Avaliação da multiplicação de microrganismos patogênicos em produtos alimentícios prontos para o consumo em serviços de alimentação: impacto do binômio tempo e temperatura na cadeia logística *Offshore*

Evaluation of the multiplication of pathogenic microorganisms in ready-to-eat food products in food services: impact of the time and temperature binomial in the *Offshore* logistics chain

Evaluación de la multiplicación de microorganismos patógenos en productos alimenticios listos para el consumo en servicios de alimentación: impacto del binomio tiempo-temperatura en la cadena logística *Offshore*

DOI:10.34115/basrv9n1-018

Submitted: Mar 31th, 2025
Approved: Apr 11th, 2025

Claudia Titze Hessel Gonçalves
Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Especialista em Gestão Corporativa e Inovação
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Uniasselvi- IERGS
Endereço: São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: claudiatitzehessel@gmail.com

Laura Esteves
Especialista em Gestão e Segurança dos Alimentos
Instituição: UniFTC - Uniasselvi- IERGS
Endereço: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: lau.esteves@icloud.com

Tatiana Leite Guimarães
Especialista em Liderança, Gestão de equipes e Produtividade e Gestão da Qualidade
Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCRS), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Universidade Tuiuti do Paraná (UTP)
Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil
E-mail: tatileite79@gmail.com

RESUMO
O controle da cadeia de frio em serviços de alimentação *offshore* é desafiador, pois envolve o transporte dos produtos alimentícios através de contêineres até infraestruturas marítimas. A Microbiologia Preditiva é a ferramenta utilizada para otimizar estratégias de controle de microrganismos em diferentes condições ambientais e uma importante estratégia para a tomada de decisão quanto a qualidade e segurança dos produtos ofertados. O estudo estimou a multiplicação de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Listeria* spp., *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus* em produtos alimentícios em condições de cenário real de tempo e temperatura de transporte refrigerado na cadeia

logística *offshore* de serviços de alimentação. O resultado do estudo é a determinação do tempo de segurança, um critério de tomada de decisão de recebimento de produtos alimentícios refrigerados prontos para o consumo na cadeia logística *offshore*. O modelo preditivo proposto mostrou-se adequado para prever o comportamento microbiano dos patógenos. A aplicabilidade do critério do tempo de segurança estabelecido foi endossada pelo tempo de multiplicação insignificante (δ) e aplicação no cenário real que se demonstraram eficazes. Sugerimos que serviços de alimentação corporativos utilizem do critério do tempo de segurança para a tomada de decisão de recebimento de produtos resfriados prontos para o consumo na cadeia logística de atendimento em *offshore*.

Palavras-chave: controle da cadeia de frio, microbiologia preditiva, serviços de alimentação *offshore*, tomada de decisão.

ABSTRACT

The control of the cold chain in offshore food services is challenging, as it involves the transportation of food products through containers to maritime infrastructures. Predictive Microbiology is the tool used to optimize microorganism control strategies under different environmental conditions and is an important strategy for decision-making regarding the quality and safety of the offered products. The study estimated the multiplication of *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Listeria spp.*, *Salmonella sp.*, *and Staphylococcus aureus* in food products under real-time and temperature conditions of refrigerated transport in the offshore food service logistics chain. The result of the study is the determination of the safety time, a decision-making criterion for receiving refrigerated food products ready for consumption in the offshore logistics chain. The proposed predictive model proved to be adequate for predicting the microbial behavior of pathogens. The applicability of the established safety time criterion was endorsed by the insignificant multiplication time (δ) and application in the real scenario, which proved to be effective. We suggest that corporate food services use the safety time criterion for decision-making in receiving chilled products ready for consumption in the offshore service logistics chain.

Keywords: cold chain control, predictive microbiology, *offshore* food services, decision-making.

RESUMEN

El control de la cadena de frío en los servicios de alimentación *offshore* es desafiante, ya que implica el transporte de productos alimenticios a través de contenedores hasta infraestructuras marítimas. La Microbiología Predictiva es la herramienta utilizada para optimizar las estrategias de control de microorganismos en diferentes condiciones ambientales y una estrategia importante para la toma de decisiones sobre la calidad y seguridad de los productos ofrecidos. El estudio estimó la multiplicación de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Listeria spp.*, *Salmonella sp. y Staphylococcus aureus* en productos alimenticios en condiciones reales de tiempo y temperatura de transporte refrigerado en la cadena logística *offshore* de servicios de alimentación. El resultado del estudio es la determinación del tiempo de seguridad, un criterio de toma de decisiones para la recepción de productos alimenticios refrigerados listos para el consumo en la cadena logística *offshore*. El modelo predictivo propuesto demostró ser adecuado para predecir el comportamiento microbiano de los patógenos. La aplicabilidad del criterio de tiempo de seguridad establecido fue respaldada por el tiempo de multiplicación insignificante (δ) y la aplicación en el escenario real, que demostraron ser eficaces.

Sugerimos que los servicios de alimentación corporativos utilicen el criterio de tiempo de seguridad para la toma de decisiones en la recepción de productos refrigerados listos para el consumo en la cadena logística de servicios *offshore*.

Palabras clave: control de la cadena de frío, microbiología predictiva, servicios de alimentación *offshore*, toma de decisiones.

1 INTRODUÇÃO

Para garantir a segurança dos alimentos em serviços de alimentação diversas ações devem ser realizadas em relação às práticas de higiene, manuseio adequado dos alimentos, prevenção de contaminação cruzada e controle do binômio tempo e temperatura (Onyeneho & Hedberg, 2013).

Serviços de alimentação *offshore* referem-se ao conjunto de processos e atividades em alimentação que garantem o suporte necessário para as operações realizadas em alto-mar, como plataformas de exploração de petróleo, gasodutos e outras infraestruturas marítimas. Ao longo da cadeia logística, desde o processo de industrialização, transporte, armazenamento e entrega ao serviço de alimentação, oscilações de temperatura na cadeia de frio podem ocorrer (Gonçalves-Tenório *et al*., 2018; Ndraha *et al*., 2018).

