



Rita Gil Faria de Bastos

Licenciada em Biologia Celular e Molecular

CALIBRAÇÕES INTERNAS DE EMM'S E VALIDAÇÃO DE PARÂMETROS OPERACI- ONAIIS EM TÚNEL DE CONGELAÇÃO NUMA UNIDADE DE DESMANÇA DE CARNE

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa
outubro, 2022



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CALIBRAÇÕES INTERNAS DE EMM'S E VALIDAÇÃO DE PARÂMETROS OPERACIONAIS EM TÚNEL DE CONGELAÇÃO NUMA SALA DE PRODUÇÃO E DESMANCHA DE CARNE

RITA GIL FARIA DE BASTOS

Licenciada em Biologia Celular e Molecular

Orientadora: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando,

Professora Associada,

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientadores: Sofia Alexandra da Silva Mourão,

Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar

Júri:

Presidente: Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Arguentes: Doutora Silvina dos Anjos Pimenta Marques Maia Ferro Palma,
Professora Coordenadora, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja

Orientador: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando,
Professora Associada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa
outubro, 2022

Calibrações internas de EMM's e Validação de parâmetros operacionais em túnel de congelação numa unidade de desmancha de carne

Copyright © Rita Gil Faria de Bastos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

A realização desta Tese contou com o apoio de várias pessoas e instituições, assim gostaria de agradecer:

Gostaria de agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e à Empresa X por disponibilizarem os meios e o local de trabalho para que este projeto acontecesse.

Obrigado a todo o Departamento de Qualidade, pela partilha do seu tempo e conhecimento comigo. Um agradecimento especial à Sofia Mourão por me guiar no trabalho realizado na empresa; à Eng^a Joana Machado, pelo acompanhamento na sala e à Eng^a Penélope pela oportunidade de colaborar.

Um agradecimento à Professora Doutora Ana Luísa Fernando, pela orientação.

Finalmente obrigada à minha família pelo apoio e paciência ao longo de todos os anos do meu percurso académico.

RESUMO

A indústria alimentar tem vindo a enfrentar inúmeros desafios. A carne, sendo um alimento altamente perecível, continua a enfrentar desafios na sua conservação, nomeadamente a manutenção da sua qualidade. De modo a colaborar com a empresa X, uma unidade de desmancha de carne, e garantir a eficiência do processo de congelação interno de produtos cárneos, foram realizados estudos de congelação para os vários artigos produzidos, tendo-se obtido os tempos de congelação para os mesmos. Para além da determinação dos tempos de congelação para cada produto, foi possível verificar quais os pontos a melhorar no processo de congelação de modo a aumentar a qualidade do produto final. Do mesmo modo, para garantir a segurança dos alimentos e conformidade com a legislação, realizou-se a calibração dos Equipamentos de Medição e Monitorização, de modo a cumprir com o Programa de Pré-Requisitos da empresa, tendo sido reportadas ações corretivas de modo a minimizar as perdas de temperatura em zonas com abertura para o exterior, a fim de aumentar a rentabilidade do processo e diminuir os custos energéticos. Foi ainda reforçada a informação visual para os colaboradores disposta na unidade no que toca a regras de boas práticas de fabrico e higiene de modo a facilitar a compreensão e cumprimento das mesmas. Com o objetivo de acomodar a entrada de novos colaboradores, foi elaborado um manual de acolhimento, para familiarizar os mesmos com as normas internas de higiene e boas práticas.

Palavas chave: Carne, Unidade de desmancha de carne, Congelação, Conservação, Boas Práticas, HACCP, Indústria Alimentar, Túnel, Qualidade, Produção Alimentar

ABSTRACT

The food industry has been facing numerous challenges. With meat being a highly perishable food, it continues to face conservation challenges, namely in the maintenance of its quality attributes. In collaboration with company X (a meat cutting unit) and with the goal of guaranteeing the efficiency of the Industrial freezing process of meat and meat products, freezing studies were carried out for the various articles produced, having obtained the respective freezing times. Thus, in addition to determining the freezing times for each product, it was possible to verify key Improvement points in the process of freezing to increase the quality of the final product. Likewise, to ensure food safety and compliance with legislation, the calibration of the Measuring and Monitoring Equipment was conducted, in order to comply with the company's Pre-requirement Program, and corrective actions were reported, to minimize temperature losses in areas with contact with the exterior, in order to increase the process productivity and reduce energy costs. The visual information available at the unit was also reinforced for employees regarding the rules of good manufacturing and hygiene practices to facilitate their understanding and compliance. In order to accommodate the entry of new employees, a welcome manual was prepared to familiarize them with internal hygiene rules and good practices.

Keywords: Meat, Meat process Unit, Freezing, Preservation, Good Practices, HACCP, Tunnel, Food Industry, Quality, Food Production.

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | A indústria Alimentar | 1 |
| 1.1.1 | A Evolução e a atualidade da indústria alimentar | 1 |
| 1.1.2 | Sistemas de gestão de segurança alimentar | 3 |
| 1.2 | A Carne e Produtos Cárneos | 8 |
| 1.2.1 | Caracterização – conversão de músculo em carne | 8 |
| 1.2.2 | Composição da carne | 9 |
| 1.2.3 | Deterioração química e microbiológica da carne | 11 |
| 1.2.4 | Qualidade da Carne e Produtos Cárneos | 14 |
| 1.2.5 | Perigos para a segurança alimentar | 17 |
| 1.3 | Congelação e refrigeração da carne e produtos cárneos como técnica de conservação | 23 |
| 1.3.1 | Refrigeração | 24 |
| 1.3.2 | Congelação | 25 |
| 1.4 | Boas práticas na indústria alimentar associada a produtos cárneos | 29 |
| 1.5 | Objetivo do trabalho | 32 |
| 2 | MATERIAIS E MÉTODOS | 33 |
| 2.1 | Local do estágio | 33 |
| 2.2 | Calibrações internas de sondas de temperatura | 34 |
| 2.3 | Calibração do esterilizador de imersão | 36 |
| 2.4 | Validação do processo de congelação | 38 |
| 2.4.1 | Carne de Porco para Salsicha | 39 |
| 2.4.2 | Cubos de Porco | 40 |
| 2.4.3 | Salsichas de Porco | 41 |
| 2.4.4 | Mão de Novilho (Sem osso) | 41 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.4.5 | Carne Picada de Bovino e de Perú | 42 |
| 2.4.6 | Carne de Novilho para Guisar | 42 |
| 2.4.7 | Perna de Borrego..... | 42 |
| 2.4.8 | Bifanas de Porco à moda do Porto | 43 |
| 2.4.9 | Bifes embalados individualmente (Bifes e costeletas de Vazia / Alcatra)..... | 43 |
| 2.4.10 | Lombos de Porco..... | 44 |
| 2.4.11 | Dobrada de Novilho | 44 |
| 2.4.12 | Porco Chispe pé aberto | 44 |
| 2.4.13 | Entrecosto de porco para guisar..... | 45 |
| 2.4.14 | Costeletas de Borrego..... | 45 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 47 |
| 3.1 | Calibrações internas de sondas de temperatura | 47 |
| 3.1.1 | Salas de produção | 47 |
| 3.1.2 | Cais de receção de MP carnes Avulso e Cais de expedição | 52 |
| 3.1.3 | Zonas de conferência de mercadoria..... | 55 |
| 3.2 | Calibração do esterilizador de imersão..... | 58 |
| 3.3 | Validação do processo de congelação..... | 62 |
| 3.4 | Reforço do cumprimento de BPH e BPF | 77 |
| 4 | CONCLUSÃO..... | 79 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1-1 - Curva típica de Congelação, para água, água em solução e alimentos. | 28 |
| Figura 2-1 - Datalogger Testo 175-T2 utilizado para registrar os valores de temperatura nos ensaios de calibrações internas..... | 35 |
| Figura 2-2 Datalogger MADGETECH HiTemp140-1 utilizado para registrar os valores de temperatura no ensaio de calibração interna do esterilizador de imersão..... | 37 |
| Figura 2-3 Esterilizador de imersão SERSOUNOX utilizado para a esterilização dos utensílios dos cortadores da sala de desmancha..... | 38 |
| Figura 2-4 - Sonda de perfuração dos dataloggers utilizada..... | 39 |
| Figura 2-5 - Representação esquemática das caixas utilizadas para o embalamento para congelação da carne de porco para salsicha..... | 40 |
| Figura 2-6 - Representação do embalamento para congelação dos cubos de porco..... | 41 |
| Figura 2-7 - Representação do embalamento para congelação da Mão de novilho. | 42 |
| Figura 2-8 - Representação do embalamento para congelação para dobrada de novilho..... | 44 |
| Figura 3-1 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de carnes vermelhas..... | 48 |
| Figura 3-2 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de aves..... | 49 |
| Figura 3-3 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de preparados de carne. | 49 |
| Figura 3-4 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de aves..... | 50 |
| Figura 3-5 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) do Cais de expedição | 53 |
| Figura 3-6 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) do Cais de receção | 53 |
| Figura 3-7 - Gráfico do perfil de temperaturas (°C) em função do tempo (minutos) da zona de conferência de mercadorias refrigeradas..... | 56 |
| Figura 3-8 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da zona de conferência de mercadorias congeladas | 56 |

| | |
|---|----|
| Figura 3-9 - Temperatura registada pelo termómetro padrão e pelo visor existente no esterilizador, em função do tempo de monitorização do equipamento. | 59 |
| Figura 3-10 - Representação das estantes metálicas utilizadas para a congelação, assim como o espaço ocupado por caixa. | 67 |
| Figura 3-11 - Exemplo de gráfico de perfil de temperatura em função do tempo obtido, neste caso para os lombos de porco. | 69 |
| Figura 3-12 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelação para artigos com temperatura final = -12°C. | 70 |
| Figura 3-13 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelação para artigos com temperatura final = -12°C, para os bifes embalados individualmente. | 73 |
| Figura 3-14 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelação para artigos com temperatura final = -18°C. | 74 |
| Figura 3-15 - Exemplo de gráfico de perfil de temperatura em função do tempo obtido, neste caso para a carne Picada de Bovino. | 75 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1-1 - Composição de diferentes peças de carne de diferentes espécies. (INSA, sem data). (* - valor médio de acém, alcatra e lombo), por 100 g..... | 10 |
| Tabela 1-2 - Composição de diferentes peças de carne de diferentes espécies em vitaminas e micronutrientes. (INSA, sem data). (* - valor médio de acém, alcatra e lombo), por 100 g..... | 11 |
| Tabela 1-3 - Valores de Temperaturas de distribuição, conservação e exposição das carnes e seus produtos, adaptado do Anexo do Decreto-Lei nº207/2008 (2008)..... | 17 |
| Tabela 1-4 - Principais perigos biológicos associados à carne e tipo de infecção causada (adaptado de Das et al., 2009)..... | 22 |
| Tabela 3-1 - Erro médio entre a sonda a calibrar e a sonda padrão para as diferentes salas da sala de desmancha..... | 51 |
| Tabela 3-2 - Erro médio entre a sonda a calibrar e a sonda padrão para as diferentes salas da sala de desmancha..... | 55 |
| Tabela 3-3 – Erros médios associados à calibração interna das sondas existentes nas zonas de conferência de mercadoria de refrigerados e congelados..... | 57 |
| Tabela 3-4 - Registo das ações realizadas pelos operadores durante a esterilização e respetivas temperaturas. TE - Temperatura do visor do esterilizador; TSP (*) - Temperatura medida pela sonda padrão(*); (*) - O erro associado à sonda padrão (erro + incerteza) foi incluído nos valores de temperatura apresentados na tabela para o cenário menos favorável, isto é, foi subtraído o valor de 1,05°C às temperaturas obtidas..... | 59 |
| Tabela 3-5 - Resultados de congelação obtidos de 19 de outubro a 15 de dezembro de 2021..... | 63 |
| Tabela 3-6 - resultados completos obtidos no estudo de congelação, T_i - Temperatura inicial; T_f - Temperatura final; T_{mt} - Temperatura média do Túnel; ΔT_i - Temperatura média de entrada \pm desvio padrão; Δ Tempo - tempo médio de congelação \pm desvio padrão..... | 65 |

SIGLAS E ABREVIACOES

| | |
|--------------|--|
| BPH | Boas Práticas de Higiene |
| BPF | Boas Práticas de Fabrico |
| Codex | <i>Codex Alimentarius</i> |
| CAC | Comissão do <i>Codex Alimentarius</i> |
| EMM | Equipamento de Medido e Monitorizao |
| FAO | Organizao das Naoes Unidas para Agricultura e Alimentao |
| HACCP | <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos) |
| MP | Matéria-Prima |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| OMS | Organizao Mundial de Saúde |
| OESA | Operador de empresas do setor Alimentar |
| PCC | Pontos Críticos De Controlo |
| PPR | Programa de Pré-Requisitos |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition |
| SGSA | Sistema de Gestão de Segurança Alimentar |
| UE | União Europeia |
| UDC | Unidade de Desmancha de Carne |
| UFC | Unidades Formadoras de colnias |

1.1 A indústria Alimentar

1.1.1 A Evolução e a atualidade da indústria alimentar

A indústria alimentar é um ramo industrial que tem vindo constantemente a evoluir, impulsionado por numerosos fatores, sendo os principais a evolução tecnológica (Smith, 1993), a evolução das necessidades dos consumidores (Banterle et al., 2011) e a criação de legislação por parte das entidades competentes, que visam proteger o consumidor.

No seguimento desta evolução, na atualidade, quando os consumidores compram alimentos, esperam que os mesmos sejam seguros, livres de contaminação e com qualidade, existindo uma relação de confiança com a indústria alimentar. Este fenómeno acontece principalmente, como resultado da implementação de legislação comunitária, como consequência do acesso a alimentos seguros e adequados a consumo se tratar de um direito estabelecido pelo *Codex Alimentarius* (Codex) (FAO & WHO, 1969).

Com as contantes novas tendências no mercado agroalimentar, é importante, por um lado, a inovação e desenvolvimento e, por outro lado, a fiscalização, garantia do cumprimento das normas existentes e criação de novas normas. Deste modo, a indústria alimentar tem vindo a sofrer uma constante pressão para o desenvolvimento e inovação de novas tecnologias e certificações de modo a acompanhar todas estas tendências.

As necessidades dos consumidores também se têm vindo a alterar e esta alteração tem também originado impacto na indústria alimentar. Veja-se por exemplo o recente aumento de

procura por produtos biológicos ou provenientes de agricultura sustentável na Europa (Ahrendsen et al., 2016). O aumento da conscientização da população, proporcionou uma pressão na indústria, obrigando a uma maior conscientização ambiental por parte da mesma (Dimitri & Baron, 2020). Com o surgimento de novos tipos de produção agroindustrial, como é o caso do biológico, acresce a necessidade da criação de normas por parte das entidades competentes de modo a proteger o consumidor, e a subsequente fiscalização e garantia do cumprimento das mesmas de modo a evitar fraude relativamente a estes alimentos tão procurados (Bostan et al., 2019). Esta fiscalização torna-se desafiante devido à rápida evolução do mercado, havendo necessidade de estudar, procurar lacunas e acompanhar a evolução do processo e reconhecimento legal das certificações emitidas (Dimitri & Baron, 2020; Zorn et al., 2012).

Este fenómeno é transversal a várias áreas dentro do setor agroindustrial, destacando-se o caso de certificações como: ovos de galinhas criadas ao ar livre; certificações de bem estar animal, entre outros... (Spain et al., 2018).

O aumento da população mundial vem ainda exacerbar o desafio das indústrias para não só produzirem alimentos melhores, mas também em maior quantidade. Deste modo, é imperativo para as empresas do setor agroalimentar garantirem uma eficiente cadeia de produção, de modo a diminuir o desperdício e manter o nível de qualidade dos alimentos desde o início ao fim da mesma. Assim, as empresas do setor agroindustrial evoluíram para processos globais, heterogéneos e cooperativos (Badia-Melis et al., 2014; Godfray et al., 2010).

As cadeias globais de fornecimento de alimentos assentam em equilíbrio entre o transporte de produtos por todo o mundo. Para existir sucesso neste transporte global, é necessário considerar-se fatores internos que possam afetar os alimentos, como a prevalência de deterioração, prazo de validade e fatores externos, como custo e distância até ao destino. O processamento adequado de alimentos é de importância crítica para alcançar o abastecimento sustentável (Badia-Melis et al., 2014). Neste sentido, é importante salientar as diversas técnicas de preservação de alimentos que têm vindo a ser empregues e desenvolvidas.

Inicialmente, a necessidade do ser humano levou ao desenvolvimento de técnicas que, embora primitivas, ainda são utilizadas nos dias de hoje como cozinhar, salgar, secar, curar e fermentar (Griffith, 2006; Joardder & Masud, 2019). Com o início da Era industrial surgiram novas técnicas, dependentes de eletricidade, como a refrigeração e congelamento, e a inovação nos meios de conservação tem continuado a evoluir até ao presente (Griffith, 2006; Joardder & Masud, 2019).

De modo a garantir a segurança dos consumidores, as empresas da indústria alimentar apoiam-se em Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar (SGSA) que permitem garantir que os alimentos são seguros para consumo humano.

1.1.2 Sistemas de gestão de segurança alimentar

O Conceito de segurança dos alimentos é provavelmente tão ou mais antigo que a existência dos seres humanos, tendo começado com o reconhecimento de alimentos naturalmente tóxicos, por tentativa e erro, e como consequência a eliminação destes alimentos da dieta (Griffith, 2006). À medida que os padrões e hábitos alimentares do ser humano foram evoluindo, a segurança dos alimentos evoluiu em conjunto. Com o evoluir das civilizações e conceitos de legislação, foram surgindo também as primeiras formalizações legais relativamente à segurança dos alimentos (Griffith, 2006).

As leis de antigas civilizações, como por exemplo o antigo reino de Israel, incluíam conselhos como: alimentos a serem evitados, corretos métodos de preparação e a importância da higiene alimentar (importância da higienização das roupas e do corpo após o sacrifício de animais). Estas regras, embora simples, demonstram já uma preocupação com as doenças de origem alimentar, e o seu impacto nas sociedades antigas, tendo sido relatado que povos como os egípcios, gregos e romanos expressaram preocupações semelhantes (Griffith, 2006).

Após a industrialização do setor agroalimentar, começaram a surgir as primeiras normas internacionais, com o surgimento do *Codex Alimentarius* (Codex), criado em 1963 pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e pela OMS (Organização Mundial de Saúde). Estas organizações em conjunto criaram a Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC), um órgão intergovernamental com 189 países membros mais a UE (FAO/WHO,

sem data), para implementar o Programa Conjunto de Padrões Alimentares da FAO/OMS, estabelecido por uma resolução da Conferência da FAO em 1961 e uma resolução da Assembleia Mundial da Saúde em 1963 (Stankovic, 2016).

O *Codex* é uma coleção de normas alimentares adotadas internacionalmente e textos relacionados que visam proteger a saúde dos consumidores, criar exigências específicas no âmbito do controlo de qualidade alimentar e gestão de riscos alimentares e garantir práticas justas no comércio de alimentos (Stankovic, 2016).

