

Contaminação microbiológica em alimentos: *Salmonella spp.* é o grande vilão?

Microbiological contamination in food: Is Salmonella spp. the great villain?

DOI 10.5281/zenodo.14100762

Matheus Pires Alves ¹

Giulianna Oliveira Lodetti ²

Luís Henrique Nunes de Souza ³

Priscila Luiza Mello ^{4*}

1. Discente do curso de graduação em Ciências Biológicas Bacharel da Universidade Guarulhos – UNG, São Paulo, 07023-070 Brasil.
2. Discente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Guarulhos – UNG, São Paulo, 07023-070 Brasil.
3. Docente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Guarulhos – UNG, São Paulo, 07023-070 Brasil.

*autor correspondente: priscila_mello@msn.com

RESUMO

Introdução: A contaminação alimentar é um problema de saúde pública que ocorre quando os alimentos são expostos a patógenos que podem causar doenças gastrointestinais. As bactérias mais comuns que causam contaminação alimentar incluem *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Campylobacter spp.* A salmonelose é uma forma de intoxicação alimentar causada por *Salmonella spp.* **Objetivo:** Revisar, historicamente, as principais bactérias relacionadas a incidência de casos de contaminação e intoxicação alimentar e suas características, buscando levantar dados para entender se a maioria das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) são causadas pela bactéria *Salmonella spp.* **Metodologia:** A pesquisa utilizou uma revisão bibliográfica descritiva, baseada em artigos científicos acessados nas bases de dados *Science Direct*, *PubMed* e *Scielo*. Foram selecionados estudos publicados entre 2016 e 2022, em inglês e português, com base nos descritores apresentados. Artigos fora desse período, em outros idiomas ou com temas divergentes, foram excluídos. **Resultados:** No total, foram avaliados 51 artigos, dos quais 42 foram utilizados na construção da pesquisa. A revisão identificou *Salmonella spp.* como o principal causador de intoxicações alimentares, frequentemente associada à produção de alimentos e condições inadequadas de higienização e armazenamento. Outras bactérias, como *E. coli*, *S. aureus* e *B. cereus*, também foram relevantes para doenças transmitidas por alimentos. Contudo, faltam estudos sobre resistência antimicrobiana, variações genéticas e a influência de fatores socioeconômicos, apontando para a necessidade de mais pesquisas nesses temas. **Conclusão:** A revisão concluiu que *Salmonella spp.* é o principal causador de doenças alimentares, mas a subnotificação de casos dificulta o monitoramento e diagnóstico

dessas infecções, destacando a necessidade de aprimorar a coleta de dados e a vigilância de novas ocorrências.

Palavras-chave: *Salmonella spp.* Contaminação de Alimentos. Intoxicação alimentar. Segurança Alimentar. Doenças Transmitidas por Alimentos.

ABSTRACT

Introduction: Food contamination is a public health issue that occurs when food is exposed to pathogens capable of causing gastrointestinal diseases. The most common bacteria causing food contamination include *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Campylobacter spp.* Salmonellosis is a type of foodborne illness caused by *Salmonella spp.* **Objective:** To review, historically, the main bacteria related to the incidence of food contamination and foodborne illnesses (FBI) and their characteristics, aiming to gather data to understand whether most foodborne diseases are caused by *Salmonella spp.* **Methodology:** This research employed a descriptive literature review, based on scientific articles accessed through the databases Science Direct, PubMed, and Scielo. Studies published between 2016 and 2022, in English and Portuguese, were selected based on the presented descriptors. Articles outside this period, in other languages, or on divergent topics were excluded. **Results:** A total of 51 articles were reviewed, of which 42 were used to build the research. The review identified *Salmonella spp.* as the main cause of foodborne illnesses, frequently associated with food production and inadequate hygiene and storage conditions. Other bacteria, such as *E. coli*, *S. aureus*, and *B. cereus*, were also relevant for foodborne diseases. However, there is a lack of studies on antimicrobial resistance, genetic variations, and the influence of socioeconomic factors, highlighting the need for further research on these topics. **Conclusion:** The review concluded that *Salmonella spp.* is the leading cause of foodborne illnesses, but underreporting of cases hampers the monitoring and diagnosis of these infections, underscoring the need to improve data collection and surveillance of new occurrences.

Keywords: *Salmonella spp.* Food Contamination. Food poisoning. Food Security. Foodborne Diseases.

1. INTRODUÇÃO

A intoxicação alimentar por bactérias é um problema de saúde pública que pode ser causado por diversos tipos de bactérias que estão presentes em alimentos mal armazenados ou mal preparados. Essas bactérias são capazes de produzir toxinas, que podem causar desde sintomas leves, graves e complicações como à morte. A título exemplo, temos a toxina botulínica produzida pela *Clostridium botulinum* e toxinas alfa, beta, épsilon, iota produzidas pela *Clostridium perfringens* (Ali & Alsayeqh, 2022).

A alimentação é considerada um dos principais fatores ambientais que moldam a microbiota humana ao longo da vida. Os microrganismos veiculados pelos alimentos podem estar relacionados a uma variedade de cenários, incluindo aqueles que beneficiam a saúde (por exemplo, estimulação de anticorpos do hospedeiro, liberação de produtos químicos para estimular a saúde do sistema geral ou inibição do desenvolvimento de patógenos), aqueles que causam mudanças mínimas no organismo equilíbrio da comunidade microbiana do hospedeiro, e aqueles que são patogênicos ou foram associados à disbiose do intestino-hospedeiro (Antunes, Novais & Peixe, 2020).

Quando abordamos o assunto intoxicação alimentar, parte de algumas revisões ou temas noticiados direcionam a responsabilidade de agente etiológico para o gênero *Salmonella*. Essa afirmação geralmente está relacionada devido aos números de doenças patológicas e mortes, ocasionadas por bactérias a qual a *Salmonella spp.* está fortemente citada e comprovada, por motivo do seu fator de virulência (Ferrari et al., 2019). Um exemplo é o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do ministério da saúde, que apresentou uma incidência maior nos casos de intoxicação alimentar por *Salmonella spp.* no Brasil entre os anos de 2000 a 2015 (Lanza, 2016).

No entanto, possuímos crescentes dados de intoxicação alimentar causados por outros agentes etiológicos que apontam também preocupações de saúde pública e econômicas devido atingirem a escala industrial (Chapman & Gunter, 2018).

A prevenção da intoxicação alimentar por bactérias é essencial e pode ser alcançada através de medidas simples, como a lavagem adequada das mãos antes de manipular alimentos, o armazenamento correto dos alimentos em temperatura adequada, o cozimento completo dos alimentos de origem animal e o consumo de água e alimentos seguros (Gallo et al., 2020).

Este artigo tem como objetivo revisar, historicamente, as principais bactérias relacionadas a incidência de casos de contaminação e intoxicação alimentar e suas características, buscando levantar dados para entender se a maioria das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) são causadas pela bactéria *Salmonella spp.*

2. METODOLOGIA

Através de uma revisão da bibliografia publicada, disponível em artigos, acessando bancos de dados *Science Direct*, *PubMed* e *Scielo*. Realizaremos uma pesquisa descritiva, utilizando-se artigos científicos sobre o assunto. Incluindo a leitura e o levantamento dos principais dados para construção deste trabalho.

Para a construção desta revisão foi utilizado o método de inclusão, selecionando artigos que englobam os descritores apresentados neste trabalho, nos últimos seis anos, dentro do período de 2016 a 2022.

Ao passo que o método de exclusão irá desconsiderar, artigos em outros idiomas que não estão em inglês ou português, que estão fora do período considerado, com temas divergentes da proposta desta revisão e bases de pesquisas não reconhecidas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Intoxicação alimentar

A alimentação é um ato essencial na vida do ser humano. No entanto, é essencial que o alimento a ser consumido seja seguro e forneça os nutrientes necessários para desempenhar funções básicas (energéticas, estruturais, funcionais e reguladoras) e manter a saúde (Antunes, Novais & Peixe, 2020).

Os alimentos podem ser transmissores de doenças, pois podem ser contaminados por diversos microrganismos e/ou toxinas que, ao serem ingeridos, tornam-se potencialmente perigosos. Assim, a segurança alimentar tornou-se uma propriedade elementar que envolve a saúde pública, o bem-estar da população e a economia (Antunes, Novais & Peixe, 2020).