Dentre as medidas de controle, os controles de tempo e temperatura têm particular importância, pois são, provavelmente, os dois principais fatores que afetam a multiplicação microbiana (Adams & Moss, 2008; Roccato *et al*., 2015; Gomes Alfama *et al*., 2019). O aumento de alguns graus na temperatura pode resultar em multiplicação de microrganismos, levando à diminuição da qualidade, deterioração dos alimentos e aumento do risco de doenças transmitidas por alimentos. No entanto, se os produtos alimentícios forem armazenados e distribuídos em temperaturas apropriadas, o risco de doenças transmitidas por alimentos para os consumidores é geralmente baixo, mesmo quando microrganismos patogênicos estão presentes (Kuo & Chen, 2010; Morelli *et al*., 2012; Daelman *et al*., 2013; Aung & Chang, 2014; Mercier *et al*., 2017; Ndraha *et al*., 2018; Roccato *et al*., 2015).

O controle da temperatura do ambiente é fundamental para garantir a segurança e qualidade dos alimentos no transporte e armazenamento. A temperatura do ambiente impacta diretamente a temperatura do produto, e, em consequência na estabilidade dos produtos alimentícios, uma vez que tem grande influência na cinética de multiplicação microbiana, e, além disso, é o fator que mais varia ao longo da cadeia de produção e

distribuição dos alimentos (Van Impe *et al*., 2005; Schaffner, 2015). Por esse motivo, a multiplicação dos microrganismos, especialmente os patogênicos, em condições de temperatura variável tem sido extensivamente estudado (Van Impe *et al*., 2005; Xanthiakos *et al*., 2006; Gospavic *et al*., 2008; Longhi *et al*., 2013). Entretanto, poucos estudos têm sido realizados para avaliar a cinética da multiplicação microbiana de alimentos expostos à temperatura superiores a de refrigeração (Baeza *et al*., 2009).

A Microbiologia Preditiva utiliza modelos matemáticos para prever o comportamento de microrganismos patogênicos e deteriorantes em alimentos. Esses modelos são fundamentais para otimizar estratégias de controle de microrganismos em diferentes condições ambientais. Os modelos matemáticos avaliam parâmetros cinéticos de multiplicação, tais como: (Δ) duração da fase lag; (μ) velocidade específica máxima de crescimento (velocidade que a população duplica dentro da fase exponencial) e (A) densidade populacional máxima de crescimento final (maior contagem microbiana, na fase estacionária) (Baranyi, Roberts,1995; Baty & Delignette-Muller, 2004; Zwietering, 2007; Zwietering, 2015).

A aplicação de modelos matemáticos preditivos permite simular diferentes condições de exposição de produto acabado para prever a multiplicação microbiana em alimentos expostos em diferentes temperaturas, sendo uma ferramenta importante para a tomada de decisão quanto a qualidade e segurança dos produtos ofertados.Tais modelos têm sido amplamente utilizada para estimar riscos associados a perigos biológicos em alimentos (Smelt, 2007; Zwietering, 2007; Nyhan *et al*., 2018; Gowda *et al*., 2024; Rosario *et al*., 2024).

O objetivo desse estudo é estimar a multiplicação de microrganismos patogênicos em produtos alimentícios em condições de tempo e temperatura de transporte refrigerado na cadeia logística *offshore* de serviços de alimentação.

2 METODOLOGIA

2.1 COLETA DE DADOS

A cadeia logística de atendimento em *offshore* é complexa, pois envolve o transporte dos produtos alimentícios através de contêineres expedidos do centro de distribuição, embarcados via porto e entregue nas infraestruturas marítimas. A cadeia logística *offshore* apresenta desafios únicos, que envolvem o gerenciamento de transporte

de materiais, movimentação de pessoas e logística de serviços para garantir o funcionamento contínuo dessas operações (Mello et. al., 2016).

Os contêineres são os equipamentos utilizados para transporte de alimentos na cadeia *offshore*. São projetados para garantir a segurança, a qualidade e a integridade dos produtos durante o transporte em ambientes marítimos. Para a movimentação de produtos refrigerados e congelados que necessitam de manutenção de temperatura para sua conservação são utilizados contêineres elétricos (*reefers*). Contêiner *reefers* possuem isolamento térmico e são equipados com sistemas de refrigeração, estrutura necessária para evitar variações de temperatura e manter temperaturas controladas.

A fim de definir o cenário real de transporte de produtos alimentícios na cadeia logística de *offshore*, foi realizado um levantamento detalhado de dados de 13 unidades de serviço de alimentação corporativo obtidos entre março e maio de 2024. O fluxograma de construção do cenário está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da construção do cenário real de transporte de produtos alimentícios na cadeia logística de *offshore*.



Fonte: Elaborado pelos autores

A identificação dos produtos alimentícios foi realizada a partir das listagens de compra das unidades de serviço de alimentação corporativo. Foram selecionados seis produtos refrigerados prontos para o consumo, como: presunto, iogurte, queijo minas frescal, queijo muçarela, massa fresca e bacon. A escolha desses produtos se baseou em fatores como o risco para qualidade e segurança dos alimentos (origem animal) e variabilidade em características físico-químicas e de conservação (textura, temperatura de conservação, atividade de água (aW) e pH). É sabido que essas variáveis (fatores intrínsecos) influenciam diretamente o comportamento microbiológico do produto (Forsythe, 2013).

O termógrafo é o instrumento que afere a temperatura ambiente do contêiner e registra o seu comportamento durante o transporte dos produtos até a unidades de serviço de alimentação corporativo em alto-mar. O termógrafo inicia o registro da temperatura ambiente quando o contêiner será expedido do centro de distribuição ao porto e é

desativado assim que o contêiner é recebido nas operações *offshore*.

Os dados de temperatura foram obtidos diretamente da leitura dos termógrafos dos treze contêineres enviados.

O tempo de transporte considerado no estudo foi o registrado pelo termógrafo desde sua ativação até a última leitura registrada.

Os registros de tempo e temperatura obtidos a partir da leitura do termógrafo foram compilados em planilhas Excel (Microsoft, Redmond, WA). A relevância, a qualidade e a rastreabilidade dos dados foi preservada e o conjunto de dados foi adequado à finalidade do estudo, tanto no que se refere à origem dos dados quanto a quaisquer transformações que tenham ocorrido.