Nas décadas de 80/90 surgiram os grandes primeiros surtos de doenças de origem alimentar que vieram moldar o futuro dos SGSA. O primeiro incidente, com repercussões em vários estados dos Estados Unidos da América, foi o surto de *Escherichia coli* O157:H7, em 1993 (Bell et al., 1994). Este patógeno, responsável pelo síndrome hemolítico-urémico, foi associado posteriormente ao consumo de hambúrgueres mal preparados e mal cozinhados, mostrando o impacto que a falta de cuidados e um consequente surto alimentar pode ter a nível nacional.

Em 1996 o surto de carne de vaca contaminada com priões, que originam Encefalopatia Espongiforme Bovina veio novamente reforçar a importância não só das boas práticas, mas também da importância da transparência entre a indústria e os consumidores (Smith & Bradley, 2003; Vos, 2000).

Com a globalização das cadeias alimentares e consequente surgimento de surtos a nível global, tornou-se ainda mais clara a necessidade da implementação de novos sistemas, os quais têm vindo a ser melhorados continuamente até aos dias de hoje.

Com a perda da confiança por parte dos consumidores, a implementação de sistemas reconhecidos tornou-se um foco das empresas da indústria alimentar. Deste modo, através de certificações reconhecidas por entidades externas, as empresas garantem aos seus consumidores qualidade e segurança, recuperando a confiança.

Como consequência, nos dias de hoje, a indústria alimentar não só é conhecida e responsável pela produção de alimentos seguros, como também por demonstrar de forma transparente como a segurança alimentar foi planeada e controlada.

Em termos globais, um SGSA é um sistema de atividades integradas de prevenção, preparação e autocontrolo para a gestão da higiene e da segurança dos géneros alimentícios numa empresa do setor alimentar (Comunicação da Comissão 2022/C 355/01). Um SGSA inclui inicialmente a aplicação de um Programa de Pré-Requisitos (PPR), que consiste no cumprimento de Boas Práticas de Higiene (BPH) e Boas Práticas de Fabrico (BPF), aliado à implementação de um sistema HACCP, e ainda quaisquer outras políticas de gestão e de comunicação interativa a fim de garantir a rastreabilidade e sistemas de recolha eficazes (Comunicação da Comissão 2022/C 355/01).

Um PPR é um plano que visa prevenir, eliminar ou reduzir os perigos que podem vir a contaminar o alimento durante o seu processo produtivo e posterior distribuição. Esta abordagem preventiva, tem por base as BPH, BPF entre outras boas práticas, de modo a minimizar os riscos associados ao meio envolvente e devem ser considerados os seguintes pontos (Comunicação da Comissão 2022/C 355/01):

- Estruturas (Edifícios e Equipamentos);
- Limpeza e desinfeção;
- Controlo de Pragas;
- Manutenção técnica e calibração;
- Contaminações químicas e físicas pelo ambiente de produção (p. ex., óleos, tintas, madeiras, etc.);
- Alergénios;
- Gestão de Resíduos;
- Controlo de água e ar;
- Controlo de temperatura do ambiente de armazenagem;
- Deve evitar-se a condensação;
- Matérias-primas (seleção de fornecedores);
- Pessoal (higiene, estatuto sanitário);

O PPR visa a minimizar o surgimento de futuros riscos e está na base da aplicação eficaz de um sistema de HACCP.

O sistema HACCP foi desenvolvido pela primeira vez na década de 1960 pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos da América (NASA), trabalhando com a *Pillsbury Corporation*, e os Laboratórios do Exército dos Estados Unidos, para garantir alimentos livres de migalhas e patógenos que tivessem um extenso tempo de prateleira para viagens espaciais. Este sistema foi revolucionário pois foi o primeiro que monitorizava patógenos imposto à indústria alimentar (Bauman, 1995; Crossland, 1997; Weinroth et al., 2018). Este sistema foi posteriormente adaptado e implementado em larga escala pela indústria agroalimentar.

O HACCP é um sistema que efetua o controlo de perigos químicos, físicos e biológicos em todas as fases da cadeia, desde a produção da matéria-prima até à produção, acondicionamento e transporte do produto acabado. Este é um sistema preventivo em que se identificam os pontos onde há maior probabilidade de ocorrência de um perigo. Para cada perigo estabelece-se a probabilidade de ocorrência e de eliminação em processos subsequentes. Através dessa análise identifica-se o risco para esse perigo e a necessidade de tomar medidas preventivas, de controlo e corretivas (Bauman, 1995; Weinroth et al., 2018).

O HACCP deve ser desenvolvido, validado e aplicado adequadamente de modo a garantir a sua eficácia em todas as etapas da cadeia de abastecimento alimentar, desde a origem na produção primária até o consumidor final. A distribuição global de alimentos depende do entendimento de todos os interessados sobre o que é a segurança dos alimentos e como esta é gerida, aplicada e fiscalizada, de modo a evitar danos (Mc Carthy et al., 2018).

O sistema de HACCP é composto por 7 princípios (ASAE, sem data; ASAE & Mil-Homens, 2007):

1. Análise de perigos – identificação dos perigos que devem ser evitados, eliminados ou reduzidos para níveis aceitáveis;
2. Identificação dos Pontos Críticos de Controlo (PCC) – identificação dos PCC em que o controlo é essencial para evitar, eliminar, ou para o reduzir o perigo para níveis aceitáveis;
3. Estabelecer Limites Críticos em cada PCC - que separem a aceitabilidade da não aceitabilidade;
4. Estabelecer e aplicar processos eficazes de vigilância (monitorização) para o controlo dos PCC;
5. Estabelecer medidas corretivas quando a monitorização indicar que um particular PCC está fora de controlo;
6. Estabelecer procedimentos de verificação do sistema – para verificar se as medidas referidas nos números 1 a 5 estão a funcionar eficazmente;
7. Elaboração de documentos e registos – adequados à natureza e dimensão das empresas, a fim de demonstrar a aplicação eficaz das medidas referidas nos números 1 a 6.

Um SGSA é o resultado da implementação de PPR e de procedimentos baseados nos princípios HACCP, sendo estes essenciais em qualquer empresa do setor alimentar. Um SGSA deve ser encarado como uma ferramenta prática para controlar o ambiente e o processo de produção, tendo o seu correto funcionamento grande importância para garantir a segurança dos alimentos produzidos (Comunicação da Comissão 2022/C 355/01). Quando a confiança do consumidor é perdida, pode existir uma mudança nos padrões de consumo dos mesmos, levando a grandes perdas económicas por parte das indústrias afetadas.

Em particular, os produtos cárneos são considerados uma categoria vulnerável, facto que pode ser parcialmente explicado pela ocorrência de muitos incidentes de segurança alimentar relacionados à carne nas últimas décadas.

1.2 A Carne e Produtos Cárneos

1.2.1 Caracterização – conversão de músculo em carne

Segundo o Anexo I do Regulamento CE 853/2004 (2004), a carne é definida como as partes comestíveis de ungulados domésticos, aves de capoeira, lagomorfos e caça, incluindo o sangue, sendo ainda comumente descrita pelo tecido muscular de animais comestíveis pelo ser humano (FAO, 1994).

A carne é o produto da transformação do músculo esquelético dos animais em carne após o abate. Sendo o músculo um tecido dinâmico, responde ao seu ambiente antes, durante e após a morte do animal, pelo que esta conversão é um processo complexo que envolve mudanças químicas e físicas do músculo (Matarneh et al., 2017; Sams, 1999).

Após o sacrifício do animal, os mecanismos enzimáticos e metabólicos do músculo são interrompidos. Primeiramente, é interrompido o fluxo de oxigênio levando a um estado de anoxia no músculo. Depois da morte do animal, as células continuam a respirar, gastando e produzindo ATP, de modo a tentar manter a homeostase celular. O oxigênio é essencialmente importante na regeneração do ATP, e quando se esgota, a regeneração do ATP é feita por processos anaeróbios, consumindo as reservas secundárias de açúcar.

A respiração anaeróbia é um processo menos eficaz, que produz oxigênio e ácido láctico, levando a que o consumo de ATP seja superior à sua reposição. Uma outra consequência da respiração anaeróbia no músculo é a acidificação do meio (Sams, 1999). Devido a esta perda de eficácia na regeneração do ATP no músculo este entra num estado de rigidez muscular, o *rigor mortis* (Huff Lonergan et al., 2010; Matarneh et al., 2017). O *rigor mortis* é completo quando há o consumo de todo o ATP presente no músculo, fazendo com que as proteínas da fibra muscular, miosina e actina, se liguem irreversivelmente o que leva a que o músculo perca toda a capacidade de extensibilidade (Huff-Lonergan et al., 2010).

Após este processo a carne está num estado de rigidez, e para ganhar a textura que conhecemos é necessário haver a degradação destas proteínas que se encontram irreversivelmente ligadas. Esta degradação ocorre por protéases naturalmente presentes na carne,

correspondendo à primeira etapa do início da degradação da carne. Este processo continua a ocorrer durante o armazenamento e conseqüente envelhecimento do músculo, levando a uma diminuição da tensão muscular, melhorando a maciez da carne (Rowe et al., 2004).

Estes processos de transformação ocorrem normalmente nos centros de abate, havendo vários fatores que podem afetar a qualidade da carne nos processos seguintes, durante o seu processamento / armazenamento. Deste modo, para além de ser necessário uma boa verificação das condições de abate e de criação dos animais, é imperativo a manutenção da qualidade da carne nos processos seguintes.

1.2.2 Composição da carne

Uma carcaça de um animal diz-se normalmente composta por três partes essenciais: O músculo, a gordura e os ossos. O tecido muscular esquelético geralmente constitui entre 50% e 70% do peso da carcaça dos animais e, posteriormente, a maior parte do valor. O músculo, comumente referido como carne é, no entanto, composto por vários tipos de tecidos, incluindo tecido nervoso, adiposo e conjuntivo (Weaver, 2012). Na **Tabela 1-1** é possível observar os principais componentes da carne para diferentes espécies em termos energéticos e percentagem de gorduras, proteínas, hidratos de carbono e água. É possível verificar a heterogeneidade dos diferentes compostos entre espécies, assim como entre diferentes peças de carne na mesma espécie. Diferentes peças de carne terão compostos diferentes tendo diferentes impactos na alimentação humana.

Tabela 1-1 - Composição de diferentes peças de carne de diferentes espécies. (INSA, sem data). (* - valor médio de acém, alcatra e lombo), por 100 g

| Nome do alimento | Energia [kcal] | Lípidos [g] | Ácidos gordos Saturados [g] | Ácidos gordos Monoinsaturados [g] | Ácidos gordos Polinsaturados [g] | Hidratos de carbono [g] | Proteínas [g] | Água [g] |
|---------------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------|----------|
| Chispe de porco | 369 | 33,8 | 14,6 | 13,9 | 3,8 | 0,2 | 16,1 | 48,6 |
| Lombo de porco | 131 | 4,7 | 1,6 | 1,6 | 0,8 | 0 | 22,2 | 72 |
| Costeleta ou perna de borrego | 124 | 5 | 2,2 | 1,6 | 0,2 | 0 | 19,7 | 73,6 |
| Bife de vaca (*) | 122 | 4,3 | 1,8 | 1,8 | 0,2 | 0 | 20,9 | 72,9 |
| Vaca para cozer ou estufar meio gorda | 227 | 15,8 | 6,1 | 7,1 | 0,5 | 0 | 21,3 | 61,5 |

A carne é e foi um importante pilar da alimentação humana, existindo estudos que suportaram várias teorias relativamente ao impacto que o aumento do consumo de carne teve na evolução da espécie humana, nomeadamente no desenvolvimento de características que viriam a ser fulcrais para o desenvolvimento de um ser racional (Mann, 2007).

Nos dias de hoje, a carne é uma importante fonte de vários nutrientes. A sua ingestão adequada garante o funcionamento normal do sistema imunológico e o bom funcionamento do metabolismo, proporcionando componentes essenciais aos mesmos (Biesalski, 2005). A carne é particularmente rica em proteínas (**Tabela 1-1**), nomeadamente proteínas ricas em aminoácidos essenciais, ou seja, aminoácidos que o ser humano não consegue sintetizar como o triptofano (Biesalski, 2005). É ainda rica em vitaminas e micronutrientes essenciais como a vitamina A e B12 (não presente em alimentos de origem vegetal), o ferro, ácido fólico, selénio e zinco, como se observa na **Tabela 1-2**. A carne tem ainda a particularidade de ter os minerais acessíveis em formas mais facilmente absorvidas comparativamente com os mesmos presentes em alimentos de origem vegetal (Biesalski, 2005). Na **Tabela 1-2** são observáveis os teores em vitaminas e micronutrientes, presentes em carne de diferentes espécies assim como para diferentes peças da mesma espécie.

Tabela 1-2 - Composição de diferentes peças de carne de diferentes espécies em vitaminas e micronutrientes. (INSA, sem data). (* - valor médio de acém, alcatra e lombo), por 100 g

| Nome do alimento | Vitamina A [µg] | Vitamina D [µg] | Tiamina [mg] | Riboflavina (B2) [mg] | Niacina (B3) [mg] | Triptofano/60 [mg] | Vitamina B6 [mg] | Vitamina B12 [µg] | Cálcio [mg] | Fósforo [mg] | Magnésio [mg] | Ferro [mg] | Zinco [mg] |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|------------|------------|
| Chispe de porco | 0 | 0 | 0,4 | 0,12 | 4,3 | 7 | 0,26 | 0,6 | 26 | 130 | 12 | 2,1 | 2,2 |
| Lombo de porco | 25 | 0,6 | 0,7 | 0,16 | 5,3 | 4,7 | 0,44 | 1 | 7 | 220 | 23 | 0,6 | 1,6 |
| Costeleta ou perna de borrego | 0 | 0,4 | 0,1 | 0,24 | 5 | 3,7 | 0,37 | 2 | 11 | 220 | 27 | 1,7 | 3,8 |
| Bife de vaca (*) | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,16 | 4,6 | 4,5 | 0,51 | 2 | 9 | 170 | 23 | 1,4 | 3,6 |
| Vaca para cozer ou estufar meio gorda | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,17 | 4 | 4,5 | 0,48 | 2 | 13 | 250 | 19 | 0,7 | 3,2 |

Devido ao seu elevado valor nutricional, a carne é um excelente meio de crescimento microbiológico (Andrade et al., 202; Souza et al., 2018). Sendo rica em proteínas é também muito suscetível à degradação enzimática e química (Souza et al., 2019; Souza et al., 2020). Assim, é necessário ter estes fatores em consideração, quando se quer garantir a comercialização de carne segura e com qualidade.

1.2.3 Deterioração química e microbiológica da carne

A deterioração de um alimento define-se como sendo qualquer alteração que torne um produto impróprio para consumo humano (Huis In't Veld, 1996). Como referido no capítulo anterior, a carne é composta essencialmente por água (meio de crescimento microbiano e de reações químicas), proteína (alimento para microrganismos e fonte de enzimas autolíticas), gordura (fonte de alimento a microrganismos, facilmente oxidada) e minerais.

A deterioração de um alimento, e neste caso da carne, acontece devido a fatores intrínsecos e extrínsecos ao alimento. Como fatores intrínsecos temos por exemplo as condições do animal (como a idade, espécie, alimentação e condições de abate), a degradação química e enzimática, (quer por meio de enzimas autolíticas ou outros compostos, naturalmente presentes nos músculos que oxidam proteínas, gorduras e outros compostos). Como fatores

extrínsecos, podem afetar a carne o tipo de armazenamento, temperatura, congelação, aplicação de pressão, radiação e ainda a contaminação, e conseqüente atividade microbiana, que por sua vez pode levar à produção de compostos oxidativos (levando à perda de compostos importantes), ou à formação de compostos indesejados (Dave & Ghaly, 2011; Gould, 1996; Nychas et al., 2008; Pellissery et al., 2019). Por estes motivos, os produtos cárneos são classificados como altamente perecíveis, tendo tempos de prateleira de poucos dias, sendo que requerem especial atenção o cumprimento de Boas Práticas de Higiene (BPH) e Boas práticas de Fabrico (BPF) para garantir que estes duram o máximo tempo com condições de segurança e qualidade aceitáveis.

1.2.3.1 Degradação Química

Mal ocorre o sacrifício do animal, o processo de deterioração da carne inicia-se naturalmente. Esta deterioração ocorre devido à presença de enzimas no músculo, que devido à ausência de fluxo sanguíneo leva à acumulação de produtos de reações químicas, levando à alteração das propriedades fisiológicas do meio celular. Embora a degradação de proteínas após o *rigor mortis* (tenderização) seja um processo essencial para a maciez e formação da carne (Matarneh et al., 2017; Wood et al., 1996), a autoxidação das células musculares após abate é a principal causa de deterioração da mesma (Huff-Lonergan et al., 2010).

No processo de autólise, os complexos presentes nos tecidos são decompostos, resultando no amolecimento e descoloração da carne. Essas alterações de autólise incluem proteólise (autólise proteica) e lipólise (autólise lipídica), que resultam na produção de compostos (proteínas e gorduras) de baixo peso molecular que são fonte de alimento para microrganismos, favorecendo assim a aceleração da degradação microbiológica da carne (Dave & Ghaly, 2011).

Os lípidos presentes na carne, para além de conterem vários compostos essenciais, conferem à carne algumas das características em termos de sabor e textura que associamos à mesma (Wood, 1984). Apesar de conferirem propriedades organolépticas favoráveis, os lípidos são compostos muito suscetíveis à oxidação. A oxidação lipídica é a principal causa não

microbiana de deterioração da qualidade em carnes e produtos cárneos (Min & Ahn, 2005). A autoxidação dos mesmos e consequente produção de radicais livres é um processo natural que afeta uma variedade de ácidos gordos e leva deterioração da carne e formação de sabores e odores desagradáveis (Domínguez et al., 2019).

A degradação química é então o primeiro passo para a degradação da carne, e contribui para a formação de compostos que servem como alimento a microrganismos, estando assim estas duas fases ligadas. Por sua vez, a degradação causada por microrganismos gera compostos oxidativos gerando-se assim um ciclo de deterioração que é importante minimizar.

1.2.3.2 Degradação microbiológica

Sendo a carne um alimento altamente perecível e suscetível à contaminação microbiológica, é essencial haver cuidados na manipulação da mesma de modo a evitar contaminação. Os microrganismos presentes na carne vão consumir as proteínas, hidratos de carbono e gorduras, e produzir compostos voláteis de odor desagradável, filmes viscosos e podem ainda provocar a descoloração (Ercolini et al., 2006).