Em geral, patógenos bacterianos causam doenças transmitidas por alimentos por três mecanismos: intoxicação; ingestão de toxinas pré-formadas em alimentos (por exemplo, *Staphylococcus aureus*), toxicoinfecção alimentar; produção de toxinas no trato gastrointestinal após a ingestão de patógenos (por exemplo, *Clostridium perfringens*) ou infecção; invasão das células epiteliais intestinais (por exemplo, *Salmonella spp.*). A maioria dos patógenos bacterianos transmitidos por alimentos está frequentemente associada a uma síndrome de gastroenterite autolimitada com náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal e, às vezes, febre. No entanto, essas bactérias também podem causar doenças graves com infecções extra intestinais, sequelas pós-infecção e até morte, especialmente em indivíduos em grupos de alto risco (bebês, crianças pequenas, idosos e pacientes imunocomprometidos). Poucos patógenos bacterianos (por exemplo, *Clostridium botulinum* e *Salmonella enterica serovar Typhi*) estão associados a sintomas clínicos sistêmicos e resultados clínicos mais graves, mesmo em indivíduos sem fatores de risco (Antunes, Novais & Peixe, 2020).

Embora a incidência geral da maioria das infecções transmitidas por alimentos tenha permanecido relativamente estável, a epidemiologia dessas doenças não é necessariamente estática. Por exemplo, entre os sorotipos de *Salmonella enterica*, *Typhimurium* era anteriormente o mais comum, mas continuou a diminuir em incidência, talvez devido à vacinação de galinhas. Atualmente é superado pelo sorotipo *Enteritidis* nos Estados Unidos, comumente transmitido pelo consumo de ovos, ou galinha (Fleckenstein, Matthew Kuhlmann & Sheikh, 2021).

3.2. Doenças transmitidas por alimentos

As DTAs, são causadas pela ingestão de alimentos ou bebidas contaminadas por microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus, parasitas e toxinas produzidas por

esses microrganismos. As DTA afetam qualquer pessoa, mas crianças, idosos e pessoas com o sistema imunológico enfraquecido correm maior risco de desenvolver complicações graves. Podem causar uma ampla variedade de sintomas, que vão desde leves, como náusea, vômito, diarreia e cólicas abdominais, até graves, como insuficiência renal, meningite e morte. O tipo e a gravidade dos sintomas dependem do microrganismo causador da infecção, da quantidade de microrganismos presentes no alimento, da saúde do indivíduo infectado e de outros fatores (Chapman & Gunter, 2018).

Os alimentos mais comumente associados ao DTA incluem carne crua ou mal cozida, ovos crus ou mal cozidos, leite não pasteurizado, frutas e verduras mal lavadas, frutos do mar cru mal preparados e alimentos processados contaminados durante a produção (Yang et al., 2017).

Os pesquisadores afirmaram que os patógenos podem contaminar os alimentos em qualquer ponto ao longo da cadeia de logística do alimento, desde a coleta, processamento, transporte, varejo ou operação de serviço até o domicílio. Ao entender onde podem haver potenciais problemas, é possível desenvolver estratégias para reduzir os riscos de contaminação (Chapman & Gunter, 2018).

De acordo com Benjamin, embora tenha havido mais de 600 surtos conhecidos de doenças relacionadas a produtos agrícolas na América do Norte desde 2004 até 2013, resultando em cerca de 20.000 doenças, provavelmente houve milhares de subnotificações. O desejo crescente dos consumidores nos países desenvolvidos de consumir frutas e vegetais frescos, juntamente com a natureza global em expansão da distribuição de produtos, levou a um aumento nos patógenos relatados, surtos e incidência de contaminação. Estudos de laboratório descobriram que produtos frescos podem suportar o crescimento e a sobrevivência de organismos como *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, vírus entéricos e parasitas (Chapman & Gunter, 2018).

Um outro exemplo de patologias ocasionadas por bactérias é o estudo estatístico realizado pelo SINAN do ministério da saúde, que apresentou uma incidência maior nos casos de intoxicação alimentar por *Salmonella spp.* no Brasil entre os anos de 2000 a 2015 (**figura 1**), mostrando uma frequência maior do gênero nas DTAs (Brasil, 2010; Lanza, 2016).

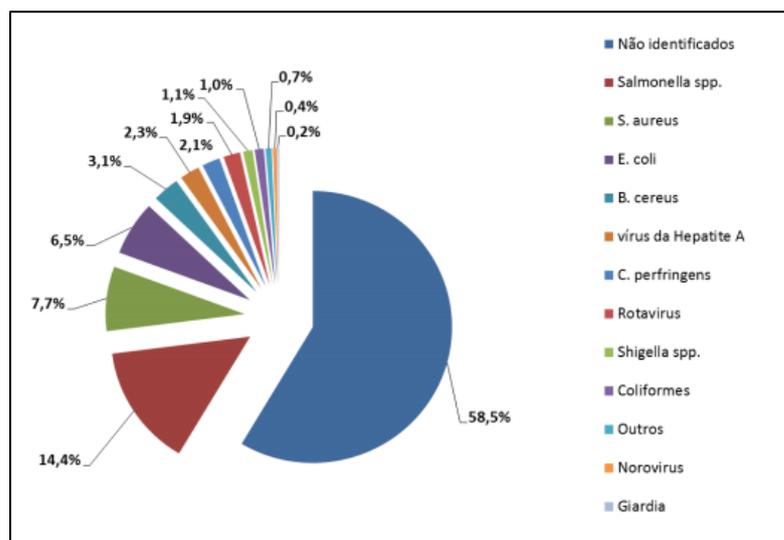


Figura 1. Agentes etiológicos responsáveis pelos surtos de DTA. Fonte: (LANZA, 2016)

3.3. Bactérias causadoras da intoxicação alimentar

3.3.1. *Bacillus cereus*

Bacillus cereus (*B. cereus*) é uma bactéria frequentemente identificada no solo, responsável por dois tipos de doenças gastrointestinais associadas a alimentos. Enquanto o tipo emético, uma intoxicação alimentar, manifesta-se por náuseas e vômitos, as infecções alimentares por cepas enteropatogênicas causam diarreia e dor abdominal. As toxinas causadoras são o dodecadepsipeptídeo cíclico cereulide e as enterotoxinas proteica hemolisina BL (Hbl), enterotoxina não hemolítica (Nhe) e citotoxina K (CytK), respectivamente (Dietrich et al., 2021).

De acordo com Richard, que elaborou uma revisão que cobre o conhecimento atual sobre a distribuição e organização genética dos genes da toxina, bem como os mecanismos de regulação do gene da enterotoxina e secreção de toxina, relata que neste contexto, destaca-se a variabilidade excepcionalmente alta da produção de toxinas entre cepas únicas. Além disso, o modo de ação das enterotoxinas formadoras de poros e seu efeito nas células-alvo são descritos em detalhes (Dietrich et al., 2021).

Estima-se que o *B. cereus* seja responsável por 1,4% a 12% de todos os surtos de intoxicação alimentar em todo o mundo. Na União Europeia (EU), as toxinas bacterianas (*Clostridium spp.*, *Staphylococcus spp.* e *B. cereus*) representaram 17,7% (2016) e 15,9% (2017) de todos os surtos de origem alimentar e hídrica registrados, o que os classificou em segundo lugar atrás da *Salmonella spp.* Com 98 surtos registrados na UE em 2018, as toxinas de *B. cereus* ficaram em quinto lugar, atrás de *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *norovirus* e *Staphylococustoxinas spp.* Entre eles também houve um grande surto de intoxicação alimentar com mais de 100 pessoas afetadas. Além disso, seis casos fatais foram atribuídos a toxinas bacterianas (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* e *B. cereus*) (Dietrich et al., 2021).

O microrganismo *B. cereus* pode causar intoxicação alimentar de leve a grave, principalmente por meio da secreção de enterotoxina produzida, causando diarreia e toxinas eméticas, mas também por meio de alguns mecanismos ainda não esclarecidos (Vidic et al., 2020).

3.3.2. *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) é um membro da flora intestinal normal ou comensal de todos os mamíferos. No entanto, sabemos que a bactéria pode causar uma variedade de doenças entéricas, bem como infecções extraintestinais, incluindo sepse, meningite neonatal e infecção de feridas. Esses patótipos patogênicos de *E. coli* podem ser divididos em dois grupos principais. As cepas que causam doença entérica ou diarreia são chamadas de *E. coli* diarreio gênica (DEC) ou *E. coli* patogênica intestinal (IPEC). *E. coli* que causam infecções extra intestinais são referidas como *E. coli* patogênica extraintestinal (ExPEC) e são a causa mais comum de ITUs de início na comunidade, bem como a causa mais comum de ICS por bactérias gram-negativas (Riley, 2020).