Os dados foram estratificados em intervalo de temperatura, onde a cada faixa de 1°C foi colocada em uma coluna. A partir do banco de dados gerado, duzentos cenários foram construídos e analisados.

2.2 MICRORGANISMOS ESTUDADOS

Para prever o comportamento microbiano foram identificados na literatura os patógenos associados aos produtos alimentícios selecionados. *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Listeria* spp., *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus* são os principais microrganismos patogênicos veiculados por produtos alimentícios adquiridos pelos serviços de alimentação *offshore* (ICMSF, 2006; Forsythe, 2013).

2.2.1 *Clostridium perfringens*

A maioria das espécies de Clostridium são anaeróbios obrigatórios, fermentativos, formadores de esporos, podendo ser mesófilos ou termófilos. O *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*) é um microrganismo gram-positivo ubíquo, muito comum no trato gastrointestinal de humanos e animais, porém, em certar circunstâncias pode se tornar patogênico. O *C. perfringens* desenvolve formas esporuladas que são resistentes a altas temperaturas e inativadas pelo frio. As doenças causadas pelo C. perfringens, em humanos, geralmente se apresentam em três formas: toxinfecção alimentar, enterite necrótica e gangrena gasosa (Jay, 2005; Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019).

A contaminação por *C. perfringens* e *C. botulinum* geralmente está associada a alimentos mal-cozidos, mal armazenados ou de procedência duvidosa, dentre eles estão:

alimentos em conservas, carne cozida de bovino, de ave, ou de suínos, caldos, molhos e sopas vegetais, embutidos e outros alimentos provenientes de animais. Dentre os fatores contribuintes e alimentos incriminâveis estão a refrigeração deficiente, manipulação inadequada, preparo de alimentos várias horas antes do consumo, manutenção de alimentos em temperaturas elevadas, reaquecimento inadequado (Jay, 2005; Brasil, 2024; Tondo; Bartz, 2019).

2.2.2 *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) é um microrganismo pertencente a família das Enterobacteriaceae causadora tanto de infecção quanto de toxinfecção alimentar, onde sua contaminação se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados (Forsythe, 2013, Jay, 2005). *E. coli* é um microrganismo pertencente a família das Enterobacteriaceae causadora de infecção quanto de toxinfecção alimentar, onde sua contaminação se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados (Jay, 2005; Forsythe, 2013).

São bacilos gram-negativos, móveis, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, com metabolismo respiratório e fermentativo e utilizados como indicadores da condição sanitária do ambiente e da presença de patógenos (Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019), especialmente quando a prevalência do patógeno é muito baixa (Jay, 2005).

A transmissão de *E. coli* ocorre pelo consumo de alimentos contaminados como leite, carne, ovos, hortaliças de forma crua ou mal-cozidos, ou transmitida via fecal-oral humana e por água contaminada, vem demonstrando um dos maiores casos de notificação por parte de órgãos de saúde (Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019).

2.2.3 *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes é um patógeno ubíquo frequentemente encontrado no ambiente e superfícies de produção de alimentos (Jay, 2005; Tondo; Bartz, 2019). Esse microrganismo tem alta capacidade de formar biofilme em superfícies e de se multiplicar em baixas condições de oxigênio e temperaturas de refrigeração, sobrevivendo por longos períodos no ambiente, nos alimentos, na planta de processamento e nos refrigeradores (Azevedo *et al*., 2005).

Quanto à infecção por alimentos, surtos registrados estão associados à ingestão de

leite contaminado, queijos, sorvetes, água, vegetais crus, patês de carnes, molhos de carne crua fermentada, aves crus ou cozidas, peixes (inclusive defumados) e frutos do mar. Embutidos cárneos, produtos prontos para o consumo e laticínios, em especial queijos de pasta mole, foram inicialmente considerados alimentos de elevado perigo para casos de listeriose em humanos, todavia, nos últimos anos, novos grupos alimentares foram incorporados a esta lista, sendo estes os peixes, além de frutas e saladas (Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019). Surtos e casos esporádicos de listeriose são subnotificados e subdiagnosticados no Brasil. Todavia alguns autores descrevem a associação de casos de listeriose ao consumo de alimentos contaminados pelo patógeno inserindo no rol dos principais microrganismos envolvidos em doenças de veiculação alimentar (Jay, 2005; Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019).

2.2.4 *Salmonella* spp.

Salmonella spp. são microrganismos comuns ao trato gastrointestinal dos animais. Além disso, esse microrganismo mais comumente envolvido em surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil (Brasil, 2024). A bactéria é encontrada normalmente em animais como galinhas, porcos, répteis, anfíbios, vacas e até mesmo em animais domésticos, como cachorros e gatos. Alguns exemplos de alimentos que têm sido associados a surtos de salmonelose incluem carnes, aves, ovos, leite e produtos lácteos, pescados, temperos, molhos de salada preparados com ovos não pasteurizados, misturas de bolo e sobremesas que contêm ovo cru (Jay, 2005; Forsythe, 2013; Tondo, Ritter, Casarin, 2015; Tondo; Bartz, 2019).

Segundo as informações obtidas no banco de dados referente aos surtos de DTHA disponibilizados pelo Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2024), constatou-se que no período analisado (2004 a 2023) foram notificados 13.954 surtos causados por diversos agentes etiológicos. Desse total, 1.031 surtos foram ocasionados por bactérias do gênero *Salmonella*, o que corresponde a aproximadamente 7,4% dos episódios, acometendo um total de 26.522 pessoas no país e provocando 30 óbitos. No entanto, esse valor pode não representar a quantidade real dos surtos provocados por *Salmonella*, visto que em 9.171 (65,7%) episódios do total descrito não foi informado o agente etiológico causador da doença.