O músculo dos animais é essencialmente estéril e a contaminação microbiológica do mesmo vai depender das condições do animal pré abate, do abate, e da posterior manipulação da carne. Apesar da esterilidade do músculo, o mesmo não se pode dizer do animal, assim como alguns dos órgãos (como o trato gastrointestinal, pele e gânglios linfáticos). No processo de abate e remoção das vísceras é essencial o cumprimento de boas práticas e a manutenção de boas condições de higiene destes processos de modo a evitar a contaminação cruzada, que pode levar a uma elevada carga microbiana inicial da carne, resultando num produto que se degrada mais rápido (Kauffman, 2012; Lambert et al., 1991; Matarneh et al., 2017). O grau de degradação microbiológica da carne está diretamente associado ao cumprimento de boas práticas durante os processos de abate.

Os microrganismos mais comuns, contaminantes da carne bovina após abate são bactérias como *Pseudomonas* spp., *Moraxella* spp., *Acinetobacter* spp., *Alcaligenes* spp., *Flavobacterium* spp., *Aeromonas* spp., *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Enterobacteriaceae* e

Enterococos intestinais (Sofos, 1994), estando estes associados à contaminação cruzada durante o abate. O tipo de microrganismos contaminante varia de acordo com a espécie, com o tipo de alimentação dos animais, e de condições de vida e abate dos animais. Por exemplo em aves, para além de algumas espécies em comum com a carne de vaca, observamos também contaminação frequente com mesófilos aeróbios, *E.coli*, *Salmonella*, *C. jejuni* e *Listeria monocytogenes* (Sofos, 1994).

As mudanças que ocorrem na carne decorrentes da contaminação microbiana são muito variáveis, dependendo da contaminação inicial e das condições de armazenamento da carne. Cargas microbianas diferentes vão contribuir para o aparecimento de diferentes odores e sabores desagradáveis. Por exemplo, para algumas cepas de pseudomonas, contaminações acima de 10^7 UFC/g levam à formação de compostos de odor e sabor indesejados (Nychas et al., 2008).

Devido ao facto de a contaminação inicial vir de zonas do corpo do animal com temperaturas mais elevadas, após a refrigeração da carne apenas uma fração destas serão capazes de crescer e contribuir para a degradação da mesma (Borch et al., 1996; Zagorec & Champomier-Vergès, 2017). Para garantir a qualidade e segurança do produto é necessário ter em atenção todos estes fatores que possam afetar quer a degradação química como microbiológica, assim como a colonização por organismos que possam causar doenças.

Assim, os fatores mais importantes que afetam a qualidade microbiológica da carne fresca são a contaminação inicial presente no animal, o cumprimento de práticas, sanitização, manuseamento e processamento do produto.

1.2.4 Qualidade da Carne e Produtos Cárneos

1.2.4.1 Qualidade na ótica do consumidor

A qualidade dos alimentos, nomeadamente da carne, é um conceito que tem vindo a evoluir. No passado este termo era maioritariamente referente à segurança dos alimentos, sendo que no presente está mais associado ao valor nutricional, a propriedades associadas à

saúde do consumidor, e a propriedades visuais e organolépticas como a textura o sabor e a maciez (Peri, 2006; Wood et al., 1999).

A qualidade na ótica do consumidor, apesar de se tratar de um conceito subjetivo, é de bastante importante análise. Diferentes consumidores terão interesse em diferentes produtos, baseados na sua experiência, religião, gosto pessoal, e até em fatores éticos associados à produção de alimentos (Grunert et al., 2004; Peri, 2006).

Apesar da subjetividade associada a fatores culturais e pessoais, existem fatores mais objetivos que podem ser avaliados, como o aspeto, cor, teor de sal, etc... Uma carne oxidada e com uma coloração acastanhada será em princípio considerada menos apetecível ou com menos qualidade pelo consumidor. Nesta ótica surge ainda o problema da associação pelo consumidor, de certas características à falta de qualidade, quando de tal não se trata. Deste modo a indústria alimentar tem ainda que considerar o que o consumidor possa rejeitar devido ao aspeto dos alimentos (Grunert et al., 2001, 2004).

Na carne, a qualidade da mesma é afetada pelas condições pré e durante abate, pelas condições de armazenamento, arrefecimento, manipulação, e pelo embalamento e acondicionamento (Grunert et al., 2004).

1.2.4.2 Manipulação de carne e o seu impacto na qualidade

A Indústria alimentar, nomeadamente da carne, pertence a um ramo industrial muito dependente de fatores externos e sofre flutuações de preço dos produtos devido a inúmeros fatores, como o sucesso de criação de animais, crises, desperdício, entre outros... Com a incidência de crises económicas, e conseqüente subida de preços de bens essenciais como alimentos reflete-se ainda mais a importância da produção de produtos com qualidade de modo a evitar desperdício.

Quando um produto alimentar é produzido, se não tiver qualidade para ir para o mercado sofre um decréscimo no seu valor comercial, podendo ser rejeitado. A qualidade final de um produto acabado normalmente vem de uma inspeção visual do produto final, e pode-se

classificar um produto como não tendo qualidade por diversos motivos, desde alterações da cor, formação de depósitos, má cozedura, mau embalamento ou até incorreta disposição dos produtos dando-lhes uma pior aparência.

Para além destes fatores, é ainda necessário considerar o tempo de vida útil do produto, após a sua produção. Quanto mais tempo um produto após a sua produção mantiver as suas características e grau de qualidade, maior retorno económico para a produção, devido à maior probabilidade de venda. Um fator que contribui para a durabilidade de um produto é a baixa contaminação inicial do mesmo. Um produto que não tenha nenhum microrganismo patogénico capaz de originar uma zoonose, pode conter uma elevada carga microbiana, que embora não apresente um perigo para a saúde, vai degradar o produto mais rapidamente diminuindo o seu tempo de prateleira (Castrica et al., 2020).

O grau de degradação microbiológica da carne está diretamente associado ao cumprimento de boas práticas durante os processos de abate, no entanto, em unidades de desmancha de carne (UDC) sem matadouro a carne chega como matéria-prima, e deve ser mantida nas melhores condições de modo a garantir que mantém as condições. A carne, quer se trate de carne fresca ou congelada, deve ser mantida a temperaturas que obedeçam ao Decreto-lei 207/2008 (2008) representadas na **Tabela 1-3**. Consoante se tratem de alimentos ultracongelados ou congelados, em que a temperatura interna do produto deve corresponder no mínimo à estipulada, não havendo limite inferior, ou produtos refrigerados em que a temperatura interna do produto deve estar compreendida entre a temperatura máxima indicada na tabela e a temperatura do início do ponto de congelação (-12° C) (Decreto-lei 207/2008 (2008)).

Tabela 1-3 - Valores de Temperaturas de distribuição, conservação e exposição das carnes e seus produtos, adaptado do Anexo do Decreto-Lei nº207/2008 (2008)

| Estado e Natureza | Temperatura máxima (° C) |
|--|---------------------------|
| Ultracongelado | |
| — Carnes e seus produtos | -18 |
| Congelados | |
| — Carnes de reses, aves, coelho, caça | - 12 |
| — Preparados de carne | - 12 |
| — Carne picada. | *Só para ultracongelados. |
| — Miudezas | - 12 |
| Refrigerados | |
| — Carnes frescas e de caça | + 7 |
| — Carnes de aves, coelho, e de caça | + 4 |
| — Carne picada. | + 2 |
| — Preparados de carne com carne picada | +2 |
| - com carne fresca. | +7 |
| - com carne de aves | +4 |
| - que contenham miudezas | +3 |
| — Preparados de carne | +4 |
| — Produtos à base de carne | + 6 |
| — Gorduras animais frescas | + 7 |
| — Miudezas e vísceras frescas | + 3 |

1.2.5 Perigos para a segurança alimentar

A contaminação de um alimento pode ser de carácter físico, químico e biológico. A contaminação pode ainda dividir-se em primária, direta e contaminação cruzada. A contaminação primária ocorre durante a produção primária de alimentos, no caso da carne, ocorre nos animais, no matadouro, etc. A contaminação direta passa para o alimento diretamente do manipulador, e a contaminação cruzada ocorre pela transferência de contaminantes de um alimento não seguro para outro seguro através de uma superfície ou utensílio que esteja em contacto com ambos, como por exemplo, uma faca que corte carne de uma espécie, que não seja bem higienizada antes de ser utilizada noutra espécie (FAO & PAHO, 2017).

É necessário mitigar a incidência de qualquer um destes perigos, em seguida aprofundados, e causas de contaminação, ao longo da cadeia de produção.

1.2.5.1 Perigos Físicos

Um perigo físico é um objeto não comestível introduzido no alimento que pode causar danos ao consumidor, podendo ser introduzido em qualquer fase da produção. Consoante o tipo de objeto, este pode causar um maior dano, podendo até em casos raros causar a morte. Alguns objetos, quando ingeridos pelo homem, como o vidro e o metal podem causar cortes e danificar o sistema digestivo, sendo por isso bastante perigoso para o consumidor, embora não causem nenhuma alteração ao alimento em si (Das et al., 2019; Kamala & Kumar, 2018). Para além de poderem causar dano ao consumidor, podem ainda ser portadores de outros tipos de perigos, como serem portadores de microrganismos ou produtos químicos tóxicos (Kamala & Kumar, 2018). Os objetos mais comuns que podem contaminar alimentos são os que entram em contacto com os alimentos, como caixas de plástico, películas protetoras e filmes, corpos metálicos provenientes dos equipamentos e utensílios utilizados, ou materiais que caíam de tetos ou paredes (Kamala & Kumar, 2018).

Os perigos mais comuns na indústria da carne provenientes da matéria prima, ou seja, vindos dos matadouro, são as agulhas, balas e fragmentos de osso (Das et al., 2019). Durante a produção e desmancha, a carne pode ser contaminada com metal proveniente das facas e luvas de malha de aço, por madeira e plástico provenientes de caixas e paletes, agrafos, vidro de lâmpadas, unhas de gel, brincos, etc. Por este motivo, na indústria alimentar muitos destes materiais não são permitidos nas zonas de manipulação de alimentos e existem detetores de metais no final das linhas. No entanto, é mais uma vez importante reforçar em conjunto com os colaboradores os riscos destes perigos de modo que nenhum item não permitido entre nas zonas de produção (Das et al., 2019).

1.2.5.2 Perigos Químicos

Os animais e plantas estão constantemente sujeitos à exposição a compostos químicos sejam eles naturalmente ocorrentes na natureza ou produzidos pelo Homem. No entanto, em qualquer das situações, a exposição a estes compostos pode levar a danos, podendo levar à acumulação destes compostos na carne ou derivados aumentando a probabilidade de potencial ingestão pelo Homem destes compostos.

Os perigos químicos nos alimentos incluem contaminantes ambientais, toxinas naturais, alérgenos, micotoxinas, resíduos de pesticidas, medicamentos veterinários, aditivos alimentares, substâncias formadas durante o processamento de alimentos, substâncias derivadas de materiais de contato com alimentos e adulterantes. Estes são também classificados como produtos químicos adicionados, acidentais, ou que se formam durante o processamento (Tuyet-Hanh et al., 2017).

Os compostos químicos de origem ambiental podem ser o resultado de outras indústrias. Os compostos que se encontram hoje nos solos, e que conseqüentemente podem contaminar águas e colheitas, podendo entrar na cadeia alimentar do homem, podem ser recentes ou até compostos que apesar de já terem sido banidos ainda se encontram nos solos como pesticidas e metais pesados. Deste modo, é importante o controle da presença destes compostos nas matérias-primas, e fazer análises regulares à água (Kamala & Kumar, 2018).

Os compostos químicos acidentais que se encontram em carne crua e em colheitas agrícolas são muito semelhantes, devido à base da alimentação de muitos animais se basear em cereais (Kamala & Kumar, 2018). Relativamente aos compostos adicionados já diferem, por exemplo a carne pode conter compostos como antibióticos, suplementos, fatores de crescimento etc., que são administrados ao animal (Ropkins et al., 2010; Tuyet-Hanh et al., 2017).

Quando há o processamento de carnes, há outros perigos químicos que se podem formar. Estes podem ser decorrentes da higienização das salas e utensílios em contacto com a carne, devido à acumulação de detergentes em superfícies, ou podem ser decorrentes quer da adição de conservantes, do cozinhar da carne, ou metabolitos de microrganismos que se encontrem a desenvolver na carne. No caso dos conservantes, tratam-se de perigos intencionais, para os quais há regulamentos que estipulam os teores máximos que os alimentos podem ter, sendo esses teores valores seguros para o ser humano. Os metabolitos formados durante o processamento ou crescimento microbiano, são não intencionais, mas devem ser controlados e monitorizados com frequência de modo a garantir a segurança dos consumidores.

Um perigo químico que tem vindo a ganhar visibilidade são os alergénios. Estes são compostos naturalmente presentes num alimento, ou adicionados, que podem causar uma

reação adversa (alergia) a indivíduos suscetíveis. A hipersensibilidade, ou alergia alimentar é uma reação imunológica adversa, iniciada pela produção de anticorpos específicos, como uma reação a proteínas alimentares (Taylor & Hefle 2001). O corpo produz naturalmente anticorpos como parte do sistema imunitário e de defesa contra organismos estranhos como vírus e bactérias, sendo que no caso das alergias, o sistema imunitário é acionado na presença de compostos que num indivíduo não suscetível não causariam qualquer efeito (Taylor & Hefle 2001). Apesar de apenas uma pequena parte da população ser suscetível, uma reação alérgica pode ser grave ou até potencialmente fatal. Deste modo é necessário evidenciar no rótulo a presença destes compostos, de acordo com o Regulamento (UE) 1169/2011 (2011) de modo a salvar a segurança de indivíduos suscetíveis (Regulamento (UE) 2021/382 (2021)).

Os alergénios mais utilizados na indústria de carne e produtos cárneos estão principalmente associados à produção de preparados de carne e de produtos à base de carne. Dos 14 alergénios explicitados no Regulamento (UE) 1169/2011 (2011), os mais comuns de serem utilizados em produtos cárneos são a soja, tremçoço, aipo, mostarda, glúten, ovos e leite e sulfitos (Spychaj et al., 2018). Estes compostos, em conjunto com outros aditivos, são utilizados para conferirem aos produtos cárneos diferentes propriedades tecnológicas, sabores e texturas (Spychaj et al., 2018). Os sulfitos são normalmente associados à carne, sendo utilizados como inibidores do crescimento microbiano, intensificadores de cor, inibidores de enzimas, antioxidantes, etc... (D'Amore et al., 2020). No entanto, a sua utilização em carne fresca é proibida segundo o Regulamento 1333/2008 (2008), sendo apenas permitida a utilização de sulfitos em preparados de carne. Por este motivo, a utilização deste aditivo em UDC deve ser monitorizada e deve-se garantir o cumprimento de BPF e BPH, de modo a prevenir a contaminação cruzada, especialmente entre zonas de preparação de preparados de carne e carne fresca, e nas zonas de pesagem de aditivos.

Para além da menção destes compostos no rótulo, é necessário o cumprimento de BPH e BPF durante a manipulação destes compostos de modo a mitigar a contaminação cruzada, e a proteção dos consumidores (FAO & WHO, 2020).

1.2.5.3 Perigos Biológicos

Os perigos biológicos impõem um grande risco à segurança dos alimentos e continuam a ser uma preocupação a nível global, apesar da evolução tecnológica e constantes esforços na educação para a segurança dos alimentos. Podem ser bactérias, fungos, vírus, parasitas e priões, e no caso dos microrganismos, estes podem ser patogénicos para o hospedeiro ou podem produzir toxinas que sejam tóxicas para o hospedeiro.

As principais abordagens utilizadas na mitigação dos perigos biológicos na carne e produtos cárneos baseiam-se na implementação de procedimentos que:

- minimizem as fontes e o nível de crescimento de microrganismos no matadouro;
- minimizem o contacto entre o matadouro e o exterior das carcaças com a carne, evitando assim uma grande contaminação inicial da carne.
- Inibam e minimizem o crescimento da contaminação microbiana que eventualmente terá chegado à carne, durante os processos seguintes de desmancha e corte, e manter o cumprimento destas boas práticas até ao final da cadeia de produção.

Estes passos são todos conseguidos com o cumprimento de normas de BPH e BPF (Stopforth & Sofos, 2006).

Os principais perigos biológicos na carne e produtos cárneos estão representados na **Tabela 1-4**.

Tabela 1-4 - Principais perigos biológicos associados à carne e tipo de infecção causada (adaptado de Das et al., 2009)

| Nome | Tipo de Carne | Tipo de Doença |
|---|--|--|
| Microrganismos | | |
| <i>Bacillus cereus</i> | Bovino, suíno, cordeiro, aves | Toxicoinfecção (diarreica) |
| <i>Campylobacter spp.</i> | Bovino, suíno, cordeiro, aves | Infeção invasiva |
| <i>Clostridium botulinum</i> | Bovino, suíno, cordeiro, aves | Intoxicação (toxicoinfecção, botulismo infantil) |
| <i>Escherichia coli</i> | Bovino, suíno, cordeiro | Toxicoinfecção |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Bovino, suíno, cordeiro, aves - prontos para consumo | Infeção invasiva |
| <i>Salmonella enterica</i> | Aves, vaca, porco, cordeiro | Infeção invasiva |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Bovino, suíno, cordeiro, aves - prontos para consumo | Intoxicação (toxina resistente ao calor) |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | Aves, suíno | Infeção invasiva |
| Parasitas | | |
| <i>Cryptosporidium parvum</i> | Bovino, aves | Infeção invasiva |
| <i>Giardia duodenalis</i> | Bovino, aves | Infeção invasiva |
| <i>Sarcocystis spp.</i> | Bovino, suíno | Infeção invasiva |
| <i>Taenia spp. (cysticercosis, taeniasis)</i> | Bovino, suíno | Infeção invasiva |
| <i>Toxoplasma gondii</i> | Bovino, suíno e aves criados ao ar livre | Infeção invasiva |
| <i>Trichinella spp.</i> | Suíno | Infeção invasiva |
| Vírus | | |
| Hepatite E | Bovino | Infeção invasiva |
| Priões - Encefalopatias | | |
| Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) | Bovino | Infeção invasiva |

A carne é um alimento suscetível ao crescimento não só de microrganismos, como um vetor à propagação de parasitas e vírus. O cumprimento de BPH na manipulação de produtos cárneos durante, e após o abate e manipulação destes produtos é essencial na mitigação da propagação destes organismos.

As bactérias são microrganismos unicelulares procariontes, com uma estrutura celular simples e um tempo de replicação rápido em condições ideais. Devido a estes fatores, conseguem adaptar-se com rapidez a diferentes ambientes e o seu crescimento normalmente não é visível. A deterioração pode ser notável (pelo odor, coloração ou produção de muco) quando

já há um crescimento suficiente no entanto, os patógenos que representam um perigo para a saúde humana, podem não causar deterioração visível, e um alimento pode aparentar estar nas melhores condições e no entanto causar uma grave infecção (Das et al., 2019; Kamala & Kumar, 2018). Por estes motivos, os perigos microbiológicos associados a alimentos representam um desafio de grande escala.