Bactérias patogênicas como a *E. coli* enteropatogênica (EPEC) são uma das principais causas de doenças de origem alimentar e foram relatadas como a principal fonte de muitos casos de doenças de origem alimentar (Waturangi et al., 2021).

As DTAs causadas por agentes de doenças diarreicas, que são principalmente *E. coli* diarreio gênica (DEC). Essas bactérias são cepas enterovirulentas de *E. coli* patogênicas que são especialmente problemáticas na medicina clínica humana e são estabelecidas como patógenos alimentares que causam diarreia. Algumas cepas de *E. coli* possuem genes de virulência que podem causar gastroenterite em crianças (Leny, Waturangi, 2023).

3.3.3. *Campylobacter spp.*

Campylobacter spp. são microrganismos Gram-negativos microaerofílicos, um tanto exigentes, que causam uma carga considerável de doenças tanto nos Estados Unidos quanto no exterior. Há diversas espécies conhecidas de *Campylobacter*, por exemplo; *C. jejuni*; *C. coli*; *C. upsaliensis*; *C. foetus*; *C. lari*; entre outras que podem infectar seres humanos. A infecção por *C. jejuni* é a principal causa de doenças em todo o mundo, embora as técnicas microbiológicas tenham sido otimizadas principalmente para detectar essa espécie, o que pode ter influenciado sua predominância. Nos Estados Unidos, é previsível uma forte associação entre *Campylobacter sp.* e o consumo de frango, uma vez que entre 40% e 95% das aves de frango disponíveis nos supermercados estão infectadas com *C. jejuni*. Além disso, *Campylobacter sp.* é um importante patógeno relacionado à ocorrência de diarreia em viajantes (Fleckenstein, Matthew Kuhlmann & Sheikh, 2021).

Durante os meses de verão, a doença associada a *C. jejuni* é mais frequente, caracterizada por sintomas como diarreia (geralmente sanguinolenta), febre, dor abdominal, náuseas e/ou vômitos. Por exemplo, quando um estudante universitário passa o verão no Arizona e decide grelhar frango pela primeira vez, mas acaba sendo hospitalizado com febre e diarreia sanguinolenta, é altamente provável que seja um caso de enterite por *Campylobacter sp.* Embora a infecção por qualquer uma das espécies que infectam humanos possa levar à bacteremia, a incidência é significativamente maior em tolerada por *C. foetus*, gerada em uma maior probabilidade de hospitalização para os indivíduos infectados (Fleckenstein, Matthew Kuhlmann & Sheikh, 2021).

3.3.4. *Salmonella spp.*

A *Salmonella sp.* é considerada uma das principais bactérias patogênicas responsáveis por doenças transmitidas por alimentos em todo o mundo. Sua transmissão pode ocorrer por meio da contaminação de alimentos e água, e contato com animais e humanos contaminados. A *Salmonella* é conhecida por sua patogenicidade, capacidade de sobrevivência e capacidade de causar doenças, e explorar esses aspectos é fundamental para compreender a sua importância no contexto da segurança alimentar (Morasi et al., 2022). Uma vez no ambiente, os sorotipos de *Salmonella* também demonstraram persistir por vários meses, estendendo-se até mais de um ano. A sobrevivência da *Salmonella* no ambiente pode diferir entre os sorovares e pode ser dependente de muitos fatores, incluindo as características químicas, pH e teor de umidade do solo e material fecal. A persistência ambiental de *Salmonella* também pode ser dependente de interações com outros microrganismos no ambiente (Morasi et al., 2022).

Ainda, temos a *Salmonella enterica* que é um patógeno zoonótico de preocupação substancial para a saúde humana e animal global. É uma das principais causas de morbidade e mortalidade em pessoas em todo o mundo. *S. enterica* pode colonizar com sucesso animais, humanos e plantas e também é encontrada no meio ambiente. Alguns sorovares têm uma ampla gama de hospedeiros (*S. Typhimurium* e *S. Enteritidis*), outros são adaptados ao hospedeiro (*S. Typhi* e *S. Paratyphi*) (Knodler & Elfenbein, 2019).

Essas bactérias representam uma grande ameaça para a indústria alimentar porque são capazes de se adaptar a condições ambientais que são significativamente diferentes da sua faixa normal de crescimento. Algumas cepas são capazes de crescer a 54 °C e outras até 2–4 °C. *Salmonella* patogênica spp. pode se mover usando o flagelo peritrichal. As bactérias também são capazes de fermentar a lactose, produzindo bissulfatos (Chlebicz & Ślizewska, 2018).

Salmonella spp. estão entre os patógenos de origem alimentar mais importantes e a terceira principal causa de morte humana entre as doenças diarreicas em todo o mundo. Os animais são a principal fonte deste patógeno e os alimentos de origem animal são a principal via de transmissão para os humanos. Assim, compreender a epidemiologia global dos sorovares de *Salmonella* é fundamental para controlar e monitorar esta bactéria (Ferrari et al., 2019).

3.3.5. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) é frequentemente disseminado através de alimentos contaminados, sendo um dos principais responsáveis por surtos alimentares no Brasil. A transmissão ocorre principalmente devido à má manipulação durante o processamento dos alimentos. Ingerir alimentos contendo toxinas produzidas por *S. aureus* pode resultar em intoxicação alimentar estafilocócica, manifestando-se com sintomas graves de gastroenterite, náuseas, vômitos (Da Silva, Rodrigues & Silva, 2020).

As bactérias *S. aureus spp.* são gram-positivas, cocos não formadores de esporos, que são imóveis e anaeróbios facultativos, com uma preferência por ambientes mesofílicos e capacidade de formar biofilmes. Além disso, produzem enterotoxinas. Esses microrganismos foram identificados pela primeira vez por Sir Alexander Ogston em 1881, em um período em que as complicações causadas por eles eram frequentemente fatais devido à ausência de antibióticos. Atualmente, uma característica notável desse

organismo é a sua habilidade de desenvolver resistência aos antibióticos. Essa resistência é normalmente adquirida através da transferência horizontal de genes, embora fora de casa e seleção também desempenhem um papel crucial. Infecções causadas por cepas resistentes são comuns, muitas vezes apresentando surtos epidêmicos envolvendo um ou mais clones (Da Silva, Rodrigues & Silva, 2020).

3.3.6. *Clostridium perfringens*.

Clostridium perfringens (*C. perfringens*) é uma bactéria em forma de bastonete, anaeróbica, Gram-positiva, formadora de esporos, amplamente encontrada no ambiente. Esta bactéria carrega mais de 17 toxinas codificadas por genes e historicamente foi classificada em cinco toxinótipos, baseada em quatro genes de toxina distintos: alfa, beta, epsilon e iota (Rasschaert et al., 2016).

Enquadra-se em um importante causa de doenças transmitidas por alimentos. São células encapsuladas, imóveis, em forma de bastonete, que produzem toxinas protéicas e formam esporos resistentes a vários estresses ambientais, como radiação, dessecação e calor. As células vegetativas crescem em temperaturas que variam de 6 a 50 °C, mas preferem uma temperatura ótima entre 43 e 47 °C (Bintsis, 2017).

C. perfringens é a espécie mais comum em exemplos clínicos humanos, fezes exclusivas. Ela está associada a uma variedade de infecções, desde feridas simples até condições mais graves como mionecrose, celulite clostridial, sepse intra-abdominal, colecistite gangrenosa, infecções pós-aborto, hemólise intravascular, bacteremia, pneumonia, infecções torácicas, empiema subdural e abscessos (Bintsis, 2017).

3.3.7. *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes (*L. monocytogenes*) é um patógeno de origem alimentar de natureza zoonótica que traz implicações significativas tanto para a saúde pública quanto para a economia. Em animais, a presença de *L. monocytogenes* pode levar a doenças como a listeriose clínica, manifestando-se em sintomas como aborto, encefalite e septicemia. Nos seres humanos, a listeriose pode resultar em encefalite, septicemia e meningite. Além disso, ela pode causar sintomas gastroentéricos em humanos e até levar a natimortos ou abortos espontâneos em mulheres grávidas. Nos últimos tempos, foram relatados aumentos de surtos e casos isolados relacionados ao consumo de carne e derivados contaminados por *L. monocytogenes*, especialmente em países em desenvolvimento. Diversos fatores de virulência têm um papel fundamental na patogenicidade desse microrganismo (Matle, Mbatha & Madoroba, 2020).