2.2.5 *Staphylococcus aureus*

O *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) é um microrganismo esférico, do grupo dos cocos gram-positivos, frequentemente encontrada na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis. O homem e os animais são os principais reservatórios, sendo a cavidade nasal do homem seu principal habitat (Wong; Bergdoll, 2002; Franco; Landgraf, 2005). S. aureus causa intoxicação alimentar que manifesta sintomas como náuseas, vômitos e dores abdominais, devido a toxina termoestável, que não é inativada por regimes de cocção padrão (Jay, 2005; Forsythe, 2013; Tondo; Bartz, 2019).

Em alimentos, as espécies de maior importância são S. aureus. S. hyicus, S. chromogenes e S. intermedius (Wong, 1997; Franco; Landgraf, 2005) sendo S. aureus a principal espécie associada aos casos de intoxicação alimentar, representando, em média, 98% dos surtos por este gênero. Leite cru e derivados, creme, tortas recheadas com creme, salada de batata, atum, carne de frango, presunto, carnes e produtos à base de ovos estão envolvidos em surtos alimentares causados por este patógeno em questão (Franco; Landgraf, 2005; Loir *et al*., 2003; Pereira *et al*., 2001; Brewer , 1991, Hennekinne *et al*., 2012).

2.3 CRESCIMENTO PREDITIVO DE PATÓGENOS

Para predizer a multiplicação de patógenos na cadeia logística de alimentação *offshore* os dados dos binômios tempo e temperatura do cenário real foram utilizados (item 2.1). Além disso, foram considerados demais parâmetros de temperaturas descritos na legislação sanitária nacional vigente (Brasil, 2002; Rio de Janeiro, 2002; Brasil, 2004; Brasil, 2009).

As temperaturas mínima e máxima foram escolhidas de acordo com os limites aplicados pelo *software* ComBase Predictor a cada microrganismo testado, ainda que dados reais não reflitam iguais valores (Tabela 2) (Combase Predictor, 2015).

Nesse estudo a temperatura do produto alimentício foi considerada equivalente à temperatura ambiente do contêiner. O critério adotado é superestimado, uma vez que em um cenário de transporte de produtos alimentícios a temperatura do ambiente não é igual a temperatura do produto.

Os parâmetros utilizados para a modelagem matemática de predição da multiplicação dos patógenos foram: atividade de água (aW), pH, estado fisiológico do

microrganismo, taxa máxima de multiplicação e dose infectiva.

As propriedades físicas dos produtos alimentícios, aW e pH, foram obtidos a partir da literatura e assumidos como constantes ao longo do transporte dos produtos alimentícios (Tabela 1).

O estado fisiológico do microrganismo assumido foi igual a 1,0, ou seja, a célula foi considerada em estado fisiológico viável e adaptada ao ambiente. A concentração inicial assumida foi igual a 1 log UFC/g.

Os parâmetros do crescimento e taxa máxima de multiplicação dos patógenos foram os previamente disponíveis no software ComBase Predictor (Combase Predictor, 2015).

A dose infectiva foi considerado o descrito na literatura científica (Tabela 2) (Forsythe, 2013). Esse parâmetro é o número mínimo de determinado microrganismo, necessário para causar doenças nas condições normais de um indivíduo (Forsythe, 2013).

Tabela 1: Produtos Alimentícios, microrganismos patogênicos associados, pH e atividade de água (aW) e bibliografia.

Produto / Microrganismo	**pH**	**aW**	**Bibliografia**
Presunto	**6,3 – 6,4**	**≥ 0,98**	Jay, 2005
Listeria spp.	4,4-9,4	0,92	Forsythe, 2013
Salmonella spp.	3,7-9,5	0,94	Brasil, 2024
Escherichia coli	4,0-9,0	0,93	Forsythe, 2013
Staphylococcus aureus	4,0-10	0,83	Forsythe, 2013
Iogurte	**3,7 – 4,4**	**0,93 – 0,97**	Jay, 2005
Listeria spp.	4,4-9,4	0,92	Forsythe, 2013
Salmonella spp.	3,7-9,5	0,94	Brasil, 2024
Escherichia coli	4,0-9,0	0,93	Forsythe, 2013
Queijo Minas Frescal	**5,0 – 5,3**	**≥ 0,98**	Jay, 2005
Queijo Mussarela	**5,1 – 5,3**	**0,93 – 0,96**	Jay, 2005
Listeria monocytogenes	4,4-9,4	0,92	Forsythe, 2013
Salmonella spp.	3,7-9,5	0,94	Brasil, 2024.
Escherichia coli	4,0-9,0	0,93	Forsythe, 2013
Massa Fresca	**5,2 - 5,6**	**0,92 - 0,97**	Jay, 2005
Escherichia coli	4,0-9,0	0,93	Forsythe, 2013
Listeria spp.	4,4-9,4	0,92	Forsythe, 2013
Salmonella spp.	3,7-9,5	0,94	Brasil, 2024
Bacon	**6,6-5,6**	**0,90 – 0,97**	Jay, 2005
Clostridium perfringens	5,0-9,0	0,94	Forsythe, 2013
Escherichia coli	4,0-9,0	0,93	Forsythe, 2013
Listeria spp.	4,4-9,4	0,92	Forsythe, 2013
Salmonella spp.	3,7-9,5	0,94	Brasil, 2024

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2: Dose infectiva, microrganismos patogênicos associados e bibliografia.

	Dose Infectiva (log UFC/g)	Temperatura inicial de multiplicação (horas)
***Listeria* spp.**	8	1
***Salmonella* spp.**	5	7
Escherichia coli	8	10
Clostridium perfringens	8	15
Staphylococcus aureus	5	8

Bibliografia: Forsythe, 2013; COMBASE, 2015.
Fonte: Elaborado pelos autores

O *software* ComBase Predictor (https://www.combase.cc/index.php/en/) foi usado para prever o comportamento dos patógenos nos cenários analisados. O software foi selecionado para esse estudo pois é, atualmente, a maior ferramenta e banco de dados online para microbiologia quantitativa de alimentos. Cada registro de dados é apresentado a partir de modelos matemáticos que demonstram como as populações microbianas se comportam sob diferentes condições ambientais e utilizado amplamente pela comunidade científica (Baranyi & Tamplin, 2004; Ding *et al*., 2010; Nyhan *et al*, 2018; Gowda *et al*., 2024; Rosario *et al*. 2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE SEGURANÇA

A condição segura para o recebimento de produtos alimentícios prontos para o consumo na cadeia logística *offshore* é aquela em que a temperatura ambiente de transporte não permite a multiplicação microbiana. O tempo de segurança dos produtos é dependente da temperatura, uma vez que esse binômio é o principal fator para os microrganismos se manterem em fase *lag* ou de adaptação, a fase celular onde não há multiplicação de células (Forsythe, 2013).