É importante realçar que com a subida das temperaturas derivada das alterações climáticas, se estejam a proporcionar condições ainda mais favoráveis ao crescimento de alguns microrganismos patogénicos, e aliando esta problemática ao desenvolvimento de resistência a antibióticos que algumas estirpes começam a demonstrar, este é um tema ao qual se deve prestar atenção de modo a salvaguardar o futuro da segurança dos alimentos (Caniça et al., 2019; B. A. Smith & Fazil, 2019; War et al., 2022).

1.3 Congelação e refrigeração da carne e produtos cárneos como técnica de conservação

A carne é um alimento com um tempo de prateleira reduzido. Deste modo é importante tomar atenção aos métodos aplicados na conservação da mesma, de modo a prolongar o tempo de prateleira ao máximo. A temperatura é um fator crucial tanto para o desenvolvimento de microrganismos, como para a ocorrência de reações químicas que possam levar à degradação do produto. Deste modo, a temperatura da carne é um fator crucial a monitorizar quer em termos de qualidade como de segurança dos alimentos (Dave & Ghaly, 2011).

Os objetivos dos diferentes métodos de conservação são inibir e minimizar tanto a deterioração microbiana como a oxidação e deterioração enzimática. Os métodos atuais de preservação de carne são amplamente categorizados em três métodos (Dave & Ghaly, 2011; Guyon et al., 2016):

- Métodos de controlo de temperatura (congelação, refrigeração, *superchilling*);
- métodos químicos (redução da atividade da água, uso de produtos químicos ou conservantes);
- métodos físicos (radiação ionizante, métodos de alta pressão).

A congelação e refrigeração de alimentos são uma técnica ainda muito utilizada, devido a se tratar de uma técnica prática, fiável e com bons resultados, sendo comumente utilizada em conjunto com outras técnicas.

1.3.1 Refrigeração

A refrigeração, é uma técnica de conservação utilizada desde tempos antigos. Por exemplo, na China no século XVII A.C. era utilizado gelo e neve acumulados em caves de modo a refrigerar bebidas (Kaloyereas, 1950).

Durante o passado, várias técnicas de refrigeração foram sendo utilizadas no entanto, a refrigeração mecânica só foi desenvolvida em meados dos anos noventa do século XX (Joardder & Masud, 2019). Com a evolução da tecnologia têm vindo a surgir novas técnicas, no entanto, esta continua ainda hoje a ser o método mais utilizado, quer em conjunto com novas tecnologias quer como técnica de conservação pela eficácia que tem vindo a demonstrar.

A segurança de um alimento vai depender de muitos fatores, deste o grau e tipo de contaminação inicial, a sua taxa de crescimento, e as características do alimento como o pH e atividade da água, entre outras, no entanto, a temperatura é o fator que mais afeta o processo de degradação, tanto química como microbiologicamente (Gould, 1996). Isto acontece porque a temperaturas mais baixas há a desaceleração das reações químicas no alimento, desacelerando tanto a degradação enzimática, como limitando o crescimento bacteriano. Deste modo, em condições de refrigeração apesar de não existir a eliminação dos microrganismos, há o retardamento da deterioração do mesmo (Gould, 1996).

O arrefecimento de carne deve ser o mais rápido possível, de modo a garantir a inibição do crescimento microbiano com a maior rapidez possível, dada a sua rápida proliferação. Este processo é crítico para a higiene, segurança, qualidade e tempo de prateleira da carne e produtos cárneos.

A refrigeração da carne exposta em câmaras para além de influenciar a descida da temperatura, vai influenciar a perda de água superficial da mesma, sendo que estes dois fatores em conjunto vão contribuir para a redução da atividade microbiana (Delgado & Sun, 2001).

Sendo a manutenção e conservação da carne e produtos cárneos a baixas temperaturas tão importante, é importante não só a existência de equipamentos que monitorizem e registem a temperatura com periodicidade, assim como alarmes que sejam ativados acima de temperaturas definidas.

Os sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), ou Sistemas de controlo, supervisão e aquisição de dados, é um termo usado para descrever um conjunto de padrões de controlo industrial utilizados para melhorar o controlo de processos industriais complexos, sendo utilizados em toda a indústria, e mais recentemente ganharam terreno na indústria alimentar (Holmes et al., 2013). Algumas das vantagens que estes sistemas apresentam são por exemplo o armazenamento de grandes quantidades de dados, a existência de alarmes automáticos em certas condições, a possibilidade de visualizar os dados remotamente e ainda a vantagem de se poder incorporar vários sensores no mesmo sistema. Apesar de trazerem alguma complexidade a nível de utilização, poupam trabalho e custo de mão de obra às empresas, permitindo maior eficiência (Holmes et al., 2013). Estes sistemas permitem monitorizar a temperatura e garantir que não há quebras na cadeia de frio.

1.3.2 Congelação

A congelação é um importante método de preservação usado para prolongar a vida útil de carnes e produtos cárneos. A congelação tem a vantagem, em comparação com outros métodos, de levar a uma perda mínima de qualidade durante o armazenamento durante longos períodos de tempo a baixas temperaturas (Soyer et al., 2009).

Ao contribuir para o aumento do tempo de prateleira, a congelação assegurou a possibilidade de se transportar alimentos não processados e altamente perecíveis como a carne, durante períodos mais alargados e conseqüentemente em maiores distâncias, tendo revolucionado o comércio global e exportação de carne.

Esta técnica ajuda a garantir a segurança microbiológica da carne, inibindo o crescimento microbiano e causando lesões a muitos microrganismos de origem alimentar, nos alimentos congelados (Brown, 1991). Quando os microrganismos estão sujeitos a condições extremas de stress, como a congelação, as suas células podem não sofrer qualquer tipo de efeito nocivo, podem morrer ou podem sofrer lesões sub-letais (Ray, 1979). O tipo de efeito que estas condições adversas causa vai depender do tipo de célula, da sua resistência à temperatura, da sua fase de crescimento, da concentração de solutos extracelulares, formação de cristais de gelo internos, entre muitos outros fatores. Por exemplo, células em crescimento ativo são mais sensíveis aos danos causados pela congelação, quando em comparação com células em fase estacionária (Brown, 1991). Os esporos de fungos, leveduras e bactérias são estruturas de resistência pelo que são bastante resistentes à congelação (Brown, 1991). Embora a congelação não elimine a maioria dos microrganismos, ou os seus esporos, o facto de inibir e retardar o seu crescimento vem permitir que esta se mantenha em condições por períodos longos (meses), ao contrário da carne fresca que dura apenas dias.

É importante realçar que consoante o grau da contaminação microbiológica inicial, a efetividade da congelação como método de conservação pode ser alterada. Alimentos com níveis de contaminação elevados vão se degradar mais rapidamente durante a congelação. A congelação só é um método eficaz quando aliada ao cumprimento de BPH e BPF na produção dos produtos cárneos a congelar. Deste modo, os alimentos para congelação devem ser produzidos seguindo as boas práticas de higiene e segurança alimentar, havendo a correta higienização das zonas de produção sempre que necessário, e a manutenção da cadeia de frio desde o início da produção, durante o embalamento e até à entrada na congelação, devendo este ser um processo em contínuo, sem deixar o produto estagnado em situações que possam levar ao aumento da sua temperatura (Sofos, 1994).

A congelação é o processo em que se altera o estado físico da água do estado líquido para sólido através da remoção de energia. Este processo pode ser feito de vários modos, sendo que o modo e a rapidez da congelação vão afetar as propriedades físicas e a qualidade dos alimentos (Rahman et al., 2009).

As mudanças de temperatura ocorrem por transferência de calor de um corpo quente para um corpo frio e podem ser feitas por três métodos diferentes: condução, convecção e radiação. A transferência de calor por condução é realizada através de contacto entre as moléculas, através da agitação molecular, a transmissão de calor por convecção faz-se entre dois corpos em estados diferentes devido à movimentação das partículas móveis das substâncias, e a transferência de calor por radiação ocorre por meio de ondas eletromagnéticas.

Num túnel de congelação, a transferência de calor ocorre por meio de condução e convecção. O ar em contacto com o evaporador é arrefecido por condução, o ar mais quente e menos denso sobe e toma o lugar do ar arrefecido junto do evaporador, enquanto o ar frio desce e entra em contacto com o produto. Forma-se deste modo, um fluxo de ar contínuo que transfere o calor do produto (fonte quente) até o evaporador (fonte fria), o qual será mais intenso quanto maior for o gradiente de temperatura entre as fontes (Leitão, 2015).

A duração da congelação é o tempo necessário para baixar a temperatura do produto desde a sua temperatura inicial até à temperatura desejada (-12°C ou -18°C) no centro térmico do produto. Uma vez que a temperatura do produto vai baixando por convecção desde a superfície até ao centro do produto, a evolução da temperatura é nestes dois locais. O tempo de congelação depende de vários fatores além da temperatura, como o tamanho e a forma do produto, o material da embalagem e a composição do alimento a congelar.

A congelação é dividida em três fases distintas como mostra a **Figura 1-1**, tanto para a água, como para diferentes solutos e alimentos. Primeiro ocorre a descida de temperatura do alimento até à temperatura de congelação (ou ponto de fusão), em que a água se encontra no estado líquido. Nesta fase, a temperatura desce de uma forma aproximadamente constante num gráfico temperatura em função do tempo. De seguida ao se atingir a temperatura de congelação, há um equilíbrio entre a água líquida e sólida, até toda a água congelar. Nesta fase, toda a energia é utilizada na mudança de fase da água do alimento, permanecendo a temperatura relativamente constante. Finalmente, quando toda a água se encontra no estado sólido a temperatura do alimento volta a descer até atingir equilíbrio com a temperatura exterior (Castro-Giráldez et al., 2014; Rahman et al., 2009).

No caso de se tratar da congelação de água, este processo é fácil de prever e constante, no entanto, sendo os alimentos matizes complexas com constituintes diferentes, que apresentam diferentes comportamentos, há uma alteração relativamente ao padrão normal da água, como mostra a **Figura 1-1**. O fator mais importante na congelação de alimentos é a sua composição, tendo o teor de água, de minerais, de gorduras, compostos solúveis e insolúveis um grande impacto (Castro-Giráldez et al., 2014). A temperatura de fusão de alimentos com alto teor de água, como a carne, sofre uma depressão relativamente aos 0°C da água, sendo normalmente entre os 0°C e os -3,9°C (Rahman et al., 2009).

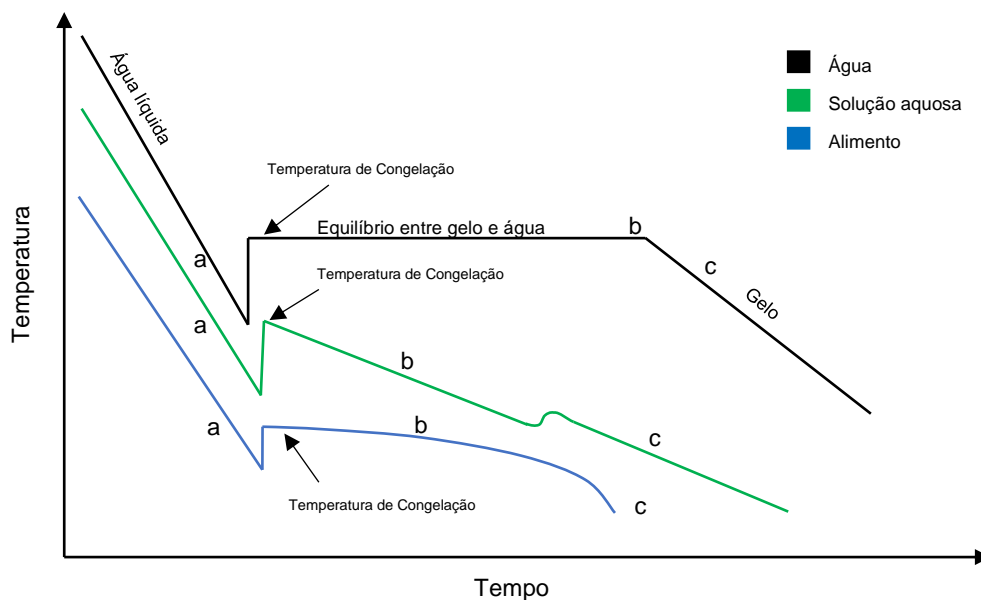


Figura 1-1 - Curva típica de Congelação, para água, água em solução e alimentos. a: temperatura até à cristalização; b: zona de equilíbrio entre fases; c: zona de descida de temperatura do gelo. adaptado de Rahman, et., al (2009).

A transição da água para gelo tem a vantagem de fixar a estrutura do tecido cárneo, transformando a fração de água livre, em cristais de gelo de tal forma que, esta não está disponível como solvente ou componente reativo. Consequentemente, a difusão de solutos no tecido é muito lenta, o que, juntamente com a redução da temperatura, ajuda a diminuir a velocidade das reações (George, 1993; Rahman et al., 2009).

É importante realçar que o tamanho e a localização dos cristais de gelo podem danificar as membranas celulares e quebrar a estrutura física da carne. Deste modo, é importante garantir que a congelação, nomeadamente a fase da mudança de estado deve ser realizada o

mais rapidamente possível, de modo a contribuir para a formação de pequenos cristais de gelo, distribuídos uniformemente pelos tecidos, que danifiquem o menos possível a estrutura da carne. Pelo contrário, se esta fase for muito lenta, a formação de cristais de gelo ocorre maioritariamente extracelularmente, causando perda da água intracelular e turgidez das células, levando à formação de cristais de maiores dimensões que quebrem a estrutura muscular levando à perda de qualidade da carne (Delgado & Sun, 2001; George, 1993; Rahman et al., 2009).

1.4 Boas práticas na indústria alimentar associada a produtos cárneos

Numa Unidade de desmancha de carne (UDC) existe sempre o risco de contaminação, sendo que quanto mais manipulado é um alimento, maior o risco de contaminação. A carne, como já foi referido, é um alimento muito suscetível a contaminação e degradação havendo que tomar especial cuidado.

Em UDC sem matadouro a carne chega como matéria-prima, embalada, ou avulso, já refrigerada. Estas peças de carne já foram previamente manipuladas nas salas de desmancha dos matadouros. Após a receção (e armazenamento) a carne sofre uma segunda desmancha, sendo a carne, ou seus preparados, novamente embalada ou acondicionada.

Nestas unidades, os operadores de empresas do setor alimentar (OESA) são reservatórios e vetores de contaminantes (físicos, químicos e biológicos), podendo contaminar tanto os alimentos, como as superfícies em que os alimentos contactam, sendo então importante garantir o cumprimento de boas práticas de modo a garantir que sempre que a carne toca numa superfície, equipamento, ou nas mãos de um colaborador, estas se encontram limpas e não são uma nova fonte de contaminação cruzada (FAO & PAHO, 2017; Margas & Holah, 2014).

O grau e padrão de contaminação durante a atividade laboral são afetados pelas atividades realizadas pelos OESA durante o dia de trabalho, assim como as suas atitudes e grau de familiarização com as normas. Isto torna a contaminação complexa, difícil de identificar e controlar (Margas & Holah, 2014).

No regulamento (CE) 852/2004 (2004), estão estabelecidas as regras básicas de higiene aplicáveis à manipulação de géneros alimentícios, sendo importante realçar as seguintes:

- Os requisitos de higiene devem ser cumpridos em todas as fases de produção, transformação e distribuição;
- Os OESA que trabalhem em zonas de manipulação de alimentos devem manter um elevado grau de higiene e possuir vestuário limpo.
- Qualquer pessoa que sofra ou seja portadora de uma doença facilmente transmissível através dos alimentos ou que esteja afetada, por exemplo, por feridas infetadas, infeções cutâneas, inflamações ou diarreia será proibida de manipular géneros alimentícios e entrar em locais onde se manuseiem alimentos, seja a que título for, se houver probabilidades de contaminação direta ou indireta.
- As matérias-primas e todos os ingredientes armazenados nas empresas do sector alimentar devem ser conservados em condições adequadas que evitem a sua deterioração e os protejam de qualquer contaminação, e não devem ser conservados a temperaturas de que possam resultar riscos para a saúde. A cadeia de frio não deve ser interrompida, a não ser por breves períodos durante a manipulação.
- Os OESA devem ser supervisionados e receber formação adequada na área de higiene e segurança dos alimentos e estar sensibilizados em relação aos perigos para a segurança dos alimentos e à importância da segurança e higiene dos alimentos.

Na indústria da carne, o Regulamento anterior é complementado com o Regulamento (CE) n.º 853/2004 (2004) que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, das quais se salientam as seguintes regras:

- Os operadores das empresas do sector alimentar deverão assegurar que as salas de desmancha sejam construídas de modo a evitar a contaminação da carne, nomeadamente a contaminação entre espécies diferentes.
- Disponham de câmaras para a armazenagem separada da carne embalada e da carne exposta;

- Disponham de um sistema de desinfecção dos utensílios com água quente que atinja, no mínimo, 82°C, ou de um sistema alternativo de efeito equivalente.
- Disponham de equipamento de lavagem das mãos para uso do pessoal que manuseia a carne exposta, com torneiras concebidas de modo a evitar que a contaminação se dissemine;
- A laboração da carne deve ser organizada de forma a evitar ou minimizar a contaminação (A carne para desmancha seja introduzida nas salas de trabalho à medida que for sendo necessário).
- A carne destinada à congelação deve ser congelada sem demoras injustificadas, tendo em conta, sempre que necessário, um período de estabilização antes da congelação

Para além das normas existem vários guias de boas práticas para manipuladores de alimentos, como a comunicação da comissão relativa implementação de sistemas de gestão da segurança alimentar, que abrangem boas práticas de higiene e procedimentos baseados nos princípios HACCP (Comunicação da Comissão 2022/C 355/01), ou o guia elaborado pela FAO em 2017 (FAO & PAHO, 2017), onde se encontram explícitas uma série de recomendações a seguir pelos OESA, de modo a garantir a segurança e qualidade dos alimentos produzidos das quais se destacam:

- Recomendações de higiene pessoal dos colaboradores, nomeadamente a higienização das mãos, o comprimento ideal das unhas, a recomendação de toma de banho diário, de ausência (ou cobertura) de barba, etc.
- Recomendações de fardamento, nomeadamente a utilização de máscara, touca, sapatos exclusivos para utilização na área alimentar, avental, etc.
- Recomendações de comportamentos a adotar ou não durante a manipulação de alimentos como evitar tocar na face boca e olhos, roer as unhas e assoar, usar brincos e anéis e praticar hábitos como a higienização regular das mãos, higienizar regularmente os equipamentos e utensílios, etc.

A maior contaminação causada pelos OESA são os microrganismos. Estes encontram-se tanto interna como externamente em todos os OESA e podem facilmente migrara para os

alimentos. Deste modo, é importante que haja uma formação contínua dos mesmos em termos de segurança alimentar e boas práticas.