3.4. Contaminações cruzadas causadores da intoxicação alimentar

Em abril de 2012, quatro contêineres de barras de chocolate prontas para consumo foram enviados da Bélgica para os EUA. Antes de chegarem aos EUA, uma amostra do chocolate deu positivo para *Salmonella* num laboratório alimentar belga acreditado, utilizando a norma ISO 6579. O isolado foi enviado ao Laboratório Nacional Belga de Referência para *Salmonella* (VAR, Centro de Investigação Veterinária e Agroquímica), onde foi serotipado como *Salmonella rissen*. Estes resultados foram comunicados à Agência Federal Belga para a Segurança da Cadeia Alimentar (FASC) e à *Food and Drug*

Administration (FDA) dos EUA. A FDA então bloqueou os recipientes na chegada aos EUA, onde foram coletadas 90 amostras dos quatro recipientes de barras de chocolate para (Rasschaert et al., 2016).

Outro caso que podemos referir, foi uma pesquisa de investigação do potencial papel do sal de cozinha como veículo de contaminação cruzada indireta de saladas de vegetais com *Campylobacter spp.* durante o manuseio de frango cru. Foi desenhada uma rota de contaminação cruzada, para simular um cenário de preparação de refeições domésticas. A transferência de *Campylobacters* da carne de frango inoculada para o sal de cozinha e depois para a alface foi avaliada (Santos-Ferreira et al., 2021).

3.4.1. Contaminações no processo de fabricação de alimentos

Foram identificados vestígios de *Salmonella* em depósitos e partes aderentes no equipamento principal de processamento. Uma contaminação significativa foi notada no equipamento ligado ao refrigerador de refeições, envolvendo diversos tipos de *Salmonella*. Além disso, múltiplos sorotipos de *Salmonella* também foram encontrados no equipamento usado no processo de recuperação de pó fino. Para evitar que os produtos de farinha de óleo fossem contaminados por *Salmonella*, foram adotadas medidas efetivas, que já estavam em uso no Japão (Kitazawa et al., 2019).

De acordo com Erika René, que discorre sobre casos de recall de atuns enlatados, relata que a principal causa ou razão para recalls de produtos alimentícios que contêm atum foi para o patógeno bacteriano *L. monocytogenes*, embora as fontes primárias de contaminação possam ter sido algum outro ingrediente, em que em a maioria desses casos advém de processos produtivos corrompidos (Blickem et al., 2022).

Existem várias razões válidas, incluindo os surtos de doenças em humanos foram atribuídos ao consumo de leite não pasteurizado e também ao leite pasteurizado, o leite não pasteurizado é consumido diretamente por produtores de laticínios, funcionários agrícolas e suas famílias, vizinhos e defensores do leite cru, o leite não pasteurizado é consumido diretamente por um grande segmento da população através do consumo de vários tipos de queijos fabricados a partir de leite não pasteurizado, entrada de patógenos de origem alimentar através de leite cru contaminado em laticínios as fábricas de processamento de alimentos podem levar à persistência desses patógenos em biofilmes e à subsequente contaminação de produtos lácteos processados e à exposição dos consumidores a bactérias patogênicas (Oliver, Jayarao & Almeida, 2005). Em uma revisão recente, o papel do biofilme microbiano na indústria de laticínios foi descrito extensivamente. É bem conhecido que as bactérias podem formar biofilme em cada ponto do processo de produção e em diferentes partes do equipamento de processamento, incluindo tanques, silos, tubulações, tubos, membranas, paredes, trocadores de calor de placas, etc. Biofilmes de microrganismos deteriorantes ou bactérias patogênicas em fábricas de processamento de leite são considerados um grande problema. De fato, demonstraram que biofilmes formados por *Bacillus licheniformis*, *Streptococcus uberis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi* e *Serratia liquefaciens* nas superfícies internas de caminhões-tanque de leite cru podem ser fontes de enzimas proteolíticas (Panebianco, Rubiola & Di Ciccio, 2022).

A esterilização em alta temperatura pode efetivamente matar bactérias patogênicas no leite cru e garantir a segurança dos microrganismos do leite em pó. Infelizmente, a endotoxina sintetizada por bactérias gram-negativas no leite cru é estável a 250 ° C e permanece no leite após tratamento térmico. Pode ameaçar a saúde de bebês com desenvolvimento imunológico incompleto (Wu et al., 2021)

3.4.2. Contaminações no processo de acondicionamento de alimentos

Se o produto e as condições de armazenamento apoiarem posteriormente o crescimento de *B. licheniformis*, existe a possibilidade de produção de liquenisina nos alimentos. Os esporos de *B. licheniformis* podem estar presentes em ingredientes alimentares e sobreviver a processos de aquecimento comumente aplicados, como a pasteurização. A resistência ao calor dos esporos pode variar significativamente entre os isolados: alguns carregam elementos genéticos que dão origem à produção de esporos resistentes ao calor de alto nível (Yeak et al., 2022).

Um dos exemplos são as enterotoxinas estafilocócicas secretadas por *S. aureus* frequentemente contaminam os alimentos e causam doenças graves de origem alimentar, mas são ignoradas durante o processamento de alimentos e até mesmo no armazenamento na cadeia de frio. Notavelmente, os são estáveis e resistentes a ambientes agressivos de esterilização, o que pode induzir riscos mais graves à saúde pública do que a própria bactéria (Liu et al., 2022).

3.4.3. Contaminações no processo de transporte de alimentos

Atualmente, muitos alimentos são importados para satisfazer as necessidades das populações em expansão, especialmente dos trabalhadores estrangeiros com vistos temporários, que representam mais de metade dos residentes em muitos destes Estados do Golfo. Apesar dos dados limitados publicados sobre os Estados do Golfo relativamente às doenças entéricas e de origem alimentar e à sua prevenção e controlo, surgem perfis que podem descrever a situação atual e algumas direções futuras (Todd, 2017). Bactérias patogênicas podem causar doenças de origem alimentar e contaminação em qualquer etapa das cadeias de armazenamento e distribuição de alimentos, como produção, transporte, manuseio e embalagem de alimentos. Para sustentar a segurança da cadeia de abastecimento alimentar, são necessárias intervenções eficazes nos alimentos e no ambiente de processamento de alimentos. As empresas de processamento de alimentos utilizam vários métodos, como processamento de alta pressão (HPP) e radiação, para reduzir a carga bacteriana em produtos alimentícios (Khan et al., 2023).

A contaminação dos alimentos resulta principalmente de toda a cadeia de abastecimento alimentar (a partir dos procedimentos utilizados no processamento dos alimentos, temperaturas de armazenamento inadequadas, práticas anti-higiênicas por parte dos manipuladores de alimentos, falta de saneamento nos locais de cozinha/áreas de venda, má gestão de resíduos e tratamento inadequado de sobras (Ncama et al., 2021).

3.4.4. Alimentos contaminados e seus agentes etiológicos

As transmissões de infecções por alimentos poder ocorrer de formas variadas e inesperadas durante a rotina. Comer ou manusear carne de frango crua ou malcozida seria

o principal fator de risco para contrair Campilobacteriose. Foi constatado, de fato, que as fezes de aves infectadas podem conter até 105-108 UFC/g. Esses altos níveis permitem que as bactérias se espalhem facilmente no meio ambiente, permitindo assim a contaminação. Foi estimado que o varejo de carne de frango está contaminado com *C. jejuni* em até 98% dos casos nos EUA e de 60% a 80% dos casos na Europa. A contaminação ocorre entre os mesmos animais de fazenda, onde a transmissão pode ser de natureza vertical (ou seja, da galinha para o pintinho através do ovo), evento bastante raro, ou horizontalmente dentro do ambiente onde os animais são criados (Facciola et al., 2017).

Um quadro de intoxicação ocorreu com uma mulher de 40 anos, de etnia chinesa, foi admitida no pronto-socorro com história de vômitos profusos, dor abdominal e sudorese há 12 horas, seguida de síncope, posicionamento tônico e decorticado, exotropia bilateral e estado sem resposta. O início dos sintomas começou 1 hora após o consumo de farinha de arroz frito reaquecido composta por ervilhas, peru, ovos e arroz, preparada 1 semana antes. A refeição foi deixada esfriar durante a noite (aproximadamente 12 horas de duração) e mantida na geladeira desde então. Ela também comeu abóbora enlatada e sopa de cogumelos, com cogumelos frescos. Seus quatro filhos (de 9 anos, 11 anos, 14 anos e 17 anos) consumiram os mesmos alimentos, porém, sentiram leves dores abdominais e vômitos logo após a refeição, não necessitando de atendimento médico (Colaco et al., 2021).

