

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



Abordagem aos modelos de entrega de refeições *delivery* e *take-away* na
perspetiva da segurança dos alimentos.

Laura Inês Correia Areias

ORIENTADOR(A):
Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza
COORIENTADOR(A):
Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



Abordagem aos modelos de entrega de refeições *delivery* e *take-away* na
perspetiva da segurança dos alimentos.

Laura Inês Correia Areias

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SEGURANÇA ALIMENTAR

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutora Marília Catarina Leal Fazeres
Ferreira

VOGAIS:

Mestre Telmo Renato Landeiro Raposo Pina
Nunes

Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

ORIENTADORA:

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

COORIENTADOR:

Dr. Luís Manuel Carreira Garcia

2022

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Laura Inês Correia Areias

Título da Tese ou Dissertação: Abordagem aos modelos de entrega de refeições *delivery* e *take-away* na perspetiva da segurança dos alimentos

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2022

Designação do curso de
Mestrado ou de
Doutoramento: Mestrado em Segurança Alimentar

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, ____ de ____ de 20__

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: _____

Agradecimentos

À minha orientadora Professora Maria João Fraqueza pelo apoio disponibilizado e todo o incentivo para que continuasse com este trabalho.

Ao Doutor Luís Garcia pela disponibilidade com que me ajudou a encontrar tema, pelo acolhimento nos espaços onde decorreram as atividades de estágio, pela disponibilização de material e pelas sugestões certeiras em cada ponto deste trabalho.

Ao Professor Telmo pela ajuda prestada com um programa sobre o qual não estava familiarizada e por me ter integrado numa sala onde pudesse continuar com o meu trabalho.

Ao meu cunhado, à minha irmã e à minha sobrinha por me terem acolhido em sua casa nos tempos em que estive em Lisboa em “retiro” para continuar com a dissertação. À minha irmã um muito obrigado pelas correções que fez ao meu português e às minhas infinitas frases sem parágrafos ou conexões de texto.

Às equipas dos espaços do estágio. Ao Doutor André Almeida e à Doutora Vanda Guilherme pela disponibilidade de acompanhamento durante a fase de recolha de dados e por todos os dias que estive na cozinha central, pela insistência e mil e uma questões para que conseguisse sair fora do quadrado. À equipa do armazém por me ensinarem muito sobre o trabalho ali prestado e pela companhia durante os almoços. À equipa da cozinha central pelos maravilhosos almoços em que aprendi muitas receitas novas.

Aos meus pais pelo apoio tanto em casa como quando estava fora e pelas incansáveis ajudas nas tarefas que eram minha responsabilidade.

À minha avó pelos telefonemas de incentivo nos tempos em que estive sozinha.

À Mariana Pimentel, Sofia e Mariana Tavares pelas conversas e horas em zoom e no messenger que me proporcionaram alguma paz.

À Mi, Fi, F, Van, Tânia, Bibi, Bea e Ana por aturarem todos os desabafos de frustração quando não conseguia prosseguir com o trabalho, bem como por me terem ajudado a distrair com músicas essenciais à minha alma.

...덤덤해지네...

**봄도 알아차렸나 봐 꽃이라도 피워주네
그곳에서 나는 다시 삶의 길을 찾아가네**

Be Calm (화사)

Abordagem aos modelos de entrega de refeições *delivery* e *take-away* na perspetiva da segurança dos alimentos

Resumo

O recurso aos serviços *delivery* e *take-away* tem tido um crescimento exponencial ao longo dos últimos anos, evidenciando-se ainda mais com a pandemia devido ao Sars-Cov-2. O presente trabalho pretende perceber de que forma varia a temperatura de refeições com proteína de diversa natureza ao longo do serviço de *delivery* e *take-away*, bem como caracterizar os microrganismos produtores de esporos mais preocupantes na restauração e de que forma a sua cinética microbiana poderá ter impacto na saúde do consumidor.

A recolha de temperaturas desde a confeção das refeições até à chegada ao consumidor foi efetuada com recurso a *loggers* de sonda inseridos no próprio alimento. Foram utilizados 2 métodos de espera e acondicionamento das refeições, de forma a entender que influência teriam nas temperaturas apresentadas pelas refeições até ao consumidor. Os dados recolhidos foram tratados e aplicados a modelos de multiplicação populacional microbiana para *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* e *Bacillus cereus*, através dos quais se procedeu ao cálculo da duração de fase de latência com as constantes definidas nos modelos, e à visualização de taxas de crescimento populacional resultantes dos mesmos modelos.

Refeições com base líquida apresentaram melhor desempenho na manutenção da temperatura ao longo do tempo, e refeições com matérias-primas desfiadas ou picadas demonstraram responder melhor ao método de espera em estufa aliado ao acondicionamento em caixa térmica com placa térmica (previamente aquecida em banho-maria).

A duração de fase de latência (*lag*) de *Clostridium perfringens* foi de 2,08 horas para carne de aves, 1,24 horas para carne de bovino e 1,48 horas para carne de suíno. Para *Clostridium botulinum* o resultado da implementação do modelo matemático não se considerou válido e para *Bacillus cereus* considerou-se o valor da mediana que foi 1,42 horas.

Como os resultados da fase *lag* se encontraram dentro do conjunto de valores de tempo total do serviço, não se considerou um potencial crescimento da população microbiana. O perigo associado a refeições vendidas através destes regimes recai nas possíveis atitudes de risco do consumidor.

Palavras-chave: *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *delivery*, *take-away*, microbiologia preditiva, temperatura

Approach of the meal's models of food delivery and take-away in the light of food safety

Abstract

The use of delivery and take-away services has grown exponentially over the past few years, becoming even more evident with the Sars-Cov-2 pandemic. This study aims to understand how the temperature of meals with different type of protein varies throughout the delivery and take-away services, as well as to characterize the spore-producing microorganisms of most concern in the restaurant industry and how the microbial kinetics may affect the consumer.

The collection of temperatures from meal preparation to arrival at the consumer was performed using loggers inserted into the food itself through a probe. Two methods of waiting and packaging of the meals were used in order to understand what influence they would have on the temperatures presented by the meals until the consumer. The data treatment and usage were performed with the use of microbial population multiplication models for *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* and *Bacillus cereus*, through which the adaptation period were calculated with the constants defined in the models and the growth rates resulting from the models were visualized.

Liquid based meals showed better performance in maintaining temperature over time and meals with shredded or chopped food products showed better response to the method of waiting in the heated banquet cabinet combined with packaging inside a thermal box with thermal plate (previously heated in a water bath).

The adaptation period (lag) for *Clostridium perfringens* was 2,08 hours for poultry, 1,24 hours for beef, and 1,48 hours for pork. For *Clostridium botulinum* the result of the mathematical model implementation was not considered valid and for *Bacillus cereus* the median value was considered to be 1,42 hours.

As the results of the lag phase value were within the value range of the total service time, potential microbial growth was not considered. The danger associated with meals sold through these services lies in the possible risky attitudes of the consumer.

Keywords: *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, delivery, take-away, predictive microbiology, temperature.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Gráficos.....	ix
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	x
1-Introdução.....	1
2-Descrição breve das atividades de estágio	3
3-Revisão Bibliográfica	5
3.1-Estabelecimentos de Restauração em Portugal	5
3.2-Contextualização legislativa	7
3.3-Regimes <i>delivery</i> e <i>take-away</i>	8
3.4-Doenças de origem alimentar	10
3.5-Bactérias produtoras de esporos.....	11
3.5.1- <i>Clostridium perfringens</i>	11
3.5.2- <i>Bacillus cereus</i>	14
3.5.3- <i>Clostridium botulinum</i>	16
3.6-Microbiologia preditiva quantitativa baseadas em modelos de multiplicação populacional microbianos	18
3.7-Comportamento do consumidor perante refeições provenientes do serviço de <i>delivery</i>	21
4-Abordagem aos modelos de entrega de refeições <i>delivery</i> e <i>take-away</i> na perspetiva de segurança dos alimentos	22
4.1-Characterização da organização em estudo.....	22
4.2-Characterização do serviço de <i>delivery</i> e <i>take-away</i>	23
4.3-Levantamento e implementação de ações preventivas ao serviço <i>take-away</i> e/ou <i>delivery</i>	23
4.3.1-Acompanhamento das boas práticas e de todas as fases de produção de refeições preparadas na cozinha central.....	24
4.3.2- Conceção do fluxograma das atividades associadas ao serviço <i>delivery</i> e <i>take-away</i> implementado e a sua verificação <i>in loco</i>	25
4.3.3-Seleção e caracterização das refeições	25
4.3.4-Monitorização de temperaturas e tempos do serviço de <i>take-away</i> e/ou <i>delivery</i>	27
4.4-Avaliação dos binómios temperatura/tempo e sua validação com recurso a modelos de crescimento da população microbiana.....	30
4.4.1- Compilação e seleção de modelos matemáticos para os microrganismos mencionados no presente trabalho	32
4.4.2- Compilação e seleção de valores para os elementos dos modelos matemáticos	34

4.4.3- Incorporação no programa R Studio dos dados compilados (de artigos e perfis de temperatura adquiridos durante a primeira parte do presente trabalho).	35
5-Apresentação de Resultados e Discussão	37
5.1- Diagnóstico após acompanhamento das boas práticas e fases de produção de refeições preparadas na cozinha central	37
5.2-Fluxogramas do serviço <i>delivery</i>	39
5.3-Characterização das refeições e condições	41
5.4-Monitorização das temperaturas das refeições em <i>delivery</i>	43
5.4.1-Controlo	43
5.4.2-Condição A	45
5.1.3-Condição B	51
5.2- Aplicação dos modelos.....	60
6-Conclusão.....	64
7-Referências Bibliográficas.....	66
8-Anexos.....	72
Anexo I – Folha de registo de temperaturas <i>in loco</i>	74
Anexo II – Packages instaladas no programa R.Studio	75
Anexo III – Códigos utilizados para o cálculo de valores da fase <i>lag</i>	76
Anexo IV – Códigos para as equações de multiplicação microbiana	78

Lista de Figuras

Figura nº1- Distribuição de serviços do setor da restauração e bebidas -----	6
Figura nº2- Estufa móvel (Fonte: www.formifri.com) -----	27
Figura nº3- Caixa de empratamento/embalamento com <i>logger</i> inserido (Fonte: Própria) -	28
Figura nº4- Placa de aquecimento a aquecer em banho-maria (Fonte: Própria) -----	28
Figura nº5- Caixa térmica (Fonte: www.gmgastro.com) -----	28
Figura nº6- Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Evolução da multiplicação de uma população bacteriana -----	31
Figura nº7- Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Pressupostos para a equação da figura nº2 -----	31
Figura nº8- Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Relação entre o <i>lag</i> e o estado fisiológico de uma célula -----	31
Figura nº9- Equações inseridas para <i>Clostridium perfringens</i> (Juneja et al. 2011) -----	34
Figura nº10- Equações inseridas para <i>Clostridium botulinum</i> (Juneja, Xu, et al. 2021) ----	34
Figura nº11- Equações inseridas para <i>Bacillus cereus</i> (Juneja et al. 2018) -----	34
Figura nº12- Fluxograma do serviço <i>delivery</i> -----	37
Figura nº13- Fluxograma geral, para carnes e produtos de peixe com as etapas desde a produção até ao envio de refeições de <i>delivery</i> -----	38

Lista de Tabelas

Tabela nº1- Compilação de alguns diplomas legais em vigor -----	7
Tabela nº2- Compilação de surtos provocados por <i>Clostridium perfringens</i> -----	13
Tabela nº3- Compilação de surtos provocados por <i>Bacillus cereus</i> -----	15
Tabela nº4- Compilação de surtos provocados por <i>Clostridium botulinum</i> -----	17
Tabela nº5- Cronograma do estudo com descrição dos respetivos processos -----	24
Tabela nº6- Quantificação por categorias das refeições a seguir -----	26
Tabela nº 7- Categorização das refeições -----	26
Tabela nº8- Etapas do serviço, equipamentos a utilizar, procedimentos, objetivos e limites a monitorizar -----	30
Tabela nº9- Valores compilados e aplicados nas equações -----	35
Tabela nº10- Legenda aplicável aos fluxogramas elaborados -----	41
Tabela nº11- Matriz com as condições aplicáveis por categoria e refeição -----	42
Tabela nº12- Temperatura das refeições controlo após confeção e no momento de chegada ao cliente (em °C) -----	43

Tabela nº13- Condição A, categoria com base líquida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	46
Tabela nº14- Condição A, categoria repartida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	49
Tabela nº15- Condição A, categoria porção: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	51
Tabela nº16- Condição B, categoria com base líquida. Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	52
Tabela nº17- Condição B, categoria repartida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	54
Tabela nº18- Condição B, categoria porção: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento -----	56
Tabela nº19- Temperaturas máxima e mínimas entre cada etapa para as categorias da condição A -----	57
Tabela nº20- Temperaturas máxima e mínimas entre cada etapa para as categorias da condição B -----	58
Tabela nº21- Duração do serviço entre etapas em máximos, mínimos e médias com os desvio-padrão (minutos) -----	59
Tabela nº22- Resultados do cálculo do tempo de lag (horas) para cada microrganismo em determinado substrato -----	60

Lista de Gráficos

Gráfico nº01- Quantidade de empresas de restauração e similares ao longo dos anos (adaptado do INE, 2021) -----	5
Gráfico nº02- Controlo: Interação de temperaturas entre caixa térmica e centro térmico da refeição com base líquida -----	42
Gráfico nº03- Controlo: Interação de temperaturas entre caixa térmica e centro térmico da refeição repartida -----	42
Gráfico nº04- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria com base líquida -----	43
Gráfico nº05- Condição A, com base líquida: Variação da temperatura do centro térmico de 2 refeições heterogéneas, após acondicionamento, e respetivas caixas térmicas -----	46
Gráfico nº06- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria repartida -----	47
Gráfico nº07- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria porção --	48
Gráfico nº08- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria com base líquida -----	50

Gráfico nº9- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria repartida
----- 52

Gráfico nº10- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria porção -
----- 54

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A_w (water activity- atividade da água)

CAE (código de atividade económica)

COVID-19 (doença provocada pelo vírus SARS-Cov-2)

CPE (*Clostridium perfringens* toxin – toxina do *Clostridium perfringens*)

ECDC (European Centre for Disease prevention and Control – Centro europeu para a prevenção e controlo de doença)

EFSA (European food safety authority – Autoridade Europeia de segurança alimentar)

FSA (Food Standards Agency – Agência de Normas Alimentares do Reino Unido)

FSIS (Food Safety and Inspection Service – Serviço da Segurança e Inspeção Alimentar)

HACCP (Hazards Analysis and Critical Control Point – Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos)

INE (Instituto Nacional de Estatística)

lag (λ - tempo de ajuste de uma célula ao ambiente onde se insere antes de iniciar a sua fase exponencial)

log ($\mu_{\text{máx}}$ – taxa de crescimento máxima)

LPD (*lag* period duration – duração da fase de adaptação)

RJACSR (Regime Jurídico de Acesso e Exercício de Atividades de Comércio, Serviços e Restauração)

SARS-Cov-2 (coronavírus que infetando um indivíduo provoca uma doença conhecida por “covid-19”)

SICAE (Sistema de Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas)

1-Introdução

Derivado à pandemia causada pelo vírus SARS-Cov-2, com o confinamento resultante a vigiar e algum pânico instalado, verificaram-se situações de excesso de compras e armazenamento de alimentos o que causou congestionamento e quebras na cadeia de fornecimento (Nikolopoulos et al. 2021). Num estudo sobre previsão e planeamento durante a pandemia ao nível da cadeia alimentar (produção, transporte e logística) conclui-se, ainda que com certas limitações, quanto mais precoce é o confinamento, maior será a procura de produtos alimentares. Com a continuação de um confinamento é de esperar que esta procura se continue a verificar de modo elevado, necessitando as empresas de um melhor planeamento na produção e inventário de alimentos e matérias-primas (Nikolopoulos et al. 2021).

Com a prática de distanciamento social e novos hábitos de consumo verificou-se um aumento na procura dos serviços de entrega de alimentos *take-away* e *delivery*, criando-se uma alternativa viável para os restaurantes e outros serviços de provisionamento de alimentos (Bakalis et al. 2020). Com o aumento da procura destes serviços, a existência de aplicações digitais permitiu um acesso facilitado à compra de refeições em sistema de *delivery*, como é o caso da “*uber eats*”. Uma notícia de 2020 da TVI24 afirma que esta aplicação teve um aumento de 59% de inscrições digitais só no mês de março de 2020 em Portugal (Brás C. 2020). Iisnawati et al. (2020) verificaram que a preferência por encomendas de refeições através da app UberEats e de outras apps similares devem-se à conveniência da facilidade e rapidez do pagamento digital. Unnikrishnan e Figliozzi (2020) analisaram o impacto da COVID-19 nas compras em *delivery* e gastos associados, na área metropolitana de Portland, Vancouver, Hillsboro e Washington nos Estados Unidos da América, verificando que o teletrabalho propiciou um aumento de gastos e do número de encomendas em bens alimentares e refeições, alertando para o facto de se necessitar de um serviço eficaz de *delivery*.

Associado aos serviços mencionados, encontramos um novo conceito com os restaurantes virtuais. Os restaurantes virtuais, também denominados por “*ghost kitchens*”, “*ghost restaurants*”, “*cloud restaurants*” ou “*dark kitchens*”, existem apenas na web ou em apps. Dedicam-se exclusivamente a produzir e vender refeições online, através de um sistema de *delivery* próprio ou subcontratado (como por exemplo apps ou serviços exclusivos para o envio de refeições). Assim, mitigam-se encargos relacionados com espaço de sala de refeições como também se reduz o inconveniente de clientes e estafetas entrarem no restaurante para recolherem pedidos durante as horas de maior afluência (Colpaart A. 2019).

Um artigo de 2017 do conceituado jornal “*The Guardian*” descreveu um caso de sucesso observado pela empresa *Deliveroo*. No ano de 2017, em Inglaterra, construíram-se cozinhas em contentores metálicos com equipamento industrial, licenciadas e com os requisitos de higiene previstos na lei, espaços que foram arrendados a restaurantes com os objetivos acima mencionados (Butler, S. 2017). O sucesso tem sido contínuo, tendo o jornal “*The Guardian*” relatado que no corrente ano (2021) esta aplicação, *Deliveroo*, pretende expandir e investir em mais “*dark kitchens*”. O fundador revelou ainda que a pandemia da COVID-19 promoveu a adesão de uma forma mais marcada dos clientes aos serviços de *delivery* de refeições, que em contexto normal demoraria 2 a 3 anos a alcançar (Wood, Z. 2021).

Aliados aos regulamentos existentes para o controlo da segurança dos alimentos, como o “Pacote de Higiene”, os códigos de boas-práticas auxiliam a concretização desse objetivo. O controlo ao nível de todas as fases intervenientes para a confeção ou preparação dos alimentos tem como objetivo a implementação de um bom sistema preventivo que tenta minimizar a exposição e, conseqüentemente, a contaminação dos alimentos (WHO 2020a).

Sabe-se que as temperaturas de processamento e de manutenção dos alimentos são essenciais para a sua segurança, colocando-se um problema face à nova realidade: que interferência é que os sistemas de *delivery* colocam na manutenção da segurança das refeições adquiridas pelo consumidor? A entrega de refeições, através de *delivery* e *take-away* representa um risco associado a toxinfecções, uma vez que o transporte se estende no tempo e por vezes sem controlo de temperatura (Almanza et al. 2007).

No entanto, a cadeia alimentar não acaba no envio ou entrega das refeições, uma vez que o “consumo” é a fase final. Nesta última etapa, o interveniente principal é o consumidor, que agora terá um papel fundamental na segurança dos alimentos. Assim sendo, o risco de contrair uma toxinfecção alimentar dependerá também das atitudes do consumidor para com a refeição adquirida.

De forma a ser possível elucidar o leitor, o trabalho é constituído pelos capítulos de: introdução, breve descrição das atividades de estágio, revisão bibliográfica, contextualização do estudo, resultados e discussão, conclusões. O capítulo da revisão bibliográfica será crucial para explicar, o mais detalhadamente possível, a problemática inerente ao assunto principal do trabalho, assim pretendendo atribuir um juízo final na conclusão após apresentação dos resultados e a sua discussão.

Os objetivos do presente trabalho são os seguintes:

- Objetivo Principal: Avaliação dos perfis de temperatura das refeições ao longo do serviço de *delivery* e *take-away*;

- Objetivo Secundário: Utilização de modelos de microbiologia preditiva na avaliação da cinética microbiana das refeições vendidas pelos sistemas de *delivery* e *take-away*.

2-Descrição breve das atividades de estágio

O estágio curricular decorreu em duas empresas do mesmo grupo.

O primeiro local foi a empresa A onde integrei a equipa de segurança e qualidade alimentar. Foi possível seguir as operações de um armazém grossista.

De início houve familiarização com o armazém, sendo possível perceber os locais destinados a géneros alimentícios secos, refrigerados e congelados para venda ou para destruição/devolução ao fornecedor, bem como os locais do armazém para géneros não alimentícios como os detergentes e desinfetantes, frequentemente utilizados na restauração e empresas de turismo. Houve reconhecimento de aspetos muito importantes relacionados com o armazenamento de detergentes, uma vez que existiam diversos e com propriedades e funções diferentes, sendo importante assegurar o armazenamento segregado de substâncias potencialmente inflamáveis e perigosas ou incompatíveis.

De seguida houve lugar à explicação do processo de criação de rotas e observação da atividade de *picking*, bem como explicação das modalidades de gestão do espaço. O nível inferior das prateleiras, com etiquetas brancas, representava os produtos em *picking*, os níveis superiores com etiquetas cor de laranja eram destinados aos produtos em stock.

Foi possível seguir e participar em atividades destinadas à equipa. Estas atividades consistiram em “devoluções”, exercícios de rastreabilidade e receção de produtos refrigerados e congelados. A atividade de “devoluções” consistia na análise da guia de devolução, identificando os produtos e a razão da devolução. Conforme o tipo de produto e as condições em que se encontrava, os destinos poderiam ser:

- Armazenamento (*Stock*);
- Doação;
- Destruição;
- Devolução ao fornecedor.

Os produtos em condições consideradas ótimas (sem defeitos no produto ou na embalagem) e aptos para venda seriam reencaminhados para stock, os que se encontrassem impróprios para consumo (por exemplo, embalagem rebentada ou aberta, produto congelado com temperatura acima do desvio aceite pela empresa...) seguiriam para destruição, os produtos considerados não conformes pelo cliente por

apresentação de algum defeito seriam devolvidos ao fornecedor (por exemplo, batata que apresentasse grelo ou olho desenvolvido), por fim produtos encontrados separados sem possibilidade de formar conjuntos (por exemplo, iogurtes vendidos em *pack* que não estivesse completo ou produtos com embalagens deformadas que se tornassem impróprias para venda) seriam encaminhados para doação a instituições ou empresa especializada em evitar desperdícios alimentares.

Os exercícios de rastreabilidade consistiam na escolha aleatória de uma fatura onde seriam verificados para e em cada produto: descrição do produto, data de validade, quantidade e lote. Convém referir que estes produtos se encontrariam com a criação completa da volta (rota das entregas) e seguiriam no dia seguinte para o cliente. Após a verificação da concordância dos produtos com a lista dos materiais a serem entregues, seria procurado no sistema a localização de todos os produtos que não apresentassem concordância de forma a corrigir os erros. Este exercício foi executado para produtos refrigerados (excluindo frutas e legumes), congelados e secos.

O acompanhamento à receção baseava-se na observação da conformidade dos rótulos dos produtos rececionados, bem como na verificação de temperaturas apresentadas e apreciação visual do produto com abertura de caixas. A quantidade de caixas abertas para amostra, da verificação de temperaturas a apresentar por cada tipo de produto e o conteúdo apresentado nos rótulos baseavam-se no manual da empresa com indicações para a inspeção à receção. Estas ações eram executadas para produtos congelados. No caso de haver receção de produtos transformados de origem animal os boletins de análises microbiológicas seriam analisados e os lotes só seriam aceites em caso de conformidade. Para os produtos refrigerados, como as frutas e legumes a apreciação da apresentação e concordância com o calibre seriam verificados.

O segundo local de estágio decorreu numa cozinha central gerida pela empresa B, na qual fiquei sob a alçada do gestor operacional.

Houve, numa primeira instância, uma explicação sobre o funcionamento do espaço bem como visita a todas as zonas necessárias para a produção de refeições e zonas de recolha/armazenamento de resíduos.

As atividades neste local incluíram acompanhamento da construção de ementas e simulação da construção da ficha técnica de um prato novo (Tofu agri-doce). Fez-se também o acompanhamento das rondas diárias, nas quais a verificação dos produtos alimentícios em armazenamento (secos, refrigerados e congelados) e a sua conformidade com o rótulo e fatura emitida era comprovada e efetuou-se ainda a verificação do preenchimento das fichas de temperaturas nas designadas “câmara de chefe” e “câmara de passagem”, bem como algumas provas organolépticas das refeições a serem confeccionadas. Foi possível acompanhar um processo de criação de um

produto natalício a ser distribuído pela empresa, a monitorização do seu processo tecnológico, nomeadamente da sua temperatura no abatedor de temperatura bem como a sua congelação. Acompanharam-se ainda os testes efetuados para determinar sua data limite de consumo (data de validade). No decorrer dos dias ainda se acompanhou uma auditoria externa bem como a visualização do relatório resultante da mesma.