1.5 Objetivo do trabalho

O presente trabalho teve como objetivo o cumprimento dos PPR da empresa, o reforço da informação disponibilizada a colaboradores no que toca a regras de Higiene e Segurança Alimentar, e a validação do processo de congelação dos produtos produzidos de modo a garantir que estes atingem a temperatura legal, e de modo a aumentar a rentabilidade do processo e diminuir o consumo energéticos.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo, primeiramente assegurar o cumprimento dos PPR e garantir a calibração dos EMM, garantindo assim que as temperaturas legais estipuladas para a manipulação de produtos cárneos eram cumpridas.

Foi também reforçada a importância do cumprimento de BPH e BPF junto dos colaboradores. Para tal, procurou-se elaborar documentos visuais que permitissem auxiliar os colaboradores na compreensão das regras a serem cumpridas por parte dos mesmos.

Este trabalho está alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável, nomeadamente com o Objetivo nº 12 - "Garantir padrões sustentáveis de consumo e produção". Apoiando a redução de desperdício alimentar (meta 12.3), através da correta manutenção de sistemas de frio e aumento do tempo de vida útil de produtos cárneos, por meio de estudos de tempos de congelação. Através dos estudos de congelação é possível controlar e melhorar os tempos de congelação de modo a se realizar um melhor planeamento da congelação e reduzir os custos energéticos, através do aumento da eficiência energética dos processos, alinhado com o objetivo 7 - "Garantir o acesso a energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos", nomeadamente com a meta 7.3 referente ao aumento da eficiência energética.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do estágio

O presente estágio curricular foi realizado numa empresa especializada na indústria, comércio e distribuição de alimentos secos, frescos, refrigerados, congelados e ultracongelados, que conta com cerca de 38 anos de história. A unidade de Alcochete onde se realizou o estágio é uma unidade que conta com uma sala de desmancha de carne e armazém de frescos secos e congelados. O Estágio teve enfoque na receção e processamento de carnes, tendo iniciado a 1 de outubro de 2021 e terminado a 29 de abril de 2022. Nesta filial é efetuada a receção, processamento e expedição de produtos cárneos frescos e congelados, para as restantes filiais e clientes através de um sistema de distribuição próprio, contendo viaturas com compartimentos mantidos a temperaturas de refrigeração e congelação. Ao longo do dia, recebem-se variados tipos de matérias-primas cárneas, nomeadamente carcaças e peças de suíno, peças de bovino, novilho e vitelo, coelho, cabrito, borrego e aves como o peru e frango, pato e codornizes.

A empresa em questão trata-se de uma empresa de comercialização de todo o tipo de produtos para indústria alimentar, focando-se na qualidade e segurança de todos os serviços prestados. A filial funciona também como um entreposto com receção de produtos, de marca própria e de fornecedores externos, que são controlados pela equipa de Controlo de Qualidade do armazém, antes de serem armazenados nas condições necessárias e distribuídos. Fazem parte destes outros artigos, todo o tipo de artigos alimentares necessários para o funcionamento de um estabelecimento alimentar, desde óleos alimentares, condimentos, aperitivos e artigos congelados.

Durante o estágio integrei a equipa de qualidade da sala de desmancha, sendo que diariamente realizava algumas das atividades:

- Inspeção da sala de desmancha de modo a verificar a conformidade das higienizações realizadas na tarde anterior, nomeadamente a higienização da sala dos preparados, das facas, faqueiros e luvas de malha de aço. Verificações diárias do estado das bancadas, paredes, portas, pavimento, etc...
- Acompanhamento da produção, nomeadamente de preparados de carne, garantindo o cumprimento das boas práticas de higiene e fabrico. Neste acompanhamento era monitorizada a temperatura ao longo da produção, desde o abatimento térmico até à temperatura do produto final.
- Controlo diário do funcionamento do detetor de metais (PCC). Verificação do correto preenchimento dos documentos de registo pelos colaboradores. Verificação de rastreabilidade de matérias-primas e consumíveis a ser utilizados em sala de desmancha / produção e em stock.

2.2 Calibrações internas de sondas de temperatura

As várias sondas que permitem monitorizar a temperatura ambiente nas salas de produção da sala de desmancha, cais de receção e expedição, zonas de conferência de mercadorias e túnel de congelação estático, são controladas por um sistema SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition*. Este sistema permite monitorizar à distância e em tempo real a temperatura ambiente, e deste modo acionar alertas e alarmes se detetada alguma anomalia, permitindo ainda ajustar parâmetros do processo e enviar ordens para o sistema.

No interior de cada uma das zonas de corte existentes na sala desmancha existe apenas uma sonda localizada na parte superior da parede, com exceção da sala de desmancha de carnes vermelhas que, devido à sua dimensão, dispõe de duas sondas em zonas afastadas uma da outra.

Para se proceder à calibração das sondas SCADA utilizaram-se dois dataloggers TESTO 175-T2, previamente calibrados em laboratório externo:

- T.P.1 – Marca: Testo. Modelo: 175-T2. Nº de série: 40107054. Calibrado a: 13/08/2021. Erro máximo: 0,25°C.
- T.P.2 – Marca: Testo. Modelo: 175-T2. Nº de série: 40130564. Calibrado a: 15/06/2021. Erro máximo: 0,26°C.

O intervalo de temperaturas alcançado pelo medidor de infravermelhos do datalogger está compreendido entre os -35°C e os 55°C. Tem uma resolução de 0,1°C e a sua exatidão é de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. A sonda de perfuração possui um intervalo de medição de -50°C até 150°C e a sua exatidão é de $\pm 0,2^\circ\text{C}$ para valores de temperatura entre os -25°C e os 74,9°C.

Na **Figura 2-1**, encontram-se representados os dataloggers supramencionados, assim como a sonda SCADA a calibrar.

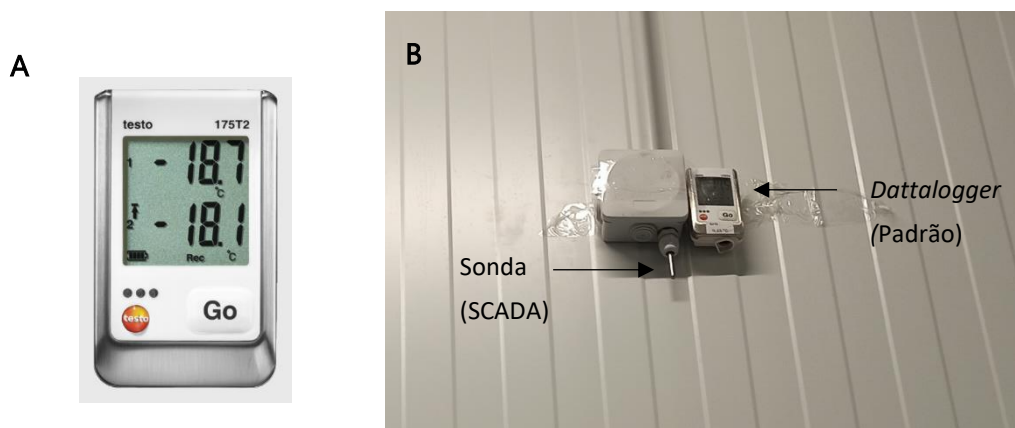


Figura 2-1 - Datalogger Testo 175-T2 utilizado para registar os valores de temperatura nos ensaios de calibrações internas. A - Aproximação do datalogger mostrando o visor, que na zona superior (canal 1) marca a temperatura do ar e na zona inferior (canal 2) marca a temperatura da sonda de perfuração quando esta se encontra acoplada. B - datalogger posicionado junto da sonda SCADA à esquerda.

No visor do aparelho é possível observar a existência de dois canais de medição de temperatura. No canal 1, superior, é possível observa-se a temperatura do ar, medida diretamente no aparelho por infravermelhos (**Figura 2-1-A**). No canal 2, é possível observar-se a temperatura medida através da sonda de perfuração quando esta se encontra acoplada. Neste estudo

de calibração não foram utilizadas sondas de perfuração, sendo a temperatura do ar medida diretamente pelo aparelho no canal 1.

Para que o equipamento realizasse o registo dos dados na sua memória interna, foi necessário recorrer ao Testo Software Comfort Basic 5.0 através do qual foi possível não só programar previamente o dia e a hora a que se pretendia que o datalogger iniciasse as leituras, como também definir os intervalos de medição, e exportar os dados, de forma a poderem ser analisados posteriormente.

Concluído o tempo do ensaio, foram recolhidos os dados da sonda padrão e os dados das sondas de temperatura da central de frio (SCADA), de forma a comparar os valores de temperatura registados para o mesmo período.

De modo a acomodar o erro associado a cada um dos dataloggers, o erro foi somado ao valor de temperatura registado, considerando-se assim o pior cenário possível. O erro médio foi calculado através da média do módulo da diferença entre a temperatura registada pelo sistema SCADA e a temperatura registada pelo datalogger com o erro somado.

2.3 Calibração do esterilizador de imersão

A sala de desmancha possui uma sala adjacente (sala de ferramentaria) destinada à esterilização, afinamento e armazenamento no final do dia dos utensílios de corte. Nesta sala, encontra-se presente um esterilizador de imersão, utilizado pelos cortadores da sala de desmancha para desinfetar os utensílios (fusus, facas e luvas de malha de aço) aquando da pausa de almoço e ao final do dia de laboração.

Esterilizador de imersão:

- Marca: SERSOUNOX. Modelo: Tanque Ester. 6 Kits. N° Série: 2017-TE6K-05
- Capacidade máxima: 6 faqueiros
- Regulação da temperatura do equipamento: 87°C

Este equipamento possui um pequeno visor no qual é possível observar a temperatura da água registada pela sonda de temperatura do equipamento. Uma vez que o aquecimento

funciona através de uma resistência com um termostato é ainda possível observar, através de uma luz, quando a resistência do esterilizador se encontra ligada e quando desliga.

Para a calibração interna do esterilizador de imersão, de modo a garantir que a água atinge e mantém a temperatura mínima definida no Regulamento CE nº 853/2004 (2004) (82°C), foi utilizado um datalogger da marca MADGETECH HiTemp140-1 (**Figura 2-2**) com um erro associado de $\pm 1,05^\circ\text{C}$. Este datalogger tem a capacidade de medir temperaturas entre os -40°C e os 260°C e uma resolução de $0,01^\circ\text{C}$ e exatidão de $\pm 0,3^\circ\text{C}$ (para valores de temperatura entre os $-20,00^\circ\text{C}$ e os $19,99^\circ\text{C}$).



Figura 2-2 Datalogger MADGETECH HiTemp140-1 utilizado para registar os valores de temperatura no ensaio de calibração interna do esterilizador de imersão.

O esterilizador de imersão encontra-se regulado para 87°C . Na **Figura 2-3** encontra-se apresentado o esterilizador de imersão existente na empresa, assim como uma ilustração do seu interior e da colocação do datalogger. Para a colocação do datalogger no interior foi utilizado uma estrutura de ferro que permite manter o mesmo em suspensão numa zona fixa e suficientemente perto da zona central, onde os faqueiros são introduzidos e esterilizados, garantindo que os mesmos atingem a temperatura necessária.

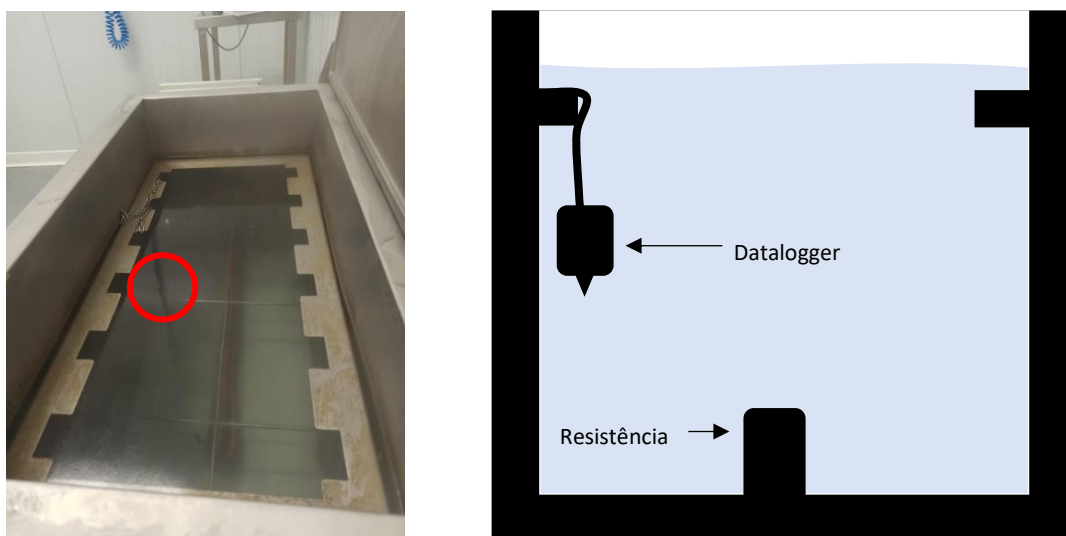


Figura 2-3 Esterilizador de imersão SERSOUNOX utilizado para a esterilização dos utensílios dos cortadores da sala de desmancha. A - Esterilizador com o datalogger colocado e com a tampa aberta. B - Representação gráfica do interior do esterilizador com o datalogger colocado, evidenciando a localização da resistência.

2.4 Validação do processo de congelação

De modo a proceder à congelação dos diversos produtos cárneos produzidos na filial e comercializados congelados ou ultracongelados, a empresa dispõe de um túnel de congelação estático com portas e paredes revestidas por um material isolante de modo a minimizar perdas de temperatura.

No exterior do túnel, existe um painel de controlo que permite ligar e desligar o mesmo. A temperatura interna do túnel é controlada por uma sonda de temperatura (SCADA) presente no interior do equipamento (apresentada no capítulo 2.2).

Os produtos para congelação podem ser dispostos no interior do túnel de três formas distintas: em paletes de plástico, em estantes metálicas ou em caixas de plástico.

Para efetuar o registo de temperaturas durante o processo de congelação, foram utilizados dois dataloggers, T.P.1 e T.P.2, com os erros respetivamente descritos no capítulo 2.2 com a sonda de perfuração correspondente (**Figura 2-4**).



Figura 2-4 - Sonda de perfuração dos dataloggers utilizada.

Para validar o processo de congelação não foi possível realizar a perfuração das embalagens contendo os produtos para congelar uma vez que iria gerar enorme desperdício alimentar. Deste modo a sonda foi colocada sempre numa posição que simulasse o centro de massa do produto. Nos capítulos seguintes descreve-se de forma mais pormenorizada o modo de colocação da sonda nos diversos produtos acompanhados.

Depois de colocadas as sondas, o produto era deixado nas estantes, devidamente identificado, juntamente com o restante produto enquanto aguardava a entrada no túnel. De modo a diminuir as perdas de temperatura do túnel de congelação resultantes da abertura da porta, todos os produtos destinados a congelação, entravam simultaneamente no túnel. O produto era colocado ao final do dia no túnel, permanecendo no interior do mesmo até ao dia seguinte.

No dia seguinte era feita uma verificação da temperatura do produto, através do visor do datalogger, de modo a verificar se o produto já tinha atingido a temperatura pretendida. Caso tal se verificasse, o produto era retirado do túnel, era retirado o datalogger e selado o produto novamente.

No seguinte capítulo estão descritos os diferentes produtos em estudo, as suas características e método de embalagem, assim como as técnicas utilizadas para a congelação dos mesmos.

2.4.1 Carne de Porco para Salsicha

A carne de porco para salsicha é congelada em caixas de plástico revestidas com um saco de plástico fino azul. As caixas são empilhadas e são colocadas em paletes que contêm 4 caixas na base, ou seja, duas à frente e duas atrás no túnel como mostra a **Figura 2-5**. Cada caixa pode conter até 15Kg de carne. Uma vez que se trata de um produto não selado a vácuo, é possível perfurar e atingir o centro térmico.



Figura 2-5 - Representação esquemática das caixas utilizadas para o embalamento para congelação da carne de porco para salsicha. Caixas de plástico empilhadas contendo carne de porco para salsicha em palete. Cada caixa contém aproximadamente 10Kg de carne revestidos com um saco de plástico azul.

2.4.2 Cubos de Porco

Os cubos de porco são congelados em caixas de cartão (**Figura 2-6-A**), sendo que cada caixa contém no seu interior três sacos fechados a vácuo com aproximadamente 2Kg de carne, ou seja, cada caixa de cartão tem aproximadamente 6Kg de carne.

Os sacos a vácuo são colocados uns por cima dos outros. As caixas de cartão são completamente seladas com fita cola antes de entrar no túnel, não havendo espaço para entrada de ar.

Neste tipo de situação, em que existem 3 sacos selados a vácuo dentro de uma caixa, o método utilizado foi o mostrado na **Figura 2-6-B**, em que a sonda foi colocada entre as três embalagens de modo a simular ao máximo o centro térmico. A imagem é representativa e nas caixas não existe espaço entre as embalagens de plástico, estando a sonda em contacto com o produto embalado.

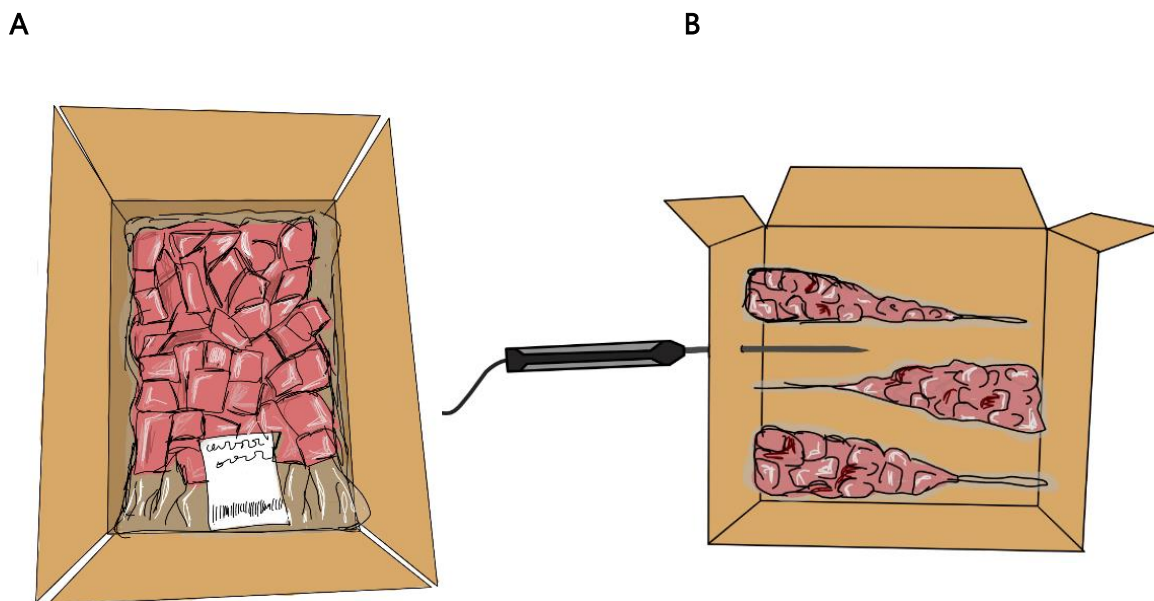


Figura 2-6 - Representação do embalamento para congelação dos cubos de porco. A- Representação das 3 embalagens embaladas a vácuo dentro da caixa de cartão. B - Representação esquemática da orientação das embalagens de plástico dentro da caixa de cartão, assim como da posição relativa do datalogger entre as embalagens.