Uma vez que, alimentos que foram previamente implicados em infecções por *L. monocytogenes* incluem leite, queijos de pasta mole, frios ou sanduíches e produtos frescos, que abrangem frutas e vegetais frescos. Vários relatórios demonstraram a presença de *L. monocytogenes* em uma ampla variedade de amostras de produtos frescos e outros alimentos minimamente processados (Smith et al., 2018).

Outro exemplo, foi no início da década de 1980, várias espécies de *Bacillus*, como *Bacillus mesentericus* (atual *Bacillus pumilus*) e *Bacillus subtilis*, foram identificadas como responsáveis pela deterioração de produtos de panificação. Esta deterioração é geralmente caracterizada por miolo pegajoso, crosta descolorida e odor de melão. Isso poderia ser explicado pela diminuição do uso de conservantes químicos na fabricação de produtos de panificação (André, Vallaes & Planchon, 2017).

As pesquisas alimentares concentraram-se principalmente na carne e nos produtos à base de carne; no entanto, vegetais crus e prontos para consumo, frutos do mar e leite também podem conter *C. difficile* (Tkalec et al., 2020). Pelo fato de algum desses produtos serem consumidos principalmente crus e geralmente não serem submetidos a processos que reduzam sua contaminação microbiológica, tornam-se fonte de infecção e transmitem patógenos causadores de intoxicação alimentar em humanos. A bactéria *Salmonella spp* é um sério problema para a saúde humana e continua a ser um problema sério em muitas partes do mundo (Kowalska, 2023).

A carne e seus derivados têm sido reconhecidos como uma fonte de infecção; de facto, a carne de aves e os produtos à base de carne têm sido globalmente relatados como a principal fonte de infecção. Está claro que os animais produtores de alimentos são reservatórios importantes para as espécies *Campylobacter spp* e *Arcobacter spp*, o que

implica uma colonização bem-sucedida do trato gastrointestinal na produção primária e contaminação durante o processo de abate (Shange, Gouws & Hoffman, 2019).

3.4.5. Casos notificados por intoxicação alimentar

Nos países industrializados, o principal reservatório de *Salmonella não-tifóide* é o trato intestinal de animais produtores de alimentos, o que leva prontamente à contaminação de diversos alimentos. Portanto, apesar de outras fontes (por exemplo, contacto com animais/répteis, ambiente ou pessoa a pessoa), a salmonelose de origem alimentar é a fonte mais relevante com um elevado impacto global na saúde humana. Foi estimado que a *Salmonella não-tifóide* causa cerca de 93,8 milhões de doenças e 155.000 mortes a cada ano em todo o mundo (Antunes et al., 2016). Ainda mais, verificou-se que a *Salmonella spp* estava presente em aves de todas as regiões incluídas no estudo. *Salmonella Typhimurium*, *S. Gallinarum* e *S. Enteritidis* foram os sorovares mais prevalentes, representando 96,2 por cento dos isolados. A *Salmonella* foi identificada em aves de todos os principais estados produtores e consumidores de ovos (Kumar et al., 2019).

A contaminação por *Salmonella spp* em ingredientes alimentares pode ser rastreada há pelo menos 50 anos. Produtos de origem animal, como farinha de carne e ossos ou gordura fundida, podem ser fontes frequentes de contaminação. O processamento térmico e químico utilizado para fabricar proteínas de origem animal é extremo o suficiente para matar a maioria das bactérias presentes. Porém, a recontaminação do produto pode ocorrer por meio de poeira ou equipamentos contaminados durante o pós-processamento (Harrison et al., 2022).

Durante 2009–2015, o FDOSS recebeu relatos de 5.760 surtos que resultaram em 100.939 doenças, 5.699 hospitalizações e 145 mortes. Todos os 50 estados, o Distrito de Columbia, Porto Rico e o CDC relataram surtos. Entre 2.953 surtos com uma única etiologia confirmada, o *norovírus* foi a causa mais comum de surtos (1.130 surtos [38%]) e doenças associadas a surtos (27.623 doenças [41%]), seguido por *Salmonella* com 896 surtos (30%) e 23.662 doenças (35%). Surtos causados por *Listeria spp.*, *Salmonella spp.* e *E. coli* produtora de toxina *Shiga* (STEC) foram responsáveis por 82% de todas as hospitalizações e 82% das mortes relatadas (Dewey-Mattia et al., 2019).

Na Ucrânia a incidência de salmonelose é elevada. Surtos de salmonelose são registrados. *S. enteritidis* é mais frequentemente isolado de material clínico de pacientes, portadores e objetos humanos ($p < 0,05$). Os grupos de risco para salmonelose são as crianças ($p < 0,05$), bem como a população rural ($p > 0,05$). O baixo nível de controle sanitário e epidemiológico nas etapas de produção, transporte e comercialização de produtos alimentícios, abastecimento de água contribui para a disseminação da salmonelose. Fatores naturais têm efeito regulador da intensidade do processo epidêmico de *Salmonela*: estabelece-se uma forte relação direta entre a incidência e a temperatura do ar e precipitação (Podavalenko et al., 2021).

Outro episódio ocorreu em 27 de novembro de 2008, um surto de doenças transmitidas por alimentos associado ao consumo de salada de frango em um jardim de infância no distrito de Hurlingham, província de Buenos Aires. Trinta e sete crianças e 10 adultos com sintomas gastrointestinais foram afetados. Cinco crianças foram

hospitalizadas com sinais de desidratação, uma delas necessitando de cuidados intensivos. *S. aureus* foi isolado do alimento mencionado em 4 de 5 amostras de fezes dos pacientes e em 3 de 5 manipuladores de alimentos (Manfredi & Rivas, 2019).

Em junho de 2020, um surto de intoxicação alimentar em grande escala envolvendo cerca de 3.000 alunos do ensino fundamental e médio ocorreu em Yashio, Saitama, Japão. A merenda escolar foi o único alimento ingerido por todos os pacientes (Kashima et al., 2021). Também ocorreu entre 11 e 13 de dezembro de 2018, as autoridades locais de saúde pública em West Midlands, Inglaterra, foram alertadas para 34 notificações de diarreia com cólicas abdominais. O início dos sintomas ocorreu aproximadamente 10 horas depois que os clientes comeram as refeições de Natal em um restaurante entre 7 e 9 de dezembro de 2018. Um estudo retrospectivo de caso-controle, investigações ambientais e microbiológicas foram realizadas para determinar a fonte e controlar o surto. Duas amostras fecais foram positivas para *C. perfringens*, com uma confirmando o gene enterotoxigênico. O molho de queijo é um veículo incomum para o organismo e foi a primeira vez que isso foi relatado na Inglaterra (Bhattacharya et al., 2020).

Não só, mas também *B. cereus* foi confirmado como organismo causador de doenças gastrointestinais em 1947, quando inúmeras pessoas sofreram de diarreia em hospitais noruegueses após o consumo de molho de baunilha. A forma emética da doença foi descrita apenas 20 anos depois, quando casos correspondentes de intoxicação alimentar apareceram na Grã-Bretanha após o consumo de arroz cozido. Também foi postulado pela primeira vez que *B. cereus* produz pelo menos dois tipos diferentes de toxinas, que são responsáveis pelo tipo de doença diarreica ou emética (Jessberger et al., 2020).

As doenças de origem alimentar causadas pela contaminação bacteriana são um dos maiores problemas que afetam a saúde humana e a segurança alimentar. De 2011 a 2014, foram notificados 4.211 surtos de doenças transmitidas por alimentos na China. Dos 3.183 surtos com agente etiológico conhecido, microrganismos patogênicos foram confirmados em 1.244 (39%), o que resultou em 27.479 doenças. Entre essas doenças, o *S. aureus* foi reconhecido como um dos culpados mais proeminentes, resultando em 3.269 doenças (11,9%) (Wu et al., 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta revisão não foram avaliados alguns aspectos, mas que podem ser estendidos em pesquisas futuras, os temas não pautados foram, incidências sobre casos de intoxicação alimentar em diferentes regiões, sendo elas a nível de país ou internacional, ou ainda contrapondo espaços rurais e urbanos. Além disso, não foi abordado as principais toxinas causadoras de DTAs e seus centrais sintomas, os gêneros, faixa etária, classe social que mais são acometidos também não foram evidenciados. Assim como, quais são as circunstâncias que causam infecções alimentares, se são ocasionadas por determinados alimentos que servem um grupo coletivo ou então causados pelo consumo individual.