O tempo de segurança para cada produto de acordo com a temperatura ambiente de transporte está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Tempo de segurança

	PRESUNTO				IOGURTE			QUEIJO MINAS FRESCAL			QUEIJO MUSSARELA			MASSA FRESCA*			BACON		
TEMPERATURA	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Staphylococcus aureus*	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*Escherichia coli*	*Clostridium perfringens*
5	84.69	NG	NG	NG	1693.75	NG	NG	211.72	NG	NG	423.44	NG	NG	423.44	NG	NG	423.44	NG	NG	NG
6	70.57	NG	NG	NG	846.87	NG	NG	169.37	NG	NG	423.44	NG	NG	338.75	NG	NG	338.75	NG	NG	NG
7	56.46	89.57	NG	NG	846.87	477.72	NG	120.98	130.29	NG	423.44	286.63	NG	241.96	238.86	NG	241.96	204.74	NG	NG
8	47.05	68.25	NG	127.39	846.87	477.72	NG	99.63	95.54	NG	338.75	204.74	NG	211.72	179.15	NG	211.72	143.32	NG	NG
9	39.39	53.08	NG	95.54	564.58	286.63	NG	80.65	75.43	NG	282.29	159.24	NG	169.37	143.32	NG	169.37	119.43	NG	NG

10	32.57	40.95	38.6	73.5	564.58	238.86	463.25	67.75	57.33	66.18	241.96	119.43	277.95	153.98	110.24	231.62	141.15	89.57	154.42	NG
11	27.32	32.57	30.21	57.91	423.44	179.15	463.25	58.41	44.79	51.47	211.72	95.54	198.53	120.98	84.3	173.72	120.98	71.66	126.34	NG
12	23.2	25.59	23.96	44.44	338.75	143.32	347.44	49.82	35.83	40.87	169.37	75.43	173.72	105.86	68.25	138.97	105.86	55.12	106.9	NG
13	19.93	20.47	19.04	35.39	282.29	119.43	277.95	42.34	28.66	32.32	141.15	59.72	138.97	89.14	55.12	115.81	89.14	44.79	81.75	NG
14	17.11	16.66	15.27	28.1	241.96	95.54	231.62	36.04	22.75	26.22	130.29	47.77	115.81	76.99	43.43	99.27	76.99	35.83	69.49	NG
15	14.86	13.52	12.41	22.75	211.72	75.43	198.53	31.37	18.61	21.06	105.86	38.73	92.65	67.75	35.83	81.75	67.75	29.25	57.91	192.72
17	11.29	9.31	8.37	15.17	169.37	51.18	138.97	23.86	12.57	14.33	84.69	26.06	66.18	51.33	23.89	57.91	51.33	19.91	40.87	128.48
20	7.95	5.62	5.04	9.06	120.98	29.86	86.86	16.77	7.5	8.63	58.41	15.41	42.11	36.04	14.33	36.57	35.29	12.04	26.22	73.42

(tempo de fase lag, em horas**;** CR = Cenário Real; NM = ausência de multiplicação)
Fonte: Elaborado pelos autores

A menor temperatura observada no cenário real foi de 5°C. À essa temperatura apenas *Listeria monocytogens* estaria viável à multiplicação nos alimentos estudados. Por ser um microrganismo psicrotrófico, a *Listeria monocytogens* possui temperatura inicial de multiplicação (1°C) (Forsythe, 2013; Combase Predictor, 2015). O microrganismo também foi responsável pelo tempo de segurança mais longo observado, 424,44 horas, em bacon à temperatura de 5 °C (Tabela 3).

O tempo de segurança mais curto foi observado para *Salmonella* spp. em presunto à temperatura de 20°C, sendo esse cenário o de maior risco observado nesse estudo (Tabela 3). A presença de *Salmonella* spp. em presunto já foi observada na literatura (Fortuna & Franco, 2005).

Temperaturas baixas retardam as reações químicas e a atividade enzimática, e são extensivamente utilizadas para retardar ou inibir o crescimento e a atividade dos microrganismos nos alimentos. Assim, quanto mais baixa for à temperatura, menos serão as ações químicas, enzimáticas e o crescimento microbiano. A utilização de baixas temperaturas na conservação dos alimentos também age como um importante fator de manutenção na conservação das características sensoriais e de valor nutricional. Uma temperatura suficientemente baixa inibirá o crescimento de todos os microrganismos (Costa, 1982; Gava, 1984; Hazelwood, 1994; Schaffner, 2015).

A manutenção de produtos alimentícios em temperaturas baixas é um dos fatores mais importantes a serem controlados para preservar a qualidade e promover a segurança dos alimentos, pois reduz a taxa de multiplicação microbiana e preserva as características sensoriais dos alimentos. De fato, as taxas de multiplicação e população máxima de microrganismos patogênicos e deteriorantes dependem principalmente da temperatura e do tempo de armazenamento (Morelli *et al.*, 2012; Forsythe, 2013; Roccato *et al*., 2015).

Importante destacar que o presente estudo adotou um critério conservador, assumindo que a temperatura do produto é equivalente à temperatura ambiente do contêiner. É sabido que a alteração da temperatura do produto não é linear conforme a

alteração da temperatura do ambiente (Daelman *et al*., 2013). Diversos fatores estão envolvidos nessa mudança, sendo intrínsecos ao produto, embalagem e ambiente. Para que haja a alteração da temperatura do produto é necessária condição de temperatura ambiente superior a ele e tempo necessário para tal mudança (Gava, 1984; Hazelwood, 1994).