3-Revisão Bibliográfica

3.1-Estabelecimentos de Restauração em Portugal

Até 2019 o INE contabilizou 83.961 estabelecimentos, registados com atividade económica de restauração e similares em Portugal. Desde 2013 que se verifica uma tendência crescente na existência deste tipo de atividade económica, como o gráfico nº1 demonstra. A par destes dados, também se observa um comportamento similar na quantidade de pessoal empregado neste setor (INE 2021).

Uma breve pesquisa no SICAE permitiu, encontrar cerca de 34.390 empresas/estabelecimentos licenciados com um CAE principal na categoria de “estabelecimentos de restauração (incluindo meios móveis)” (SICAE 2021).

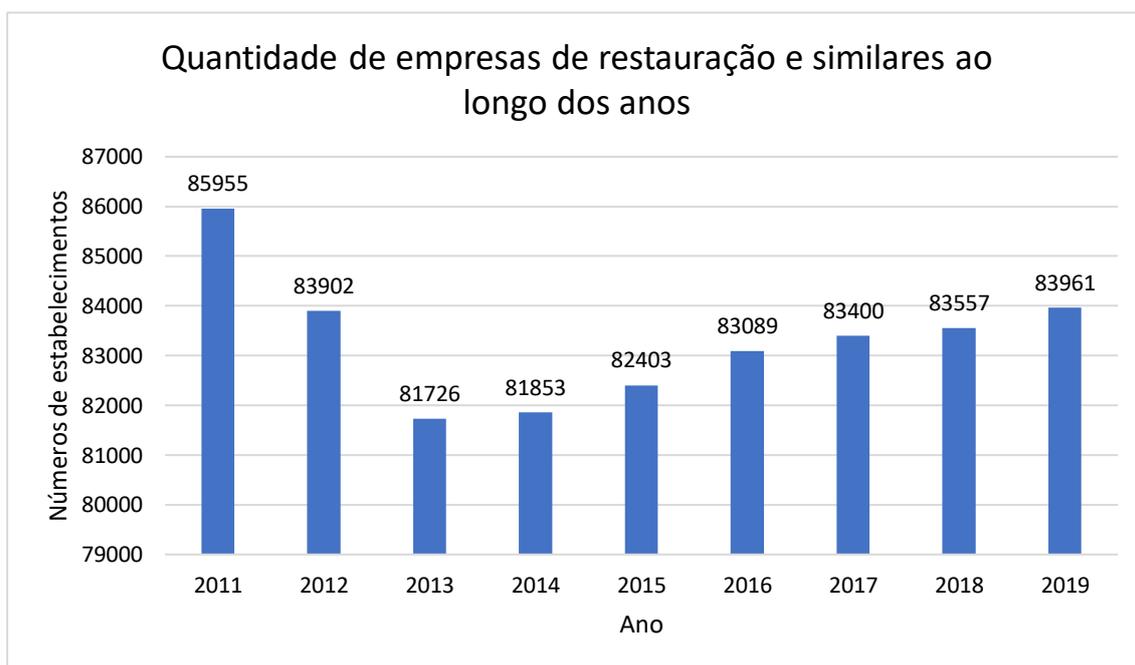


Gráfico nº1-Quantidade de empresas de restauração e similares ao longo dos anos (adaptado do INE, 2021)

Os estabelecimentos de restauração visam, mediante remuneração, produzir refeições para consumo dentro ou fora do estabelecimento (Decreto-Lei nº10/2015). Estabelecimentos de *catering* ou de serviço de banquetes, com pelo menos 10 eventos anuais, inserem-se na categoria de restauração, regendo-se pelo Regime jurídico de

acesso e exercícios de atividades de comércio e restauração (RJACSR) desde que o seu volume de produção não exija licenciamento industrial. Este diploma legal esclarece que para licenciamento não industrial, existe um regime simplificado para o registos destes e outros estabelecimentos. A lista V, do anexo I esclarece quais os códigos de atividade económica que se inserem neste regime. As categorias pertencentes nesta lista incluem: restaurantes (incluindo atividades de restauração em meios móveis), fornecimento de refeições para eventos e outras atividades de serviço de restauração e estabelecimentos de bebidas.

Não existe CAE específico para estabelecimentos de venda de refeições em regime *delivery*, sem serviço à mesa ou presença física do cliente. Apesar da situação, um estabelecimento pode ter diversos CAEs secundários. Deste modo é permitida a existência de estabelecimentos exclusivos com este regime, conjugando todas as autorizações fiscais, de licenciamento e exercício das atividades para as quais pretende exercer.

A figura nº1 apresenta a distribuição de serviços do setor da restauração e bebidas.

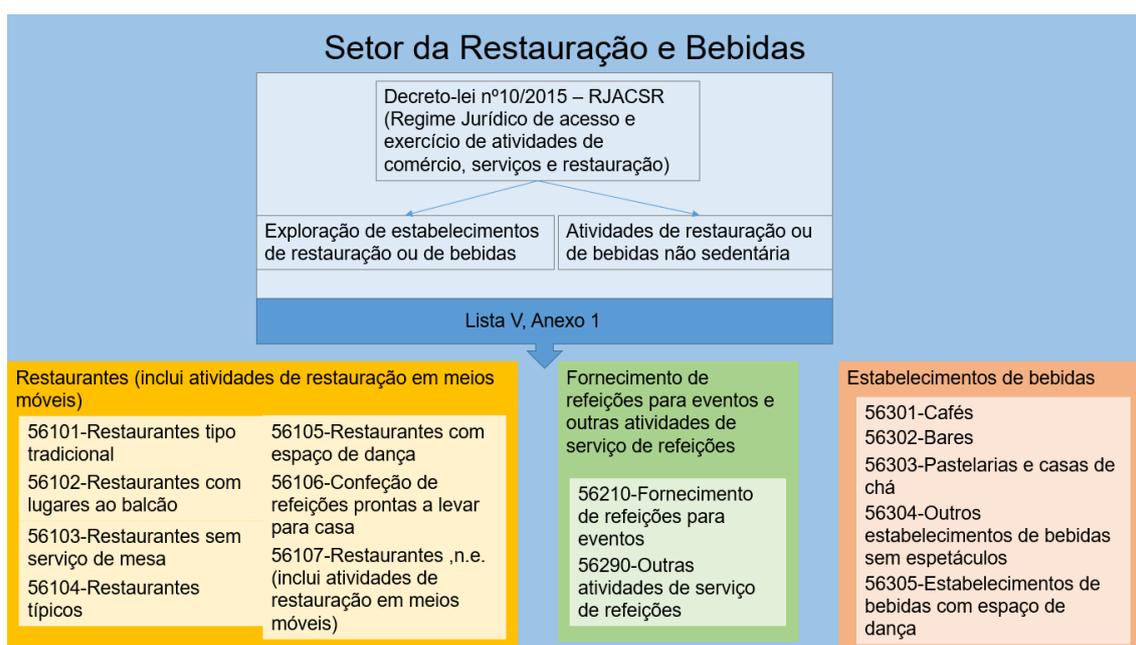


Figura nº1-Distribuição de serviços do setor da restauração e bebidas

O setor da restauração encontra-se dividido entre estabelecimentos de restauração e estabelecimentos de bebidas, divergindo nas atividades permitidas a cada tipo. Enquanto os estabelecimentos de restauração podem confeccionar refeições e servir bebidas, os estabelecimentos de bebidas apenas podem servir alimentos confeccionados desde que tenham sido produzidos fora das suas instalações.

Os estabelecimentos de restauração fornecem uma grande variedade de refeições e comidas, podendo possuir nomes consoante o produto que vendem: marisqueira, hamburgueria, buffet, take-away, gelataria, etc.

A procura destes estabelecimentos por parte da população possui diversas razões ou objetivos, sendo que o objetivo da visita é moldado pela atitude do consumidor. As ocasiões, como por exemplo, conveniência de consumo de uma refeição rápida, celebração de algum evento ou mesmo enquanto método de socialização, pesam na escolha e decisão sobre qual estabelecimento o consumidor frequentará (Ponnam and Balaji 2014).

3.2-Contextualização legislativa

Em termos legislativos existem diplomas legais que atuam enquanto apoio técnico e outros enquanto apoio jurídico. De apoio jurídico, a figura nº1 explica por qual peça legislativa se regem estes estabelecimentos (Decreto-Lei nº 10/2015). Com base neste decreto-lei, cabe ao futuro empresário utilizar toda a informação para se poder licenciar e começar imediatamente a exercer o negócio. Em termos técnicos (relacionado com a segurança dos alimentos), existem disposições regulamentares e legislativas para este setor. A tabela nº1 apresenta alguns dos diplomas legais em vigor.

Tabela nº1-Compilação de alguns diplomas legais em vigor.

Regulamento	Descrição
Regulamento (CE) nº178/2002	Princípios gerais da legislação alimentar.
Regulamento (CE) nº852/2004	Higiene dos géneros alimentícios.
Regulamento (CE) nº853/2004	Higiene dos géneros alimentícios de origem animal.
Regulamento (CE) nº1169/2011	Princípios sobre a informação dos géneros alimentícios e responsabilidades dos operadores.
Decreto-lei nº113/2006	Informações relativas à execução dos regulamentos nº852 e 853/2004.
Decreto-lei nº152/2017	Análises da água.
Portaria nº1135/1995	Controlo e exigências para a fritura de alimentos e utilização de gorduras.
Portaria nº24/2005	Utilização do azeite em galheteiros.

O regulamento (CE) nº852/2004 (Parlamento e Conselho Europeu 2004), artigo 5º refere uma abordagem de análise de perigos e controlo de pontos críticos adequada “à natureza e dimensão das empresas, referindo, ainda, que esta se deve basear nos

princípios do HACCP (enunciados no *Codex Alimentarius*). Este artigo admite flexibilidade na criação e implementação das medidas e pontos críticos tendo em conta o público-alvo (consumidor) para o qual se destina a produção alimentar da empresa. Pelo que pode contextualizar-se às empresas de restauração.

3.3-Regimes *delivery* e *take-away*

O fenómeno da internet permitiu o crescimento de plataformas de vendas online. Shepard (2013) relaciona a vida urbana com a era digital em que se vive atualmente. Este autor refere que com a evolução da tecnologia também a vida se tem moldado ao mundo digital. Uma vez que serviços de *delivery* já eram comuns em *franchises* de *fast-food*, estas plataformas permitiram que mais tipos de restaurantes usassem os seus serviços de *delivery* (a plataforma age como intermediário) chegando a mais gente (Yeo et al. 2017).

Estas plataformas existem em diversos países. Em Portugal, apps para telemóveis e tablets como “*uber eats*”, “*bolt food*”, “*glovo*” são as mais comuns, existindo ainda, outras empresas que fornecem exclusivamente estes serviços. Um desses casos é a “*Cookoo*”, que atua enquanto “*dark kitchen*”, oferecendo serviços de *delivery* e *take-away*.

Recentemente, com a pandemia devida ao SARS-Cov-2, as pessoas reduziram o acesso aos serviços de restauração tradicionais (estabelecimentos físicos) devido à necessidade de distanciamento social e outras medidas preventivas da contenção da disseminação da doença impostas pelos governos. Os estabelecimentos procuraram adaptar-se às mudanças de comportamento dos clientes. Com o serviço presencial diminuído, procuraram alternativas para sobreviver e conseqüentemente houve migração para os serviços *online*. O aumento da procura destes serviços por parte do consumidor ocorreu assim que percebeu que poderia continuar a usufruir do consumo de refeições variadas deixadas à sua porta, mantendo o distanciamento social (Zhao and Bacao 2020).

Yost and Cheng (2021) referem que num contexto pré-crise sanitária, a segurança era o fator a que os clientes prestavam menos importância aquando da escolha do estabelecimento a frequentar. Com o desconhecimento e a perda de confiança nos serviços, a população tende a ser mais criteriosa e a exigir saber os procedimentos de produção das suas refeições e a maneira como são manipuladas, algo potenciado pelas sucessivas falhas de proteção do consumidor ao nível da segurança dos alimentos como com a crise da BSE (encefalopatia espongiforme bovina) e agora com a pandemia provocada pela doença covid-19.

Consciente da importância das boas práticas para os estabelecimentos que vendem refeições nos regimes *delivery* e *take-away*, a *Food Standards Agency* (FSA 2020a) disponibilizou recentemente um guia de onde decorrem algumas indicações a seguir.

Assim aquando da execução do serviço *delivery*, as refeições devem encontrar-se a temperaturas adequadas. É recomendado o uso de uma mochila, mala ou caixa térmica, em bom estado. Uma refeição refrigerada deve ser enviada com recurso a um gel refrigerante ou outro item que se apresente a temperaturas baixas, o gel refrigerante encontra-se selado dentro de pacotes e pode ser refrigerado diversas vezes usando um abatedor de temperatura ou outro equipamento capaz de congelar. Esses pacotes são colocados dentro das caixas transportadoras de modo a isolarem a refeição (CRS Cold Storage 2020) De modo a evitar contaminação cruzada entre refeições cozinhadas e produtos crus é incentivada a sua separação no transporte, o mesmo deverá acontecer caso haja uma carga simultânea de géneros alimentícios e de produtos não alimentares (FSA 2020a).

O regulamento (CE) nº852/2004 menciona que deverá haver manutenção adequada da temperatura e que deve ser evitada a contaminação cruzada após fabrico dos géneros alimentícios, no entanto não especifica o valor das temperaturas nem os locais ou objetos apropriados para o efeito, pelo que os códigos de boas práticas servem de guia para os proprietários destes estabelecimentos ou empresas.

No *pack “Safer Food”* disponibilizado pela *Food Standards Agency*, no ponto do processo de manutenção de temperatura a quente é mencionada a necessidade de manter uma temperatura mínima a 63°C no centro térmico da refeição (FSA 2020b). Existem autores que mencionam temperaturas ligeiramente diferentes devido à praticabilidade (De Boeck et al. 2019). A *World Health Organization* (WHO 2001) aponta uma temperatura mínima de 60°C no centro térmico. Garayoa et al. (2014) alerta ainda para que operadores de *catering* evitem servir refeições cuja temperatura não alcance pelo menos 55°C no momento de consumo, especialmente se essas refeições forem produzidas num local e necessitarem do transporte para outro no ato de serviço.

A necessidade de estabelecer um valor mínimo de temperatura na manutenção das refeições a quente deve-se ao intervalo, denominado de “zona perigosa” na qual se considera a possibilidade de ocorrer multiplicação de microrganismos e/ou produção de toxinas capazes de provocarem doença quando os alimentos que os contêm são ingeridos.

3.4-Doenças de origem alimentar

Os alimentos são uma constante nutricional para a vida humana (Abdelhamid and El-DougDoug 2020). Quando consumidos pretende-se que sejam capazes de satisfazer as necessidades hedónicas, nutritivas ou mesmo sociais do homem.

No entanto, os alimentos são potenciais vetores disseminadores de doenças (Gallo et al. 2020). Estima-se que existam aproximadamente 200 doenças relacionadas com o consumo de alimentos contaminados (WHO 2020b).

A WHO (2020b) refere que as doenças de origem alimentar são a consequência da contaminação que sucede nos diversos elos da cadeia alimentar. Esta contaminação pode ocorrer desde montante a jusante, ou seja, desde a produção do género alimentício até ao consumidor. São doenças resultantes da exposição do indivíduo, através do trato digestivo, a microrganismos ou substâncias tóxicas (Gallo et al. 2020). A WHO (2020b) classifica estas doenças como infecciosas ou tóxicas, tendo uma grande variedade de consequências, desde síndromes gastrointestinais agudos a doenças crónicas e potencialmente fatais.

Gallo et al. (2020) mencionam que a incidência destas doenças se relaciona com as condições económicas e higiénicas do próprio país. A WHO (2020b) relata que países industrializados também verificam um aumento de casos reportados de doenças de origem alimentar decorrentes do estilo de vida levado a cabo pelos cidadãos. A urbanização e as mudanças no estilo de vida da população contribuem para a compra e consumo de refeições preparadas fora de casa e a globalização tem aumentado a complexidade da cadeia de aprovisionamento de géneros alimentícios resultantes da procura, por parte dos consumidores, de uma variedade mais vasta de alimentos (WHO 2020b).

O relatório sobre zoonoses referente a 2019 da One Health, em parceria com a EFSA e a ECDC, de dados recolhidos pela Europa em países-membros e não membros da União Europeia ao longo de 4 anos (2015-2019) refere que apesar da situação pandémica atual, a tendência verificada nos últimos anos em relação a infeções de origem alimentar e seus agentes mantém-se, referindo-se ainda a possibilidade de a quantidade de notificações ser inferior a outros anos. Dos agentes mais identificados as bactérias perfazem a maioria dos surtos reportados, seguindo-se as toxinas bacterianas. Relativamente ao número de surtos identificados, a grande maioria ocorreu nas habitações dos indivíduos afetados, seguindo-se os espaços de restauração e em terceiro lugar em estabelecimentos de restauração coletiva (cantinas de escola, trabalho, hospital). Relativamente à carne enquanto vetor destas doenças, salienta-se o facto de carne de suíno, carnes e produtos cárneos (não especificados) e carne de

aves terem sido as mais identificadas, encontrando-se ainda ligadas a surtos provocados por toxinas bacterianas (EFSA e ECDC 2021).

3.5-Bactérias produtoras de esporos

Como já referido anteriormente, toxinas produzidas por bactérias são a segunda causa das toxinfecções relatadas na Europa. Estas toxinas provêm principalmente de:

- *Bacillus cereus*;
- *Clostridium botulinum*;
- *Clostridium perfringens*;
- Outras bactérias, não especificadas.

Os microrganismos *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* e *Bacillus cereus* têm uma característica em comum: são bactérias produtoras de esporos.

Os esporos são capazes de se apresentarem metabolicamente dormentes por longos períodos de tempo; finda a dormência, ocorre reativação do sistema, seguindo-se a germinação se as condições da matriz onde se encontrarem forem favoráveis. Enquanto dormentes são resistentes a condições desfavoráveis, como calor, radiação e compostos químicos (Setlow e Johnson 2019).

3.5.1-Clostridium perfringens

O primeiro microrganismo a retratar é o *Clostridium perfringens*. É uma bactéria ubiquitária e saprófita formadora de esporos, em forma de bacilo, não móvel, Gram-positiva, anaeróbia, podendo apresentar temperatura ótima de multiplicação entre 43°C e 45°C apesar destes valores variarem consoante os autores (García et al. 2019; Taormina e Dorsa 2004), podendo fazê-lo num espetro de 15 a 50°C, com a particularidade de ainda se observar multiplicação aos 6°C (García et al. 2019).

A capacidade de provocar doença depende de diversos tipos e quantidade de toxinas produzidas:

- A, associada a doenças gastrointestinais em humanos;
- B, não relatada como provocando doença em humanos;
- C, associada a enterites necrótica em humanos;
- D, não relatada como provocando doença em humanos;
- E, não relatada como provocando doença em humanos;
- F, associada a doenças gastrointestinais em humanos (toxinfecção alimentar);
- G, não relatada como provocando doença em humanos.

Diversos autores diferenciam os tipos A a E (Uzal et al. 2014; Freedman et al. 2015). No entanto, recentemente houve revisão do sistema de classificação de acordo

com as toxinas maioritárias produzidas, pelo que os tipos A e F se diferenciam através da produção da enterotoxina CPE (García et al. 2019; Rood et al. 2018). O tipo A produzirá na sua grande maioria a enterotoxina CPA enquanto que o tipo F produzirá a enterotoxina CPA e a CPE. A produção de ambas as enterotoxinas resulta em doenças enterotoxinogénicas no ser humano. (Rood et al. 2018).

A libertação e expressão destas toxinas está diretamente relacionada com a esporulação das bactérias vegetativas no trato intestinal (FDA 2012).

Um indivíduo exposto a estas toxinas no trato intestinal pode manifestar doença na forma de intoxicação alimentar, diarreia associada a antibióticos, síndrome da morte súbita em crianças, gangrena gasosa e enterite necrótica humana, também conhecida como *pigbel* (Lindström et al. 2011). A enterotoxina CPE está intrinsecamente ligada a doenças com sintomas relacionados com intoxicação alimentar, encontrando-se nos tipos F e em alguns casos C, D e E (Rood et al. 2018).

Quando causam intoxicação alimentar os sintomas manifestam-se ligeiros, podendo evoluir para uma doença mais severa consoante a toxina que a bactéria é capaz de produzir, e a capacidade de causar lise do epitélio do íleo. Por exemplo, manifestando-se na forma de enterite necrótica os sintomas incluem dor, inchaço abdominal devido à acumulação de gases, diarreia potencialmente sanguinolenta e vómitos (FDA 2012).

Esta bactéria sendo ubiqüitária, tem uma distribuição ampla no solo e trato digestivo (saprófita) dos animais, e o facto de ser esporulante torna-a presente em diversos géneros alimentícios. Para causar doença a dose infecciosa é de pelo menos 10^6 ufc/g. Em condições ideais a multiplicação é extremamente rápida, podendo criar uma geração em menos de 10 minutos (Lindström et al. 2011).

Este agente zoonótico é resistente ao calor, os esporos podem continuar viáveis mesmo expostos a uma temperatura de 100°C durante 60 minutos. Deve dar-se uma grande ênfase ao binómio temperatura-tempo de modo a controlar este agente patogénico. Os esporos serão difíceis de eliminar e os que sobrevivem às temperaturas de confeção têm potencial para germinar e produzir mais células vegetativas a uma velocidade de multiplicação rápida quando as temperaturas são favoráveis (García et al. 2019).

O nível de controlo nas diversas fases de preparação de refeições influencia o impacto dos surtos que poderão surgir (Packer et al. 2020).

Atingir a temperatura mínima correta de cozedura dos alimentos evita a proliferação das células vegetativas de *Clostridium perfringens*, no entanto é necessário controlo de temperatura após confeção de modo a evitar a multiplicação das células que possam ter sobrevivido às temperaturas de confeção. Reunindo estas boas práticas

previne-se a sobrevivência deste agente e posterior contaminação cruzada (Packer et al. 2020).

Este agente tem preferência por matrizes proteicas, pelo que as carnes são as principais matrizes alimentares em que é detetado. A carne de vaca é o alimento mais frequentemente contaminado com *Clostridium perfringens*. Carne de aves (nomeadamente frango), salmão cozido e salada de atum são também relacionados com este agente tendo sido relatados em ligação com casos de toxinfecção. As especiarias e ervas culinárias são um veículo disseminador deste microrganismo, uma vez que os seus valores de atividade de água (a_w) não constituem uma barreira e permitem a sobrevivência dos esporos e quando adicionadas às refeições podem potenciar o desenvolvimento e multiplicação de formas vegetativas viáveis. A sua deteção em cereais, vegetais e frutos é comum, no entanto é necessário um estímulo externo (temperatura, por exemplo) para a germinação dos esporos (García et al. 2019)

Na tabela nº2 apresentam-se alguns surtos provocados por *Clostridium perfringens*.

Tabela nº2-Compilação de surtos provocados por *Clostridium perfringens*

Alimento incriminado	Causa da contaminação	ufc/g identificadas	Localização de exposição	Ano	Bibliografia
Refeição em puré	Arrefecimento inadequado (sala para este efeito apresentava temperaturas 8-12°C em vez dos 5°C recomendados); Manutenção da temperatura inadequada (não se situava diretamente no banho-maria)	>10 ⁶	Lar de 3ª idade	1997	(Tallis et al. 1999)
Espinafre cozido com tofu de feijão	Controlo de temperatura inadequado durante cozedura ou contaminação cruzada após cozedura; Arrefecimento inexistente, refeição deixada à temperatura ambiente sofrendo reaquecimento não controlado antes do consumo	4.3x10 ⁵	Lar de 3ª idade	1998	(Miwa et al. 1999)
Caril de frango, caril de grão de bico, arroz de vapor, bolo de mandioca	Controlo de tempo e temperatura inadequado durante cozedura; Arrefecimento inadequado à temperatura ambiente (10h); Reaquecimento inadequado.	9.6x10 ⁵	Buffet	2005	(Holtby et al. 2008)
Estufado de carne (bovino)	Preparação do estufado de carne no dia anterior, arrefecido à temperatura ambiente, refrigerado a 4°C durante a noite e reaquecimento antes do serviço	3.8 x 10 ⁸	Hotel	2012	(Wahl et al. 2013)
Diversos produtos cárneos (nomeadamente carne picada) e tarte de legumes	Produtos cárneos (molho produzido através dos sucos de carne) cozinhados, arrefecidos, reaquecidos e servidos repetidamente ao longo de diversos dias	Não disponível	Lar de 3ª idade	2012	(Acheson et al. 2016)

Carne/s assada/s com molho (cordeiro assado)	Temperatura de cozedura inadequada; Contaminação cruzada.	10 ⁷	Restaurante com buffet	2018	(Packer et al. 2020)
Carne picada	Reaquecimento inadequado antes do serviço	4.5x10 ⁶	Evento com catering	2019	(Mellou et al. 2019)

3.5.2-*Bacillus cereus*

De seguida apresenta-se o microrganismo *Bacillus cereus*. Este pertence a um género composto por bactérias formadoras de esporos, que apresentam forma de bacilo, são Gram-positivas, anaeróbias facultativas e ubiqüitárias. As estirpes patogénicas de *Bacillus cereus* podem ser psicrotróficas ou mesófilas.