2.4.3 Salsichas de Porco

As salsichas de porco são congeladas do mesmo modo que foi descrito no Capítulo 2.4.2, em caixas de cartão, tendo cada caixa dentro três sacos fechados a vácuo contendo aproximadamente 2Kg de carne, ou seja, cada caixa de cartão tem aproximadamente 6Kg de carne.

2.4.4 Mão de Novilho (Sem osso)

Este produto é congelado em caixas de cartão, contendo cada caixa dois sacos de plástico com duas mãos de novilho seladas a vácuo cada um. Os sacos são colocados em direções opostas, isto é, as pontas das mãos a apontar para direções opostas (**Figura 2-7**). O datalogger foi colocado entre as duas embalagens, na zona mais carnuda, ou seja na zona onde é previsto que demore mais tempo a atingir a temperatura pretendida, de modo a cobrir o cenário mais desfavorável.



Figura 2-7 - Representação do embalagem para congelação da Mão de novilho. Cada caixa contém duas embalagens seladas a vácuo com duas mãos.

2.4.5 Carne Picada de Bovino e de Perú

A carne picada de bovino é congelada do mesmo modo que foi descrito em 2.4.2 (Ver 2.4.2 Cubos de Porco) em caixas de cartão fichadas com fita-cola, tendo cada caixa no seu interior três sacos fechados a vácuo contendo aproximadamente 2Kg de carne, ou seja, cada caixa de cartão tem aproximadamente 6Kg de carne.

2.4.6 Carne de Novilho para Guisar

A carne de novilho para guisar é congelada do mesmo modo que foi descrito em 2.4.2 (Ver 2.4.2 Cubos de Porco) em caixas de cartão fichadas com fita-cola, tendo cada caixa dentro três sacos fechados a vácuo contendo aproximadamente 2Kg de carne, ou seja, cada caixa de cartão tem aproximadamente 6Kg de carne.

2.4.7 Perna de Borrego

Este artigo é composto por duas embalagens de plástico seladas a vácuo contendo cada uma, uma perna de borrego. Estas duas pernas seladas a vácuo são então colocadas dentro de uma caixa de cartão e fechadas com fita-cola. O datalogger foi colocado entre as

duas pernas, na zona mais carnuda, ou seja, na zona onde é previsto que demore mais tempo a atingir a temperatura pretendida, de modo a cobrir o cenário mais desfavorável.

2.4.8 Bifanas de Porco à moda do Porto

As bifanas à moda do porto são congeladas do mesmo modo que foi descrito em 2.4.2 em caixas de cartão fichadas com fita cola, tendo cada caixa no seu interior três sacos fechados a vácuo contendo aproximadamente 2Kg de carne, ou seja, cada caixa de cartão tem aproximadamente 6Kg de carne.

2.4.9 Bifes embalados individualmente (Bifes e costeletas de Vazia / Alcatra)

Os bifes caracterizam-se por serem embalados individualmente a vácuo, variando apenas a massa de cada bife, e conseqüentemente o número de bifes por caixa ou o peso final da mesma. No caso das costeletas acresce ainda a presença de osso. Uma vez que a massa do bife altera, o número total de bifes presente em cada embalagem vai variar consoante estes três artigos.

As costeletas de novilho (com osso) pesavam cerca de 450/500g por bife embalado individualmente e eram colocadas 10 por caixa de cartão pesando entre 4/5Kg a caixa.

O bife da vazia foi estudado contendo entre 200/220g por bife e entre 320/350g. Em ambos os casos, a caixa continha 15 unidades pesando por volta de 3/3,75kg e 4,8/5,25Kg respetivamente

O bife da alcatra pesa cerca de 120g e as caixas de cartão contêm 25 unidades perfazendo um total de cerca de 3Kg.

Neste tipo de artigo que continha vários sacos pequenos selados a vácuo, o datalogger foi colocado no centro térmico na massa total de bifes, em contacto com os sacos.

2.4.10 Lombos de Porco

Os lombos de porco são peças de carne mais longas e deste modo têm caixas de cartão específicas com maior comprimento. Cada caixa comporta até 3 lombos, cada um selado a vácuo individualmente. Neste caso o datalogger foi colocado entre dois lombos de lado.

2.4.11 Dobrada de Novilho

A Dobrada de novilho é embalada a vácuo e colocada individualmente numa caixa de cartão como mostra a **Figura 2-8**. Por ser embalada a vácuo numa superfície plana, a sua base é plana pelo que o datalogger foi colocado por baixo da mesma, ou seja, entre a caixa e o produto. Uma vez que o produto é embalado individualmente, a simulação do centro térmico não é a mais aproximada.

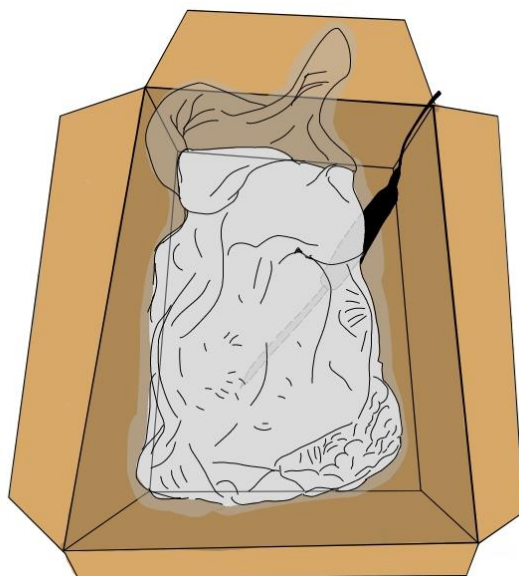


Figura 2-8 - Representação do embalamento para congelação para dobrada de novilho. Cada caixa contém uma embalagem selada a vácuo.

2.4.12 Porco Chispe pé aberto

O chispe de porco é congelado avulso dentro de caixas de cartão forradas com um liner de plástico. Dentro de cada caixa estão cerca de 4 pés de porco. Neste artigo o datalogger foi colocado dentro do produto no centro térmico da caixa. Cada caixa leva cerca de 6 Kg de carne.

2.4.13 Entrecosto de porco para guisar

O Entrecosto é embalado em caixa de cartão, contendo dois sacos, selados a vácuo com a carne, em cubos, cada saco contendo aproximadamente 3 Kg de carne.

2.4.14 Costeletas de Borrego

As costeletas de borrego são colocadas avulso dentro de caixas de cartão forradas com um liner de plástico. Cada caixa leva cerca de 5 Kg de costeletas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Calibrações internas de sondas de temperatura

3.1.1 Salas de produção

A sala de desmancha de carnes vermelhas possui duas sondas de temperatura da central de frio (SCADA) para que seja possível efetuar um melhor controlo da refrigeração de toda a área, uma vez que se trata de uma zona extensa. De modo a garantir sempre a conformidade, este sistema de duas sondas regista apenas o valor da sonda cuja temperatura está mais elevada, ou seja, a sonda que obtiver o valor mais desfavorável. De modo a ter em consideração esta variável, foi colocada uma sonda padrão junto de cada sonda do sistema SCADA, durante o mesmo período de tempo, para que, posteriormente, se seleccionassem os valores de temperatura da sonda padrão que apresentassem valores mais desfavoráveis. Desta maneira, foi possível seguir a mesma metodologia de obtenção de valores de temperatura que o sistema SCADA.

De acordo com a alínea b) do ponto 2, do Capítulo V, do anexo III do Regulamento (CE) nº 853/2004 (2004) e respetivas alterações: " *Durante a desmancha, a desossa, a aparagem, o corte em fatias, o corte em cubos, o acondicionamento e a embalagem, a carne seja mantida a uma temperatura não superior a 3°C no caso das miudezas e a 7°C no caso da restante carne, através de uma temperatura ambiente máxima de 12°C ou de um sistema alternativo de efeito equivalente*".

De modo a obedecer aos critérios legais, o critério de aceitação utilizado foram os 12° C, sendo necessário que nenhum valor ultrapasse esta temperatura. Foi estabelecido também um critério de aceitação para a média do erro entre as medições dos dois dispositivos, de modo a avaliar a média das oscilações de temperatura, sendo que este deve ser <0,5° C.

Os valores obtidos para as diferentes salas, estão expressos de seguida começando pela sala de desmancha de carnes vermelhas (**Figura 3-1**), sala de desmancha de aves (**Figura 3-2**), sala de preparados de carne (**Figura 3-3**) e sala de encartonamento (**Figura 3-4**). Em cada um dos gráficos encontram-se representados os perfis de temperatura da sonda SCADA a calibrar, da sonda padrão, ao qual foi adicionado o valor do erro, assim como a temperatura de aceitação e regulação da sala. A verde está representado o perfil registado pela sonda padrão (valor registado na sonda + erro da sonda). A laranja encontra-se o perfil de temperatura registado pela sonda SCADA a calibrar. Por último, a linha a vermelho representa a temperatura de aceitação, que não pode ser ultrapassada de modo a cumprir o definido no Regulamento supra-mencionado, e a amarelo a temperatura de regulação da sala.

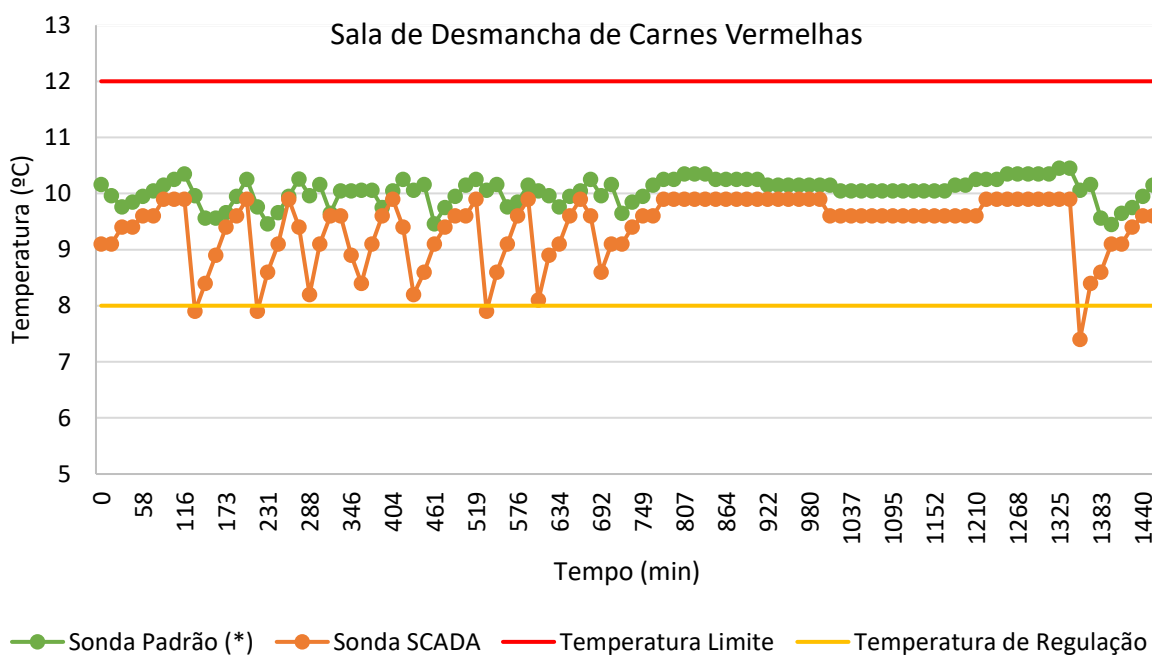


Figura 3-1 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de carnes vermelhas.

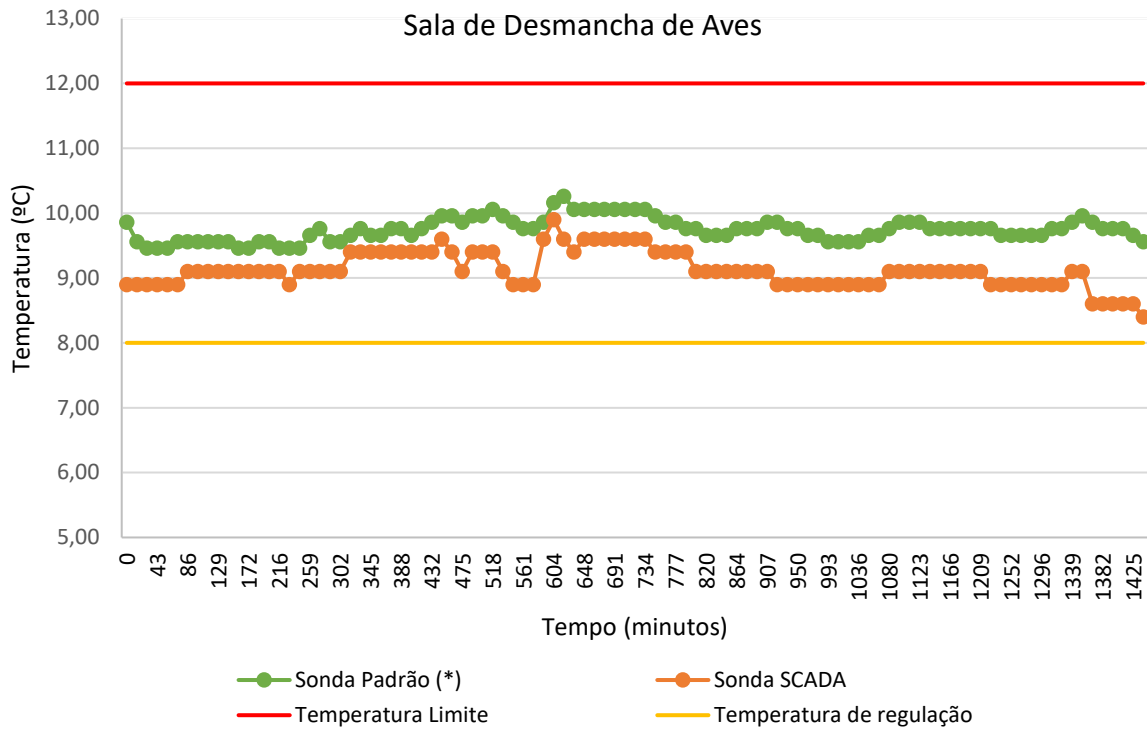


Figura 3-2 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de aves.

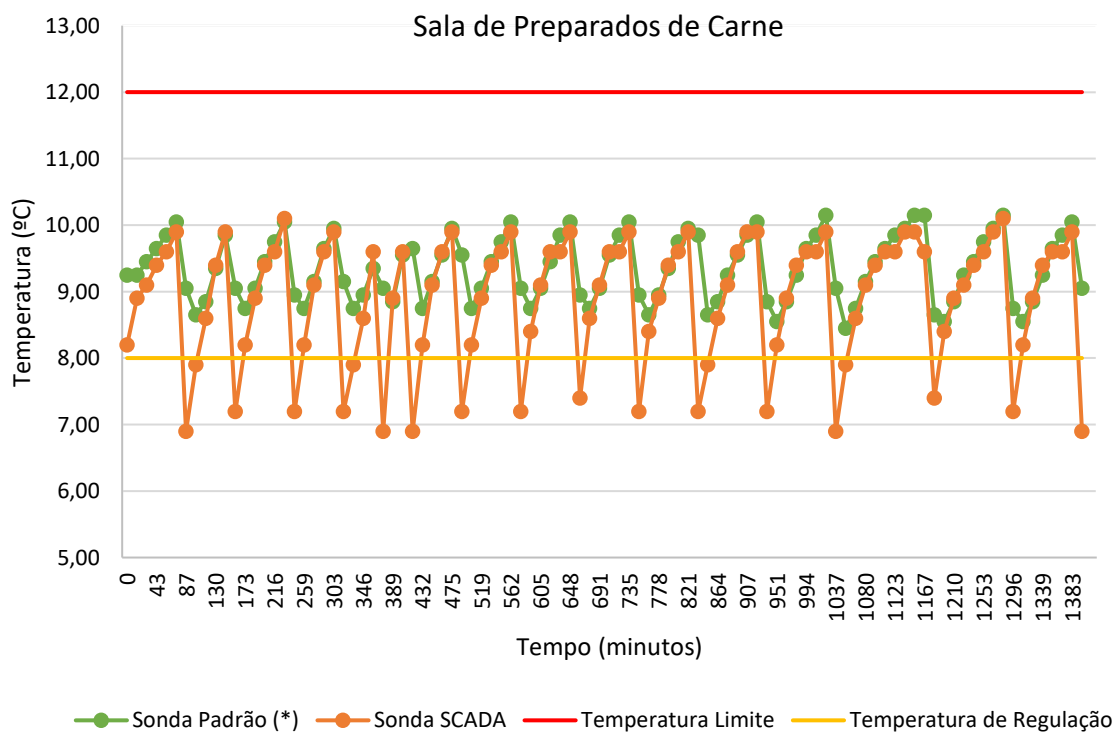


Figura 3-3 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de preparados de carne.

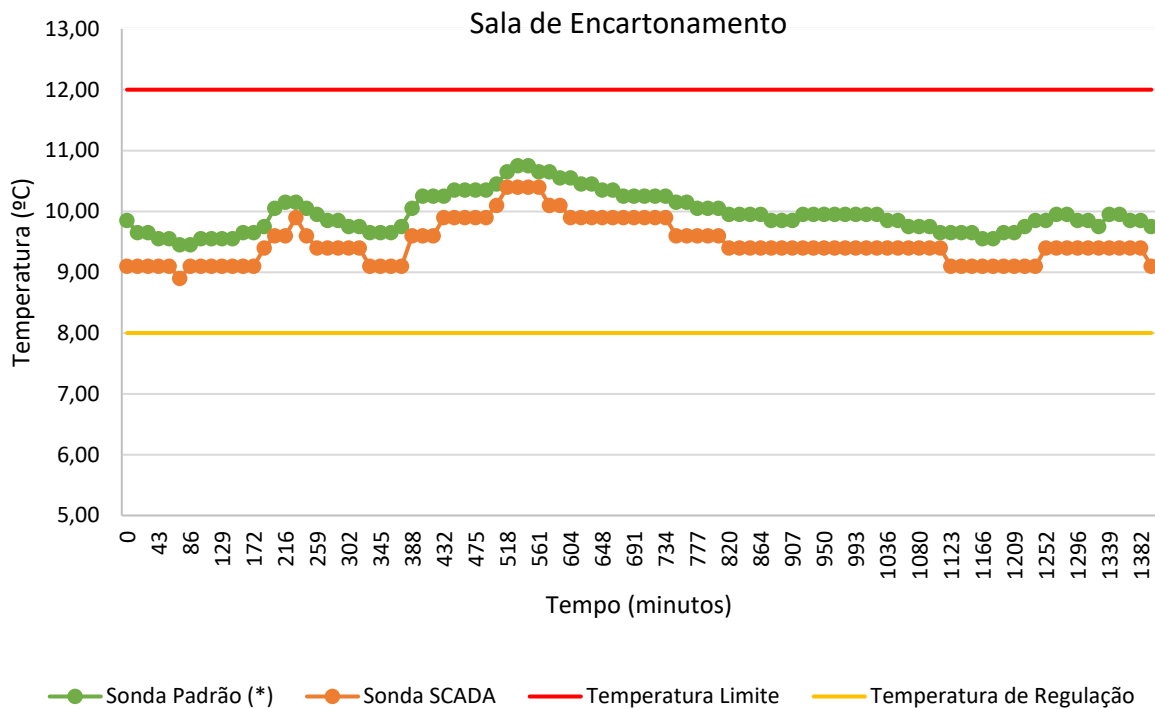


Figura 3-4 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) da sala de desmancha de aves.