A partir da análise do tempo de segurança dos alimentos para os patógenos estudados, é possível definir o tempo de segurança para temperatura ambiente de transporte logístico *offshore* (Tabela 4). O tempo de segurança é definido pelo menor tempo para cada faixa de temperatura considerando todos os alimentos transportados e patógenos associados.

Tabela 4: Tempo de segurança para temperatura ambiente de transporte logístico *offshore*

Temperatura (°C)	**Tempo (horas)**
5	84.69
6	70.57
7	56.46
8	47.05
9	39.39
10	32.57
11	27.32
12	23.2
13	19.04
14	15.27
15	12.41
17	8.37
20	5.04

Fonte: Elaborado pelos autores

A fim de facilitar a utilização do tempo de segurança como tomada de decisão para o recebimento de produtos alimentícios prontos para o consumo na cadeia logística *offshore* simplificou-se o resultado do estudo preditivo. Foram consideradas temperaturas acima de 10°C e para cada faixa de temperatura foi ajustado ao menor tempo em horas, objetivando atendimento de critério de segurança conservador. A adoção de quantificação de temperaturas para iguais ou acima 10 °C foi adotada devido a temperatura especificada no rótulo dos produtos dos produtos industrializados e atendimento a legislação sanitária vigente (Brasil, 2002; Brasil, 2009).

O estudo concluiu que a temperatura do ambiente de transporte de produtos refrigerados pode ser mantida dentro dos limites de temperatura e tempo descritos na

tabela (Tabela 5) sem risco para a segurança dos produtos. Foi determinado o tempo de segurança em cada faixa de temperatura como tomada de decisão para o recebimento de produtos resfriados prontos para o consumo na cadeia logística *offshore* deve ser seguido os seguintes passos:

1° etapa: Após o recebimento a bordo, os termógrafos são retirados e inseridos no computador para a leitura da temperatura.

2° etapa: A leitura do laudo do termógrafo é realizada.

3° etapa: Caso identificada temperatura igual ou superior a 10 °C deve-se quantificar o período registrado pelo instrumento para cada faixa de temperatura, em horas.

4° etapa: Calcula-se o tempo (horas) para cada faixa de temperatura e verifica se a quantidade de horas calculadas ultrapassou o tempo(horas) estabelecido na tabela (Tabela 5).

5° etapa: Tomada de decisão -Se o termógrafo registrar tempo (horas) dentro dos parâmetros estabelecidos o recebimento dos itens pode ser realizado seguindo os critérios mandatórios de aferição da temperatura do produto. Caso o tempo (horas) quantificado exceda o limite do parâmetro tempo e temperatura o recebimento dos produtos deve ser recusado, pois entende-se que há riscos à saúde devido ao crescimento microbiológico.

Tabela 5: Tempo de segurança

Temperatura (°C)	**Tempo (horas)**
10 – 10.9	32
11 – 11.9	27
12 – 12.9	23
13 – 13.9	19
14 – 14.9	15
Acima de 15	12

Fonte: Elaborado pelos autores

É importante ressaltar que a temperatura dos gêneros no momento do recebimento é o critério mandatório, conforme previsto nas legislações sanitárias (Brasil, 2002; Brasil, 2009). A leitura do termógrafo é utilizada como critério de apoio ao recebimento dos produtos resfriados prontos para o consumo na cadeia logística *offshore*.

3.2 TEMPO DE MULTIPLICAÇÃO INSIGNIFICANTE

O tempo de multiplicação insignificante (δ) de um microrganismo em alimentos é uma medida que permite definir a diferença entre a população final de um determinado organismo na validade final de um determinado alimento e sua população inicial. Quando os valores de δ são negativos ou menores que 0,5 log UFC/g, conclui-se que os microrganismos não são capazes de crescer neste alimento (Uyttendaele *et al.*, 2009; Álvarez-Ordóñez *et al.*, 2015).

O tempo de multiplicação insignificante no tempo máximo de exposição a cada faixa de temperatura está demonstrado na Tabela 6.

O pior cenário de transporte desse estudo (20 horas a 17 °C) demonstrou um δ previsto em presunto de 1,32 logUFC/g para *L. monocytogenes*, 1,67 log UFC/g para *Salmonella spp*. e 1,93 log UFC/g para *E. coli* e em queijo minas frescal com 0,9 log UFC/g *Salmonella spp*. e 0,645 log UFC/g para *E. coli.* Outro cenário onde o tempo de multiplicação insignificante foi ultrapassado foi observado foi em presunto a 7°C por 68 horas e δ igual 0,5 log UFC/g.

Vale mencionar que dentre os duzentos cenários analisados em apenas seis deles o δ demonstrou que os patógenos seriam capazes de se multiplicar. Ainda assim, mesmo no pior cenário de transporte a população final ficou baixa e distante da dose infectiva (Tabela 2).

Ao aplicar o tempo de multiplicação insignificante (δ) no tempo de segurança (Tabela 5) é possível verificar que nos cenários de tempo e temperatura propostos o δ são negativos ou menores que 0,5 log UFC/g. O resultado respalda a segurança dos critérios através dessa importante ferramenta de análise quantitativa microbiológica (Uyttendaele *et al.*, 2009; Álvarez-Ordóñez *et al.*, 2015).