De um modo geral, esta espécie apresenta 10 °C como temperatura de multiplicação mínima e 50°C temperatura de multiplicação máxima. A estirpe psicrotrófica é capaz de se multiplicar a temperaturas inferiores a 7°C, enquanto que a mesófila apresenta um ótimo de multiplicação com temperaturas entre 28°C e 37°C.

A bactéria *Bacillus cereus* multiplica-se em meios com pH compreendidos entre os 4,3 e os 9,3, encontrando-se o pH ideal entre 6 e 7. Apenas requer um mínimo de água livre para se multiplicar, na ordem de 0.92 de a_w (Osimani et al. 2018).

Quando sujeita a condições ideais é capaz de se multiplicar dando origem a uma nova geração em apenas 12 minutos (Lindbäck e Granum 2019).

Esta bactéria é produtora de enterotoxinas de 2 tipos causando quadros clínicos distintos:

- Síndrome diarreica;
- Síndrome emética.

A síndrome diarreica é provocada por enterotoxinas diarreicas produzidas devido à germinação de esporos no intestino delgado do indivíduo infetado. O período de incubação vai de 8 a 16 horas (por vezes superior a 24 horas). Uma das enterotoxinas, a citotoxina K, é capaz de provocar enterite necrótica, incluindo-se entre os sintomas a dor abdominal (Rouzeau-Szynalski et al. 2020).

A síndrome emética é causada por uma toxina emética denominada cereulida. Esta toxina é termoestável acumulando-se na matriz do alimento, entre 20°C a 37°C. O intervalo de produção máxima será entre 23°C e 28°C, e a sua produção não ocorrerá a 43°C (Rouzeau-Szynalski et al. 2020). O período de incubação da doença após ingestão do alimento com a toxina pré formada tem uma duração de 0 a 5 horas (Rouzeau-Szynalski et al. 2020). A sintomatologia associada a esta síndrome são vómitos, náuseas e desconforto, por vezes acompanhada de diarreia (Lindbäck e Granum 2019).

Na tabela nº3 resumem-se alguns surtos identificados e provocados por *Bacillus cereus*.

Tabela nº3-Compilação de surtos provocados por *Bacillus cereus*

Alimento potencialmente contaminado	Causa da contaminação	Ufc/g identificadas	Localização de exposição	Ano	Bibliografia
Salada de massa	Preparação da refeição ocorreu no dia anterior, exposta a temperatura ambiente e conservação no frigorífico inadequada (temperatura do equipamento encontrava-se a 14°C)	10 ⁷ -10 ⁸	Domicílio	2003	(Dierick et al. 2005)
Pudim de arroz	Limpeza e desinfeção inadequada dos equipamentos entre a 1ª e a 2ª excursão	Não disponível	Excursão escolar (catering)	2007	(Wambo et al. 2011)
Massa	Refeição exposta durante 5 dias à temperatura ambiente após confeção.	9.5x10 ⁷	Domicílio	2008	(Naranjo et al. 2011)
Arroz basmati	Arrefecimento inadequado à temperatura ambiente durante 24horas, algumas horas antes do consumo conservou-se no frigorífico a 4°C. Manipulação inadequada	Não disponível	Pub	2012	(Martinelli et al. 2013)
Feijão branco na "Sheperd's pie"	Demolha inadequada: Feijão branco demolhado 48h à temperatura ambiente	Tarte: 2x10 ⁴ Feijão branco demolhado a 22°C: 2x10 ⁶	Cantina escolar (catering)	2012	(Nicholls et al. 2016)
Arroz branco, arroz frito, sopa de soja, molho de noodles	Refeições mal acondicionadas após confeção (destapadas dentro de uma bancada refrigerado com controlo de temperatura inadequado- 9°C)	Arroz branco: 2.3x10 ⁷ Arroz frito: 1.5x10 ⁷ Sopa de soja: 1.3x10 ⁷ Molho de noodles: 2.8x10 ⁵	Restaurante em take-away	2012	(Delbrassinne et al. 2012)

É de notar que muitos dos surtos ocorridos com géneros alimentícios à base de amido resultam de uma exposição à temperatura ambiente durante longos períodos de tempo (armazenamento não conforme) após a sua confeção.

Ainda que ocorra tratamento térmico dos alimentos, a inativação de esporos pode não ocorrer, fazendo com que a indução de calor estimule a formação de células vegetativas (Lindbäck e Granum 2019). A confeção inadequada dos alimentos elimina a microflora natural da matriz alimentar que compete com o *Bacillus cereus*, pelo que se houver condições adequadas ocorrerá a sua multiplicação.

A toxina emética sintetizada como consequência da germinação não é inativada através do processamento e confeção dos alimentos, pelo que uma das únicas medidas de mitigar a sua probabilidade de ocorrência é evitar a sua produção pela estabilização dos alimentos (Rouzeau-Szynalski et al. 2020). Esta estabilização em refeições

confeccionadas compreende medidas preventivas como a manutenção da sua temperatura acima dos 65°C ou abaixo dos 10°C (Rouzeau-Szynalski et al. 2020).

Sendo uma bactéria ubiqüitária é previsto que apareça em diversos alimentos. A síndrome diarreica está associada a alimentos como sobremesas, produtos lácteos e refeições à base de carne já a síndrome emética ocorre a partir de alimentos como massa e arroz (Lindbäck e Granum 2019).

3.5.3-*Clostridium botulinum*

O terceiro e último microrganismo a ser retratado é o *Clostridium botulinum*. É uma bactéria em forma de bastonete, Gram positiva, anaeróbia e formadora de esporos, sendo uma bactéria patogénica ubiqüitária.

Este agente patogénico apresenta 4 grupos distintos dependendo dos tipos de neurotoxinas botulínicas que produz (Rasetti-Escargueil et al. 2019)

- Grupo I, toxinas A,B, F, H;
- Grupo II, toxinas B, E, F;
- Grupo III, toxinas C, D;
- Grupo IV, toxina G.

Os grupos I e II são os responsáveis pelo botulismo no homem (Setlow e Johnson 2019).

O grupo I apresenta bactérias capazes de se multiplicarem entre 10 a 45 ou 50°C, com multiplicação ótima entre os 35°C a 40°C. Este agente é inibido a um a_w de 0,94 tolerando a presença de 10% de sal (NaCl). Tolera um pH mínimo de 4,6, apesar de muitas estirpes não se multiplicarem abaixo do pH 5. Os esporos apresentam um valor D^1 de 25 minutos aos 100°C. Este grupo é conhecido pelo uso de aminoácidos e carbono como fontes de energia (Setlow e Johnson 2019).

O grupo II apresenta uma temperatura ótima dos 25 a 30°C, sendo a temperatura mínima de multiplicação a 3,3°C e a máxima a 40/45°C. A multiplicação é inibida com uma concentração de 5% de NaCl a um a_w de 0,97, sendo o pH mínimo de 5. Os esporos apresentam um valor D muito inferior ao do grupo I, necessitando apenas de 0,1 minutos aos 100°C (Setlow e Johnson 2019).

A toxina produzida por esta espécie é causadora da doença designada botulismo, e embora ocorra raramente, apresenta uma taxa de fatalidade na ordem dos 5% (FDA 2012). O processo de intoxicação inibe a secreção de acetilcolina ao nível das

¹ É de notar que o valor D quantifica a resistência ao calor, isto é, a quantidade de minutos a uma dada temperatura para haver redução de 1 log da população existente (células ou esporos) (Setlow e Johnson 2019).

junções neuromusculares, impedindo a ativação muscular e manifestando-se sob a forma de paralisia muscular (Setlow e Johnson 2019). Os sinais precoces incluem problemas de visão, discurso pouco perceptível, boca seca, dificuldade em engolir, fadiga muscular, diarreia e abdómen distendido (FDA 2012). O botulismo humano ocorre com o consumo de uma grande variedade de géneros alimentícios que contêm a toxina pré-formada e geralmente o período de incubação situa-se entre as 12 e as 36 horas, no caso do botulismo infantil a doença é causada pela colonização e germinação dos esporos no intestino da criança (FDA 2012).

Na natureza, os esporos dispersam-se por fenómenos naturais como a chuva ou o vento, sendo que as práticas agrícolas com as drenagens também facilitam a sua dispersão.

A prevenção do botulismo centra-se nas “boas práticas de preparação, processamento, formulação e armazenamento” (tradução livre: Setlow e Johnson 2019). Surtos relatados de botulismo de origem alimentar devem-se ao abuso de temperatura de refeições refrigeradas (exemplo o peixe embalado a vácuo) e ainda de géneros alimentícios refrigerados minimamente processados, industriais e caseiros (Rasetti-Escargueil et al. 2019).

Apesar de os esporos do grupo II se revelarem mais suscetíveis aos tratamentos térmicos, são capazes de formar a toxina a temperaturas mais baixas, podendo encontrar-se em géneros alimentícios quando são refrigerados ou minimamente reaquecidos. É comum este grupo aparecer associado a produtos de origem animal nomeadamente das espécies suína (tipo B) ou piscícolas (tipo E), sendo as condições e o tempo de armazenamento de extrema importância no seu controlo. Salienta-se ainda o facto de animais assintomáticos poderem ser potenciais transmissores de botulismo entre animais e humanos (Rasetti-Escargueil et al. 2019).

Na tabela nº4 apresentam-se alguns surtos identificados e provocados por *Clostridium botulinum*.

Tabela nº4- Compilação de surtos provocados por *Clostridium botulinum*

Alimento potencialmente contaminado	Causa da contaminação	Toxinas identificadas	Localização de exposição	Ano	Bibliografia
Conserva de azeitonas recheadas com amêndoas	Falha a nível industrial no processamento, embalamento e transporte. Teoria apoiada pelo facto das jarras se encontrarem a verter	B	Domicílio	2011	(Jalava et al. 2011)
Salada de batata (comercial e caseira)	Batata enlatada caseira (preparação do enlatado envolveu um método com água fervente em vez de um método com pressão). Batatas não sofreram reaquecimento depois de aberta a lata.	A	Convívio Social	2015	(McCarty et al. 2015)
Bebida alcoólica fermentada	Bebida fermentada durante 3 dias à temperatura ambiente, os	Não disponível	Prisão	2016	(McCrickard et al. 2017)

	ingredientes consistiam em mel, batatas, maçãs e tomate (este último ingrediente proveniente de uma lata opada)				
Alimentos enlatados (alimento em concreto não encontrado)	Causa não identificada	F	Domicílio	2016	(Lopes et al. 2016)
Peixe e fiambre salgados embalados a vácuo	Causa não identificada	A, B, E	Domicílio	2019	(Min et al. 2021)

3.6-Microbiologia preditiva quantitativa baseada em modelos de multiplicação populacional microbianos

Desde o início do século XXI, com a evolução dos métodos de fabrico e a procura da estabilização e da segurança dos alimentos num mundo cada vez mais globalizado, diversos autores trabalharam na criação de modelos de previsão da multiplicação de microrganismos e crescimento da sua população ou de análises de risco específicas para um dado produto. Juneja *et al.* (2019) publicaram um modelo preditivo para o crescimento populacional de *Bacillus cereus* durante o arrefecimento de arroz. Daelman *et al.* (2013) publicaram a conceção de um modelo de microbiologia preditiva à exposição de *Bacillus cereus* em géneros alimentícios refrigerados e processados com extensa durabilidade. Golden *et al* (2009) publicaram uma análise de risco para *Clostridium perfringens* em produtos prontos para consumo e carne parcialmente cozinhada e produtos à base de aves. Taormina e Dorsa (2004) publicaram uma revisão sobre o potencial de crescimento populacional de *Clostridium perfringens* durante o arrefecimento de carnes cozinhadas.

O guia “*Compliance guideline for stabilization (cooling and hot-holding) of fully and partially heat-treated RTE and NRTE meat and poultry products*” da FSIS (2021) descreve o termo estabilização como o processo que pretende limitar ou prevenir a multiplicação de bactérias e/ou respetivos esporos viáveis até depois do momento do consumo do género alimentício (no próprio produto ou no trato intestinal do consumidor). Refere as fases críticas da produção de um alimento: arrefecimento e manutenção a quente (*hot hold*). Menciona os microrganismos problemáticos nas fases críticas mencionadas anteriormente: *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum*, alertando também para a existência de *Bacillus cereus*.

Conhecendo os ambientes e matrizes ideais para os agentes acima mencionados existem características intrínsecas ao produto a confeccionar que se devem ter em conta:

- pH;
- a_w ;

- Concentração de sal;
- Interações tempo-temperatura do produto a confeccionar;
- Concentração de nitrato de sódio (em ppm);
- Concentração de fosfatase;
- Tipo e concentração de lactase/diacetase

O guia refere estas características para carne e produtos à base de carne de frango para operadores que transformem matéria-prima em larga escala, não contando com os estabelecimentos de restauração.

A criação de modelos determinísticos não conta com a variabilidade da população microbiana na resposta às condições ambientais onde se inserem nem com a precisão devido à falta de informação sobre alguns parâmetros, assim os autores poderão colmatar estes problemas utilizando métodos Bayesianos (Jaloustre et al. 2011).

Apesar de os modelos de microbiologia preditiva serem formulados para produtos em produção industrial, encontram-se etapas comuns às que se executam no setor da restauração (Daelman et al. 2013).

Convém ter em atenção os processos inerentes à confeção dos produtos e os problemas microbiológicos que daí poderão advir. No caso da restauração, é de notar o recurso a “*mise en place*”², executadas com alguma antecedência à confeção, que compreende ações como descongelação e corte/manipulação de matérias-primas. Outro ponto importante a referir é a importância que os proprietários e consumidores atribuem à confeção no sentido de procurar características sensoriais desejáveis, não considerando sequer a segurança microbiológica das refeições (Daelman et al. 2013).

A etapa da confeção vai conferir ao alimento a textura e o sabor desejáveis (Daelman et al. 2013). No entanto, pensando numa perspetiva de segurança dos alimentos, é uma etapa crítica uma vez que o tratamento térmico utilizado poderá induzir a germinação de esporos (Juneja et al. 2021).

Para as etapas de arrefecimento e reaquecimento, em produtos de carne de bovino com molhos, Jaloustre et al. (2011) consideraram que o pH, a_w e outras características não alteravam, considerando-se nesta fase apenas as alterações da temperatura ao longo do tempo. Os autores ainda referem que no caso dos processos em restauração, a etapa de arrefecimento representa a multiplicação de *Clostridium perfringens* em condições não ideais pela presença de oxigénio à superfície da carne, não considerando a anaerobiose configurada no molho. Esclarece o facto de a

² Termo culinário que compreende todas as etapas anteriores à junção dos ingredientes para serem cozinhados, nomeadamente descongelação, limpeza, desinfeção, corte e pesagem dos alimentos (Daelman et al. 2013).

multiplicação deste microrganismo ser mínima devido à confeção, de 1 hora a temperaturas de ebulição, que potencialmente elimina esporos e que o processo de reaquecimento acaba com o resto das células vegetativas. Concluindo ainda, que a multiplicação deste microrganismo é potenciada devido aos abusos de temperatura que poderão ocorrer ao nível da fase do arrefecimento da carne em larga escala.

Aquando da formulação do seu modelo para carne bovina picada, Huang (2015) referiu que os esporos se apresentavam inicialmente no seu estado de dormência e posteriormente, com a germinação do esporo, segue a segunda fase onde realmente existe divisão e multiplicação celular. Portanto é necessário ter em conta o estado fisiológico do esporo de forma a entender como se determina o valor *lag*, tempo necessário de ajuste da célula ao ambiente onde se insere (Stringer e Metris 2018).

Num ambiente totalmente anaeróbio, o estudo de Huang (2015) revelou um crescimento exponencial da população de *Clostridium perfringens* em 8,57 *log ufc/g*, na etapa de arrefecimento que durou 5 horas entre uma temperatura de 55°C e 27°C; já o crescimento populacional de 1 *log ufc/g* verificou-se na etapa de arrefecimento que durou apenas 1 hora nas temperaturas anteriormente mencionadas. Usando a simulação pelo método Monte Carlo e para conseguir validar os resultados, encontrou a probabilidade de 71,6% de crescimento populacional de 1 *log ufc/g* arrefecendo dos 54,4°C até aos 26,7°C em 1,5 horas e até aos 9°C em 3,5 horas, em comparação com a segunda fase de arrefecimento da segunda simulação que demorou 4 horas até atingir uma temperatura de 4,4°C em que a probabilidade de crescimento da população do microrganismo de 1 *log ufc/g* do microrganismo foi de 52,6%.

Comparando com guias oficiais, Huang (2015) considera que o crescimento de 1 *log ufc/g* não é o suficiente para considerar a carne adulterada.

No decurso do desenvolvimento de um modelo de crescimento da população microbiana para *Clostridium botulinum*, Juneja et al. (2021) aplicaram condições térmicas específicas, numa tentativa de simulação de casos reais e para estimular a germinação, como por exemplo a cozedura da carne picada a 71°C durante 1 hora. Na investigação verificaram que nenhum a pouco crescimento deste microrganismo ocorreu apesar de ter sido submetido a temperaturas entre 12°C e 48°C durante 3 a 70 horas. Aplicando arrefecimento bifásico em 15h, na primeira fase o crescimento populacional verificado rondou os 0,21 *log ufc/g* e na segunda fase apenas rondou os 0,1 *log ufc/g*. O arrefecimento bifásico baseia-se no arrefecimento constante da matriz alimentar de uma temperatura elevada para uma baixa em determinado tempo e uma segunda execução do mesmo método para outro espaço temporal da temperatura baixa anteriormente registada para uma outra ainda mais baixa.

Uma prática recorrente na restauração inclui a produção em “*mise en place*” de refeições com recurso à técnica de “*sous de vide*”³ em *cook-chill*. Esta técnica em conjunto com a refrigeração do produto parcialmente cozido é uma etapa que previne crescimento microbiano até porque a finalização com fritura, assado no forno ou grelhado na brasa apenas produzirá uma pasteurização ao exterior do género alimentício pelo que a etapa anterior é bastante importante (Stringer e Metris 2018).

Estes mesmos autores classificam os microrganismos que constituem potencial perigo associados a esta técnica, e neles incluem os microrganismos formadores de esporos psicotróficos que poderão sobreviver ao tratamento térmico e desenvolver-se no produto refrigerado (*Clostridium botulinum* grupo II e *Bacillus cereus* psicotrófico) e os que sobrevivem durante o processo de cozedura mas não o fazem na refrigeração (*Clostridium botulinum* grupo I, *Bacillus cereus* mesófilo e *Clostridium perfringens*).

3.7-Comportamento do consumidor perante refeições provenientes do serviço de *delivery*

No que concerne à segurança dos alimentos o consumidor é um dos responsáveis por mitigar o risco contração de doenças de origem alimentar.

Assim sendo, Frongillo et al. (2010) procuraram entender o nível de satisfação e de uso de um serviço de *delivery* de refeições. A grande maioria dos clientes recebia refeições quentes, e quando questionados sobre o seu uso, mais de metade admitia comer a refeição inteira no próprio dia. Dos que admitiam guardar a refeição para consumo posterior, a maior parte admitia colocar a refeição no frigorífico e os restantes deixavam-na na bancada à temperatura ambiente. Clientes que recebiam a refeição quente, apresentavam propensão para a colocarem em cima da bancada e para não a aquecerem no microondas antes de a consumir. No caso da refeição não ser toda consumida, 16,0% comia os excedentes no próprio dia, 7,8% admitia consumir ao longo da semana e 10,5% descartavam-na. Os autores consideraram, que apesar de serem uma minoria, os clientes que praticavam o repouso da refeição em cima da bancada ou o seu “aquecimento” para posteriormente a deixar à temperatura ambiente, que previamente estaria no frigorífico, estariam em risco de contrair alguma doença de origem alimentar.

Posto isto, é de notar que a FDA tenha disponibilizado ao longo dos anos informação ao consumidor sobre diversas práticas que deve seguir de forma a evitar contrair doenças de origem alimentar. Esta reputada organização apresentou um guia

³ Técnica de cozedura que envolve a colocação de um género alimentício cru (geralmente peixe ou carne) em sacos plásticos hermeticamente fechados e imersos num banho-maria com temperaturas constantes por tempo prolongado (Stringer e Metris 2018).

prático ilustrativo sobre as 4 práticas: Lavar, Separar, Cozinhar e Refrigerar. Neste guia, refere-se no ponto 4 (refrigerar) que o consumidor deverá refrigerar os excedentes de refeições e os géneros alimentícios proveniente do serviço de *delivery*, no máximo 2 horas após os obter ou 1 hora se tiverem sido sujeitos a temperaturas acima dos 90°F - aproximadamente 32°C (FDA 2018).

4-Abordagem aos modelos de entrega de refeições *delivery* e *take-away* na perspetiva de segurança dos alimentos

Os objetivos deste trabalho são os seguintes:

- Objetivo Principal: Avaliação dos perfis de temperatura das refeições ao longo do serviço de *delivery* e *take-away*;

- Objetivo Secundário: Utilização de modelos de microbiologia preditiva na avaliação da cinética microbiana das refeições vendidas pelos sistemas de *delivery* e *take-away*.

Num contexto cada vez mais global, a grande variedade de escolha das refeições leva a que a população experimente nos estabelecimentos de restauração estes pratos. Neste contexto pandémico (Covid-19), bem como pelo desenvolvimento tecnológico a que a sociedade atual está sujeita, a presença física nos estabelecimentos de restauração diminuiu. Em contrapartida, a utilização ou o recurso a plataformas digitais (sites na internet ou mesmo através de apps via telemóvel) aumentou significativamente.

No entanto, a existência de estudos sobre a segurança dos alimentos vendidos através destes regimes é escassa. Este trabalho pretende avaliar os potenciais perigos existentes para a população que recorre à compra de refeições nestes modelos.

4.1- Caracterização da organização em estudo

A empresa B, detida por um grupo C, gere uma cozinha central que se dedica a atividades de serviço de refeições (em cantina e no fornecimento de refeições com base num contrato) e ao fornecimento de refeições para eventos (preparação de refeições e entrega das mesmas noutros locais). Assim, o objeto de estudo foi a cozinha central.

Nas cozinhas centrais da empresa B produzem-se refeições, sobremesas e sandes. As sandes e algumas sobremesas são expostas em máquinas de *vending* exploradas pelo grupo que detém a empresa B. As refeições ali produzidas são servidas na linha de serviço (*free-flow*) do edifício onde se encontra, destinadas a serviço como "refeições transportadas" para instituições com as quais têm contrato, ou são doadas para fins de caridade. Estas refeições são servidas a "quente" nas linhas de serviço do

edifício onde a cozinha se situa e nas de algumas instituições ou em “*cook-chill*” para outras instituições.

No contexto da situação pandémica atual (Covid-19), como forma de serviço interno, a gerência da cozinha viu-se na necessidade de criação de uma solução a curto prazo para fornecer refeições à sua sede, que se situa noutra localização na cidade de Lisboa. Esta solução teria de ser uma alternativa viável para os trabalhadores em horário laboral, uma vez que devido à situação atual viram os seus locais de refeição fechados por medidas impostas pelo Governo. Esta solução consistia na criação de um serviço de *delivery* e *take-away* interno.

4.2- Caracterização do serviço de *delivery* e *take-away*

O serviço prestado consiste na apresentação do menu diário aos clientes, através da app da intranet da empresa, na qual os trabalhadores escolhem a refeição, preferencialmente até às 10h da manhã do próprio dia. A partir daí, um colaborador direciona a ordem às cozinheiras, que após confeção preparam as doses pedidas. Os menus diários são compostos por: um prato de carne, 1 prato de peixe, 1 prato de dieta, e a possibilidade de proteínas grelhadas (peru, peixe...).

Salienta-se o facto de a cozinha central se dedicar habitualmente e exclusivamente ao catering, com serviços a quente ou *cook-chill*, de refeições distribuídas a diferentes instituições ou servidas na cantina do edifício onde se insere. Estes serviços foram definidos e consolidados há bastante tempo e não se relacionam com o tipo de serviço *take-away* ou *delivery* retratado.