Os principais indícios após a efetividades das pesquisas, mostram um número relevante de assuntos que tratam da *Salmonella spp*, como organismo destaque causador

das intoxicações alimentares, o que até então pode ser justificável devido ao seu nível de virulência e ao seu grande grupo de sorovares que habitam os intestinos de animais, facilitando a sua transmissão, que em muitos casos podem ser considerados vetores de transmissão devido a produções agropecuárias, onde em alguns quadros a utilização de antibióticos nesse manejo podem proporcionar o aparecimento de superbactérias, além disso há grupos específicos de *Salmonella spp* que perduram meses sobrevivendo.

Durante a pesquisa a *Salmonella spp*, apareceu em umas variedades de filtros de pesquisas, estando relacionado com diversos assuntos que abordam DTA, processos de produção de alimentos, falta de higienização, formação de biofilmes, armazenamento inadequado de alimentos e transporte incorreto, esse gênero também apareceu em revisões que apontam casos de hospitalizações, onde realizaram procedimentos laboratoriais bioquímicos para a identificação da bactéria.

Outros indicativos complementaram mais bactérias causadoras de DTA, não tão citadas como o gênero desta revisão, porém mostrando que essas espécies carregam uma responsabilidade em serem elencadas como questões de saúde pública. Alguns autores apresentaram a *E. coli*, também relacionadas a quadros de infecções alimentares causadoras de DTAs, relacionada a episódios de intoxicações provocando sintomas agudos no intestino, trata-se de um microrganismo fortemente ligado a ausência de higienização, principalmente com alimentos que são muito manipulados, podem estar presentes em água que não passou por uma desinfecção corretamente respeitando os níveis regulatórios,

A *S. aureus*, do mesmo modo foi referenciada, apresentando caso de infecções alimentares, não possuindo a capacidade de formar esporos, todavia é bastante destacada na formação de biofilmes o que implica um agravo nas limpezas a níveis industriais podendo ocasionar incidentes de contaminações, além disso essa espécie também possui uma capacidade alta em se tornar resistente a antibióticos. Outra bactéria abundantemente mencionada é o *B. cereus*, que aparece em grande escala quando é abordado a produção de toxinas, sendo considerada por alguns pesquisadores como altamente virulenta.

Indícios abordaram que outros autores relacionaram as bactérias *L. monocytogenes*, *C. perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus licheniformis*, *Streptococcus uberis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Arcobacter spp*, *Campylobacter spp*, a DTAs, no entanto não são frequentemente identificadas ou responsáveis por causarem quadros de hospitalizações, que podem estar sendo enquadradas em casos subnotificados.

Embora que essas pesquisas relatam um vasto quadro de agentes biológicos causadores de intoxicação alimentar e apresente grupos de bactérias importantes para a saúde pública, certos pontos sobre a contaminação microbiológica em alimentos não foram explicitados de forma convincente, necessitando de maiores investigações, durante a revisão foram identificados poucos artigos que abordavam a resistência microbiana a antibióticos, uma vez que o uso indiscriminado de antibióticos acontece, ou ainda medicamentos utilizados pela agropecuária provocando a seleção natural de bactérias resistentes, fora o descarte incorreto que pode contaminar redes fluviais de fornecimento, não foi destacado a partir disto variações genéticas dos grupo de bactérias patogênicas de alimentos, visando entender se a existência dessas variações podem estar causando a

incidência de casos, doenças alimentares. Do mesmo modo, não houve artigos que expunham se os casos de DTA estão ligados a classes mais baixas da sociedade ou então sobre saneamento básico precários como vetores dessas contaminações, assim como, no caso de estudos abordando a educação dos consumidores na alimentação, visando mostrar que possíveis infecções alimentares podem estar ligadas a ausência de práticas higiênicas dentro de casa.

Os casos de subnotificações poderiam ser mais explorados, propondo-se compreender a origem e motivos das vítimas de intoxicação alimentar não buscarem ajuda médica ou de ser feito um levantamento, nos serviços hospitalares, do quadro de bactérias patogênicas.

Como sugestão de projetos futuros, indico a necessidade de métodos acessíveis e práticos que possam otimizar a identificação das bactérias patogênicas, a fim de diminuir os casos de subnotificações. Com o avanço tecnológico, métodos mais sensíveis na detecção através de sequenciamentos genéticos dos patógenos podem auxiliar em um diagnóstico autêntico, além disso o uso de inteligência artificial pode ser um grande aliado na vigilância epidemiológica, permitindo a detecção de surtos precoces e rastreamento das fontes de contaminações. Outra perspectiva seriam novas regulamentações nos processos de produção de alimentos, uma vez que quadros de alimentos que são comercializados contaminados ocorrem frequentemente, propor medidas globais podem unificar o processo de fabricação, focando em normas para Boas Práticas de Fabricação (BPF) atualizadas, assim como contratação de profissionais capacitados e investimentos de órgãos federais em pesquisas que proporcione validação de métodos analíticos de controle de qualidade ou em engenharia de produção, visando processos mais automatizados, com salas limpas, a fim de reduzir possíveis propagações de agentes infecciosos. Assim como, deve ser aplicadas medidas educacionais de alimentação dentro do ambiente doméstico, prevenindo surtos.

De acordo com o objetivo desta revisão, foi realizado o levantamento de artigos científicos através de plataformas de pesquisas e avaliado suas reincidências, onde possibilitou identificar outros agentes causadores de intoxicação alimentar. Visando compreender, foi elaborado o **quadro 1** contendo os principais artigos utilizados na construção deste trabalho, onde estão dispostos a referência e os descritores abordados. No total foram avaliados 51 artigos, porém apenas 42 citaram assuntos utilizados para construção da pesquisa.

Quadro 1. Artigos e seus respectivos descritores, destacando os assuntos abordados. Fonte: Autor.

| Referência | Descritores |
|-----------------------------------|--|
| (ALI; ALSAYEQH, 2022) | Zoonoses transmitidas por carne, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Listaria</i> , <i>Brucella</i> , intoxicação alimentar, resistência antimicrobiana, abordagem One Health. |
| (ANDRÉ; VALLAEYS; PLANCHON, 2017) | Bacilo; Clostrídio; Geobacilo; Morela; Deterioração; Termoanaerobactéria |

| | |
|--|--|
| (ANTUNES <i>et al.</i> , 2016) | AmpC; <i>Salmonella</i>, <i>Enteritidis</i>, <i>Infantis</i>, <i>Kentucky</i>, <i>Heidelberg</i>, <i>Typhimurium</i>, <i>Virchow</i>; β-lactamases de espectro estendido; multirresistência; resistência às quinolonas mediada por plasmídeos. |
| (ANTUNES; NOVAIS; PEIXE, 2020) | Patógenos multirresistentes, veículos alimentares, antibiótico, bactérias patogênicas, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella sp.</i> |
| (BHATTACHARYA <i>et al.</i> , 2020) | Queijo; <i>C. perfringens</i> ; alho-poró; surto |
| (BINTSIS, 2017) | surtos de origem alimentar; patógenos transmitidos por alimentos; bactéria patogênica; parasitas patogênicos; vírus patogênicos. |
| (BLICKEM <i>et al.</i> , 2022) | <i>Listeria</i> ; <i>Salmonella</i> ; Alérgenos; Análise de perigos e pontos críticos de controle; Histamina; Atum. |
| (CHLEBICZ; ŚLIŻEWSKA, 2018) | Patógenos bacterianos; Doenças transmitidas por alimentos; zoonoses |
| (COLACO <i>et al.</i> , 2021) | Terapia intensiva de adultos; infecções transmitidas por alimentos; hepatite e outras infecções gastrointestinais; doenças infecciosas; toxicologia. |
| (DA SILVA; RODRIGUES; SILVA, 2020) | Brasil, FBD, mec A, MRSA, Oxacilina |
| (DEWEY-MATTIA <i>et al.</i> , 2019) | <i>Salmonella</i>, <i>Listeria</i> e <i>Escherichia coli</i> |
| (DIETRICH <i>et al.</i> , 2021) | <i>B. cereus</i> ; cereulide; citotoxicidade; citotoxina K; intoxicação alimentar; hemolisina BL; enterotoxina não hemolítica; formação de poros. |
| (FACCIOLÀ <i>et al.</i> , 2017) | <i>Campylobacter</i> ; Epidemiologia; Patógenos de origem alimentar; Prevenção |
| (FERRARI <i>et al.</i> , 2019) | Sorovares, contaminação cruzada, <i>Salmonella spp.</i> , alimentos de origem animal. |
| (FLECKENSTEIN; MATTHEW KUHLMANN; SHEIKH, 2021) | Bactérias; Diarréia; Gastroenterite; Patógenos. |