Tabela 6: População final microbiana

		PRESUNTO				IOGURTE			QUEIJO MINAS FRESCAL			QUEIJO MUSSARELA			MASSA FRESCA			BACON			
TEMPERATURA (°C)	**TEMPO (h)**	*L. monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. coli*	*S. aureus*	*L. monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. coli*	*L.monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. Coli*	*L. monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. coli*	*L. monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. coli*	*L. monocytogenes*	*Salmonella spp.*	*E. Coli*	*Clostridium perfringens*
7	68	0,5*	0,15	NG	NG	NG	NG	NG	0,07	NG	NG	0,01	0,02	NG	0,02	0,02	NG	0,02	0,03	NG	NG
8	42	0,22	0,09	NG	0,02	NG	NG	NG	0,04	NG	NG	0,01	0,02	NG	0,01	0,02	NG	0,01	0,02	NG	NG
9	13	0,02	0,02	NG	NG	NG	NG	NG	0,01	NG	NG	NG	0,01	NG	NG	0,01	NG	NG	0,01	NG	NG
10	9	0,02	0,02	0,02	NG	NG	NG	NG	0,01	NG	0,01	NG	NG	NG	NG	0,01	NG	NG	0,01	NG	NG
11	21	0,16	0,11	0,13	0,02	NG	NG	NG	0,03	NG	0,05	NG	0,02	NG	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	NG	NG
12	11	0,05	0,05	0,06	0,01	NG	NG	NG	0,01	NG	0,02	NG	0,01	NG	NG	0,01	NG	NG	0,02	0,01	NG
13	13	0,1	0,1	0,13	0,03	NG	NG	NG	0,02	NG	0,04	NG	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	NG
14	9	0,06	0,08	0,09	0,02	NG	NG	NG	0,01	NG	0,04	NG	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	NG
15	9	0,08	0,12	0,15	0,03	NG	NG	0,01	0,02	NG	0,05	NG	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	NG

17	20	1,32*	1,67*	1,93*	0,07	NG	NG	0,01	0,18	0,9*	0,65*	0,01	0,16	0,03	0,03	0,19	0,04	0,03	0,29	0,05	NG

(População final expressa em log UFC/g; NG = ausência de multiplicação)
Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 APLICAÇÃO NO CENÁRIO REAL

A tabela 7 apresenta a aplicação do tempo de segurança nos contêineres que embasam esse estudo.

A análise dos resultados obtidos no cenário real revela que a temperatura ambiente durante o transporte dos produtos refrigerados, monitorada pelo termógrafo, se manteve dentro de limites adequados de tempo e temperatura na maioria dos casos (Tabela 7). O resultado demonstra que a manutenção da cadeia de frio foi adequada, ou seja, o transporte não permitiu a multiplicação de patógenos.

Em quatro contêineres (B, J, L e M) na faixa de temperaturas acima de 15°C o tempo de segurança foi extrapolado ao critério recomendado (Tabela 7; Tabela 5). No entanto, apesar de ser possível a multiplicação de patógenos nessas condições, o tempo de exposição a temperatura testada (de 15°C) não foi suficiente para que patógenos presentes nos alimentos atingissem a dose infectiva (Dado não apresentado). Apesar de não atingir a dose infectiva, conforme o presente estudo a recomendação é de não receber os produtos resfriados, por não estarem dentro dos parâmetros estudados.

Tabela 7: Cenário real estratificado em horas por faixa de temperatura

CONTÊINER	< 7°C	7°C - 8°C	8°C - 9°C	9°C - 10°C	10°C - 11°C	11°C - 12°C	12°C - 13°C	13°C - 14°C	14°C - 15°C	> 15°C
A	0	17	11	9	9	2	0	0	0	7
B	20	6	2	1	4	1	0	0	0	20
C	25	9	5	7	8	7	9	0	0	0
D	68	1	3	1	6	11	1	1	0	0
E	0	21	12	7	13	11	13	6	0	0
F	0	0	1	6	5	7	7	6	9	1
G	22	24	1	1	0	4	4	1	0	0
H	18	25	13	0	0	0	2	9	0	0
I	31	1	1	1	4	6	2	0	0	0
J	0	36	2	0	0	0	0	0	6	13
K	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3
L	0	42	5	0	0	0	0	0	0	18
M	10	15	5	4	21	9	11	6	7	16
Média	15	15	5	3	5	4	4	2	2	6
Máxima	68	42	13	9	21	11	13	9	9	20
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demostrou que a cadeia logística de atendimento em *offshore* é complexa, especialmente no que tange o transporte de produtos alimentícios refrigerados prontos para o consumo em serviços de alimentação corporativos. Portanto, a adoção de critérios robustos e embasados cientificamente para a tomada de decisão na avaliação das condições de transporte desses produtos se faz necessário, uma vez que esses critérios não são definidos pela legislação vigente.

O modelo preditivo proposto mostrou-se adequado para prever o comportamento microbiano dos principais patógenos associados aos produtos alimentícios adquiridos pelos serviços de alimentação *offshore*: *Clostridium perfringens, Escherichia coli, Listeria spp., Salmonella sp. e Staphylococcus aureus*.

O estudo preditivo realizado definiu o critério de tempo de segurança, o critério para garantia da segurança dos produtos refrigerados prontos para o consumo a partir do controle do binômio tempo-temperatura. A aplicabilidade do critério do tempo de segurança estabelecido foi endossada pelo tempo de multiplicação insignificante e aplicação no cenário real que se demonstraram eficazes.

Com base nesses resultados, sugerimos que serviços de alimentação corporativos utilizem do critério do tempo de segurança para a tomada de decisão de recebimento de produtos resfriados prontos para o consumo, a partir da leitura de termógrafos, na cadeia logística de atendimento em *offshore*.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M. R., & MOSS, M. O. **Food microbiology** (3th ed.). Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2008.

ÁLVAREZ-ORDÓÑEZ, *et al.* The challenge of challenge testing to monitor *Listeria* Monocytogenes growth on ready-to-eat foods in Europe by following the European Commission (2014) Technical Guidance document, **Food Research International**, n. 75, p. 233–243, 2015.

AUNG, M. M., & CHANG, Y. S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain, **Food Control**, n. 40, p. 198 – 207, 2014.

Azevedo, I. Incidence of *Listeria* spp. in domestic refrigerators in Portugal, **Food Control**, n. 16, p. 121–124, 2005.

BAEZA, R, *et al.*, Theoretical modelling of *Staphylococcus aureus* growth in a cooked meat product kept at ambient temperature using temperature profiles of selected Mexican cities. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 81-84, 2009.

BARANYI, J.; ROBERTS, T.A. Mathematics of predictive food microbiology, **International Journal of Food Microbiology**, v. 26, p. 199-218, 1995.

BARANYI, J. T., M. ComBase: A Common Database on Microbial Responses to Food Environments, **Journal of Food Protection**, v. 67, n. 9, p. 1967-197, 2004.