4.3- Levantamento e implementação de ações preventivas ao serviço *take-away* e *delivery*

O planeamento e implementação do serviço *take-away* e *delivery* foi realizado de acordo com as diretrizes da organização. Para realizar um diagnóstico sobre o serviço implementado com seguimento das boas práticas de higiene e outras medidas preventivas implementadas recorreu-se a diferentes metodologias:

- 1ª fase: acompanhamento das boas práticas e de todas as fases de produção de refeições preparadas na cozinha central;
- 2ª fase: conceção do fluxograma das atividades associadas ao serviço *delivery* e *take-away* implementado e a sua verificação *in loco*;
- 3ª fase: categorização das refeições realizadas;
- 4ª fase: monitorização das temperaturas das refeições em *delivery* para a sede da empresa.

Toda a informação foi recolhida e analisada de modo a identificar potenciais falhas e a estabelecer correções ou medidas de acordo com o preconizado em metodologia HACCP e códigos de boas práticas definidas pela empresa.

A tabela nº5 apresenta o cronograma referente a todas as fases e respetivo processo e objeto de estudo

Tabela nº5-Cronograma do estudo com descrição dos respetivos processos

Data	Fase	Processo/Objeto de estudo
19/11/2020		Visita a todas as áreas de atuação
20/11/2020		Ementas (do aprovisionamento à produção) – Fichas técnicas
23/11/2020	1ª Fase	Receção de matérias-primas/géneros alimentícios Rondas diárias (observação e execução de boas práticas)
24/11/2020 a 27/11/2020		Rondas diárias (observação e execução de boas práticas)
30/12/2020	2ª Fase	Conceção do fluxograma das atividades associadas ao serviço <i>delivery</i> e <i>take-away</i> implementado e a sua verificação <i>in loco</i>
02/12/2020	3ª Fase	Visualização da ementa para o mês de Dezembro e categorização das refeições a monitorizar
03/12/2020 a 14/01/2021	4ª Fase	Monitorização das temperaturas das refeições em <i>delivery</i> para a sede da empresa

4.3.1-Acompanhamento das boas práticas e de todas as fases de produção de refeições preparadas na cozinha central

De forma a avaliar as tarefas associadas à confeção de refeições e recolha de dados, seguiu-se o processo de confeção *cook-chill* de um prato: *wrap* de frango e legumes salteados. A importância desta observação deveu-se ao regime *take-away*. É pertinente salientar o facto da época natalícia se estar a aproximar, pois nessa altura do ano a cozinha central prepara diversos pratos em *cook-chill* (de um menu natalício criado especificamente para esta altura) para venda aos funcionários da própria organização ou do edifício onde se inserem. Nas refeições servidas a quente, existirá controlo de temperatura até que o produto seja entregue ao cliente. Desta forma é possível abordar ambos os regimes, tendo um ponto em comum: a sua confeção.

O seguimento deste processo ocorreu com base na observação da preparação do referido prato. Esta etapa iniciou-se após corte, lavagem e desinfeção dos constituintes vegetais e da preparação do frango desfiado. Após observação e recolha de informação procedeu-se à comparação com a documentação de boas-práticas disponibilizado pela organização.

4.3.2- Conceção do fluxograma das atividades associadas ao serviço *delivery* e *take-away* implementado e a sua verificação *in loco*

Após a primeira fase (tópico anterior), a informação recolhida seria utilizada para a conceção de fluxogramas pertinentes para o trabalho. Assim, criaram-se 2 fluxogramas: fluxograma de carnes e produtos de peixe (geral) e fluxograma do processamento do serviço de *delivery*.

O primeiro fluxograma (carnes e pescado –geral) pretende elucidar de que forma se dá o processamento dos alimentos a serem incorporados numa refeição, contendo etapas que poderão estar ou não incluídas dependendo da categoria culinária onde se inserem. A categoria culinária define-se como sendo o tipo de processo de confeção da refeição, podendo ser assados, estufados ou cozidos. A criação deste fluxograma geral auxilia numa visão mais ampla dos processos inerentes à confeção de refeições.

O segundo fluxograma considera as etapas características do serviço de *delivery*, englobando na sua conceção os *stakeholders* (grupos de interesse).

Para a concretização desta fase utilizou-se a simbologia própria para esta ferramenta, incluindo pontos de decisão com os intervenientes do processo.

4.3.3-Seleção e caracterização das refeições

Como se executou a fase de categorização das refeições, foi instituído um processo diário de acompanhamento e monitorização de uma refeição, entre a produção na cozinha central, o transporte e até à entrega na sede da empresa, contendo a quantidade adequada para uma pessoa. Esta monitorização seria assim realizada ao longo de todas as fases do serviço *delivery*.

As refeições selecionadas foram agrupadas nas seguintes categorias: refeição com base líquida, refeição por porção/unidade ou refeição repartida.

A refeição com base líquida é aquela que pronta a consumir se encontra maioritariamente aquosa; inclui guisados heterogéneos com molho.

A refeição por porção/unidade corresponde à que é servida de acordo com a capitação⁴ considerada, aquando da construção da ficha técnica; inclui guisados cuja proteína principal se coma à unidade.

A refeição considerada repartida corresponde àquela cujos componentes se encontram homoganeamente distribuídos.

⁴ Capitação é um termo que corresponde à quantidade média de ingestão do indivíduo considerado comum, normalmente esta média situa-se entre o que se considera um “prato pequeno” e um “prato normal”.

A seleção da refeição e o seguimento do serviço *delivery* a realizar contemplou diferentes categorias de refeição com conteúdo proteico. Nas diferentes categorias recolheu-se informação de serviço prestado em pelo menos seis dias diferentes de trabalho, como a tabela nº6 indica.

Tabela nº6-Quantificação por categorias das refeições a seguir

Categoria da refeição	Número de refeições
Com base líquida	8
Porção/Unidade	6
Repartida	6
Total	20

A tabela nº7 explicita os nomes das refeições pelas categorias existentes.

Tabela nº7-Categorização das refeições

Refeições	Categoria		
	Com base líquida	Porção/Unidade	Repartida
Mão de vaca com grão-de-bico	X		
Bacalhau à brás			X
Vitela assada (fatiada)		X	
Arroz de peixe	X		
Feijoada	X		
Rancho	X		
Lasanha de peixe			X
Vitela assada ao natural (fatiada)		X	
Estufado de lentilhas	X		
Frango estufado			X
Vitela estufada			X
Medalhões de perca		X	
Chili	X		
Moqueca	X		
Almondegas de aves		X	
Vitela fatiada		X	
Tranches de escamudo		X	
Massa à bolonhesa			X
Massada de peixe com marisco	X		
Bacalhau à Gomes de Sá			X

4.3.4-Monitorização de temperaturas e tempos do serviço de *take-away* e/ou *delivery*

Uma vez entendido o processo subjacente à produção de refeições foi possível delinear um plano de recolha de dados, que se centraram na recolha de informação relativamente às temperaturas observadas e tempo de entrega, no serviço *delivery*, após confeção da refeição.

Os dados recolhidos seriam posteriormente transferidos para uma folha Excel 2019 (Microsoft ®) e indicariam os momentos ou fases ao longo do serviço:

- Empratamento/embalamento;
- Acondicionamento;
- Saída das instalações/entrega;
- Chegada ao cliente.



Figura nº 2- Estufa móvel (Fonte: www.formifri.com)



Figura nº3-Caixa de empratamento/embalamento com *logger* inserido (Fonte: Própria)



Figura nº4-Placa de aquecimento a aquecer em banho-maria (Fonte: Própria)



Figura nº5-Caixa térmica (Fonte: www.gmgastro.com)

Para monitorização das temperaturas foram utilizadas 3 sondas de temperatura com registadores (*loggers*) e 1 termómetro digital, da seguinte maneira:

- *Logger* nº1 Tempmate.®-M1 (imec Messtechnick GmbH, Alemanha), medição da temperatura debaixo da embalagem da refeição com recurso ao sensor interno;
- *Logger* nº2 Tempmate.®-M1 (imec Messtechnick GmbH, Alemanha), medição da temperatura no centro térmico da refeição, com recurso ao sensor externo;
- *Logger* nº3 Tempmate.®-M1 (imec Messtechnick GmbH, Alemanha), medição da temperatura da caixa térmica onde a refeição seria transportada, com recurso ao sensor interno;
- Termómetro digital Iacor (ibili®, Espanha), medição da temperatura no centro térmico da refeição no momento do embalamento.

Os *loggers* Tempmate.®-M1 (imec Messtechnick GmbH, Alemanha), com sensor de temperatura interno ou externo, possuem um certificado que menciona a capacidade do dispositivo ler temperaturas entre os -30°C e os +70°C, se recorrendo ao sensor interno; -40°C a +90°C, se utilizando o sensor externo. Possuem, ainda, uma precisão de +/- 0,5°C (entre os -20°C e +40°C) e uma resolução de 0,1°C.

Para o presente trabalho, os 3 registadores foram programados para uma frequência de leitura de temperatura em intervalos de 1 minuto.



Figura nº6- *Logger* com sonda exterior Tempmate.®-M1 -imec Messtechnick GmbH, Alemanha (Fonte: www.tempmate.com)

O termómetro digital Iacor (ibili®, Espanha) tem uma gama de leitura entre -40°C e 230°C com resolução de 0,1°C.



Figura nº7- Termómetro digital Iacor -ibili®, Espanha (Fonte: www.lacor.es)

A tabela nº8 apresenta as etapas do serviço de *delivery*, conjugando com o número do logger, o modo de utilização e o seu objetivo:

Tabela nº8-Etapas do serviço, equipamentos a utilizar, procedimentos, objetivos e limites a monitorizar

Etapa do serviço	Equipamento	Procedimento	Objetivo	Limite
Antes do embalamento	Termómetro digital	Perfuração da proteína da refeição até estabilização do valor	Medição da temperatura do centro térmico a fim de verificar a conformidade da refeição	≥75,0°C
Empratamento/embalamento	Logger nº2	Perfuração da proteína da refeição com o sensor externo e início da recolha de informação (PLAY)	Verificação da temperatura do centro térmico	>60,0°C
Acondicionamento	Logger nº2	Sensor já se encontra inserido	Verificação da temperatura do centro térmico, permitindo perceber se existe manutenção de temperatura acima do limite definido	>60,0°C
Acondicionamento	Logger nº1	Colocação da caixa da refeição dentro da caixa térmica e início da recolha eletrónica (PLAY) assim que o <i>logger</i> se encontrar debaixo da refeição	Verificação da temperatura a fim de perceber a discrepância com a temperatura do centro térmico e dar a indicação de hora de início deste momento.	ND
Acondicionamento	Logger nº3	Colocação da caixa da refeição dentro da caixa térmica e início da recolha eletrónica (PLAY) assim que o <i>logger</i> se encontrar dentro da caixa térmica	Verificação da temperatura do ambiente da caixa térmica para perceber entender se existe estabilização da temperatura e possíveis trocas de energia térmica com o ar circundante.	ND
Saídas das instalações/entrega	Logger nº2	Sensor já se encontra inserido	Verificação da temperatura do centro térmico, permitindo saber a perda de temperatura até este momento.	>60,0°C
Chegada ao cliente	Logger nº2	Sensor já se encontra inserido, fim da recolha eletrónica (STOP)	Verificação da temperatura do centro térmico a fim de verificar a temperatura de chegada ao cliente.	≥60,0°C

4.4-Avaliação dos binómios temperatura/tempo e sua validação com recurso a modelos de crescimento da população microbiana

Após a monitorização das temperaturas e tempos ao longo do serviço de *delivery*, com os dados adquiridos pretende-se averiguar o comportamento dos

microrganismos *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*. Uma vez que os perfis de temperatura correspondem ao seguimento de refeições *delivery* cozinhadas, apenas modelos de multiplicação (*Growth models*) serão utilizados.

Devido à complexidade da fisiologia e cinética das bactérias produtoras de esporos, estas têm sido um desafio constante no que toca à previsibilidade do seu risco para o consumidor (Augustin 2011). A grande maioria destas bactérias é ubiqüitária, pelo que a existência/prevalência dos esporos é alargada. Assim, as boas-práticas de produção de alimentos *in natura* e, a jusante da cadeia alimentar, de alimentos confeccionados possibilita um melhor controlo da dispersão dos esporos que possam existir. No entanto, numa população bacteriana a quantidade existente de esporos e células viáveis é variável no que diz respeito ao estado fisiológico (em germinação ou já no processo de multiplicação) o que não permite ter certeza na sua quantificação (Augustin 2011).

A germinação de esporos dá-se através da sua ativação, por exemplo, devido à indução de calor, a partir da qual ocorre a fase *lag* (λ), também conhecida por fase de adaptação ao ambiente em que se encontra. Assim, a criação de modelos preditivos acrescenta na sua parte experimental um tratamento denominado de “tratamento de choque clássico” (indução térmica a 70,0°C durante 10 minutos ou um binómio temperatura tempo equivalente), induzindo a germinação dos esporos inoculados (Augustin 2011). Uma vez que o esporo e a sua célula vegetativa têm uma fase *lag*, iniciar-se-á posteriormente a fase exponencial, conhecida também por fase *log* (multiplicação celular e aumento da população). Estes modelos permitem o estudo da cinética de um microrganismo numa dada matriz alimentar em condições controladas. É de notar que de modo semelhante às outras espécies de bactérias que esporulam, após o choque-térmico a taxa de multiplicação aumenta.

O Instituto Ricardo Jorge (INSA 2019) indica valores aceitáveis e satisfatórios para alimentos destinados a consumo, dos quais os do grupo 2b- alimentos cozinhados prontos a consumir, estão associados ao grupo de alimentos do presente trabalho:

- $<10^2$ a $<10^3$ UFC/g para *Bacillus cereus*;
- <10 a $<10^3$ UFC/g para *Clostridium perfringens*;
- não refere UFC/g para *Clostridium botulinum* pelo que se considera que não poderá existir de todo.

Já o guia da *Food Safety and Inspection Service* (FSIS) “*Compliance guideline for stabilization (cooling and hot-holding) of fully and partially heat-treated RTE and NRTE meat and poultry products*” esclarece que é permitida a multiplicação de 1 a 2 *log* para *Clostridium perfringens*, nenhum aumento para *Clostridium botulinum* e um máximo de 3 *log* para *Bacillus cereus* (nem sempre menciona *Bacillus cereus*, no

entanto como a sua taxa de multiplicação é inferior à de *Clostridium perfringens* é recomendável que este último microrganismo não atinja pelo menos 3 log).

Para esta parte do trabalho, escolheu-se o programa *RStudio* de modo a possibilitar a utilização de modelos matemáticos para os microrganismos em questão, presentes nas matrizes alimentares semelhantes às das refeições em estudo.

R é um programa de “open-source” que possibilita o tratamento (visualização, exploração e manipulação) de dados de uma forma intuitiva e extensiva. Instalou-se a base do programa (R versão 4.1.2), de seguida o R tools (R tools 4.0.0 versão 2) de maneira a ser possível a utilização de extensões do programa (*packages*) e por fim o R Studio Desktop (RStudio – 2021.09.1-372). Estas versões foram instaladas para o Windows 64-bit.

A instalação interna de *packages* que inserem mais linguagem para tarefas específicas foi necessária (“car”, “read.xl”, “xlsx”, “rJava”, “zoo”, “xts”, “dygraphs”, “SciViews”).

A seguinte ordem de trabalhos foi implementada:

1. Compilação e seleção de modelos matemáticos para os microrganismos mencionados no presente trabalho;
2. Compilação e seleção de valores para os elementos dos modelos matemáticos;
3. Incorporação no programa *RStudio* dos dados compilados (dos perfis de temperatura adquiridos durante a primeira parte do presente trabalho e de artigos que foram selecionados).

4.4.1- Compilação e seleção de modelos matemáticos para os microrganismos mencionados no presente trabalho

Uma vez que a quantidade de modelos preditivos validados para uma matriz alimentar não é muito extensa, a seleção dos modelos foi limitada. A utilização destes modelos matemáticos recai nos pressupostos dispostos pelo autor, uma vez que dependem da base teórica sobre o assunto e das condições em que foram validados. Assim, o seu uso para perfis de temperatura que compreendam valores de temperatura acima dos máximos e abaixo dos mínimos usados na criação do modelo pode causar valores irrealistas. Então, uma vez que em grande parte dos perfis de temperatura registados existem temperaturas acima das máximas validadas através dos modelos, a função escrita no programa terá que especificar essa situação de modo a que as equações não sejam executadas. Isto quer dizer que valores fora destes limites (mínimos e máximos) culminarão em resultados não serão diferentes de 0.

Os modelos preditivos para os 3 microrganismos recaem no uso do modelo primário modelado por Baranyi e Roberts (1994) na construção de uma curva sigmoide.

Contextualizando, um modelo primário permite avaliar a cinética (evolução da população) do microrganismo em função do tempo como se demonstra através da figura nº6.

$$\frac{dy(t)}{dt} = \mu(T) \left(\frac{1}{1 + e^{-Q(t)}} \right) (1 - \exp(y(t) - m))$$

Figura nº6-Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Evolução da multiplicação de uma população bacteriana

Nesta equação o quociente Q dependerá da taxa de multiplicação específica (dado ser uma taxa que depende da temperatura (T) num dado momento (t)).

Envolve fatores extrínsecos e intrínsecos às células, como por exemplo a quantidade máxima de microrganismos que existem num substrato no momento imediato antes da população entrar em fase estacionária (*m* ou *y_{máx}*) e a taxa de multiplicação que dependerá da temperatura a que a população está sujeita.

A figura nº3 esclarece formalmente que se durante a fase *lag* as condições ambientais variarem (por exemplo, a temperatura) então a função ajustar-se-á pelo perfil ambiental inteiro, isto é, *q0* sendo este um valor atribuído que se relaciona com o estado fisiológico da célula e já está inserido na função de quantificação celular (*y(t)*).

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \mu(T(t))$$

$$y(0) = y_0 \quad Q(t) = \ln(q_0(t))$$

Figura nº7-Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Pressupostos para a equação da figura nº2

A figura nº8 apresenta equações relativas à fase *lag*, modelado por Baranyi e Roberts (1994). *λ* é *lag*, *μ* é a taxa de multiplicação (no qual *μ_{máx}* reflete a taxa máxima de multiplicação à temperatura ótima) e *q0* reflete o estado fisiológico da célula em *t(0)* (que dependerá do seu histórico, ou seja, às condições a que foi sujeita anteriormente).

$$\lambda = \mu^{-1} \ln \left(1 + \frac{1}{q_0} \right) \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln(1+1/q_0)}{\mu}$$

$$h_0 = \mu_{\text{máx}} * \lambda$$

Figura nº8- Equação desenvolvida por Baranyi e Roberts (1994) – Relação entre o lag e o estado fisiológico de uma célula

Estas equações demonstram que o tempo de adaptação de uma célula ao ambiente onde se insere é influenciado pelo estado fisiológico da mesma e pela taxa de multiplicação instantânea, que por sua vez está dependente das condições do meio. Desta forma, os autores dos modelos, no cálculo da variável h_0 determinam uma média, com os valores obtidos das diferentes repetições da experiência, e fixam-na para uso posterior noutras equações. Juneja et al. (2021) esclarecem que o parâmetro h_0 se assume constante para determinadas bactérias com um substrato específico retratando, assim, as reações fisiológicas que a célula terá que executar para se ajustar a um ambiente diferente ao que anteriormente se encontrava, possibilitando o início da sua fase exponencial.

É de notar que h_0 e q_0 são parâmetros que procuram explicar o estado fisiológico da célula. Por norma, quanto maior for o q_0 , menor será o valor da fase lag.

Para a bactéria *Bacillus cereus* Juneja et al. (2018) modelam uma equação para o cálculo da fase lag em função da temperatura, também com base no modelo de Baranyi e Roberts (1994), no entanto denominam esta variável como LDP (“lag duration period”).

4.4.2- Compilação e seleção de valores para os elementos dos modelos matemáticos

De forma a não criar confusão na análise, apenas 3 artigos foram seleccionados, 1 para cada microrganismo a retratar.

A tabela nº9 apresenta todos os valores seleccionados e utilizados.

Tabela n^o9-Valores compilados e aplicados nas equações

Microrganismo	Título	Referências Bibliográficas	Expressão/Parâmetro	Valor	
<i>Clostridium perfringens</i>	Predictive model for growth of <i>Clostridium perfringens</i> during cooling of cooked uncured meat and poultry	(Juneja et al. 2011)	Tmin	4,0	
			Tmáx	54,4	
			q0	Aves	0,0105
				Suíno	0,040
				Bovino	0,0699
			a	Aves	0,048
				Suíno	0,047
				Bovino	0,050
			b	Aves	0,208
				Suíno	0,252
				Bovino	0,238
			µmáx	Aves	2,2log
Suíno					
Bovino	2,7log				
<i>Clostridium botulinum</i>	Predictive model for growth of <i>Clostridium botulinum</i> from spores during cooling of cooked uncured ground beef	(Juneja et al. 2021)	Tmin	10,0	
			Tmax	46,0	
			a	0,001034	
			b	0,4147	
			h0	2,06	
			p	49,26	
			q	1,80	
<i>Bacillus cereus</i>	Dynamic Predictive Model for Growth of <i>Bacillus cereus</i> from Spores in Cooked Beans	(Juneja et al. 2018)	Tmin	5,45	
			Tmax	49,95	
			a	0,05413	
			b	0,0085	
			h0	4,80	
			µmáx	2,06ln	

4.4.3- Incorporação no programa R Studio dos dados compilados (de artigos e perfis de temperatura adquiridos durante a primeira parte do presente trabalho).

Os valores anteriormente descritos foram inseridos no programa, substituindo os parâmetros das equações inseridas que se encontram nas figuras n^o9, n^o10 e n^o11.

$$\mu(T) = a(T - T_{min})[1 - \exp(b(T - T_{max}))]^{1/2}$$

$$y(t) = y(0) + A(t) - \ln\left(1 + \frac{e^{\mu * A(t)} - 1}{e^{m - y(0)}}\right)$$

Onde,

$$A(t) = t + \mu^{-1} * \ln\left(\frac{e^{-\mu * t} + q_0}{1 + q_0}\right)$$

$$\lambda = \frac{\ln(1 + 1/q_0)}{\mu}$$

Figura nº9-Equações inseridas para *Clostridium perfringens* (Juneja et al. 2011)

$$\mu_{m\acute{a}x} = a(T - T_{min})[1 - \exp(b(T - T_{max}))]$$

$$y(t) = y_0 + \mu_{m\acute{a}x} * F(t) - \ln\left(1 + \frac{e^{\mu_{m\acute{a}x} * F(t)} - 1}{e^{y_{m\acute{a}x} - y_0}}\right)$$

Onde,

$$F(t) = t + \frac{1}{v} \ln(e^{-vt} + e^{-h_0} - e^{(-vt - h_0)})$$

E,

$$v = \mu_{m\acute{a}x}$$

$$\lambda = \frac{p}{e^{T - q}}$$

Figura nº10-Equações inseridas para *Clostridium botulinum* (Juneja et al. 2021)

$$\mu_{m\acute{a}x} = a(T - T_{min})^{1/2}[1 - \exp(b(T - T_{max}))]$$

$$y(t) = y_0 + \mu_{m\acute{a}x} * F(t) - \ln\left(1 + \frac{e^{\mu_{m\acute{a}x} * F(t)} - 1}{e^{y_{m\acute{a}x} - y_0}}\right)$$

Onde,

$$F(t) = t + \frac{1}{v} \ln(e^{-vt} + e^{-h_0} - e^{(-vt - h_0)})$$

E,

$$v = \mu_{m\acute{a}x}$$

$$LPD = 1.77 * 10^6 * T^{-4.06} + 1.34$$

Figura nº11-Equações inseridas para *Bacillus cereus* (Juneja et al. 2018)

A substituição e a execução das funções e códigos culminam num conjunto de valores, em matriz ou adição de colunas com o crescimento populacional verificado aos perfis de temperatura registados.

5-Apresentação de Resultados e Discussão

5.1- Diagnóstico após acompanhamento das boas práticas e fases de produção de refeições preparadas na cozinha central

Ocorreu o acompanhamento, com base observacional, da confeção do prato *Wrap* de frango e legumes salteados.

No dia de confeção, horas antes da sua utilização, os legumes crus a serem utilizados foram lavados e desinfetados na zona dos hortícolas, sendo deixados na câmara de passagem até à sua posterior manipulação (corte efetuado com faca). A base do refogado foi preparada na basculante. A cebola utilizada foi comprada como produto 4ª gama, encontrando-se descascada e embalada a vácuo, conservada com auxílio de estabilizantes, pelo que apenas se procedeu à apreciação visual do produto antes da sua manipulação (picagem de cebola efetuada com faca). O frango foi cozido num equipamento em separado e de seguida desfiado num robô de cozinha apenas utilizado para carnes cozinhadas. Por fim, adicionaram-se todos os componentes no refogado: legumes para serem salteados e o frango desfiado, cozendo na basculante durante aproximadamente 1 hora.