| | |
|--|---|
| (HARRISON <i>et al.</i> , 2022) | <i>Salmonella enterica</i>; Segurança alimentar; Segurança alimentar; monofásico; suínos |
| (JESSBERGER <i>et al.</i> , 2020) | <i>B. cereus</i> ; adesão; enterotoxinas; intoxicação alimentar; motilidade; surtos; avaliação de risco; esporos; infecção tóxica. |
| (KITAZAWA <i>et al.</i> , 2019) | <i>Salmonella</i> ; desinfecção; ambiental; segurança alimentar; Contaminação microbiana. |
| (KNODLER; ELFENBEIN, 2019) | Febre entérica; de origem alimentar; gastroenterite; patogênese |
| (KOWALSKA, 2023) | <i>Salmonella</i> ; contaminação alimentar; segurança alimentar; fruta; salmonelose; vegetais. |
| (KUMAR <i>et al.</i> , 2019) | Distribuição; Salmonella; aves; sorovares. |
| (LENY; WATURANGI, 2023) | Bacteriófagos; Biocontrole; <i>E. coli</i> enterohemorrágica (EHEC); <i>E. coli</i> enteropatogênica (EHEC); Doenças transmitidas por alimentos. |
| (LIU <i>et al.</i> , 2022) | Doenças transmitidas por alimentos; Produtos naturais; secreção; enterotoxinas estafilocócicas; atividade superantígena. |
| (MANFREDI; RIVAS, 2019) | Enterotoxinas; Enterotoxinas; PCR; SmaI-PFGE; <i>S. aureus</i> . |
| (MATLE; MBATHA; MADOROBA, 2020) | <i>L. monocytogenes</i> ; resistência antimicrobiana; diagnóstico; epidemiologia; carne e produtos à base de carne; fatores de virulência. |
| (MORASI <i>et al.</i> , 2022) | contaminação; intoxicação alimentar; sobrevivência microbiana; umidade; saúde pública. |
| (NCAMA <i>et al.</i> , 2021) | Saúde e segurança; saúde pública |
| (PANEBIANCO; RUBIOLA; DI CICCIO, 2022) | Laticínios; laticínios; qualidade alimentar; segurança alimentar; patógenos de origem alimentar; tecnologias inovadoras; biofilme microbiano; ozônio; bactérias deteriorantes. |

| | |
|--|--|
| (PODAVALENKO <i>et al.</i> , 2021) | Correlação; situação da epidemia; vigilância epidemiológica; fatores; salmonelose |
| (RASSCHAERT <i>et al.</i> , 2016) | Contaminação cruzada; Laboratório de alimentos; <i>Salmonella</i> |
| (RILEY, 2020) | <i>E. coli</i> patogênica extraintestinal, ExPEC, <i>E. coli</i> patogênica intestinal, IPEC, tipo de sequência multilocus, patotipo, <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| (SANTOS-FERREIRA <i>et al.</i> , 2021) | <i>Campylobacter spp</i> , aves, contaminação. |
| (SHANGE; GOUWS; HOFFMAN, 2019) | Espécies de <i>Arcobacter</i> ; Espécies <i>Campylobacter</i> ; Contaminação; Animais produtores de alimentos; Produção primária; Processo de abate. |
| (SMITH <i>et al.</i> , 2018) | processamento de alimentos; segurança alimentar; <i>Listeria</i> ; Contaminação microbiana; monocitogenes; solo. |
| (TKALEC <i>et al.</i> , 2020) | <i>Clostridioides difficile</i> ; <i>Clostridium difficile</i> ; vigilância alimentar; de origem alimentar; carne; reservatório; vegetais. |
| (TODD, 2017) | Bahrein; Supervisão governamental da segurança alimentar; Doenças transmitidas por alimentos e sua vigilância; Doenças gastrointestinais; Estados do Golfo; Kuwait; Omã; Catar; Arábia Saudita; Emirados Árabes Unidos; Disponibilidade de água |
| (VIDIC <i>et al.</i> , 2020) | <i>B. cereus</i> ; adesão; enterotoxinas; intoxicação alimentar; motilidade; surtos; avaliação de risco; esporos; infecção tóxica. |
| (WATURANGI <i>et al.</i> , 2021) | Bacteriófagos; <i>E. coli</i> enteropatogênica (EPEC); conservante de alimentos; Doenças transmitidas por alimentos |
| (WU <i>et al.</i> , 2016) | Enterotoxinas estafilocócicas; análise; detecção; intoxicação alimentar |
| (WU <i>et al.</i> , 2021) | Fosfatase alcalina; endotoxina; Fórmula infantil; saúde infantil. |
| (YANG <i>et al.</i> , 2017) | <i>E. coli</i> ; Contaminação alimentar; Doenças transmitidas por alimentos; Surto. |

(YEAKE *et al.*, 2022)

Caco-2; biossurfactante; intoxicação alimentar; segurança alimentar; perigo; lipopeptídeo; leite desnatado; ex-esporo.

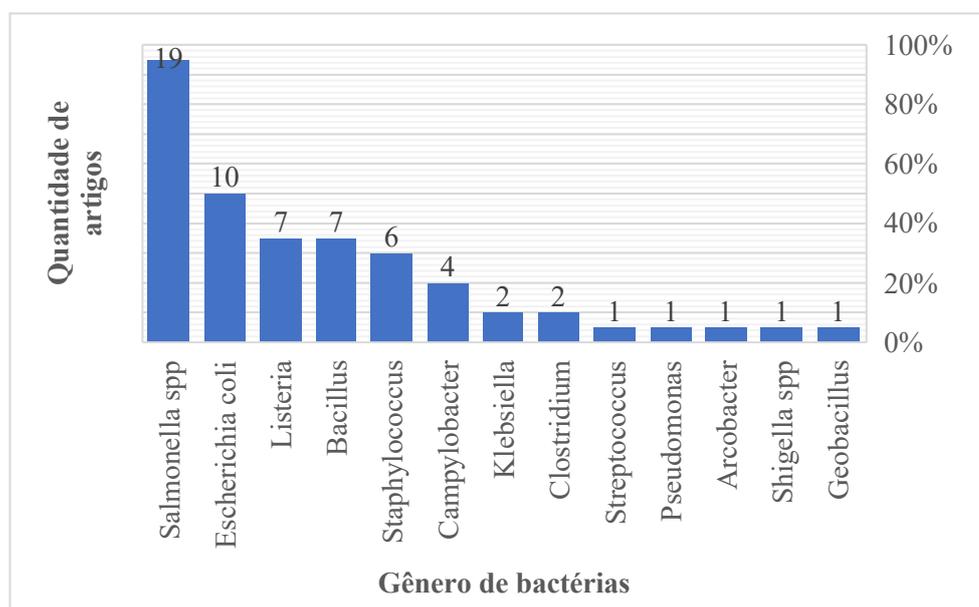


Figura 2. Tendência na incidência de artigos sobre bactérias causadoras de DTA.

Após avaliação do quadro foi elaborado a figura 2 para uma melhor visualização dos casos e seus agentes etiológicos, comparando a quantidade de artigos com seus respectivos gêneros que mais provocam DTA. Tendo isso em vista, 45% dos artigos citaram o gênero *Salmonella spp.* como causadora de doenças alimentares, envolvendo casos notificados. 31% desses casos estão distribuídos em outros grupos de bactérias. O restante sendo 23% é representado pela bactéria *E. coli*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gênero *Salmonella spp.* é o principal causador de doenças transmitidas por alimentos, visto que através do levantamento realizado nesta revisão, podemos mensurar uma quantidade de artigos que abordaram a *Salmonella spp.* em casos que foram notificados, alimentos contaminados e surtos.

Casos subnotificados atrapalham nos levantamentos de dados sobre bactérias patogênicas causadoras de DTA, dificultando o acesso ao diagnóstico acometidas por esses agentes etiológicos, além de impossibilitar atualizações dos bancos de dados de monitoramento de novos e possíveis casos.

REFERÊNCIAS

Ali S, Alsayeqh AF. Review of major meat-borne zoonotic bacterial pathogens. *Frontiers in Public Health*, v. 10, 15 dez. 2022.

André S, Vallaeyts T, Planchon S. Spore-forming bacteria responsible for food spoilage. *Research in microbiology*, v. 168, n. 4, p. 379–387, 1 maio 2017.