BATY, F.; DELIGNETTE-MULLER, M.L. Estimating the bacterial lag time: wich model, which precision, **International Journal of Food Microbiology**, v. 91, p. 261-277, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde (2024). **Doença de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)**. Publicações. Dados Surtos DTHA-2000-2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2002). **Resolução RDC n. 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação de Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Elaboradores/Indstrializadores de Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2004). **Resolução RDC n. 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.** Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2009). **Resolução RDC n. 72 Dispõe sobre o Regulamento Técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional, e embarcações que por eles transitem**. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

COSTA, E. C. **Refrigeração**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 1982.

DING, T., JIN, Y.G. & OH, D.H. Predictive model for growth of Listeria monocytogenes in untreated and treated lettuce with alkaline electrolyzed water. **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** v. 26, p. 863–869, 2010.

DAELMAN, *et al.*. Microbial safety and quality of various types of cooked chilled foods. **Food Control**, v.30, p. 510-517, 2013.

FORSYTHE, J.S. In: Forsythe, J.S. **Microbiologia da segurança alimentar**, São Paulo: Artmed. 2013.

GAVA, A.J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Nobel, 1984.

GOMES ALFAMA, *et al*. Assessment of temperature distribution of cold and hot meals in food services and the prediction growth of Salmonella spp. and *Listeria monocytogenes*. **Food Control,** v. 106, p. 106725, 2019.

GONÇALVES-TENÓRIO, *et al.*, Prevalence of Pathogens in Poultry Meat: A Meta-Analysis of European Published Surveys. **Foods,** v. 7, n. 69, p. 1-16, 2018.

GOSPAVIC, R., *et al.*. Mathematical modelling for predicting the growth of Pseudomonas spp. in poultry under variable temperature conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 127, n. 3, p. 290-297, 2008.

GOWDA, N.A.N *et al.* Predictive Model for Listeria monocytogenes in RTE Meats Using Exclusive Food Matrix Data. **Foods**, v. 13, n. 23, p. 3948, 2024.

ICMSF. **A Simplified Guide To Understanding And Using Food Safety Objectives And Performance Objectives**. 2006

Jay, J. M. **Microbiologia de alimentos** / James M. Jay. - 6.ed. - Porto Alegre: Artmed, - 711p. : il. ; P&B.2013

KUO, J. C., & CHEN, M. C. Developing an advanced Multi-Temperature Joint Distribution System for the food cold chain, **Food Control**, v. 21, p. 559-566, 2010.

LONGHI, D. A., *et al*. Assessing the prediction ability of different mathematical models for the growth of Lactobacillus plantarum under non-isothermal conditions. **Journal of Theoretical Biology**, v. 335, p. 88-96, 2013.

MELLO, *et. al.* Hotelaria Marítima: Segmento De Atuação Do Nutricionista Na Área de Alimentação Coletiva. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde,** v.11, n.2, p.337-353, 2016.

MERCIER, S., *et al*. Time–Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.16, p. 647-667, 2017.

MORELLI, E., *et al*. Performance and conditions of use of refrigerated display cabinets among producer/vendors of foodstuffs. **Food Control**, v. 26, p. 363-368, 2018.

NDRAHA, N., *et al.* Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. **Food Control**, v. 89, p 12-21, 2018.

ONYENEHO, S. N., & HEDBERG, C. W. An assessment of food safety needs of restaurants in owerri, imo state, Nigeria. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.10, p. 3296–3309, 2013.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Governo. (2002). **Resolução SMG n. 604, de 2002. Determina procedimentos a serem observados no transporte de gêneros alimentícios no Município do Rio de Janeiro, bem como estocabilidade e características mínimas e essenciais de manipulação**. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, RJ.

ROCCATO, A., *et al.* Effects of Domestic Storage and Thawing Practices on *Salmonella* in Poultry-Based Meat Preparations**. Journal of Food Protection** , v. 78, p. 2117-2125, 2015.

SÃO PAULO. Centro de Vigilância Sanitária. (1991). **Portaria CVS n. 15. Normatiza e padroniza o transporte de alimentos para consumo humano, na seguinte conformidade.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, SP.

SMELT, J. P. P. M.; BRUL, S. **Modelling lag-time in predictive microbiology with special reference to lag phase of bacterial spores**. In: BRUL, S.; VAN GERWEN, S.; 7. 2007.

TONDO, E. C., BARTZ, S. **Microbiologia e sistemas de gestão da segurança de alimentos** 2ª edição, 407, 2019

TONDO, E. C., RITTER, A. C., & CASARIN, L. S. **Involvement in foodborne outbreaks, risk factors and options to control *Salmonella* enteritidis SE86: An important food pathogen in Southern Brazil.** In *Salmonella*: Prevalence, Risk Factors and Treatment Options, 2015.

UYTTENDAELE, M., *et al.* Prevalence and challenge tests of Listeria monocytogenes in Belgian produced and retailed mayonnaise-based deli-salads, cooked meat products and smoked fish between 2005 and 2007. **International Journal of Food Microbiology**, v.133, p. 94–104, 2009.

VAN IMPE, J. F., *et al.* Towards a novel class of predictive microbial growth models. **International Journal of Food Microbiology**, v. 100, n. 1-3, p. 97-105, 2005.

XANTHIAKOS, K. *et al.*. Dynamic modeling of Listeria monocytogenes growth in pasteurized milk. **Journal of Applied Microbiology**, v. 100, p. 1289-1298, 2006.

ZWIETERING, H.M. Risk assessment and risk management for safe foods: Assessment needs inclusion of variability and uncertainty, management needs discrete decisions, **International Journal of Food Microbiology**, v. 213, n. 18-123. 2015

ZWIETERING, M. **Modelling microorganisms in food.** Boca Raton: CRC Press. Chapter 5, p. 6, 2007.

NYHAN, L. *et al.*, Predicting the combinatorial effects of water activity, pH and organic acids on Listeria growth in media and complex food matrices, **Food Microbiology**, v. 74, p. 75-85, 2018.

ROSARIO,I.L.R, *et al.* Predictive model for the growth of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in Minas Frescal cheese, **Microbial Risk Analysis**, v. 27–28, p.100308, 2024.