No final da confeção do recheio do *wrap*, este foi despejado num tabuleiro lavado e desinfetado, e colocado numa bancada de inox, também esta na mesma condição de higiene. Três colaboradores juntaram-se para preparar os *wraps*: uma pessoa para abrir os pacotes dos *wraps* de milho e posicioná-los na bancada, uma pessoa para encher os *wraps* com o recheio e uma pessoa para enrolar e fechá-los. Os colaboradores que manipulavam os *wraps* com recheio confeccionado encontravam-se com luvas descartáveis, adicionando o facto de o recheio ser manipulado apenas com uma colher higienizada. No final do posicionamento dos *wraps*, uma colaboradora foi buscar gema de ovo pasteurizada embalada, despejando num tabuleiro. De seguida procedeu-se à passagem do ovo com 1 pincel e a colocação dos *wraps* em tabuleiros para ir ao forno para regeneração.

Inicialmente o forno foi programado para 181,0°C a 4 minutos, os colaboradores não se dirigiram ao forno logo após o aviso de finalização pelo que 9 minutos após esse som verificou-se uma temperatura no centro térmico do *wrap* inferior a 65,0°C. Juntaram-se, posteriormente mais tabuleiros com *wraps* preparados e programou-se o forno a 150,0°C durante 10 minutos. Cinco minutos após esta reprogramação, os 2

tabuleiros iniciais de *wraps* foram retirados por apresentarem um centro térmico a 78,0°C.

Este processo seria para envio em *cook-chill* para uma unidade exterior ao edifício, pelo que estes tabuleiros seguiram para o abatedor de temperatura, que se encontrava a 42 minutos para o final do programa de 90 minutos. Após esse tempo houve reprogramação do abatedor de temperatura para mais um ciclo de 90 minutos.

No final (132 minutos após a colocação das refeições no abatedor de temperatura) os *wraps* apresentavam 2,6°C no seu centro térmico.

De facto, o processo observado cumpriu todos os requisitos das normas de boas-práticas disponibilizado e implementado na empresa dos quais se salientam os seguintes:

- Picagem da carne cozida efetuada no robot de cozinha;
- Após desinfeção dos produtos horto-frutícolas, manipulá-los apenas com luvas descartáveis;
- Luva descartável de uso único e apenas para manipular um género alimentício, sem interrupções;
- Luva descartável de uso único e apenas para manipular produtos confeccionados;
- Utilização de máscara aquando da manipulação de carne picada/desfiada;
- Recurso a ovo pasteurizado;
- Desinfeção dos termómetros utilizados na verificação da temperatura do centro térmico antes da sua utilização.

Os problemas do serviço de *delivery* começam após a confeção das refeições. Com isto, explicitam-se algumas práticas inicialmente observadas:

- Após a repartição das doses para as caixas de dose individual (empratamento) não existe contentorização das mesmas;
- Após o empratamento encontram-se expostas ao ar, em cima da bancada de inox, até que algum colaborador chegue com tampas e as coloque corretamente nas caixas;
- O acondicionamento dos pedidos ocorre de forma aleatória, isto é, se as refeições se encontrarem embaladas são imediatamente colocadas nos sacos de envio e de seguida os acompanhamentos (bebidas, sobremesas, talheres...)
- Antes da saída das instalações os sacos de envios são deixados no cais de cargas e descargas, expostos a correntes de ar, à espera que o condutor venha recolher os pedidos *delivery*.

5.2-Fluxogramas do serviço *delivery*

Após as observações do tópico anterior foi possível formular fluxogramas de modo a implementar medidas de correção à situação inicialmente observada.

A figura nº12 representa o fluxograma do serviço *delivery* proposto de maneira a colmatar os erros observados.

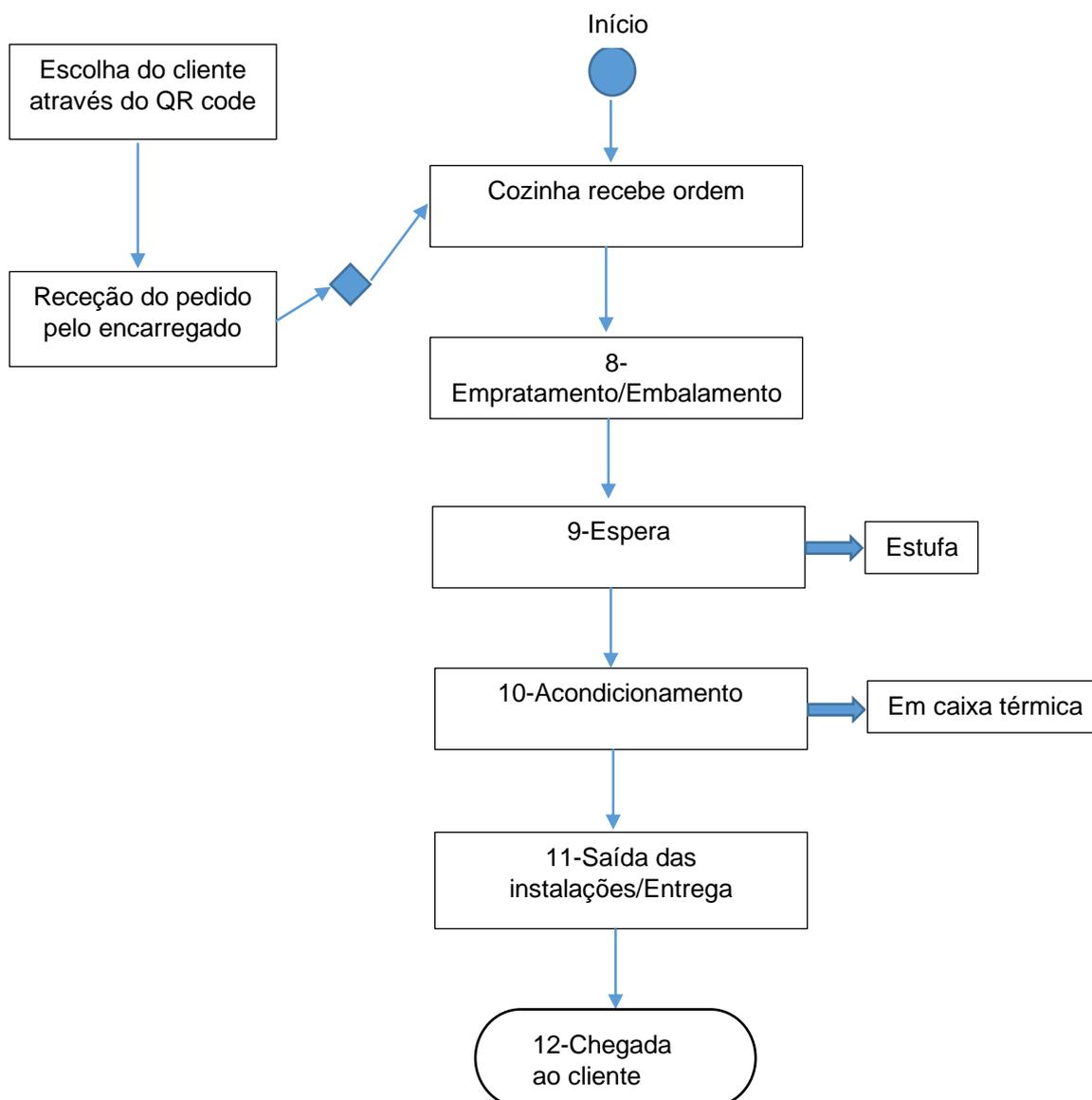


Figura nº12-Fluxograma do serviço *delivery*

A figura nº13 apresenta o fluxograma geral de produção de refeições para carnes e produtos de peixe.

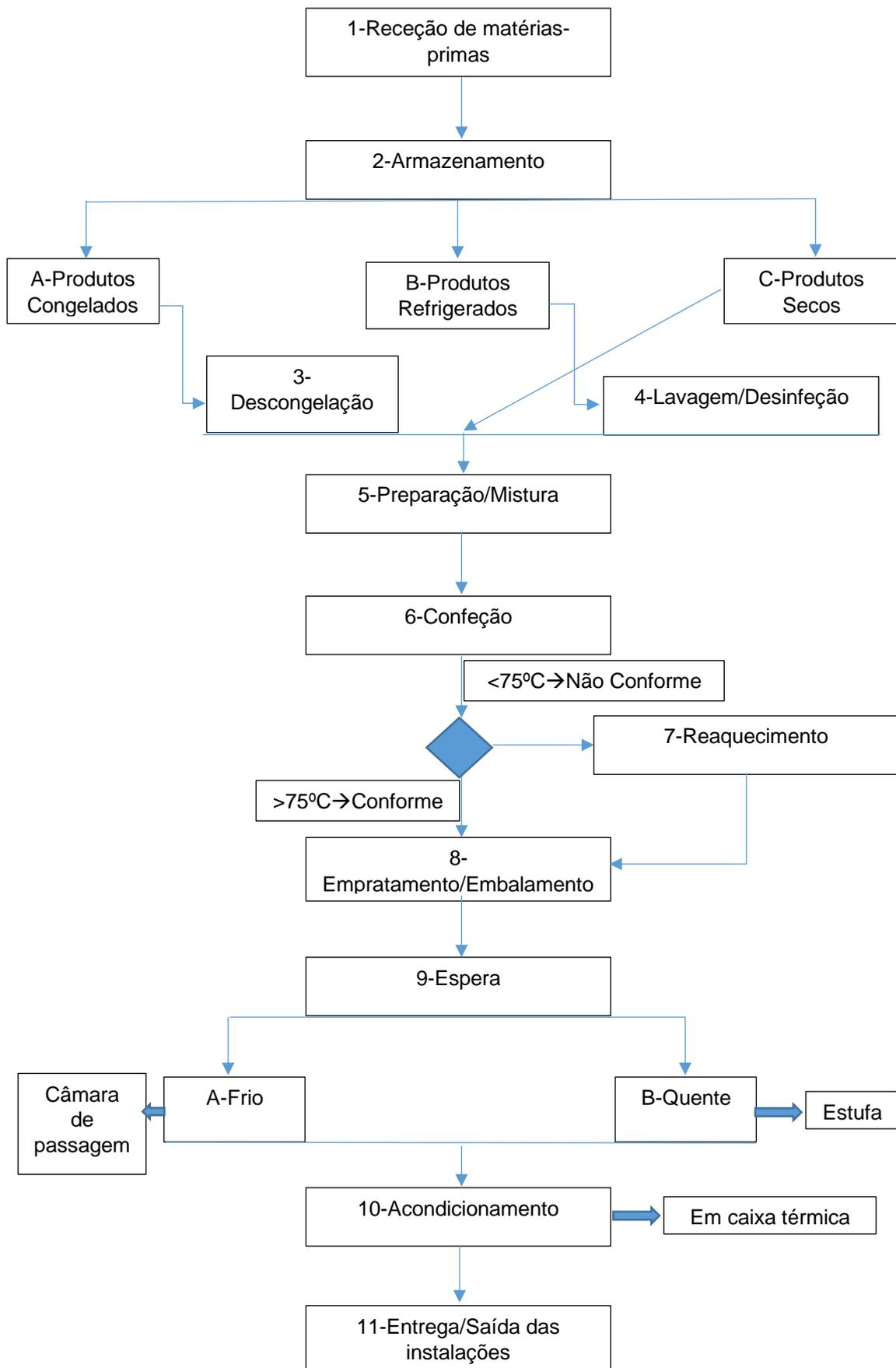


Figura nº13- Fluxograma geral, para carnes e produtos de peixe, com as etapas desde a produção até ao envio de refeições de delivery

Na tabela nº10 mostra-se o significado dos termos inerentes ao serviço de *delivery* utilizados nos fluxogramas:

Tabela nº10-Legenda aplicável aos fluxogramas elaborados

Número/Letra	Designação	Legenda
6	Confeção	Processo em que um género alimentício é submetido elevadas temperaturas até que o centro térmico atinga 75°C num dado momento.
7	Reaquecimento	Processo de submissão de um alimento a um aumento de temperatura até atingir pelo menos, 75°C no centro térmico.
8	Empratamento/Embalamento	Processo de deposição da dose de comida na caixa e fecho da tampa.
9	Espera	Momento no qual a refeição embalada não é manipulada
10	Acondicionamento	Processo no qual se colocam as refeições embaladas na caixa térmica
11	Saída das instalações/Entrega	Momento em que as refeições saem da cozinha satélite
12	Chegada ao cliente	Momento no qual a refeição é entregue ao cliente

5.3-Characterização das refeições e condições

Como referido anteriormente, verificaram-se falhas ao longo do serviço. Assim aplicaram-se condições diferentes de modo a compreender de que forma certas boas-práticas influenciariam a temperatura dos pratos fornecidos.

Ao nível da etapa espera (9) aplicaram-se as seguintes condições:

- Caixa térmica;
- Estufa móvel.

Para a etapa acondicionamento (10) utilizaram-se as seguintes condições:

- Só caixa térmica;
- Caixa térmica e placa de aquecimento.

A tabela nº11 explica quais as categorias dos pratos e sobre os quais determinadas condições foram aplicadas.

Tabela nº11- Matriz com as condições aplicáveis por categoria e refeição

Categoria	Refeição	Espera	Acondicionamento
Com base líquida	Mão de vaca c/grão de bico		
Repartido	Bacalhau à Brás		Caixa térmica
Porção	Vitela assada		
	Arroz de peixe		
	Feijoada		
Com base líquida	Rancho		
	Estufado de lentilhas	Estufa móvel	Caixa térmica
	Lasanha de peixe		
Repartido	Frango estufado		
Porção	Vitela assada ao natural		
	Chili		
Com base líquida	Moqueca*		
	Massada de peixe		
	Vitela estufada*		
Repartido	Massa à bolonhesa	Estufa móvel	Caixa térmica + placa de aquecimento
	Bacalhau à Gomes de Sá		
	Medalhões de perca		
Porção	Almondegas de aves		
	Vitela fatiada		
	Tranches de escamudo		

Assim, destacam-se 3 condições aplicadas:

Controlo - Caixa térmica (em ambas as etapas de espera e acondicionamento);

A - Estufa Móvel na etapa espera (9) + Caixa térmica na etapa acondicionamento (10);

B - Estufa Móvel na etapa de espera (9) + Caixa térmica e placa de aquecimento na etapa de acondicionamento (10).

Os pratos “moqueca” e “vitela estufada” não foram utilizados para os dados, sendo considerados *outliers*, uma vez que antes do embalamento verificaram-se temperaturas inferiores a 75,0°C.

O tamanho espectável da amostra seria semelhante ao descrito por Luís (2020). No entanto, o tamanho da amostra acabou por ser condicionado pela situação pandémica em vigor, que impossibilitou o prolongamento da permanência no local de estudo. De referir ainda que o estudo decorreu no final do outono e início do inverno, logo com temperatura ambiente relativamente baixa, o que pode ter influenciado os resultados como Gomes Alfama et al. (2019) mencionam no seu estudo sobre distribuição de refeições servidas a quente.

5.4-Monitorização das temperaturas das refeições em *delivery*

5.4.1-Controlo

Inicialmente, para as três primeiras refeições, o momento de embalamento/empratamento (8) coincidia com o momento do acondicionamento (9) devido ao tempo de espera da refeição ocorrer dentro da caixa térmica de transporte. Assim seria possível uma simulação da realidade dos estabelecimentos de restauração bem como observar, em primeira instância, a implementação de uma boa-prática (contentorização das refeições após embalamento/empratamento) e perceber a dinâmica das temperaturas nas 3 categorias.

Então, para o controlo, conta-se com uma refeição com base líquida (Mão de vaca com grão de bico), uma refeição repartida (Bacalhau à Brás) e uma refeição por porção/unidade (vitela assada). A tabela nº12 apresenta as temperaturas (em °C) de cada categoria nos momentos após confeção e no momento de chegada ao cliente.

Tabela nº12-Temperatura das refeições controlo após confeção e no momento e chegada ao cliente (°C)

Parâmetro Físico	Categoria		
	Com base líquida	Repartida	Porção/Unidade
Temperatura após confeção (°C)	95,3	82,9	75,2
Temperatura no momento de chegada ao cliente (°C)	50,9	38,0	28,2

O tempo de permanência na caixa térmica foi de 65 minutos, 64 minutos e 53 minutos para a refeição caldosa, repartida e porção/unidade, respetivamente. Uma vez atingida uma temperatura inicial de centro térmico superior é de esperar que no momento de chegada ao cliente a temperatura seja superior às refeições de temperatura

inicial inferiores, tal como Garayoa et al. (2014) sugerem. Uma vez que as refeições são embaladas em porção única é de esperar que o abaixamento de temperatura seja muito acentuado.

O gráfico nº2 mostra a interação das temperaturas entre o ambiente da caixa térmica e do centro térmico da refeição com base líquida na condição controlo.

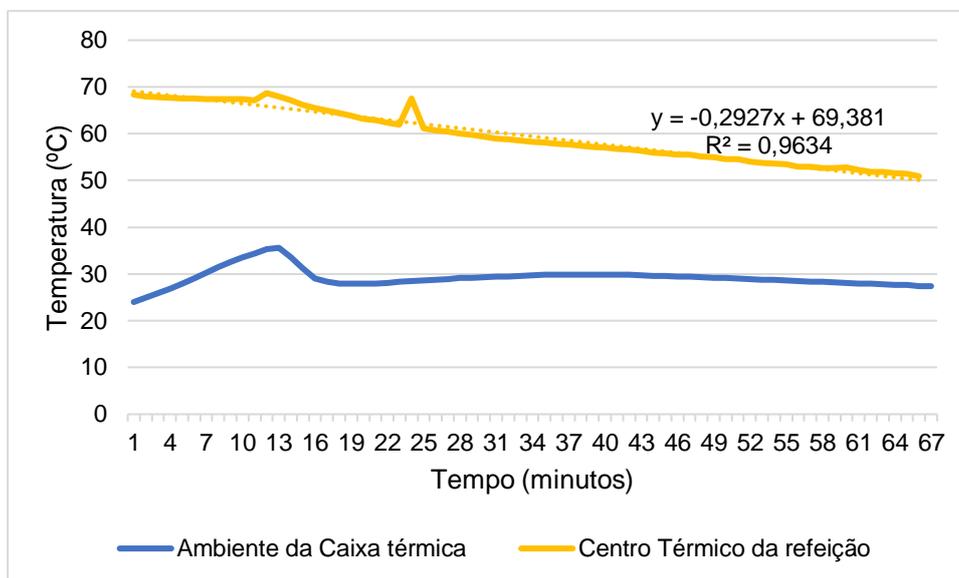


Gráfico nº2-Controlo: Interação de temperaturas entre caixa térmica e centro térmico da categoria com base líquida.

O ambiente da caixa térmica apresenta um aumento de temperatura até aproximadamente 13 minutos após o acondicionamento da refeição, seguindo-se uma estabilização ao longo do tempo. O centro térmico da refeição apresenta um decréscimo do valor da temperatura ao longo do tempo, encontrando-se um pico que provavelmente estará relacionado com a movimentação do sensor do *logger* na perfuração da refeição.

O gráfico nº3 apresenta a variação da temperatura ao longo do tempo para a refeição repartida e para a caixa térmica.

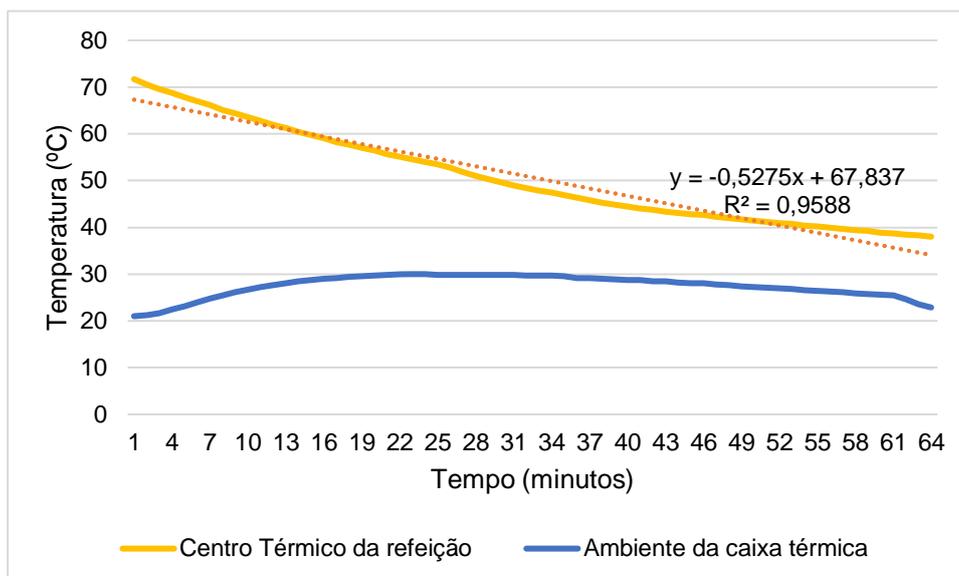


Gráfico n°3-Controlo: Interação de temperaturas entre caixa térmica e centro térmico da categoria repartida

Entre os 16 e os 37 minutos observou-se um ligeiro *plateau*, que poderia significar a cessação das interações de energia térmica entre a refeição e o ambiente da caixa térmica, no entanto verifica-se uma descida contínua nos valores de temperatura da refeição.

A dispersão desta variável no centro térmico da refeição repartida é, à partida, superior à da refeição com base líquida, pois a refeição repartida apresenta um declive de -0,5275, superior em valor absoluto ao da refeição com base líquida, declive de -0,2972. A refeição com base líquida, por ter maior teor em água, um bom condutor térmico, apresenta maior resistência à perda de temperatura, assim como Garayoa et al. (2014) referem.

5.4.2-Condição A

No gráfico n°4 apresenta-se a evolução da temperatura nos alimentos classificados na categoria com base líquida para a condição **A**. A tabela n°13 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

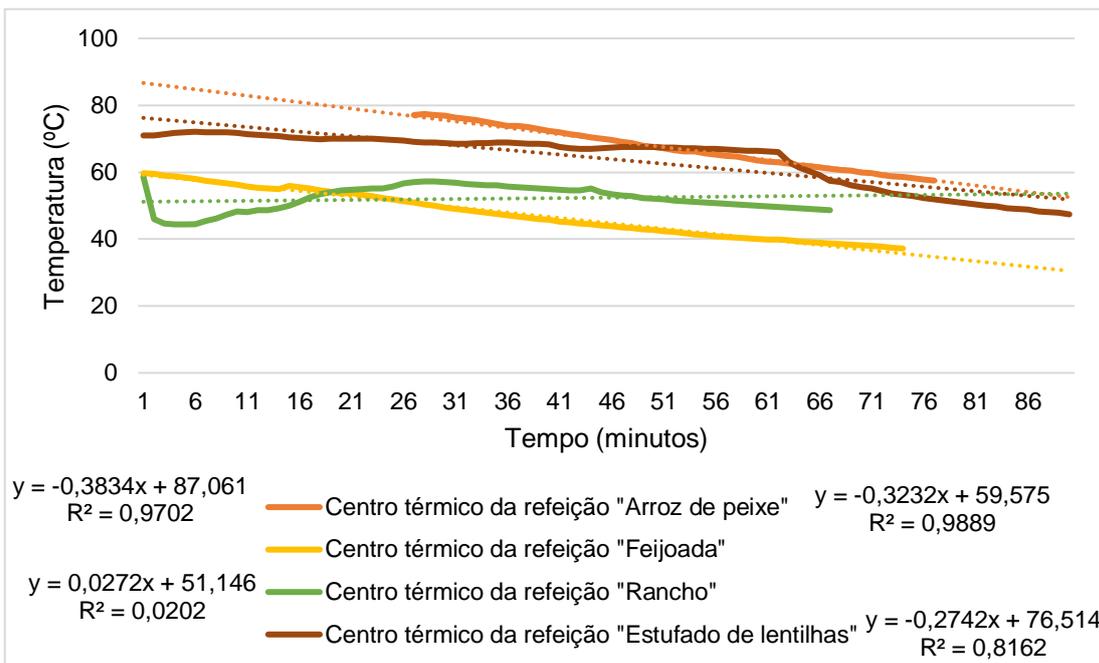


Gráfico nº4- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria com base líquida

Tabela nº13- Condição A, categoria com base líquida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) entre cada momento

Momento	Arroz de Peixe	Feijoada	Rancho	Estufado de lentilhas	
Após confeção	92,3	82,2	75,1	86,0	Temperatura (C°)
Ao embalamento/empratamento	80,0	59,7	58,6	71,0	
Ao acondicionamento	77,1	54,9	54,5	66,0	
À saída das instalações	64,1	43,3	52,1	52,9	
À chegada ao cliente	57,5	37,2	48,6	43,7	
Entre embalamento/empratamento e acondicionamento	27	13	42	61	Tempo (minutos)
Entre acondicionamento e saída das instalações	29	34	7	7	
Entre saída das instalações e chegada ao cliente	18	26	17	31	

Seria de esperar que cada refeição apresentasse um gráfico semelhante, no entanto, este não é o caso. Note-se que, de acordo com o gráfico nº4, no seguimento do “Arroz de peixe” apresentam-se valores de temperatura apenas a partir do momento de acondicionamento, uma vez que nesse dia houve a impossibilidade de seguimento dentro da estufa com o *logger* nº2, tendo sido registados 80.0°C com o termómetro digital no momento do empratamento/embalamento. O arroz (capacidade superior de absorção do caldo) poderá explicar um menor decréscimo registado na temperatura ao embalamento/empratamento comparativamente às outras refeições.