- Antunes P, et al. Salmonellosis: the role of poultry meat. *Clinical Microbiology and Infection*, v. 22, n. 2, p. 110–121, 1 fev. 2016.
- Antunes P, Novais C, Peixe L. Food-to-Humans Bacterial Transmission. *Microbiology spectrum*, v. 8, n. 1, 16 jan. 2020.
- Bhattacharya A, et al. Outbreak of *Clostridium perfringens* food poisoning linked to leeks in cheese sauce: an unusual source. *Epidemiology and Infection*, v. 148, 2020.
- Bintsis T. Foodborne pathogens. *AIMS Microbiology*, v. 3, n. 3, p. 529–563, 2017.
- Blickem ER, et al. Review and Analysis of Tuna Recalls in the United States, 2002 through 2020. *Journal of Food Protection*, v. 85, n. 1, p. 60–72, jan. 2022.
- Brasil, M. Da Saúde. S. De V. Em Saúde. D. De V. Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/editora>>. Acesso em: 1 jun. 2023.
- Chapman B, Gunter C. Local Food Systems Food Safety Concerns. *Microbiology Spectrum*, v. 6, n. 2, 6 abr. 2018.
- Chlebicz A, Śliżewska K. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, Vol. 15, Page 863, v. 15, n. 5, p. 863, 26 abr. 2018.
- Colaco CMG, et al. Fulminant *Bacillus cereus* food poisoning with fatal multi-organ failure. *BMJ case reports*, v. 14, n. 1, 18 jan. 2021.
- Da Silva AC, Rodrigues MX, Silva NCC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in food and the prevalence in Brazil: a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 51, n. 1, p. 347–356, 30 mar. 2020.
- Dewey-Mattia D, et al. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks — United States, 2009–2015. *MMWR. Surveillance Summaries*, v. 67, n. 10, p. 1–11, 2019.
- Dietrich R, et al. The Food Poisoning Toxins of *Bacillus cereus*. *Toxins* 2021, Vol. 13, Page 98, v. 13, n. 2, p. 98, 28 jan. 2021.
- Facciola A, et al. *Campylobacter*: from microbiology to prevention. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, v. 58, n. 2, p. E79, 2017.
- Ferrari RG, et al. Worldwide epidemiology of *Salmonella serovars* in animal-based foods: A meta-analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 85, n. 14, 1 jul. 2019.
- Fleckenstein JM, Matthew Kuhlmann F, Sheikh A. Acute Bacterial Gastroenteritis. *Gastroenterology Clinics of North America*, v. 50, n. 2, p. 283–304, 1 jun. 2021.
- Gallo M, et al. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety. *Food Research International*, v. 137, p. 109414, 1 nov. 2020.
- Harrison OL, et al. *Salmonella enterica* 4,[5],12:i:–, an Emerging Threat for the Swine Feed and Pork Production Industry. *Journal of Food Protection*, v. 85, n. 4, p. 660–663, 1 abr. 2022.
- Jessberger N, et al. The *Bacillus cereus* Food Infection as Multifactorial Process. *Toxins* 2020, Vol. 12, Page 701, v. 12, n. 11, p. 701, 5 nov. 2020.

Kashima K, et al. An outbreak of food poisoning due to *Escherichia coli* serotype O7:H4 carrying astA for enteroaggregative *E. coli* heat-stable enterotoxin1 (EAST1). *Epidemiology & Infection*, v. 149, p. e244, 2 nov. 2021.

Khan FM, et al. A comprehensive review of the applications of bacteriophage-derived endolysins for foodborne bacterial pathogens and food safety: recent advances, challenges, and future perspective. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, p. 1259210, 6 out. 2023.

Kitazawa H, et al. Effective countermeasures for *Salmonella* contamination in actual oilmeal-manufacturing plant in India. *Journal of Applied Microbiology*, v. 127, n. 6, p. 1901–1906, 18 dez. 2019.

Knodler LA, Eifenbein JR. *Salmonella enterica*. *Trends in Microbiology*, v. 27, n. 11, p. 964–965, 1 nov. 2019.

Kowalska B. Fresh vegetables and fruit as a source of *Salmonella* bacteria. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, v. 30, n. 1, p. 9–14, 2023.

Kumar Y, et al. Serovar diversity of *Salmonella* among poultry. *Indian Journal of Medical Research*, v. 150, n. 1, p. 92–95, 1 jul. 2019.

Lanza J. Surtos Alimentares no Brasil. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/surtos-alimentares-no-brasil-dados-atualizados-em-janeiro-de-2016/>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

Leny LA, Waturangi DE. Application of BI-EHEC and BI-EPEC bacteriophages to control enterohemorrhagic and enteropathogenic *escherichia coli* on various food surfaces. *BMC Research Notes*, v. 16, n. 1, p. 1–8, 1 dez. 2023.

Liu C, et al. Hazard of Staphylococcal Enterotoxins in Food and Promising Strategies for Natural Products against Virulence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 70, n. 8, p. 2450–2465, 2 mar. 2022.

Manfredi EA, Rivas M. Brote de intoxicación alimentaria en un jardín de infantes de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Microbiología*, v. 51, n. 4, p. 354–358, 1 out. 2019.

Matle I, Mbatha KR, Madoroba E. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 87, n. 1, 9 out. 2020.

Morasi RM, et al. *Salmonella spp.* in low water activity food: Occurrence, survival mechanisms, and thermoresistance. *Journal of Food Science*, v. 87, n. 6, p. 2310–2323, 1 jun. 2022.

Ncama BP, et al. Scoping review of food safety at transport stations in Africa. *BMJ open*, v. 11, n. 11, 25 nov. 2021.

Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA. Foodborne Pathogens in Milk and the Dairy Farm Environment: Food Safety and Public Health Implications. <https://home.liebertpub.com/fpd>, v. 2, n. 2, p. 115–129, 1 jun. 2005.

Panebianco F, Rubiola S, Di Ciccio PA. The Use of Ozone as an Eco-Friendly Strategy against Microbial Biofilm in Dairy Manufacturing Plants: A Review. *Microorganisms* 2022, Vol. 10, Page 162, v. 10, n. 1, p. 162, 13 jan. 2022.

Podavalenko A, et al. Incidence and risk factors of salmonellosis in Ukraine. *Folia medica Cracoviensia*, v. 61, n. 2, p. 91–102, 2021.

Rasschaert G, et al. Case report of *Salmonella* cross-contamination in a food laboratory. *BMC Research Notes*, v. 9, n. 1, p. 156, 10 dez. 2016.

Riley LW. Extraintestinal Foodborne Pathogens. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051618>, v. 11, p. 275–294, 25 mar. 2020.

Santos-Ferreira N, et al. Cross-contamination of lettuce with *Campylobacter spp.* via cooking salt during handling raw poultry. *PLOS ONE*, v. 16, n. 5, p. e0250980, 19 maio 2021.

Shange N, Gouws P, Hoffman LC. *Campylobacter* and *Arcobacter* species in food-producing animals: prevalence at primary production and during slaughter. *World journal of microbiology & biotechnology*, v. 35, n. 9, 1 set. 2019.

Smith A, et al. Sources and survival of *Listeria monocytogenes* on fresh, leafy produce. *Journal of applied microbiology*, v. 125, n. 4, p. 930–942, 1 out. 2018.

Tkalec V, et al. *Clostridioides difficile* in national food surveillance, Slovenia, 2015 to 2017. *Eurosurveillance*, v. 25, n. 16, 4 abr. 2020.

Todd E. C. D. Foodborne disease and food control in the Gulf States. *Food Control*, v. 73, p. 341–366, 1 mar. 2017.

Vidic J, et al. Food Sensing: Detection of *Bacillus cereus* Spores in Dairy Products. *Biosensors 2020*, Vol. 10, Page 15, v. 10, n. 3, p. 15, 25 fev. 2020.

Waturangi DE, et al. Application of bacteriophage as food preservative to control enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC). *BMC Research Notes*, v. 14, n. 1, p. 1–6, 1 dez. 2021.

Wu H, et al. Effect of Food Endotoxin on Infant Health. *Toxins 2021*, Vol. 13, Page 298, v. 13, n. 5, p. 298, 22 abr. 2021.

Wu S, et al. A Review of the Methods for Detection of *Staphylococcus aureus* Enterotoxins. *Toxins 2016*, Vol. 8, Page 176, v. 8, n. 7, p. 176, 24 jun. 2016.

Yang SC, et al. Current pathogenic *Escherichia coli* foodborne outbreak cases and therapy development. *Archives of Microbiology* 2017 199:6, v. 199, n. 6, p. 811–825, 9 jun. 2017.

Yeak KYC, et al. Lichenysin Production by *Bacillus licheniformis* Food Isolates and Toxicity to Human Cells. *Frontiers in Microbiology*, v. 13, p. 831033, 7 fev. 2022.