao redor das embalagens de refrigerante, a temperatura variou significativamente entre todas as marcas e períodos sazonais. Nas embalagens de iogurte, também foram observadas variações, com os iogurtes da marca B coletados no inverno (IBI) apresentando as menores temperaturas, enquanto os coletados na primavera (IAP e IBP) registraram os valores mais elevados.

que a maioria dos patógenos tem temperatura ótima de 35°C (Forsythe, 2019; Gomides; Ribeiro, 2021). As temperaturas registradas nos pontos ao redor das embalagens em cada período não apresentaram uma relação direta com o crescimento dos grupos de microrganismos indicadores avaliados neste estudo, indicando que outros fatores, como a umidade, contaminação cruzada e o material das embalagens, podem influenciar a contaminação.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, que abrange produtos como iogurtes, esses

Tabela 5 - Temperatura nos pontos ao redor das embalagens coletadas e temperatura e umidade ambientais nos períodos avaliados.

Grupo	Temperatura (°C)	Grupo	Temperatura (°C)
RAI	19,83±0,43 ^a	IAI	3,52±1,09 ^a
RBI	18,87±0,57 ^b	IBI	1,73±0,85 ^b
RAP	17,86±0,29 ^c	IAP	5,68±0,80 ^c
RBP	15,85±0,60 ^d	IBP	5,18±1,01 ^c

Temperatura Ambiental: Inverno 14°C; Primavera 31°C

Umidade ambiental: Inverno 77%; Primavera 42%

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n=5); Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa no Teste de Tukey ($p < 0,05$). RAI e RAP: refrigerantes marca A coletados no inverno ou primavera; RBI e RBP: refrigerantes marca B coletados no inverno ou primavera. IAI e IAP: iogurtes marca A coletados no inverno ou primavera; IBI e IBP: iogurtes marca B coletados no inverno ou primavera.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

As medições indicaram que a temperatura dos produtos armazenados à temperatura ambiente foi maior no inverno do que na primavera. Isso pode ser explicado pelo aquecimento interno dos estabelecimentos comerciais na região de coleta, que é bastante fria, elevando a temperatura das prateleiras. Na primavera, com temperaturas externas mais amenas, as prateleiras permanecem próximas da temperatura ambiente.

O crescimento microbiano ocorre em uma faixa de temperatura entre -8°C e +90°C, sendo

devem ser conservados e comercializados a uma temperatura não superior a 10°C (Brasil, 2007). As condições higiênico-sanitárias, verificadas visualmente no momento da coleta, e as medições de temperatura (Tabela 3) demonstraram conformidade com as boas práticas de armazenamento dos iogurtes para serviços de alimentação.

O controle de umidade durante o armazenamento das embalagens é essencial para a preservação e segurança dos alimentos, uma vez que condições de alta umidade favorecem

o crescimento microbiano (Sandrin, 2023). Considerando os resultados observados (Tabelas 1 e 2), a umidade relativa do ar aumentada no período do inverno (Tabela 3) elevou, de maneira geral, a contaminação observada.

As embalagens plásticas apresentam maior interação com o ambiente externo, o que pode influenciar a contaminação da superfície que entra em contato com a boca do consumidor (Laurentino et al., 2025). Já as metálicas oferecem vantagens no armazenamento de alimentos, como proteção mecânica e barreira eficaz contra gases, umidade, luz e microrganismos, além de representarem uma opção sustentável por serem recicláveis (Landim et al., 2016). No entanto, não protegem contra variações de temperatura, pois funcionam como condutoras de calor (Martinazzo et al., 2020; Vasile; Baican, 2021), o que pode explicar a maior temperatura ao redor dos refrigerantes, mesmo durante a coleta de inverno (Tabela 5).

Os resultados de diferentes estudos (Duboc, 2013; Mendonça et al., 2021; (Santana et al., 2021), aliados aos achados deste trabalho, evidenciam o risco de doenças associado à contaminação microbiana em embalagens, sugerindo tratarse de um problema generalizado. A detecção de diversos microrganismos em distintos tipos de embalagens e estabelecimentos reforça a necessidade urgente de adoção de boas práticas e de um monitoramento rigoroso das condições de armazenamento e manipulação, a fim de mitigar os riscos à saúde pública.

A higienização das embalagens antes do consumo é essencial para diminuir a contaminação microbiológica das superfícies que entram em contato com a boca do consumidor. Na indústria de alimentos, recomenda-se a lavagem com detergente neutro e água potável, seguida de sanificação com agentes como soluções de cloro (Silva, 2020). No ambiente doméstico, a sanificação pode ser realizada com água sanitária diluída ou álcool 70%, mantido em contato por um minuto (Esteves; Barbosa; Carvalhais, 2020). Essas medidas reforçam a importância da higienização adequada das embalagens como estratégia

preventiva para minimizar os riscos microbiológicos ao consumidor.

CONCLUSÃO

O presente estudo identificou a presença de bolores e leveduras em uma das marcas de refrigerante e em uma das marcas de iogurte coletadas na primavera, assim como enterobactérias em uma das marcas de iogurte no inverno, mesmo com temperaturas de refrigeração e armazenamento dentro das recomendações. Esses resultados indicam um risco potencial à saúde do consumidor e sugerem a ocorrência de contaminação cruzada ao longo da cadeia, desde a produção até o consumo, incluindo o setor de exposição dos produtos. O estudo ressalta a importância de monitorar a microbiota das superfícies externas das embalagens como estratégia para fortalecer a segurança dos alimentos.