A refeição de peixe demonstra um declive (-0,3834) relativamente próximo do declive da refeição “Feijoadada” (-0,3232), apesar de o valor da primeira se apresentar superior em valor absoluto ao da segunda refeição. O “Arroz de peixe” apresenta-se como sendo uma refeição mais homogénea, os seus componentes encontram-se menos dispersos e os constituintes maioritários são o arroz, os pedaços de peixe e o caldo. Observa-se um decréscimo contínuo de temperatura ao longo do seguimento pelo que a matriz alimentar composta pelas fibras musculares de peixe poderá ser mais sensível e suscetível à dissipação de calor, conforme está estabelecido na literatura em que Hatae et al. (1990) refere que os conteúdos diminutos de colagénio nas fibras de peixe se relacionam com o facto de estas serem menos estáveis ao calor. Realçando ainda o facto de confirmar com os resultados de Marinho et al. (2009) em que o arroz tem uma capacidade superior de manutenção de temperatura quando existe uma fonte de indução de calor (no caso do presente trabalho é a estufa móvel).

Relativamente à refeição “Rancho”, nos primeiros 2 minutos apercebe-se de uma descida abrupta da temperatura, no entanto, esta observação é explicada devido à execução com falhas manuais e conseqüente tempo de demora da colocação da refeição na estufa após o embalamento na linha de serviço. Observou-se uma subida da temperatura que chegou a um valor máximo de 57,3°C entre os 26 e os 31 minutos, explicado pelo uso da estufa móvel. Devido a este aumento de temperatura, o declive, naturalmente, será positivo. O seu R^2 equivale a 0,0202, significando que a força de relação entre as 2 variáveis é muito fraca, e por conseguinte infere-se que a influência ambiental externa pode ter sido a responsável pela falta de manutenção da temperatura.

Para a refeição “Feijoadada” observa-se uma perda contínua de temperatura, podendo ser explicado pela manipulação excessiva da caixa térmica de transporte, bem como também a deslocação do sensor do *logger* para fora do centro térmico da carne da refeição.

Note-se que as refeições “Estufado de lentilhas” e “Feijoadada” apresentam na sua constituição leguminosas, sendo mais difícil a dispersão de calor e daí os declives se mostrarem tão próximos (-0,2742 e -0,3232). Verificamos também que o R^2 do estufado

é inferior ao da “Feijoada”. Neste caso, o tempo que decorre entre o embalamento/empratamento e o acondicionamento poderá ser a causa já que a temperatura da estufa móvel não seria suficiente para a manutenção da temperatura do alimento.

O “Estufado de lentilhas” evidencia uma quebra na manutenção de temperatura. Entre os 61 e os 66 minutos ocorre a etapa de acondicionamento (aos 62 minutos), nesse instante a refeição apresenta 66,0°C, a partir da qual a temperatura irá dispersar-se a um ritmo superior ao que apresentava enquanto esperava na estufa móvel.

Refeições nas quais os componentes se encontrem mais dispersos e cuja composição seja o resultado de um aglomerado de alimentos diferentes (refeições mais heterogéneas) poderão perder temperatura a um ritmo mais elevado que refeições que se apresentem mais homogéneas. O gráfico nº5 apresenta a temperatura do centro térmico e da caixa térmica das duas refeições heterogéneas da categoria com base líquida.

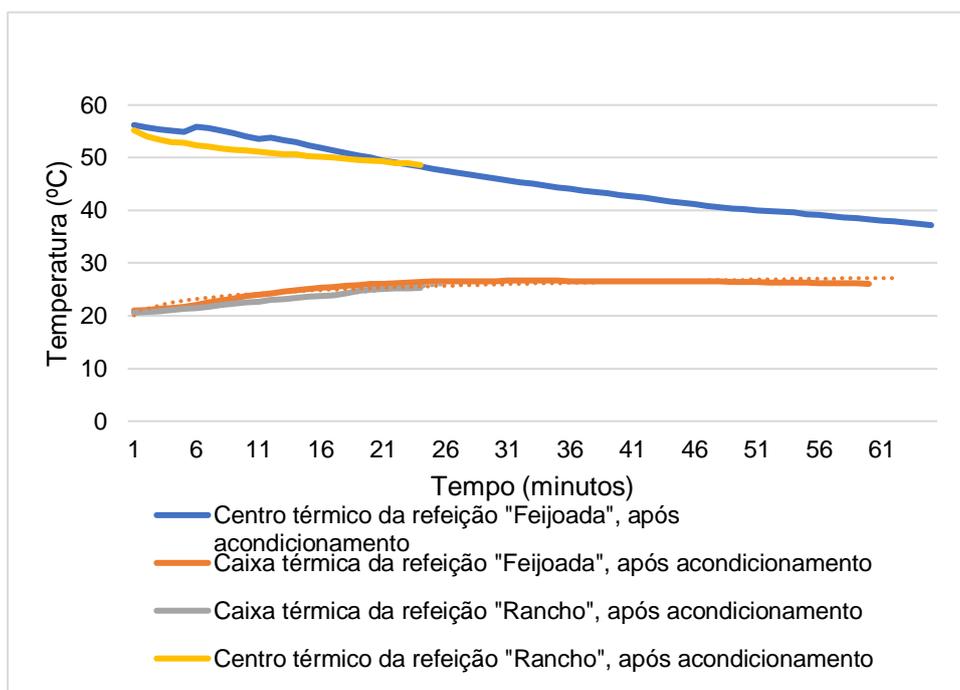


Gráfico nº5- Condição A, categoria com base líquida: Variação da temperatura do centro térmico de 2 refeições heterogéneas, após acondicionamento, e respetivas caixas térmicas

De acordo com o gráfico nº5 para ambas as refeições, contrariamente à tendência do comportamento de temperatura do centro térmico, a temperatura da caixa térmica, apresenta uma ligeira subida. As interações entre refeição, temperatura exterior e temperatura dentro da caixa térmica não permitem afirmar com certeza se a abertura da caixa de embalamento da “feijoada” foi responsável, em parte, pelo aumento desta variável.

O gráfico nº 6 representa o centro térmico das refeições constituintes da categoria “repartido” para a condição A. A tabela nº14 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

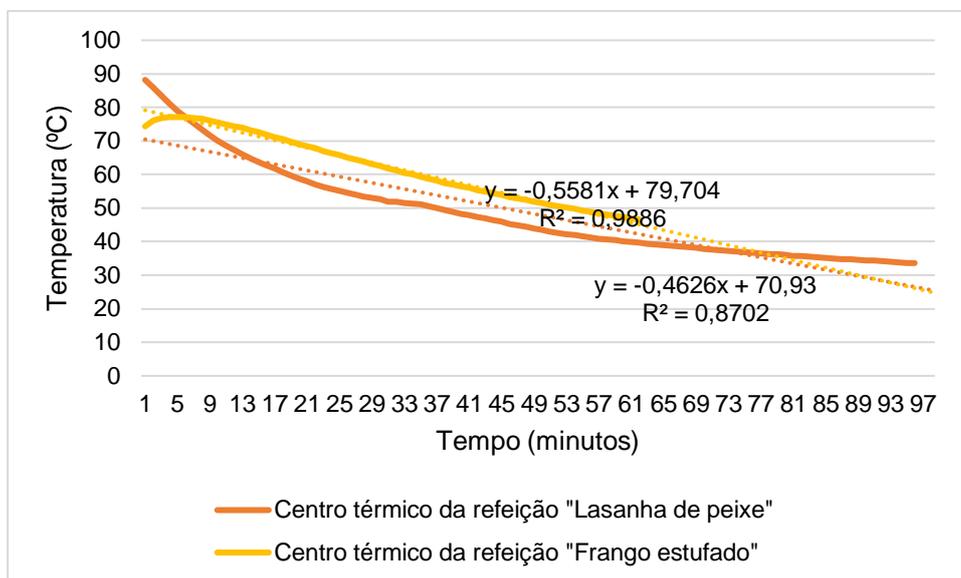


Gráfico nº6- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria repartido

Tabela nº14- Condição A, categoria repartida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento

Momento	Lasanha de Peixe	Frango estufado	
Após confeção	95,0	81,0	Temperatura (C°)
Ao embalamento/empratamento	88,2	74,4	
Ao acondicionamento	51,1	66,4	
À saída das instalações	36,3	61,2	
À chegada ao cliente	36,6	54,5	
Entre <u>embalamento/empratamento e acondicionamento</u>	35	23	Tempo (minutos)
Entre <u>acondicionamento e saída das instalações</u>	44	8	
Entre <u>saída das instalações e chegada ao cliente</u>	18	18	

A refeição “Lasanha de peixe” apresentou um decréscimo contínuo na temperatura registada no centro térmico. Apesar do uso de estufa até aos 35 minutos após embalamento, notou-se uma quebra da temperatura no gráfico indicando o momento do acondicionamento, no qual a temperatura diminuiu dos 51,1°C para os

49,9°C num intervalo de 2 minutos . O facto de o calor se dissipar da refeição “Lasanha de peixe” e a temperatura atingir os 70,0°C, onze minutos após o seu empratamento/embalamento, poderá indicar que a natureza dos ingredientes que constituem esta refeição e a sua agregação têm muita influência na retenção do calor e na manutenção da temperatura desejada. Marinho (2009) referem que a composição diversificada de uma refeição tem influência na manutenção térmica (provavelmente a desagregação dos constituintes), caso que se verifica com a “Lasanha de peixe”.

O frango estufado apresentou um declive superior em valor absoluto (-0,5581), este também apresenta um R^2 de 0,9886, no entanto o R^2 da lasanha é inferior. A lasanha poderá ter sofrido mais influência ambiental externa que condiciona a manutenção da temperatura durante o estudo visto que o tempo decorrente entre o acondicionamento e a saída das instalações foi substancialmente superior ao da outra refeição.

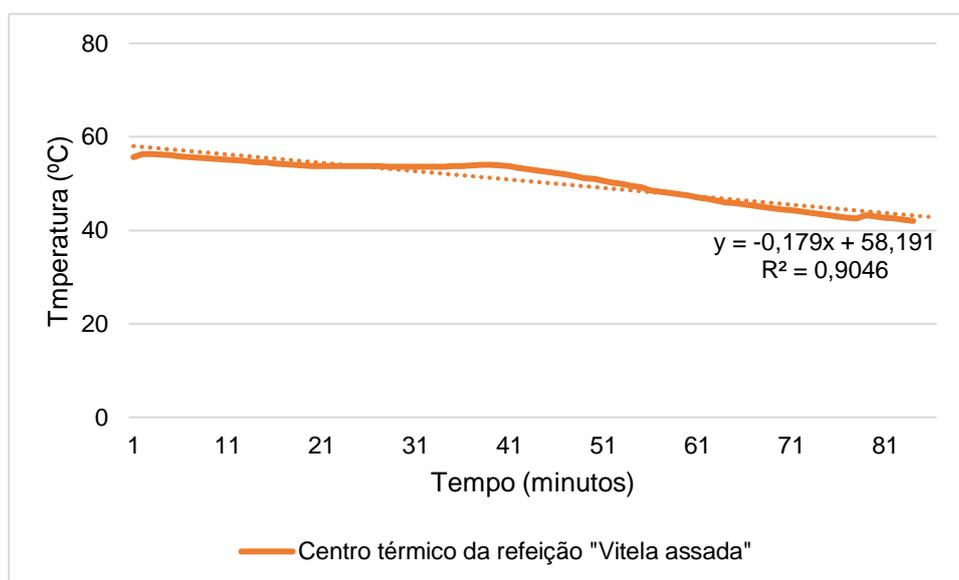


Gráfico n°7- Condição A: Variação da temperatura do centro térmico da categoria porção

Para a categoria porção na condição **A** só um prato foi selecionado. O gráfico n°7 representa o seguimento da temperatura do centro térmico deste prato. A tabela n°15 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

Tabela nº15- Condição A, categoria porção: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento

Momento	Valores	
Após confeção	75,0	Temperatura (°C)
Ao embalamento/empratamento	55,7	
Ao acondicionamento	54,0	
À saída das instalações	46,8	
À chegada ao cliente	42,0	
Entre <u>embalamento/empratamento</u> e <u>acondicionamento</u>	39	Tempo (minutos)
Entre <u>acondicionamento</u> e <u>saída das instalações</u>	25	
Entre <u>saída das instalações</u> e <u>chegada ao cliente</u>	18	

A “Vitela assada” até ao momento do acondicionamento apresentou manutenção de temperatura acima dos 50,0°C, aos 39 minutos (momento em que se dá o acondicionamento) verificou-se um decréscimo contínuo da temperatura até à chegada ao cliente.

Como esta refeição apresenta maior área de superfície exposta, a temperatura apresentada no centro térmico da proteína poderá ser facilmente influenciada pela área de dispersão da temperatura face ao ambiente externo do alimento. E, de facto, é possível verificar que entre os momentos de acondicionamento e a chegada ao cliente este prato apresenta uma diminuição de temperatura de 13,7°C, mesmo no momento de embalamento/empratamento existe uma diferença de menos 19,3°C do que apresentava logo após confeção. Assim, pode-se supor que a indução de calor nesta refeição é crítica na retenção de calor nos momentos que antecedem o seu consumo uma vez que a presença de molho ou algum elemento aquoso é quase inexistente. De facto, como Marinho et al. (2009) referem a ausência de um elemento líquido em refeições dificulta a manutenção de temperatura.

5.1.3-Condição B

O gráfico nº8 representa a categoria com base líquida para a condição B. A tabela nº16 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

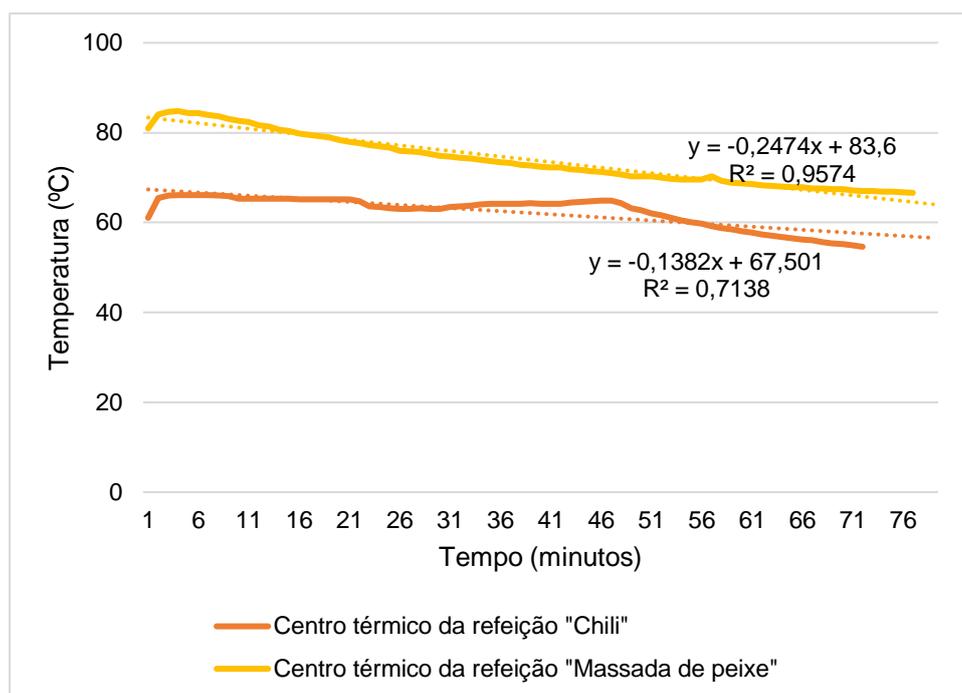


Gráfico nº8- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria com base líquida

Tabela nº16- Condição B, categoria com base líquida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento

Momento	Chili	Massada de peixe	
Após confeção	78,0	92,0	Temperatura (C°)
Ao embalamento/empratamento	61,1	80,9	
Ao acondicionamento	64,3	69,6	
À saída das instalações	59,7	68,7	
À chegada ao cliente	54,6	66,6	
Entre <u>embalamento/empratamento e acondicionamento</u>	47	55	Tempo (minutos)
Entre <u>acondicionamento e saída das instalações</u>	7	5	
Entre <u>saída das instalações e chegada ao cliente</u>	17	17	

Em dias distintos ambas as refeições foram embaladas e encaminhadas para a estufa, onde permaneceram até ao acondicionamento, na etapa de acondicionamento foram colocadas numa caixa térmica com a adição de uma placa térmica previamente aquecida em banho-maria (superior a 80,0°C).

A refeição “Chili” apresentando, na sua grande maioria, leguminosas na sua composição, deveria apresentar melhores resultados na retenção de calor. De facto, concretizou-se a hipótese anterior. A temperatura ao embalamento/empratamento

apresentava-se inferior à do acondicionamento devido à ação da estufa térmica no ambiente aquoso da refeição. Ao acondicionamento (47 minutos), o uso de placa térmica não conseguiu estabilizar a temperatura, observou-se na verdade um decréscimo bastante mais acentuado após este momento.

O prato "Massada de peixe" apresentou melhores resultados. Uma refeição que apresente temperatura superior após a confeção acabará, no final do serviço, por chegar ao cliente a uma temperatura superior a outros pratos, tal como se comprova pelos resultados obtidos. Observou-se resistência à dispersão de calor devido à sua natureza mais aquosa, num meio mais aquoso a condutividade térmica é superior. A perda de temperatura entre o momento após a confeção e o início do registo (embalamento/empratamento) é inferior neste prato do que o verificado para o "Chili". Como já referido anteriormente, apresentando-se com base líquida, a água agirá como um condutor térmico pelo qual se verifica menor perda de temperatura após o acondicionamento, corroborando com o que os resultados de Garayoa et al. (2014) demonstram.

O tempo do serviço entre as refeições anteriormente mencionadas diferiu em 5 minutos. A dispersão de temperatura total, desde o início até ao final do serviço, foi superior para a refeição "Massada de Peixe" pois apresentou uma duração do serviço mais longo apesar de ser mais caldosa (2,0°C a menos do que o "Chili").

O seguinte gráfico (nº 9) apresenta as refeições para a categoria repartida para a condição B. A tabela nº17 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

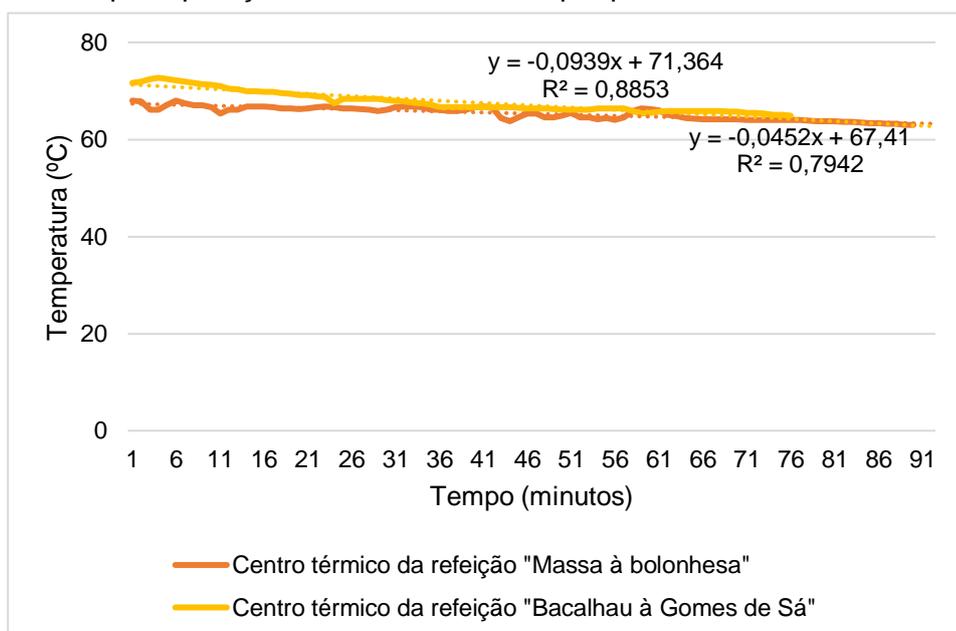


Gráfico nº9- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria repartida

Tabela nº17-Condição B, categoria repartida: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento

Momento	Massa à bolonhesa	Bacalhau à Gomes de Sá	
Após confeção	83,0	78,0	Temperatura (C°)
Ao embalamento/empratamento	68,0	71,7	
Ao acondicionamento	64,0	65,9	
À saída das instalações	66,0	65,3	
À chegada ao cliente	63,0	64,9	
Entre <u>embalamento/empratamento</u> e <u>acondicionamento</u>	60	57	Tempo (minutos)
Entre <u>acondicionamento</u> e <u>saída das instalações</u>	10	1	
Entre <u>saída das instalações</u> e <u>chegada ao cliente</u>	19	17	

Para esta categoria apresentam-se 2 refeições com a proteína picada ou desfiada, as quais se acondicionaram com adição de uma placa térmica previamente aquecida em banho-maria (superior a 80,0°C)

A refeição “Massa à bolonhesa” encontra-se na forma de carne picada de vaca envolvida em esparquete. Ao longo do serviço apresentou apenas um ligeiro decréscimo da temperatura do centro térmico mesmo com o prolongamento do tempo de serviço, observando-se uma série de pequenas variações de temperatura ao longo do tempo. Após a análise da tabela de valores registados pelo *logger* nº2, chegou-se à conclusão que estas variações correspondem ao tempo de espera na estufa, uma vez que o equipamento não mantém temperatura constante após a determinação de um *set-point*.

Aos 57 minutos, deu-se o momento do acondicionamento da refeição “Bacalhau à Gomes de Sá”, apresentando 66,4°C, a partir do qual existem interações térmicas entre a placa térmica, a refeição e o ambiente da caixa térmica, terminando esta refeição por chegar ao cliente com 64,9°C.

No momento do embalamento/empratamento enquanto a refeição “Bacalhau à Gomes de Sá” apresenta 71,2°C, nesse mesmo momento a “Massa à bolonhesa” apresentava 68,0°C apesar de ter saído da confeção a uma temperatura 5,0°C superior. Ao longo do serviço é possível perceber que em todos os momentos seguintes o prato de bacalhau demonstrou ter uma temperatura superior no centro térmico. Apesar da duração total do serviço ter sido superior para a “Massa à Bolonhesa”, os declives das retas demonstram que o prato de peixe apresentou maior resistência à dissipação de calor.

Assim, é possível constatar que a carne picada apresentando uma superior superfície exposta (quando comparando o tamanho das fibras picadas ou desfiadas) e estando desagregada é facilmente influenciada por fatores ambientais e processuais externos, algo bastante perceptível entre os momentos de embalagem/empratamento e do acondicionamento.

O gráfico a seguir (nº 10) representa as refeições para a categoria porção para a condição **B**. A tabela nº18 apresenta os valores de temperatura obtidos em relação ao momento das etapas/operações realizadas, e o tempo que decorreu entre as mesmas.