Pela observação das figuras, verifica-se que os valores não foram superiores a 12° C em nenhuma das salas, em cumprimento do disposto no regulamento supracitado. Verifica-se ainda visualmente que os perfis de temperatura das salas medidos através dos dois equipamentos apresentam um comportamento semelhante

De seguida foi calculado o erro médio, no Excel através da fórmula: Erro médio = Média(abs(Temperatura_{padrão} – Temperatura_{Sonda SCADA})). Na **Tabela 3.1** é possível observar os valores médios de temperatura registados em ambos os equipamentos, o valor médio do erro entre estes valores, o valor da temperatura de regulação da sala assim como a sua soma com o erro médio.

Tabela 3-1 - Erro médio entre a sonda a calibrar e a sonda padrão para as diferentes salas da sala de desmancha.

| Local | Média da temperatura da sala (°C) | | Média Erro (ΔT) (°C) | Temperatura regulação da sala (°C) | Temperatura de regulação + erro médio (°C) |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------|------------------------------------|--|
| | Padrão | SCADA | | | |
| Sala de desmancha - Carnes Vermelhas | 10,05 | 9,41 | 0,64 | 8,00 | 8,64 |
| Sala de desmancha - Aves | 9,75 | 9,13 | 0,62 | 8,00 | 8,62 |
| Sala de preparados de carne | 9,34 | 8,88 | 0,49 | 8,00 | 8,49 |
| Sala de encartonamento | 9,96 | 9,48 | 0,48 | 8,00 | 8,48 |

O erro médio nas salas de desmancha de carne de aves e carnes vermelhas encontram-se acima do definido (0,5°C). O maior desvio, bem como a temperatura média mais elevada na sala de desmancha de carnes vermelhas, podem ser justificados pelo facto de se tratar de uma sala de maiores dimensões e com mais portas em relação às outras salas analisadas, que consequentemente aumenta a probabilidade de subida de temperatura.

A sala de desmancha de aves encontra-se ao lado da sala de desmancha de carnes vermelhas, separadas por uma parede com uma abertura sem porta, pelo que a temperatura destas salas se afeta mutuamente. Deste modo, estas duas salas para além de terem uma grande dimensão, apresentam comportamentos semelhantes.

A sala de desmancha de carnes vermelhas por ter maiores dimensões, dispõe de um sistema de monitorização de duas sondas, sendo registado apenas o valor mais desfavorável. Este método tem maior probabilidade de gerar erros aquando da calibração quando comparado com um sistema de uma sonda apenas. Não obstante, apesar de poder gerar um maior erro, este método garante a consideração do cenário mais desfavorável, permitindo a aceitação dos resultados com confiança.

A análise dos resultados obtidos em conjunto com o critério de aceitação para esta calibração em conformidade com o valor de referência legal ($\leq +12^\circ\text{C}$) para a regulação da temperatura das salas, permite-nos aceitar o desvio verificado. No entanto, uma vez que o erro médio é $>0,5^\circ\text{C}$ e este reflete as oscilações de temperatura das salas, sendo que quanto maior a oscilação maior a probabilidade de diferença, é necessário tomar medidas para mitigar esta

variabilidade, tendo estas por base o reforço de BPF e sensibilização dos colaboradores à abertura e fecho de portas.

3.1.2 Cais de receção de MP carnes Avulso e Cais de expedição

O cais de receção de MP carnes avulso é o local na empresa onde se dá a entrada de matérias-primas carnes frescas para a sala de desmancha, sendo estas armazenadas em câmaras refrigeradas para posterior utilização. O cais de expedição é o local onde todo o material do entreposto, não só da sala de desmancha, é expedido e recebido da filial, com exceção das matérias-primas carnes avulsas que são rececionadas no cais de receção, podendo ser produto seco, fresco, congelado ou ultracongelado. Junto deste cais de expedição existem duas zonas de conferência de mercadoria, que serão abordadas no capítulo seguinte, que permitem manter os produtos frescos e congelados até ao momento de expedição para evitar quebras na temperatura.

A sonda de temperatura da central de frio encontra-se fixada no topo da parede de cada cais. A sonda padrão foi colocada junto à sonda de temperatura da central de frio (SCADA) de cada cais, como mostra o capítulo 2.2, por um período de leitura de aproximadamente 24 horas.

Concluído o tempo do ensaio, foram recolhidos os dados da sonda padrão e os dados das sondas de temperatura da central de frio (SCADA), de maneira a comparar os valores de temperatura registados para o mesmo período de tempo. Nas **Figura 3-5** e **Figura 3-6** encontram-se representados os perfis de temperatura observados durante esse período.

Uma vez que este local se trata de uma zona de receção de material avulso e expedição de material por parte do entreposto não há um valor legal para a temperatura pelo que foi adotado o valor de temperatura de aceitação de 12°C.

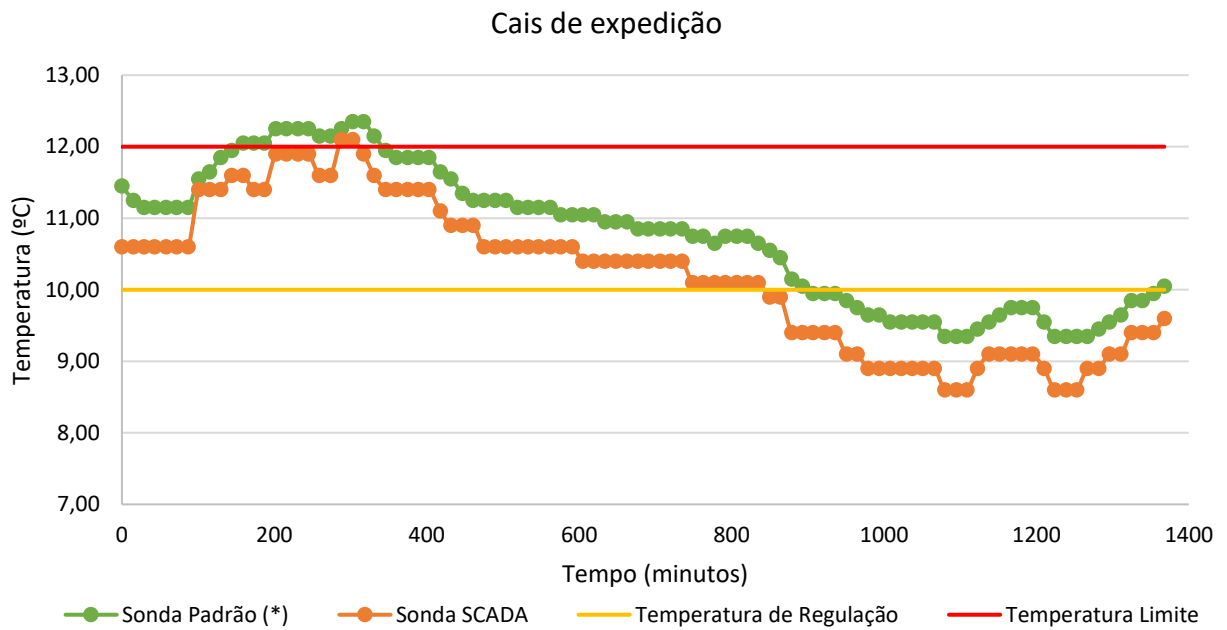


Figura 3-5 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) do Cais de expedição

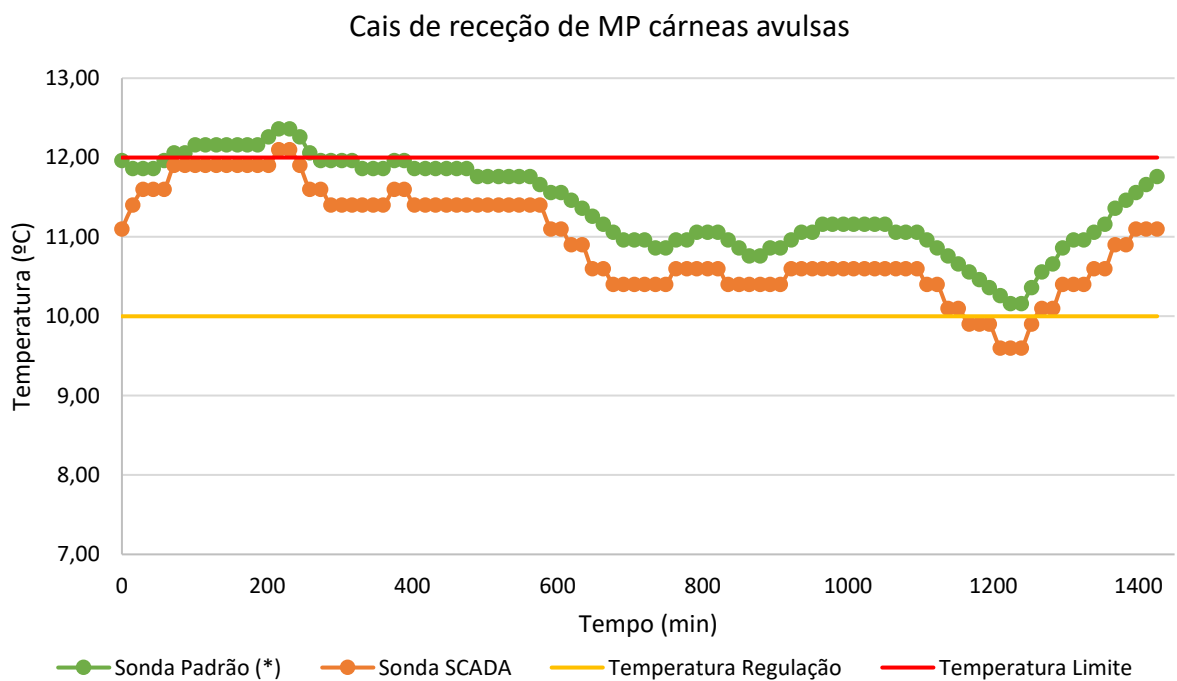


Figura 3-6 - Gráfico do perfil de temperaturas (° C) em função do tempo (minutos) do Cais de recepção

Em ambos os gráficos se podem observar a verde a temperatura da sonda padrão com o erro da sonda somado e a laranja a temperatura registada pela sonda SCADA. As linhas amarela e vermelha representam a temperatura de regulação da sala e de aceitação, respetivamente.

Na **Tabela 3-2** encontra-se evidenciado a média do erro (ΔT) associados à calibração interna das sondas dos cais de receção e expedição. Estes valores foram calculados através da diferença, em módulo, do valor registado pela sonda padrão e o valor registado pelo sistema de frio (SCADA).

É de salientar que ambas as salas ultrapassaram o valor dos 12°C. Tendo estas zonas acesso ao exterior e frequente abertura de portas, é expectável a entrada de ar do exterior, responsável pela oscilação de temperatura. Apesar de não ser possível erradicar totalmente, esta oscilação causada pela abertura de portas para carga e descarga de mercadorias é possível minimizar, por exemplo através da instalação sistemas que impeçam a perda de calor pelos espaços entre os camiões e zonas de carga e descarga. A utilização de cortinas de plástico e cortinas de ar são exemplos de soluções já desenvolvidas de modo a contornar este problema e aumentar a eficiência energética na industria alimentar (James et al., 2006; Tso et al., 2002). Aliado a medidas preventivas seria também importante reforçar a formação dos colaboradores relativamente a BPF de modo a minimizar perdas de temperatura e a importância da manutenção das cadeias de frio na indústria alimentar.

Considerando os resultados obtidos e o critério de aceitação de +12°C, é possível verificar um pequeno desvio ao critério de regulação, para ambas as zonas de receção e expedição, no entanto, estas zonas não se encontram abrangidas por critérios legais de temperatura, e a temperatura definida funciona como um controlo. Não obstante, estes resultados devem ser tidos em consideração, de modo a ser possível minimizar estas perdas para o exterior para garantir não só a conformidade das temperaturas, como a redução de custos energéticos associados à perda de temperatura.

Aliando este fator ao facto de que o desvio verificado no cais de expedição ainda é significativo ($> 0,5^{\circ}\text{C}$) na regulação destes cais é aconselhável, aliado às medidas anteriormente sugeridas o ajuste da temperatura de regulação do cais para uma temperatura inferior.

Tabela 3-2 - Erro médio entre a sonda a calibrar e a sonda padrão para as diferentes salas da sala de desmancha.

| Local | Média da temperatura da sala ($^{\circ}\text{C}$) | | Média Erro (ΔT) ($^{\circ}\text{C}$) | Temperatura regulação da sala ($^{\circ}\text{C}$) | Temperatura de regulação + erro médio ($^{\circ}\text{C}$) |
|-------------------|---|-------|--|--|--|
| | Padrão | SCADA | | | |
| Cais de receção | 10,75 | 10,21 | 0,55 | 10,00 | 10,55 |
| Cais de expedição | 11,39 | 10,93 | 0,46 | 10,00 | 10,46 |

3.1.3 Zonas de conferência de mercadoria

As zonas de conferência de mercadoria dão apoio à expedição, garantindo que não há quebra de cadeia de frio para os produtos a ser expedidos. Os produtos ficam nestas zonas até ao momento de serem expedidos, quando entram nos camiões refrigerados. Deste modo é importante garantir a correta calibração das sondas de temperatura destas salas. Como critério de aceitação para a zonas de conferência de mercadorias refrigeradas e congeladas considerou-se o valor de referência de 12°C (limite legal para as zonas climatizadas de manipulação e preparação de carnes, segundo o Regulamento (CE) 853/2004 (2004) e 0°C , respetivamente. A **Figura 3-7** e **Figura 3-8**, mostram os perfis de temperatura observados.

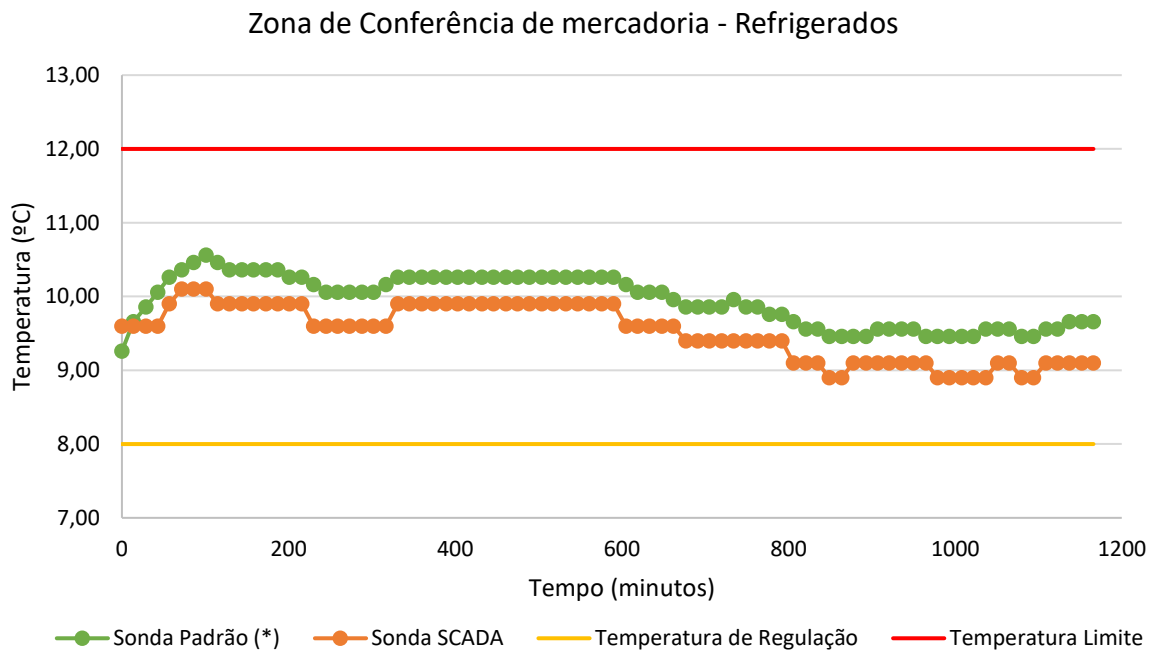


Figura 3-7 - Gráfico do perfil de temperaturas (°C) em função do tempo (minutos) da zona de conferência de mercadorias refrigeradas

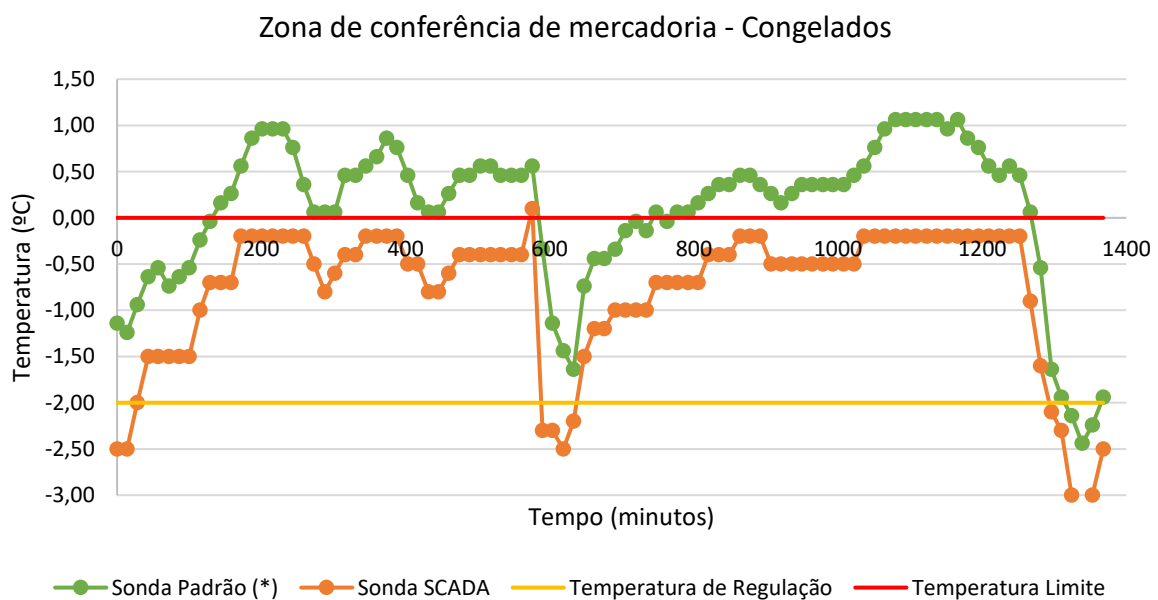


Figura 3-8 - Gráfico do perfil de temperaturas (°C) em função do tempo (minutos) da zona de conferência de mercadorias congeladas

Estas zonas encontram-se seguidas, mas separadas, tendo a zona de congelados entrada direta para o armazém de congelados através de uma porta que permanece aberta durante a laboração, protegida com uma cortina plástica de modo a minimizar perdas de temperatura do armazém, e para a zona de expedição. A zona de conferência de mercadorias refrigeradas tem também ligação à a zona de expedição e ao corredor de acesso a câmaras de produtos refrigerados.