REFERÊNCIAS

- ASLANI, R.; MAZAHERI, Y.; JAFARI, M.; SADIGHARA, P.; MOLAEI-AGHAEI, E.; OZCAKMAK, S.; & RESHADAT, Z. Implementation of hazard analysis and critical control point (HACCP) in yogurt production. *Journal of Dairy Research*. v.91, n.1, p.125–135, 2024. doi: <https://doi.org/10.1017/S002202992400023>.
- BOURDICHON, F.; BETTS, R.; DUFOUR, C.; FANNING, S.; FARBER, J.; MCCLURE, P.; STAVROPOULOU, A.D.; WEMMENHOVE, E.; ZWIETERING M.H.; WINKLE, A. Processing environment monitoring in low moisture food production facilities: Are we looking for the right microorganisms? *International Journal of Food Microbiology*. v.356, e10935, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109351>.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, 6 jul. 2022b.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da União, 24 out. 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde [Internet]. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Perguntas e respostas: materiais em contato com alimentos

[acesso em 9 jul. 2025]. 6. ed. Brasília: ANVISA; 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/embalagens-materiais-em-contato-com-alimentos.pdf/view>.

BRASIL. Ministério da Saúde [Internet]. Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar: Informe 2024; 2024b [acesso em 28 jun. 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024>.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada RDC Nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União, 6 jul. 2022a.

CARNAÚBA, R.F.; NETO, J.V.F.; FERNANDEZ, L.C.S.; CARNAÚBA, R.K.L.; ROCHA, T.J.M. Análise dos parâmetros de coliformes totais e fecais em areia de praias urbanas de Maceió, Alagoas, Brasil. Brazilian Journal of Development. v.7, n.12, p.115825–115848, 2021. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-375>.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA (CUE). Regulamento (CE) N.º 852/2004, de 29 de abril de 2004. Relativo à higiene dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia, L 139/1, 30 abr. 2004.

DUBOC, P.P. Avaliação da qualidade química e microbiológica da superfície de embalagens de alimentos de contato direto com a boca no momento do consumo [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

ELSHERBENY, S.M.; RIZK, D.E.; AL-ASHMAWY, M.; BARWA, R. Prevalence and antimicrobial susceptibility of Enterobacteriaceae isolated from ready-to-eat foods retailed in Damietta, Egypt. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences. v.11, n.1, p.116–134, 2024. doi: <https://doi.org/10.1080/2314808X.2024.2307847>.

ESTEVES, J.; BARBOSA, C.; CARVALHAIS, A. [Internet]. Aprenda a higienizar corretamente os alimentos. Publicado em: 30 abr. 2020 [acesso em 29 ago. 2025]. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/aprenda-a-higienizar-corretamente-os-alimentos>.

FADIJI, T.; PATHARE, P.B. Technological advancements in food processing and packaging. Processes. v.11, n.9, 2571, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/pr11092571>.

FERREIRA, R.A. Interfaces entre a vigilância sanitária de alimentos e a Política Nacional de Alimentação e

Nutrição. Cadernos de Saúde Pública. v.37, n.1, e0003892, 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00038921>.

FORSYTHE, S.J. The microbiology of safe food. 3. ed. New Jersey: Wiley, 2019.

GOMIDES, E.T.; RIBEIRO, L.F. Determinação de microrganismos deteriorantes em linguiça calabresa, antes e após o cozimento. Revista GeTeC. v.10, n.29, p.122–137, 2021.

GURGEL, R.S.; SILVA, L.S.; SILVA, L.A. Investigação de coliformes totais e Escherichia coli em água de consumo da comunidade Lago do Limão, Município de Iranduba – AM. Brazilian Applied Science Review. v.4, n.4, p.2512–2529, 2020. doi: <https://doi.org/10.34115/basrv4n4-028>.

HENNICH, W. Guideline values for microbiological contamination provide increased assurance for assessing the hygienic state of food packaging. Food Mark Technol [Internet], 2011 [acesso em 13 jun. 2025]. Disponível em: <https://d-nb.info/1011601044/34>.

KOKANE, R.S.; UPADHYE, C.R.; HUSAINY, A.S.N. A review on recent techniques for food preservation. Asian Review of Mechanical Engineering. v.10, n.2, p.4–9, 2021. doi: <https://doi.org/10.51983/arme-2021.10.2.3009>.

LANDIM, A.P.; MIGUEL, A.P.; DIAS, L.C.B.; ARAÚJO, P.H.H.; GIUDICI, R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. Polímeros. v.26, p.82–92, 2016. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1897>.

LAURENTINO, L.S.; SANTOS, L.M.G.; SILVA, C.B.; BARROS, A.L.R.; THOMAS, P.C.L.; MOREIRA, J.C. The use of silver nanoparticles as antimicrobial agents between 2014 and 2023 in Brazil and worldwide: A bibliometric review. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. v.61, n.3, e18447, 2025. doi: <https://doi.org/10.1590/S2175-97902023018447>.

MARTINAZZO, J.; PIAZZA, S.P.; SCHERER, G.C.; PIETA, L. Embalagens ativas: uma tecnologia promissora na conservação de alimentos. Brazilian Journal of Food Research. v.11, n.2, p.171–194, 2020. doi: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v11n2.10672>.

MARTINS, A.A.M.; MICHELONE, T.P.; SANTOS, N.N.D.; ALVARENGA, L.; EUGÊNIO, M.A.M.; BUENO, R. Análise da qualidade microbiológica da água e da superfície de bebedouros de um parque localizado na região de Sorocaba-São Paulo: há riscos à saúde? Revista Multidisciplinar de Saúde. v.2, n.4, p.1–12, 2020.

MENDES, A.M.; RIBEIRO, L.F. O controle microbiológico da qualidade de alimentos. Pubvet. v.15, n.2, p.1–10, 2021. doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n02a744.1-10>.