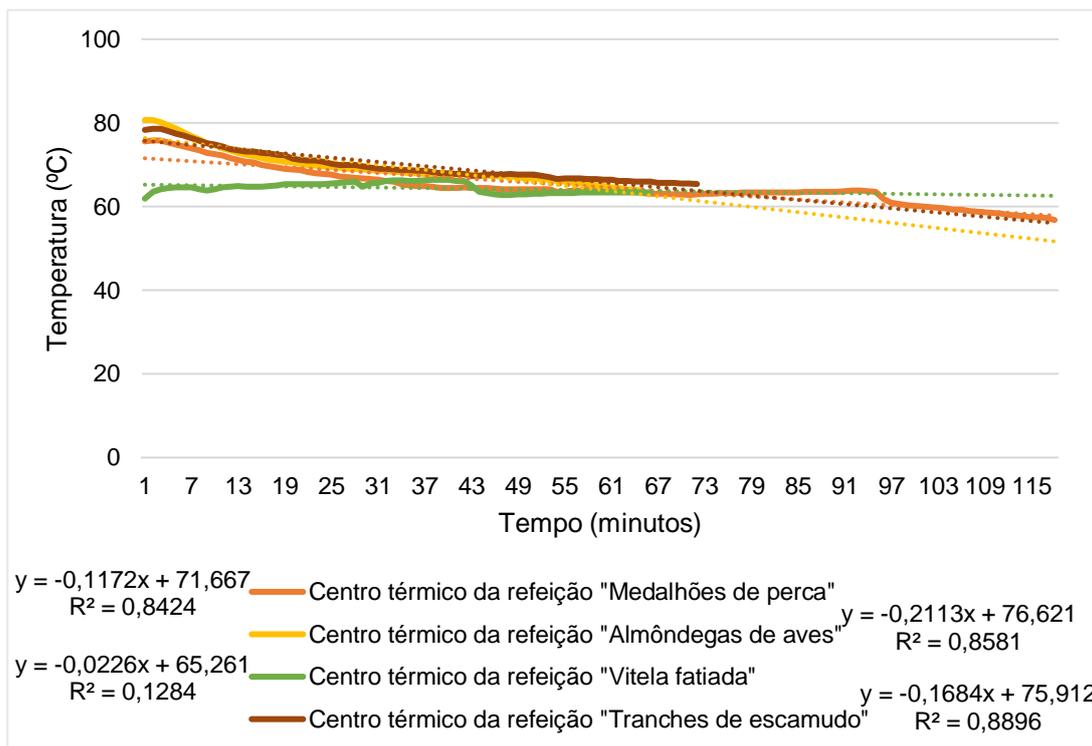


Gráfico nº10- Condição B: Variação da temperatura do centro térmico da categoria porção

Tabela nº18- Condição B, categoria porção: Apresentação dos dados observados (temperatura/°C e tempo decorrido entre cada etapa/minutos) em cada momento

Momento	Medalhões de perca	Almôndegas de aves	Vitela Fatiada	Tranches de Escamudo	
Após confeção	75,2	78,0	84,0	86,0	Temperatura (C°)
Ao embalamento/empratamento	71,7	77,7	61,9	75,5	
Ao acondicionamento	63,6	67,4	65,0	67,0	
À saída das instalações	60,4	67,4	62,7	66,8	
À chegada ao cliente	57,4	63,8	63,4	65,4	
Entre <u>embalamento/empratamento e <u>acondicionamento</u></u>	95	45	42	54	Tempo (minutos)
Entre <u>acondicionamento e <u>saída das instalações</u></u>	4	1	5	2	
Entre <u>saída das instalações e <u>chegada ao cliente</u></u>	18	18	19	18	

Todas as refeições apresentam acondicionamento em caixa térmica com placa térmica, previamente aquecida em banho-maria (superior a 80,0°C)

Ao longo do tempo do serviço observou-se uma tendência de dissipação de calor por parte das refeições. É de salientar que os declives das retas de tendência linear pouco diferem, sendo ambos os valores bastante próximos uns dos outros e apresentando-se perto de 0, evidenciando-se assim a resistência na perda de temperatura ao longo do tempo.

Em ambas as refeições observou-se uma descida abrupta de temperatura do centro térmico, em “Tranches de escamudo” entre os 49 e os 55 minutos (aos 54 minutos) e em “Medalhões de perca” entre os 91 e os 97 minutos (96 minutos), correspondendo ao momento de acondicionamento da refeição, reforçando a ideia de que as fibras musculares/proteicas deste alimento respondem prontamente às condições ambientais onde se inserem.

Quanto à “Vitela fatiada”, após embalamento verificou-se uma ligeira subida de temperatura ao longo do tempo, quarenta e dois minutos após o embalamento deu-se o acondicionamento. O gráfico nº10 evidencia um decréscimo de temperatura registada após esse tempo, havendo um ligeiro aumento de temperatura devido à condução térmica de calor entre placa e refeição. Verificando-se isto, pode-se pressupor que por ter maior área de superfície exposta estará mais predisposta a variar consoante o

ambiente onde se encontra, daí o R^2 se apresentar muito próximo de 0. Facto demonstrado pelo trabalho de Marinho et al. (2009) cujos resultados demonstram que uma maior superfície de contacto favorece a dispersão de calor. As almôndegas de aves, uma vez que atingiram um valor superior após confeção, também apresentaram uma temperatura superior aquando a chegada ao cliente, corroborando o que foi dito anteriormente.

A tabela nº19 apresenta as temperaturas máximas e mínimas verificadas entre cada um dos momentos para todas as categorias da condição A.

Tabela nº19- Temperaturas máxima e mínimas entre cada etapa para as categorias da condição A (°C)

Etapas	Categorias					
	Com base líquida		Repartido		Porção	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Entre embalagem e acondicionamento	44,4	80,0	51,1	88,2	53,6	56,3
Entre acondicionamento e saída das instalações	43,3	76,9	36,3	61,2	46,8	54,0
Entre saída das instalações e chegada ao cliente	37,2	63,6	33,6	60,5	42,0	46,4

É possível verificar que na categoria de refeições repartidas, o fracionamento e consequente desagregação dos componentes demonstra facilidade na dispersão de calor do centro térmico. No entanto, dependendo da natureza dos ingredientes (fonte animal ou vegetal e respetivos teores butíricos, proteicos e de hidratos de carbono) pode-se verificar manutenção da temperatura, sendo que esta estará sujeita ao tempo decorrido sem que exista uma fonte de condução ou convecção térmica. No momento entre a saída das instalações e a chegada ao cliente verifica-se uma temperatura máxima de 60,5°C, sendo registada num período de tempo no qual a caixa térmica esperou pouco para ser posicionada na carrinha de entregas. Posto isto, é natural que se encontre uma temperatura mínima na ordem dos 33,0°C se a duração de todo o processo se prolongar no tempo. A caixa térmica tem, até certo ponto capacidade de evitar interferência de fatores ambientais externos, tal como Garayoa et al. (2014) mencionam, mas com o tempo é inevitável que exista perda de temperatura. Dos limites definidos no capítulo 4.3.4 (tabela nº7) conseguem-se encontrar aqui alguns cumpridos,

quando verificados através da temperatura máxima, em que as temperaturas registadas se encontravam todas acima de 60,0°C.

Na categoria de refeições por porção necessitar-se-ia de pelo menos mais uma refeição para retirar algum juízo de valor. O único limite atingido foi o da confeção, o qual apresentava uma temperatura superior ou igual a 75,0°C.

Consegue-se perceber que nesta condição a categoria com base líquida exhibe melhores respostas. A natureza mais aguada da refeição facilita a condução e retenção térmica, comprovado por todas as temperaturas máximas que apresentam pelo menos 60,0°C. No entanto, relativamente às temperaturas mínimas registadas, não demonstra nenhuma a cumprir o limite definido no capítulo 4.3.4 (tabela nº8).

A tabela nº20 refere as temperaturas máximas e mínimas registadas para cada um dos momentos em cada categoria da condição B.

Tabela nº20- Temperaturas máxima e mínimas entre cada etapa para as categorias da condição B (°C)

Etapas	Categorias					
	Com base líquida		Repartido		Porção	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Entre embalamento e acondicionamento	63,0	84,8	63,7	72,7	61,9	80,7
Entre acondicionamento e saída das instalações	59,7	70,3	64,0	65,9	60,4	67,4
Entre saída das instalações e chegada ao cliente	54,6	68,5	63,0	65,9	57,4	67,2

É possível verificar melhoria relativamente aos resultados da condição A. Praticamente em todos os momentos as temperaturas se encontram acima dos 60,0°C, com a exceção de 3 valores mínimos.

De todas as categorias, a repartida apresentou melhores resultados, não corroborando com os resultados apresentados por outros autores (Marinho et al. 2009, Garayoa et al. 2014 e Gomes Alfama et al. 2019). A categoria com base líquida registou temperaturas mínimas abaixo do limite (60,0°C), as quais identificadas como tendo resultado do seguimento da refeição de chili. Como visto na condição A, a refeição de leguminosas (“Estufado de lentilhas”) apresentava comportamento muito semelhante ao da condição B. A categoria repartida englobou refeições com proteína picada ou desfiada, exibindo maior superfície exposta ao ambiente circundante e consequente

dependência de uma fonte de calor; demonstrou que através do acondicionamento e envio com placa térmica é possível chegar ao cliente à temperatura desejada. Esta sugestão vai ao encontro do que Garayoa et al. (2014) defendem. O autor menciona que através do aquecimento das caixas térmicas é possível verificar-se melhoria na manutenção de temperatura.

Relativamente ao tempo de serviço, a distinção entre as categorias e entre as condições A e B não é justificável uma vez que estes valores dependem da hora de refeição do cliente e das atividades culinárias. O gráfico nº11 representa o tratamento dos dados adquiridos (incluindo *outliers*) e a tabela nº21 apresenta os máximos, mínimos e médias juntamente com os desvio-padrão.

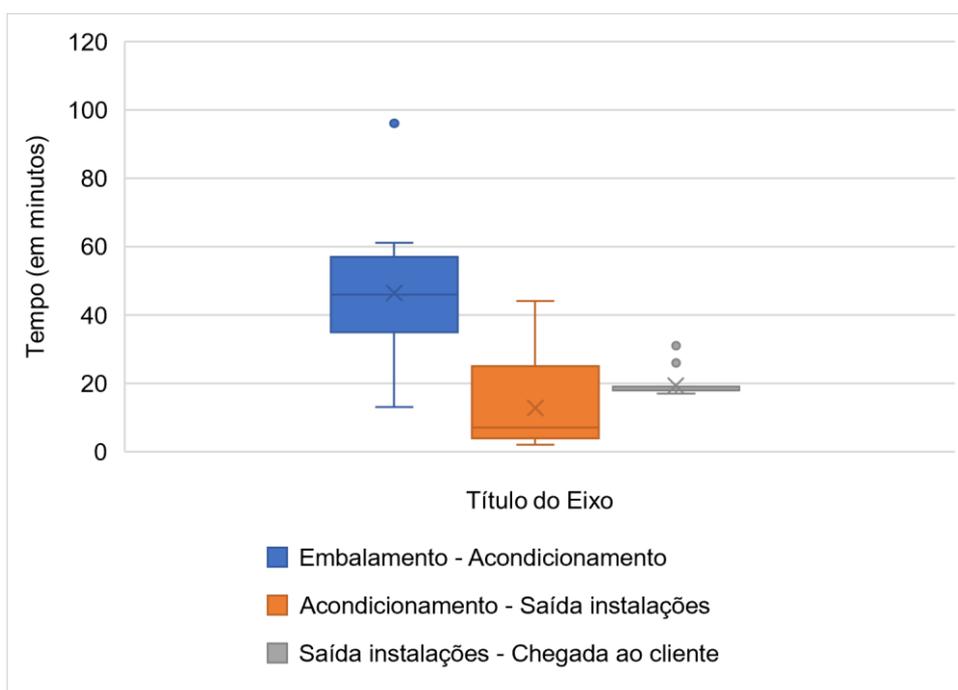


Gráfico nº11-Duração do serviço entre cada etapa

Tabela nº21- Duração do serviço entre etapas em máximos, mínimos e médias com os desvio-padrão (minutos)

Etapas	Média ± desvio-padrão	Máximo	Mínimo
Embalamento - Acondicionamento	46,93 ± 19,37	96	13
Acondicionamento - Saída das instalações	12,73 ± 13,52	44	2
Saída das instalações - Chegada ao cliente	19,33 ± 3,89	31	17

A duração do serviço não excedeu as 2 horas na totalidade, encontrando-se a etapa entre o embalamento e o acondicionamento com valores superiores como seria

de esperar. Sendo uma cozinha inserida numa cantina, a confeção das refeições dá-se o mais possível perto da hora do consumo. Uma vez que o serviço de *delivery* é secundário à tarefa principal, então os pratos deverão encontrar-se em espera até à saída do colaborador encarregado dos envios. O tempo decorrente entre a saída das instalações e a chegada ao cliente deveria ser mais ou menos constante visto que o destino é sempre o mesmo local. No entanto, devido à época em que o estudo decorreu (época de Natal), a entrega de cabazes e outras iguarias despendia mais tempo ao colaborador na entrega das refeições.

5.2- Aplicação dos modelos

Os códigos das equações a aplicar para o cálculo do valor de *lag* encontram-se no anexo III.

O cálculo do tempo de adaptação para a equação de taxa de multiplicação máxima variou consoante o substrato (tabela nº22):

Tabela nº 22-Resultados do cálculo do tempo de *lag* (horas) para cada microrganismo em determinado substrato

Microrganismo	Substrato	Cálculo do tempo de <i>lag</i> (horas)	
		Mediana	Média
<i>Clostridium perfringens</i>	Carne de aves	2,08	
	Carne de suíno	1,48	
	Carne de bovino	1,24	
<i>Clostridium botulinum</i>	Carne de bovino	$2,89 \times 10^{-13}$	$4,96 \times 10^{-15}$
<i>Bacillus cereus</i>	Feijão	1,42	1,49

Como se percebe em carne de aves, as células viáveis de *Clostridium perfringens* demoraram cerca de 2 horas para se adaptarem ao ambiente, enquanto que para as carnes de bovino ou de suíno, o tempo de adaptação enquadra-se num período de 1,24 a 1,48 horas, o equivalente de 74 minutos a 84 minutos. Para este cálculo recorreu-se à equação baseada em Baranyi and Roberts (1994) uma vez que foi a sugerida pelo autor. A utilização da equação da taxa de multiplicação através dos perfis de temperatura não apresentou valores diferentes de 0. Não sendo possível encontrar um valor para o caso deste trabalho, foi necessário aplicar a taxa de multiplicação máxima adquirida através de Juneja et al. (2011) na criação do seu modelo.

No modelo apresentado para *Clostridium botulinum* o autor utilizou a equação $\lambda = \frac{p}{e^{T-q}}$ assim, as constantes **p** e **q** apresentadas foram as inseridas, juntamente com os perfis de temperatura deste trabalho.

A simulação através do programa registou 1165 valores pelo que o gráfico nº12 representa os resultados obtidos, com os *outliers* inclusos. A mediana é de $2,89 \times 10^{-13}$ horas, o mínimo equivale a $1,48 \times 10^{-36}$ horas e o máximo a $7,63 \times 10^{-13}$ horas. Os resultados parecem irrealistas, sendo um microrganismo anaeróbio com condições específicas de multiplicação seria de esperar que o seu tempo de adaptação fosse muito prolongado tal como Juneja et al. (2021) referem no seu trabalho, o tempo de adaptação equivale virtualmente a 0.



Gráfico nº12- Fase lag apresentada por *Clostridium botulinum*

Para *Bacillus cereus*, o autor apresentou uma equação para o cálculo da fase de adaptação perante temperaturas dinâmicas, no entanto especificou que esta apenas teria validade quando se efetua tratamento de choque semelhante ao que usou no seu estudo (80°C durante 10 minutos), caso contrário teríamos valores diferentes aos seus. Utilizando o valor de h_0 e a taxa máxima de multiplicação ($\mu_{máx} = 2,06$), então o tempo de duração da fase lag equivale a 2,33 horas. Já a execução da equação para os perfis de temperatura em estudo resultou numa lista de 1161 valores. A média de duração da fase de adaptação calculada é igual a 1,49 horas, o máximo é de 2,46 horas e a mediana (valor mais frequentemente registado) equivale a 1,42 horas. O gráfico nº13 representa o tratamento dos valores gerados pela equação, excluindo os *outliers*.

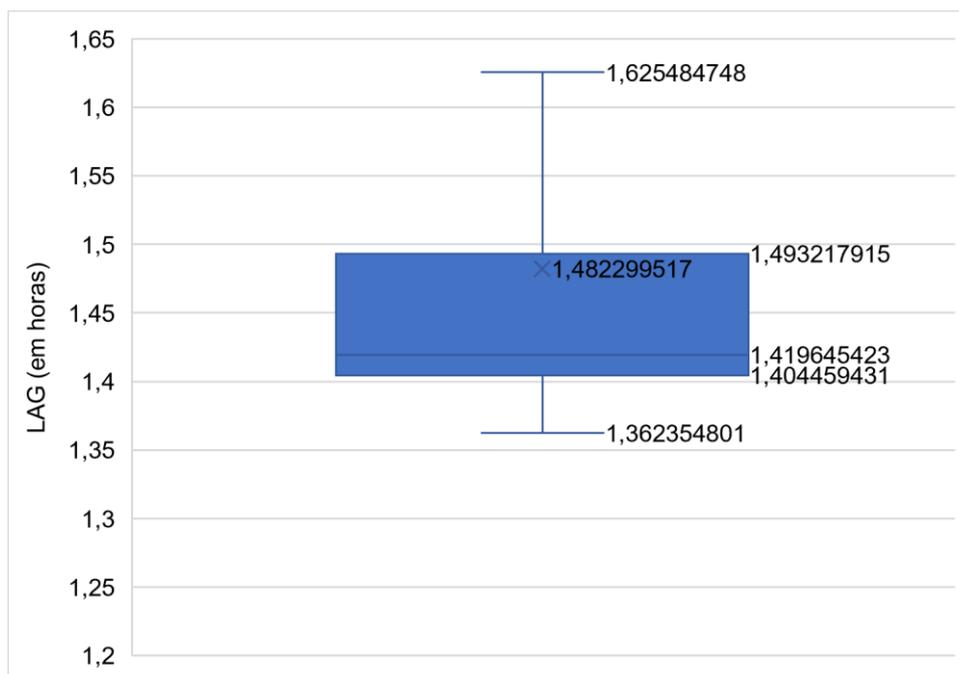


Gráfico nº13-Fase *lag* apresentada por *Bacillus cereus* através da equação modelada por Juneja et al. (2018)

De acordo com a equação $h_0 = \mu_{\text{máx}} * \lambda$ será de esperar que quanto maior for a taxa de multiplicação, menor será o tempo da fase de adaptação. Através dos perfis de temperatura apresentados no presente trabalho percebe-se que o tempo da fase *lag* de *Bacillus cereus* é superior ao de *Clostridium perfringens*, quando comparado com a mediana. Uma vez que a média é afetada pelos extremos e havendo uma grande amostra de valores (1.161) convém fazer uma comparação com o valor mais frequentemente encontrado, até porque a equação utilizada para *Clostridium perfringens* apenas possibilitou a obtenção de 3 valores distintos.

Existem limitações no uso destes modelos, nomeadamente no leque de temperaturas para os quais os modelos foram testados e validados, como se pode constatar na análise dos resultados apresentados para o cálculo do tempo da fase *lag* em *Clostridium botulinum*. Adicionalmente, os valores que tentam explicar o estado fisiológico das células baseiam-se no histórico das mesmas assim como nas condições de criação dos modelos, os quais podem não ser os mais adequados nesta situação.

Uma vez que o tempo de adaptação se apresenta substancialmente semelhante ao da duração do serviço de *delivery*, não faria sentido prosseguir com a execução das equações de taxas de multiplicação com os perfis de temperatura apresentados nem com a quantificação das ufc. Apenas foi executada a equação de taxa de multiplicação na tentativa de perceber qual o valor máximo que poderia apresentar para a sua

incorporação no cálculo da fase *lag*. Encontrando-se 0 para todos os perfis de temperaturas não se apresentam as tabelas, apenas os códigos descritos no anexo IV.

6-Conclusão

Para que as refeições de *delivery* e *take-away* se verificassem em conformidade com as diretrizes da empresa para refeições transportadas, o estudo englobou um conjunto de ações que diferem nas fases de espera e acondicionamento. Verificou-se que a condição de espera na estufa móvel em conjunto com o acondicionamento em caixa térmica e adição de placa térmica previamente aquecida em banho-maria permitem manter a temperatura acima dos 60°C. No entanto, constatou-se que o mesmo parece não poder ser esperado para certas refeições, como as da categoria de porção e refeições cuja proteína principal provenha de uma fonte vegetal.

Refeições com base líquida têm maior probabilidade de chegar ao cliente com a temperatura desejada. Contudo, há que ter em atenção a natureza dos constituintes de cada refeição. Refeições com alimentos desfiados ou picados respondem melhor às fontes de condução térmica. Todavia, uma falha em manter o equipamento de transporte à temperatura adequada pode resultar num decréscimo contínuo da temperatura e o mesmo acontecerá em refeições com proteína vegetal.

Na segunda parte do trabalho, o uso de modelos matemáticos para prever o crescimento populacional microbiano nas condições de temperatura verificadas foi limitado. Iniciou-se pelo cálculo dos valores da fase *lag* para cada microrganismo perante a nossa amostra. Para *Clostridium perfringens* apenas foi possível a obtenção de 3 valores, 1,48 horas para carne de suíno, 1,24 horas para carne de bovino e 2,08 horas para carne de aves através dos valores das constantes determinadas pelo autor do modelo. No entanto, as constantes que ditam ou procuram explicar o estado fisiológico das células como o valor da taxa máxima de multiplicação foram calculadas para as condições dos modelos. Não foi possível obter a taxa máxima de multiplicação uma vez que para os perfis de temperatura exibidos o valor encontrado foi sempre de 0. Para a bactéria *Clostridium botulinum* os valores resultantes do cálculo da fase *lag* não se consideram válidos, uma vez que os perfis de temperatura não se encontram na sua totalidade dentro dos limites de temperatura para os quais o modelo foi elaborado e o resultado não foi ao encontro dos valores mencionados pela literatura científica, com valores de fase *lag* entre as 5 e as 70 horas. Finalmente, para *Bacillus cereus*, considerou-se que os valores poderão ser considerados. Obtiveram-se dados suficientes para percorrer a equação elaborada pelo autor, obtendo-se valores máximo de 2,46 horas, mínimo de 1,36 horas, uma mediana de 1,42 horas e uma média de 1,49 horas. Como a bactéria *Clostridium perfringens* pode apresentar uma taxa de multiplicação máxima superior às de outros microrganismos, poderá, ainda que com algumas restrições, constatar-se que a sua fase *lag* será inferior ao de *Bacillus cereus*.

Infere-se esta comparação uma vez que o guia da FSIS define que *Bacillus cereus* apenas será preocupante assim que *Clostridium perfringens* atinja um valor de 3 log de crescimento populacional nos alimentos.

A utilização dos modelos matemáticos para o crescimento populacional microbiano colocou algumas dificuldades. Salienta-se aqui mais uma vez que a validação dos modelos foi realizada apenas na indústria. Portanto, a sua utilização na restauração e as conclusões obtidas devem ser criteriosamente interpretadas, face às condições de serviço.

Dado que o tempo de serviço *delivery* não ultrapassa as 2 horas e nesse intervalo temporal as refeições encontram-se em temperaturas dinâmicas nas quais não se verifica taxa de multiplicação, mesmo que os microrganismos avancem do seu estado de adaptação ao meio, no momento em que apresentarem alguma multiplicação, poderão não encontrar as condições ideais para infligir risco de doença significativo ao consumidor. Se um alimento tiver a capacidade de manutenção de temperatura por um longo período de tempo e um decréscimo igualmente lento, em estações do ano mais quentes, poderão verificar-se condições propícias para a multiplicação das células vegetativas dos agentes em causa. Então, refeições servidas pelos métodos de *delivery* e/ou *take-away* deverão ser consumidas no mais curto espaço de tempo possível após o ato de receção, sendo o consumidor responsável pelo seu uso adequado e por potenciais atitudes de risco.

Devido à situação pandémica em vigor, a amostra deste estudo apresenta-se relativamente pequena. As refeições foram seguidas no final do Outono e inícios do Inverno, pelo que a existência de um estudo elaborado numa estação mais amena ou quente e com uma amostra maior poderá gerar resultados diferentes.

7-Referências Bibliográficas

- Abdelhamid AG, El-Dougdoug NK. 2020. Controlling foodborne pathogens with natural antimicrobials by biological control and antivirulence strategies. *Heliyon*. 6(9):e05020. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e05020.
- Acheson P, Bell V, Gibson J, Gorton R, Inns T. 2016. Enforcement of science - Using a *Clostridium perfringens* outbreak investigation to take legal action. *Journal of Public Health (Reino Unido)*. 38(3):511–515. doi:10.1093/pubmed/fdv060.
- Almanza BA, Namkung Y, Ismail JA, Nelson DC. 2007. Clients' Safe Food-Handling Knowledge and Risk Behavior in a Home-Delivered Meal Program. *Journal of the American Dietetic Association*. 107(5). doi:10.1016/j.jada.2007.02.043.
- Augustin, J. C .2011. Challenges in risk assessment and predictive microbiology of foodborne spore-forming bacteria. *Food Microbiology*, 28(2): 209-213. doi:10.1016/j.fm.2010.05.003
- Bakalis S, Valdramidis VP, Argyropoulos D, Ahrne L, Chen J, Cullen PJ, Cummins E, Datta AK, Emmanouilidis C, Foster T, et al. 2020. Perspectives from CO+RE: How COVID-19 changed our food systems and food security paradigms. *Current Research in Food Science*. 3. doi:10.1016/j.crf.2020.05.003.
- Baranyi J, Roberts TA. 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*. 23(3–4). doi:10.1016/0168-1605(94)90157-0.
- Brás C. 2020. Nunca se fizeram tantos pedidos na Uber Eats como agora | TVI Notícias. TVI Notícias. [acesso a 30 Março 2021]. <https://tvi.iol.pt/noticias/internacional/covid-19/pedidos-na-uber-eats-disparam-na-europa>
- Butler S. 2017 Oct 28. How Deliveroo's "dark kitchens" are catering from car parks. *Guardian*. [Internet]. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.theguardian.com/business/2017/oct/28/deliveroo-dark-kitchens-pop-up-feeding-the-city-london>
- Colpaart A. 2019. Everything You Need to Know About Cloud Kitchens (aka. Ghost Kitchens) in 2020 - The Food Corridor. *The Food Corridor*. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.thefoodcorridor.com/2019/12/05/everything-you-need-to-know-about-cloud-kitchens-aka-ghost-kitchens-in-2020/>
- CRS Cold Storage. 2020 Maio 21. How to transport and deliver food safely using gel packs. CRS Cold Storage. [Internet]. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.crscoldstorage.co.uk/news/fast-freezing-gel-packs.html>.
- Daelman J, Membré JM, Jacxsens L, Vermeulen A, Devlieghere F, Uyttendaele M. 2013. A quantitative microbiological exposure assessment model for *Bacillus cereus* in REPFEDs. *International Journal of Food Microbiology*. 166(3):433–449. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.08.004.
- De Boeck E, Jacxsens L, Vanoverberghe P, Vlerick P. 2019. Method triangulation to assess different aspects of food safety culture in food service operations. *Food Research International*. 116(June 2018):1103–1112. doi:10.1016/j.foodres.2018.09.053.

Decreto-Lei nº113/2006 de 12 de junho. Diário da República nº113/2006 - Série I-A. Lisboa.

Decreto-Lei nº10/2015 de 16 de janeiro. Diário da República nº11/2015 - Série I. Lisboa.

Decreto-Lei nº152/2017 de 7 de dezembro. Diário da República nº235/2017 - Série I. Lisboa.

Delbrassinne L, Andjelkovic M, Dierick K, Denayer S, Mahillon J, Van Loco J. 2012. Prevalence and levels of bacillus cereus emetic toxin in rice dishes randomly collected from restaurants and comparison with the levels measured in a recent foodborne outbreak. *Foodborne Pathogens and Disease*. 9(9). doi:10.1089/fpd.2012.1168.

Dierick K, Van Coillie E, Swiecicka I, Meyfroidt G, Devlieger H, Meulemans A, Hoedemaekers G, Fourie L, Heyndrickx M, Mahillon J. 2005. Fatal family outbreak of *Bacillus cereus*-associated food poisoning. *Journal of Clinical Microbiology*. 43(8):4277–4279. doi:10.1128/JCM.43.8.4277-4279.2005.

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA e ECDC). 2021. The European Union One Health 2020 Zoonoses Report. [acesso a 28 Dezembro 2021]. EFSA-Q-2020-00787. Doi:10.2903/j.efsa.2021.6971 <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2021.6971>

FDA. 2018. Food safety at Home. EUA: Food and Drug administration [atualizado a 28 Outubro 2021; acesso a 30 Março 2021]. <https://www.fda.gov/media/154050/download>

FDA. 2012. Bad bug book: Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. 2ª edição. EUA: Food and Drug administration. [acesso a 6 Junho 2021]. <https://www.fda.gov/media/83271/download>

FSA. Food safety for food delivery. [Atualizado em 2020a]. Reino Unido: Food Standards Agency. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.food.gov.uk/print/pdf/node/4041>

FSA. SFBB Safer Food, better business for caterers – full pack. Atualizado em 2020b Reino Unido: Food Standards Agency. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/sfbb-caterers-pack-fixed.pdf>

FSIS. 2021. Stabilization Guideline for Meat and Poultry Products (Revised Appendix B). [Internet]. EUA: Food Safety and Inspection Service [acesso a 21 Maio 2021]. https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-12/Appendix-B.pdf

FSIS. 1999. Compliance guidelines for cooling heat- treated meat and poultry products (Stabilization). Performance standards for the production of certain meat and poultry products. EUA: Food Safety and Inspection Service. 64(3):732–749.

Freedman JC, Theoret JR, Wisniewski JA, Uzal FA, Rood JI, McClane BA. 2015. Clostridium perfringens type A-E toxin plasmids. *Research in Microbiology*. 166(4):264–279. doi:10.1016/j.resmic.2014.09.004.

Frongillo EA, Isaacman TD, Horan CM, Wethington E, Pillemer K. 2010. Adequacy of and satisfaction with delivery and use of home-delivered meals. *Journal of Nutrition for the Elderly*. 29(2):211–226. doi:10.1080/01639361003772525.

Gallo M, Ferrara L, Calogero A, Montesano D, Naviglio D. 2020. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety. *Food Research International*. 137(Maio):109414. doi:10.1016/j.foodres.2020.109414.

- Garayoa R, Díez-Leturia M, Bes-Rastrollo M, García-Jalón I, Vitas AI. 2014. Catering services and HACCP: Temperature assessment and surface hygiene control before and after audits and a specific training session. *Food Control*. 43:193–198. doi:10.1016/j.foodcont.2014.03.015.
- García S, Vidal JE, Heredia N, Juneja VK. 2019. *Clostridium perfringens*. In: Doyle MP, Diez-Gonzalez F, Hill C. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 5ª edição. Washinton DC: ASM Press. 5(19):513-526. doi:10.1128/9781555819972
- Gomes Alfama ER, Hessel CT, de Oliveira Elias S, Pinto Magalhães CR, Terra Santiago MF, Anschau M, Tondo EC. 2019. Assessment of temperature distribution of cold and hot meals in food services and the prediction growth of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 106. doi:10.1016/j.foodcont.2019.106725.
- Hatae K, Yoshimatsu F, Matsumoto JJ. 1990. Role of Muscle Fibers in Contributing Firmness of Cooked Fish. *Journal of Food Science*. 55(3): 693-696. doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb05208.x
- Holtby I, Tebbutt GM, Grant KA, McLauchlin J, Kett J, Pinkney S. 2008. A *Clostridium perfringens* food poisoning outbreak associated with consumption of chicken curry supplied by a home caterer. *Public Health*. 122(12):1311–1314. doi:10.1016/j.puhe.2008.05.013.
- Huang L. 2015. Dynamic determination of kinetic parameters, computer simulation, and probabilistic analysis of growth of *Clostridium perfringens* in cooked beef during cooling. *International Journal of Food Microbiology*. 195:20–29. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.025.
- lisnawati, Rosa A, Yunita D. 2020. Consumer Decision on Online Food Delivery. 142(Setembro 2019):418–422. doi:10.2991/aebmr.k.200520.069.
- INE. 2021. Instituto Nacional de Estatística. [acesso a 1 Junho 2021]. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008642&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=PT
- INSA. 2019. Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos: Valores-guia INSA 2019. Portugal: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. [acesso a 10 Novembro 2021]. https://www.insa.min-saude.pt/wp-content/uploads/2019/12/INSA_Valores-guia.pdf
- Jalava K, Selby K, Pihlajasaari A, Kolho E, Dahlsten E, Forss N, Bäcklund T, Korkeala H, Honkanen-Buzalski T, Hulkko T, et al. 2011. Two cases of food-borne botulism in Finland caused by conserved olives, October 2011. *Eurosurveillance*. 16(49). doi:10.2807/es.e16.49.20034-en.
- Jaloustre S, Cornu M, Morelli E, Noël V, Delignette-Muller ML. 2011. Bayesian modeling of *Clostridium perfringens* growth in beef-in-sauce products. *Food Microbiology*. 28(2):311–320. doi:10.1016/j.fm.2010.04.002.
- Juneja VK, Marks H, Huang L, Thippareddi H. 2011. Predictive model for growth of *Clostridium perfringens* during cooling of cooked uncured meat and poultry. *Food Microbiology*. 28(4):791–795. doi:10.1016/j.fm.2010.05.013.
- Juneja VK, Mishra A, Pradhan AK. 2018. Dynamic Predictive Model for Growth of *Bacillus cereus* from Spores in Cooked Beans. *Journal of Food Protection*. 81(2):308–315. doi:10.4315/0362-028X.JFP-17-391.
- Juneja VK, Purohit AS, Golden M, Osoria M, Glass KA, Mishra A, Thippareddi H, Devkumar G, Mohr TB, Minocha U, et al. 2021. A predictive growth model for

- Clostridium botulinum* during cooling of cooked uncured ground beef. *Food Microbiology*. 93(Agosto 2019):103618. doi:10.1016/j.fm.2020.103618.
- Lindbäck T, Granum PE. 2019. *Bacillus cereus*. In: Doyle MP, Diez-Gonzalez F, Hill C. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 5ª edição. Washinton DC: ASM Press. 5(20):541-546. doi:10.1128/9781555819972
- Lindström M, Heikinheimo A, Lahti P, Korkeala H. 2011. Novel insights into the epidemiology of *Clostridium perfringens* type A food poisoning. *Food Microbiology*. 28(2):192–198. doi:10.1016/j.fm.2010.03.020.
- Lopes TT, Saraiva M, Moura IB, Ribeiro RS, Militão A, Coelho A, Gomes O, Bonito CC, Pena C, Cunha IC, et al. 2016. The first case of botulism type F in Portugal. *Toxicon*. 123(2016):S55–S56. doi:10.1016/j.toxicon.2016.11.157.
- Luís SRA. 2020. Avaliação de alguns parâmetros físicos na distribuição de refeições numa instituição de utentes domiciliados – Estudo de caso. [dissertação de mestrado]. Lisboa: FMV – Faculdade de medicina veterinária.
- Marinho, C. C. B., da Silva Souza, C., Ramos, S. A. 2009. Avaliação do binômio tempo-temperatura de refeições transportadas. Belo Horizonte. Brasil. *E-scientia*, 2(1).
- Martinelli D, Fortunato F, Tafuri S, Cozza V, Chironna M, Germinario C, Pedalino B, Prato R. 2013. Lessons learnt from a birthday party: A *Bacillus cereus* outbreak, Bari, Italy, January 2012. *Annali dell’Istituto Superiore di Sanita*. 49(4). doi:10.4415/ANN-13-04-12.
- McCarty CL, Angelo K, Beer KD, Cibulskas-White K, Quinn K, de Fijter S, Bokanyi R, St. Germain E, Baransi K, Barlow K, et al. 2015. Large Outbreak of Botulism Associated with a Church Potluck Meal — Ohio, 2015. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*. 64(29). doi:10.15585/mmwr.mm6429a6.
- McCrickard L, Marlow M, Self JL, Watkins LF, Chatham-Stephens K, Anderson J, Hand S, Taylor K, Hanson J, Patrick K, et al. 2017. Notes from the Field : Botulism Outbreak from Drinking Prison-Made Illicit Alcohol in a Federal Correctional Facility — Mississippi, Junho 2016. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*. 65(52):1491–1492. doi:10.15585/mmwr.mm6552a8.
- Mellou K, Kyritsi M, Chrysostomou A, Sideroglou T, Georgakopoulou T, Hadjichristodoulou C. 2019. *Clostridium perfringens* foodborne outbreak during an athletic event in northern Greece, June 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16(20). doi:10.3390/ijerph16203967.
- Min M, Bai L, Peng X, Guo L, Wan K, Qiu Z. 2021. An Outbreak of Botulinum Types A, B, and E Associated With Vacuum-Packaged Salted Fish and Ham. *Journal of Emergency Medicine*.(Dezembro 2020):1–4. doi:10.1016/j.jemermed.2020.12.006.
- Miwa N, Masuda T, Terai K, Kawamura A, Otani K, Miyamoto H. 1999. Bacteriological investigation of an outbreak of *Clostridium perfringens* food poisoning caused by Japanese food without animal protein. *International Journal of Food Microbiology*. 49(1–2):103–106. doi:10.1016/S0168-1605(99)00059-8.
- Naranjo M, Denayer S, Botteldoorn N, Delbrassinne L, Veys J, Waegenaere J, Sirtaine N, Driesen RB, Sipido KR, Mahillon J, Dierick K. 2011. Sudden death of a young adult associated with *Bacillus cereus* food poisoning. *Journal of Clinical Microbiology*. 49(12):4379–4381. doi:10.1128/JCM.05129-11.
- Nicholls M, Purcell B, Willis C, Amar CFL, Kanagarajah S, Chamberlain D, Wooldridge D, Morgan J, McLauchlin J, Grant KA, Harvey-Vince L, Padfield M, Mearkle R, Chow JY. 2016. Investigation of an outbreak of vomiting in nurseries in South East England,

May 2012. *Epidemiology and Infection*. 144(3):582–590.
doi:10.1017/S0950268815001491.

Nikolopoulos K, Punia S, Schäfers A, Tsinopoulos C, Vasilakis C. 2021. Forecasting and planning during a pandemic: COVID-19 growth rates, supply chain disruptions, and governmental decisions. *European Journal of Operational Research*. 290(1).
doi:10.1016/j.ejor.2020.08.001.

Osimani A, Aquilanti L, Clementi F. 2018. *Bacillus cereus* foodborne outbreaks in mass catering. *International Journal of Hospitality Management*. 72(Fevereiro):145–153.
doi:10.1016/j.ijhm.2018.01.013.

Packer S, Day J, Hardman P, Cameron J, Kennedy M, Turner J, Willis C, Amar C, Nozad B, Gobin M. 2020. A cohort study investigating a point source outbreak of *Clostridium perfringens* associated with consumption of roasted meat and gravy at a buffet on Mothering Sunday 2018, South West, England. *Food Control*. 112(Dezembro 2019):107097. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107097.

Ponnam A, Balaji MS. 2014. Matching visitation-motives and restaurant attributes in casual dining restaurants. *International Journal of Hospitality Management*. 37:47–57.
doi:10.1016/j.ijhm.2013.10.004.

Portaria nº1135/1995 de 15 de setembro. Diário da República nº214/1995 - Série I-B, Ministério da Agricultura, da Saúde, do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Portaria nº24/2005 de 11 de janeiro de 2005. Diário da República nº7/2005- Série I-B. Ministério das Atividades Económicas e do Trabalho, da Agricultura, Pescas e Florestas, da Saúde e do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Rasetti-Escargueil C, Lemichez E, Popoff MR. 2019. Public health risk associated with botulism as foodborne zoonoses. *Toxins*. 12(1). doi:10.3390/toxins12010017.

Regulamento (UE) nº178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de janeiro de 2002. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* L 31 de 1 de fevereiro de 2002, PT. Parlamento Europeu Buxelas.

Regulamento (UE) nº852/2004 de 25 de junho de 2004. Retificação. *Jornal Oficial da União Europeia*. L 226, PT. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Buxelas.

Regulamento (UE) nº853/2004 de 29 de abril de 2004. *Jornal Oficial da União Europeia*. L139/55, PT. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Buxelas.

Regulamento (UE) nº1169/2011 de 25 de outubro de 2011. *Jornal Oficial da União Europeia*. L139/55, PT. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Buxelas.

Rood JI, Adams V, Lacey J, Lyras D, McClane BA, Melville SB, Moore RJ, Popoff MR, Sarker MR, Songer JG, Uzal FA, Van Immerseel F. 2018. Expansion of the *Clostridium perfringens* toxin-based typing scheme. *Anaerobe*. 53:5-10
doi:10.1016/j.anaerobe.2018.04.011.

Rouzeau-Szynalski K, Stollewerk K, Messelhäuser U, Ehling-Schulz M. 2020. Why be serious about emetic *Bacillus cereus*: Cereulide production and industrial challenges. *Food Microbiology*. 85(July 2019):103279. doi:10.1016/j.fm.2019.103279.

Setlow P, Johnson EA. 2019. Spores and Their Significance. In: Doyle MP, Diez-Gonzalez F, Hill C. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 5ª edição. Washinton DC: ASM Press. 5(3). doi:10.1128/9781555819972

- Shepard M. 2013. Minor urbanism: Everyday entanglements of technology and urban life. *Continuum*. 27(4):483–494. doi:10.1080/10304312.2013.803299.
- SICAE - Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas. 2021. Sicae.pt. [acesso a 2 Junho 2021]. <http://www.sicae.pt/Consulta.aspx>
- Stringer SC, Metris A. 2018. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 13(September 2017):117–128. doi:10.1016/j.ijgfs.2017.09.001.
- Tallis G, Ng S, Ferreira C, Griffith J. 1999. Associated With Pureed Food. 23(4):8–10.
- Taormina PJ, Dorsa WJ. 2004. Growth Potential of *Clostridium perfringens* during Cooling of Cooked Meats. http://meridian.allenpress.com/jfp/article-pdf/67/7/1537/1676901/0362-028x-67_7_1537.pdf?casa_token=Zmjdbi8C6k4AAAAA:BTv58Rz06gEIIKQQfDqvCqFsv5sqUuVh87yCetk1DwFeZGvO0FSeVbt-M4BzgrXRPLn_FCKJng.
- Unnikrishnan A, Figliozzi MA. 2020. A Study of the Impact of COVID-19 on Home Delivery Purchases and Expenditures. :1–17.
- Uzal FA, Freedman JC, Shrestha A, Theoret JR, Garcia J, Awad MM, Adams V, Moore RJ, Rood JI, McClane BA. 2014. Towards an understanding of the role of *Clostridium perfringens* toxins in human and animal disease. *Future Microbiology*. 9(3). doi:10.2217/fmb.13.168.
- Wahl E, Rømme S, Granum PE. 2013. A *Clostridium perfringens* outbreak traced to temperature-abused beef stew, Norway, 2012. *Eurosurveillance*. 18(9):1–6. doi:10.2807/ese.18.09.20408-en.
- Wambo GOK, Burckhardt F, Frank C, Hiller P, Wichmann-Schauer H, Zuschneid I, Hentschke J, Hitzbleck T, Contzen M, Suckau M, et al. 2011. The proof of the pudding is in the eating: An outbreak of emetic syndrome after a kindergarten excursion, Berlin, Germany, December 2007. *Eurosurveillance*. 16(15):1–6. doi:10.2807/ese.16.15.19839-en.
- WHO. 2020a. COVID-19 and Food Safety: Guidance for Food Businesses. World health organization.(Abril). [Internet]. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.who.int/publications/i/item/covid-19-and-food-safety-guidance-for-food-businesses>
- WHO. 2020b. Food Safety. [Internet]. [acesso a 30 Março 2021]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- WHO. Five keys to safer food. 2001. World Health Organization. [Internet]. [acesso a 30 Março 2020]. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66735/WHO-SDE-PHE-FOS-01.1-por.pdf?sequence=3470&isAllowed=y>
- Wood Z. 2021 Jan 19. Deliveroo appoints Next's Wolfson as a non-executive as it gears up for float. *Guardian*. [Internet]. [acesso a 30 Março 2020]. <https://www.theguardian.com/business/2021/jan/19/deliveroo-appoints-next-simon-wolfson-as-a-non-executive-as-it-gears-up-for-float>.
- Yeo VCS, Goh SK, Rezaei S. 2017. Consumer experiences, attitude and behavioral intention toward online food delivery (OFD) services. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 35(Dezembro 2016):150–162. doi:10.1016/j.jretconser.2016.12.013.

Yost E, Cheng Y. 2021. Customers' risk perception and dine-out motivation during a pandemic: Insight for the restaurant industry. *International Journal of Hospitality Management*. 95(Fevereiro):102889. doi:10.1016/j.ijhm.2021.102889.

Zhao Y, Bacao F. 2020. What factors determining customer continuingly using food delivery apps during 2019 novel coronavirus pandemic period? *International Journal of Hospitality Management*. 91(Março):102683. doi:10.1016/j.ijhm.2020.102683.

8-Anexos

Anexo I – Folha de registo de temperaturas *in loco*

	Logger	Sonda		Data	Hora	Refeição	Temperatura no momento antes do embalamento	Temperaturas registadas		Obs.
		Sim	Não					Ao embalamento	À chegada ao cliente	
À colocação dos loggers	1		X							
	2	X								
	3		X							
À saída das instalações	1		X							
	2	X								
	3		X							

Anexo II – Packages instaladas no programa R.Studio

Packages
car
xlsx
SciViews
xts
dygraph
rJava
Read.xl

Anexo III – Códigos utilizados para o cálculo de valores da fase lag

Códigos para o cálculo de valores da fase lag	
<i>Clostridium perfringens</i>	$\text{LAGClperfringens} \leftarrow \text{function}(\text{mumaxClperfringens}, \text{q0})\{$ $\quad (1/\text{mumaxClperfringens}) * \ln(1+(1/\text{q0}))$ $\quad \text{return}(\text{LAG})$ $\quad \}$
<i>Bacillus cereus</i>	$\text{LPDX10dez} = 1.77 * (10^6) * X10dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX11jan} = 1.77 * (10^6) * X11jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX11dez} = 1.77 * (10^6) * X11dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX12jan} = 1.77 * (10^6) * X12jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX13jan} = 1.77 * (10^6) * X13jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX14jan} = 1.77 * (10^6) * X14jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX15jan} = 1.77 * (10^6) * X15jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX15dez} = 1.77 * (10^6) * X15dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX16dez} = 1.77 * (10^6) * X16dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX17dez} = 1.77 * (10^6) * X17dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX18dez} = 1.77 * (10^6) * X18dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX22dez} = 1.77 * (10^6) * X22dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX5jan} = 1.77 * (10^6) * X5jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX6jan} = 1.77 * (10^6) * X6jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ $\text{LPDX8jan} = 1.77 * (10^6) * X8jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} \wedge (-4.06) + 1.34$ <p>ListaComLPDBC<-c(LPDX10dez, LPDX11jan, LPDX11dez, LPDX12jan, LPDX13jan, LPDX14jan, LPDX15jan, LPDX15dez, LPDX16dez, LPDX17dez, LPDX18dez, LPDX22dez, LPDX5jan, LPDX6jan, LPDX8jan)</p>
<i>Clostridium botulinum</i>	$\text{LPDclbotX10dez} = 49.26 / (\exp(X10dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} - 1.80))$ $\text{LPDclbotX11jan} = 49.26 / (\exp(X11jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}} - 1.80))$ $\text{LPDclbotX11dez} = 49.26 / (\exp((X11dez \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}}) - 1.80))$ $\text{LPDclbotX12jan} = 49.26 / (\exp((X12jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}}) - 1.80))$ $\text{LPDclbotX13jan} = 49.26 / (\exp((X13jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}}) - 1.80))$ $\text{LPDclbotX14jan} = 49.26 / (\exp((X14jan \$ \text{Temperature}^{\circ\text{C}}) - 1.80))$

	<p> $LPDclbotX15jan = 49.26 / (\exp((X15jan\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX15dez = 49.26 / (\exp((X15dez\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX16dez = 49.26 / (\exp((X16dez\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX17dez = 49.26 / (\exp((X17dez\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX18dez = 49.26 / (\exp((X18dez\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX22dez = 49.26 / (\exp((X22dez\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX5jan = 49.26 / (\exp((X5jan\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX6jan = 49.26 / (\exp((X6jan\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ $LPDclbotX8jan = 49.26 / (\exp((X8jan\\$`Temperature^{\circ}C`) - 1.80))$ </p> <p> ListaComLPDclbot<-c(LP DclbotX10dez, LP DclbotX11jan, LP DclbotX11dez, LP DclbotX12jan, LP DclbotX13jan, LP DclbotX14jan, LP DclbotX15jan, LP DclbotX15dez, LP DclbotX16dez, LP DclbotX17dez, LP DclbotX18dez, LP DclbotX22dez, LP DclbotX5jan, LP DclbotX6jan, LP DclbotX8jan) </p>
--	---

Anexo IV – Códigos para as equações de multiplicação microbiana

Códigos para as equações de multiplicação microbiana	
Microrganismo	
<i>Clostridium perfringens</i>	<pre> muClperfringens <- function(Temperatura,Tmin,Tmax, a, b){ if(Temperatura <= Tmin) { muT = 0 }else if (Temperatura >= Tmax){ muT = 0 }else { muT <- a*(Temperatura-Tmin)*(1- exp(b*(Temperatura-Tmax)))^0.5 } return (muT) } </pre>
	<pre> A <- function(muT, t, q0){ A <- t + (1/muT)*ln((exp(- muT*t))+q0)/(1+q0) return (A) } </pre>
	<pre> y <- function(Y0, A, m, muT){ y <- Y0 + muT*A-ln(1+((exp(muT+A)- 1)/(exp(m-Y0)))) return (y) } </pre>
<i>Clostridium botulinum</i>	<pre> muClbotulinum <- function(temperatura, tmin, tmax, a1, b1){ if(temperatura <= tmin){ muClbotulinum = 0 } else if (temperatura >= tmax){ muClbotulinum = 0 }else { muClbotulinum <- a1*(temperatura- tmin)^2*(1-exp(b1*(temperatura-tmax))) } return(muClbotulinum)} </pre>
	<pre> F <- function(v, t, h0){ F <- t + (1/v)*ln(exp(-v*t)+exp(-h0)-exp(- v*t-h0)) return (F) } </pre>
	<pre> y <- function(Q, y0, ymax, muClbotulinum){ y <- y0 + muClbotulinum*F - ln((1+(exp(muClbotulinum*F)- 1)/exp(ymax-y0))) } </pre>
<i>Bacillus cereus</i>	<pre> muBC <- function(temperatura, tmin, tmax, a2, b3){ </pre>

	<pre> if(temperatura <= tmin){ muBC = 0 } else if (temperatura >= tmax){ muBC = 0 }else { muBC <- a1*(temperatura-tmin)^2*(1- exp(b1*(temperatura-tmax))) } return(muBC)} </pre>
	<pre> F <- function(v, t, h0){ F <- t + (1/v)*ln(exp(-v*t)+exp(-h0))-exp(- v*t-h0)) return (F) } y <- function(Q, y0, ymax, muBC){ y <- y0 + muBC*F - ln((1+(exp(muBC*F)-1)/exp(ymax-y0))) } </pre>