É possível observar uma maior estabilidade de temperatura na zona de conferência de produtos refrigerados, relativamente à zona de conferência de congelados. A temperatura de manutenção da zona de congelados são -2°C . No entanto, o facto de se tratar de um espaço amplo, com duas portas, dando uma delas para a zona de expedição regulada para 10°C , e que pode chegar até aos 12°C , pode explicar esta subida de temperatura que ultrapassa a temperatura de aceitação e vai até aos 1°C .

Na **Tabela 3-3**, encontra-se evidenciado a média do erro (ΔT) associados à calibração interna das sondas das duas zonas de conferência de mercadoria. Estes valores foram calculados através do módulo da diferença do valor registado pela sonda padrão e o valor registado pelo sistema de frio (SCADA).

Tabela 3-3 – Erros médios associados à calibração interna das sondas existentes nas zonas de conferência de mercadoria de refrigerados e congelados

| Local | Média da temperatura da sala ($^{\circ}\text{C}$) | | Média Erro (ΔT) | Temperatura regulação da sala ($^{\circ}\text{C}$) | Temperatura de regulação + erro médio ($^{\circ}\text{C}$) |
|---|---|-------|---------------------------|--|--|
| | Padrão | SCADA | | | |
| Zona de conferência de mercadorias - refrigerados | 9,95 | 9,52 | 0,44 | 8,00 | 8,44 |
| Zona de conferência de mercadorias - congelados | 0,07 | -0,81 | 0,88 | -2,00 | -1,20 |

Tendo em conta os resultados obtidos, podemos concluir que os desvios face aos valores de regulação destes locais são aceitáveis. No entanto, dado que o desvio (erro) verificado na zona de conferência de congelados ainda é significativo ($>0,5^{\circ}\text{C}$) e tendo em conta o perfil de temperaturas observado na **Figura 3-8**, estes dados deverão ser tidos em conta aquando da regulação destas zonas de conferência de mercadoria. Assim sendo, não só é necessário reavaliar a temperatura de regulação para esta sala, como para a adjacente (zona de expedição), de modo a tentar minimizar a diferença de temperaturas e a consequente perda de temperatura de uma sala para a outra. Uma possível medida a tomar para minimizar as perdas de temperatura entre estas salas, seria a instalação de uma porta automática entre as mesmas (Ao invés da porta existente que é pesada dificultando a sua recorrente necessidade de manobra), de modo a agilizar a abertura e fecho recorrentes da mesma, e minimizar o tempo que a porta permanece aberta.

3.2 Calibração do esterilizador de imersão

A temperatura do esterilizador foi monitorizada durante 6 horas, desde as 09:35 até às 15:38, de forma que se obtivessem os valores reais durante a laboração. Durante o ensaio, todos os colaboradores realizaram a esterilização dos equipamentos à hora de almoço, tendo sido registado a duração da mesma, da abertura da tampa e a quantidade de artigos que estavam no suporte. Foram registados estes valores para os três turnos de hora de almoço:

- 1º turno das 13:00 às 14:00;
- 2º turno das 14:00 às 15:00;
- 3º turno das 15:00 às 16:00.

A monitorização foi realizada através do registo dos valores apresentados no visor do esterilizador, e a sua posterior comparação com os valores registados pelo datalogger. Na **Figura 3-9**, a azul está o registo das temperaturas observadas no visor do esterilizador, a verde a temperatura registada no datalogger (à qual se subtraiu o valor do erro para se salvaguardar a situação mais desfavorável) e a linha a vermelho mostra a temperatura de aceitação.

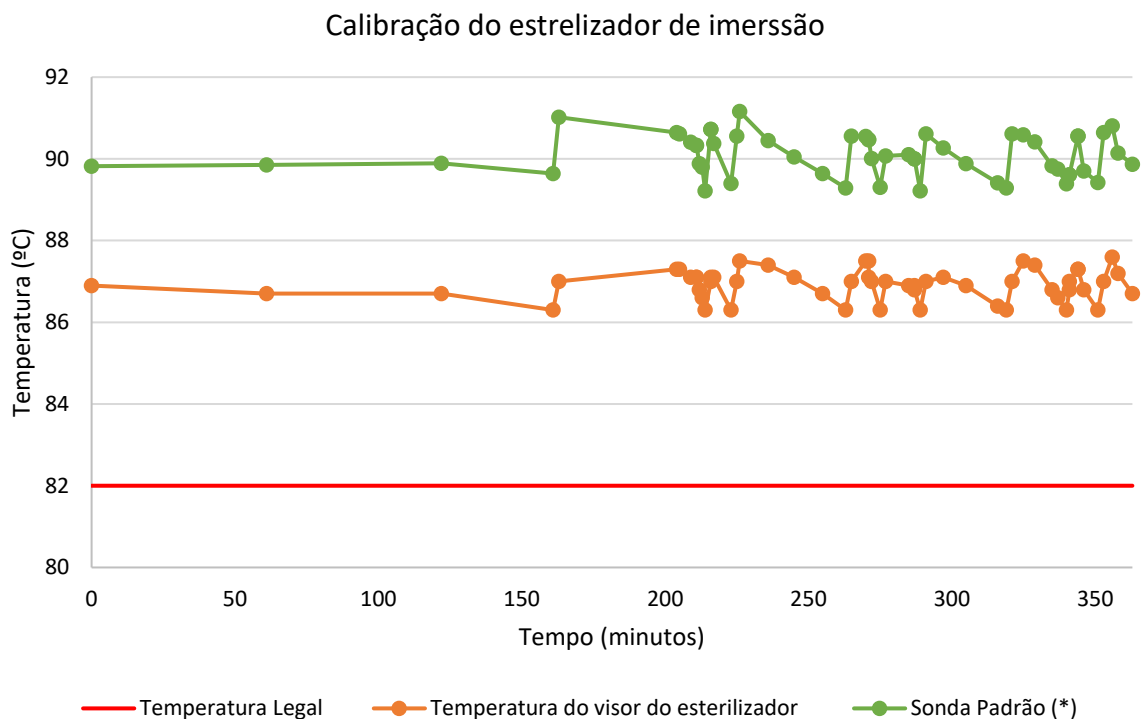


Figura 3-9 - Temperatura registada pelo termómetro padrão e pelo visor existente no esterilizador, em função do tempo de monitorização do equipamento.

Na **Tabela 3-4** estão descritas as ações realizadas pelos vários colaboradores durante a esterilização, de modo a validar a sua eficácia durante a laboração.

Tabela 3-4 - Registo das ações realizadas pelos operadores durante a esterilização e respetivas temperaturas. TE - Temperatura do visor do esterilizador; TSP (*) - Temperatura medida pela sonda padrão(*); (*) - O erro associado à sonda padrão (erro + incerteza) foi incluído nos valores de temperatura apresentados na tabela para o cenário menos favorável, isto é, foi subtraído o valor de 1,05°C às temperaturas obtidas.

| Tempo (horas) | TE (°C) | TSP(*) (°C) | Observações |
|---------------|---------|-------------|---|
| 09:35 | 86,90 | 89,82 | |
| 10:36 | 86,70 | 89,85 | |
| 11:37 | 86,70 | 89,89 | |
| 12:16 | 86,30 | 89,64 | Resistência Ligou |
| 12:18 | 87,00 | 91,02 | Resistência Desligou |
| 12:59 | 87,30 | 90,64 | |
| 13:00 | 87,30 | 90,61 | |
| 13:04 | 87,10 | 90,41 | |
| 13:06 | 87,10 | 90,33 | Operador 1 esterilizou o faqueiro (4 facas, 2 fusis, 1 luva de malha de aço). |

Tabela 3-4 (continuação)- Registo das ações realizadas pelos operadores durante a esterilização e respetivas temperaturas. TE - Temperatura do visor do esterilizador; TSP (*) - Temperatura medida pela sonda padrão(*); (*) - O erro associado à sonda padrão (erro + incerteza) foi incluído nos valores de temperatura apresentados na tabela para o cenário menos favorável, isto é, foi subtraído o valor de 1,05°C às temperaturas obtidas.

| Tempo (horas) | TE (°C) | TSP(*) (°C) | Observações |
|----------------------|----------------|--------------------|---|
| 13:06 | 87,10 | 90,33 | Operador 1 fechou a tampa. |
| 13:07 | 86,80 | 89,88 | Operador 2 esterilizou o faqueiro (5 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |
| 13:08 | 86,60 | 89,80 | Operador 2 fechou a tampa. |
| 13:09 | 86,30 | 89,22 | Resistência Ligou |
| 13:11 | 87,00 | 90,72 | Resistência Desligou |
| 13:11 | 87,10 | 90,72 | Operador 3 esterilizou o faqueiro (4 facas, 2 fusis, 1 luva de malha de aço). |
| 13:12 | 87,10 | 90,38 | Operador 3 fechou a tampa. |
| 13:18 | 86,30 | 89,40 | Resistência Ligou |
| 13:20 | 87,00 | 90,56 | Resistência Desligou |
| 13:21 | 87,50 | 91,16 | |
| 13:31 | 87,40 | 90,45 | |
| 13:40 | 87,10 | 90,05 | |
| 13:50 | 86,7 | 89,64 | |
| 13:58 | 86,30 | 89,29 | Resistência Ligou |
| 14:00 | 87,00 | 90,56 | Resistência Desligou |
| 14:05 | 87,50 | 90,55 | Operador 4 esterilizou o faqueiro (4 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |
| 14:06 | 87,50 | 90,47 | Operador 4 fechou a tampa. |
| 14:06 | 87,10 | 90,47 | Operador 5 esterilizou o faqueiro (5 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |
| 14:07 | 87,00 | 90,01 | Operador 5 fechou a tampa. |
| 14:10 | 86,30 | 89,30 | Resistência Ligou |
| 14:12 | 87,00 | 90,07 | Resistência Desligou |
| 14:20 | 86,90 | 90,10 | |
| 14:22 | 86,90 | 90,00 | Operador 6 esterilizou o faqueiro (6 facas, 1 luva de malha de aço). |
| 14:22 | 86,80 | 90,00 | Operador 4 fechou a tampa. |
| 14:24 | 86,30 | 89,22 | Resistência Ligou |
| 14:26 | 87,00 | 90,61 | Resistência Desligou |
| 14:32 | 87,10 | 90,27 | |
| 14:40 | 86,90 | 89,88 | |
| 14:51 | 86,40 | 89,41 | |
| 14:54 | 86,30 | 89,29 | Resistência Ligou |
| 14:56 | 87,00 | 90,61 | Resistência Desligou |
| 15:00 | 87,50 | 90,59 | |
| 15:04 | 87,40 | 90,42 | Operador 7 esterilizou o faqueiro (4 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |

Tabela 3-4 (continuação)- Registo das ações realizadas pelos operadores durante a esterilização e respetivas temperaturas. TE - Temperatura do visor do esterilizador; TSP (*) - Temperatura medida pela sonda padrão(*); (*) - O erro associado à sonda padrão (erro + incerteza) foi incluído nos valores de temperatura apresentados na tabela para o cenário menos favorável, isto é, foi subtraído o valor de 1,05°C às temperaturas obtidas.

| Tempo (horas) | TE (°C) | TSP(*) (°C) | Observações |
|---------------|---------|-------------|---|
| 15:10 | 86,80 | 89,83 | |
| 15:12 | 86,60 | 89,75 | Operador 2 esterilizou 2 facas depois de as afiar |
| 15:15 | 86,30 | 89,39 | Resistência Ligou |
| 15:16 | 86,80 | 89,61 | Operador 8 esterilizou o faqueiro (4 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |
| 15:16 | 87,00 | 89,61 | Resistência Desligou |
| 15:19 | 87,30 | 90,56 | Operador 9 esterilizou o faqueiro (4 facas, 1 fusil, 1 luva de malha de aço). |
| 15:19 | 87,30 | 90,56 | Operador 10 esterilizou o faqueiro (4 facas, 1 luva de malha de aço). |
| 15:21 | 86,80 | 89,70 | |
| 15:26 | 86,30 | 89,42 | Resistência Ligou |
| 15:28 | 87,00 | 90,64 | Resistência Desligou |
| 15:31 | 87,60 | 90,81 | Operador 1 esterilizou o faqueiro (4 facas, 2 fusis, 1 luva de malha de aço). |
| 15:33 | 87,20 | 90,14 | |
| 15:38 | 86,70 | 89,87 | Operador 3 esterilizou o faqueiro (4 facas, 2 fusis, 1 luva de malha de aço). |

Analisando os resultados obtidos, verifica-se que a resistência do esterilizador de imersão se liga quando o mesmo atinge uma temperatura de 86,30°C e que se desliga aos 87°C quando atinge a temperatura de regulação do equipamento. Assim, foi possível confirmar que a resistência do esterilizador se encontrava a funcionar de forma correta e de acordo com o esperado.

Relativamente aos tempos de recuperação de temperatura, verifica-se que o equipamento demora cerca de 2 minutos para fazer variar a sua temperatura de 86,30°C para 87°C. Em contrapartida, o esterilizador demorou aproximadamente 30 minutos para baixar a temperatura de 87° C para 86,30° C. Assim, confirma-se que a recuperação de temperatura do equipamento é mais célere que a perda de temperatura.

Através da análise dos resultados obtidos, verifica-se que os valores de temperatura registados pela sonda padrão foram superiores aos valores observados no visor do equipamento, existindo uma variação de, aproximadamente, 3°C, que se manteve relativamente constante ao longo de todo o ensaio. O datalogger foi colocado perto da resistência, no entanto, o medidor de temperatura do esterilizador encontra-se mais afastado, podendo justificar esta

diferença. Por outro lado, ao se encontrar mais afastado, o equipamento garante que cumpre a temperatura estipulada não só em cima da resistência, como em zonas mais afastadas.

Durante o ensaio verificou-se que os operadores esterilizavam os faqueiros durante aproximadamente 30s mantendo a tampa aberta, segurando no faqueiro com a mão (não o colocando nos apoios). Devido a este fator, é possível verificar uma abruta descida de temperatura após a sua utilização. Por exemplo quando os operadores 1 e 2 esterilizaram os faqueiros, o esterilizador encontrava-se a 87,1°C, e após a sua utilização, 3 minutos, desceu para 86,3°C, tendo a resistência ligado imediatamente e voltado a repor os 87°C. O mesmo se verifica com os operadores 5 e 6. Às 14:00 a resistência desligou a 87°C, às 14:05 o operador 5 esterilizou o faqueiro e depois fechou a tampa. O operador 6 fez o mesmo às 14:06, sendo que passados 5 minutos a temperatura tinha caído para 86,3°C, tendo a resistência ligado novamente. Estes tempos são bastante mais curtos quando comparados com os tempos registados de aproximadamente 30 minutos para a descida da temperatura quando o esterilizador não está a ser utilizado. Face ao exposto, é importante reforçar juntos dos operadores a importância de manter a tampa fechada durante o processo de esterilização.

Adicionalmente, é importante realçar que apesar das oscilações observadas durante a abertura do esterilizador, nunca se observaram temperaturas abaixo dos 86,3°C no visor, sendo as temperaturas registadas pelo datalogger sempre superiores. Deste modo pode-se afirmar que o equipamento permite cumprir o processo de esterilização de acordo com o definido no Regulamento (CE) nº 853/2004 (2004) e respetivas alterações, sendo possível validar a sua temperatura de funcionamento para o valor de regulação do equipamento.

3.3 Validação do processo de congelação

O estudo de congelação em túnel estático foi dividido em três ensaios distintos. Primeiramente, o túnel encontrava-se regulado para uma temperatura de -25°C. Deste modo, pretendeu-se avaliar o desempenho do túnel de congelação tendo em conta a temperatura de regulação definida (-25°C), assim como os tempos de congelação de alguns dos produtos cárneos produzidos nas salas de desmancha e produção. Após a realização destes ensaios os dados foram compilados e analisados juntamente com a equipa de qualidade e produção, o

que permitiu que fossem definidas ações de melhoria com o objetivo de melhorar o desempenho do túnel de congelação, garantindo a qualidade dos produtos e reduzindo os gastos energéticos. Os resultados encontram-se representados na **Tabela 3-5**.

Tabela 3-5 - Resultados de congelação obtidos de 19 de outubro a 15 de dezembro de 2021

| Produto | Temperatura de entrada (°C) | Temperatura de saída (°C) | Tempo (hh:mm:ss) |
|---|-----------------------------|---------------------------|------------------|
| Versão 1 (de 19 a 29 de outubro) | | | |
| Novilho Bife Alcatra | 2,2 | -12,0 | 19:34:00 |
| Carne de Porco para Salsicha | 5,2 | -12,0 | 11:07:00 |
| Salchichas de porco | 3,2 | -18,0 | 29:20:00 |
| Carne Picada de Perú | -1,5 | -18,0 | 24:48:00 |
| Versão 2 (de 2 a 15 de dezembro) | | | |
| Mão de novilho Sem Osso | 4,9 | -12,0 | 16:00:00 |
| Cubos de Porco | -1 | -12,0 | 29:22:00 |
| Cubos de Porco | -1,5 | -12,0 | 19:25:00 |

Através da análise da **Tabela 3-5**, verifica-se tempos de congelação variáveis, desde as 16:00:00h para a carne de porco para salsicha até às 29:22:00h para os cubos de porco. Neste último artigo, verifica-se por exemplo uma variabilidade de 10 horas (29:22:00 e 19:25:00) até obter a temperatura ideal (-12°C), enfatizando o impacto que fatores externos podem ter no processo de congelação. Apesar destes valores irem de acordo com o que Mourão (2021) tinha reportado para este mesmo artigo, um tempo de 27:30:00h, verificou-se necessidade de reforço da importância do cumprimento de BPH na congelação por modo a obter menores tempos e aumentar a qualidade do produto. Deste modo, após reunião interna foi reforçado junto dos colaboradores a importância do cumprimento de Boas Práticas de Fabrico (BPF) e boas práticas na congelação tais como:

- Reduzir ao máximo a abertura das portas;
- Tornar o processo de produção de produtos a congelar fluído de modo a não haver produto parado e consequentemente a subida da temperatura do produto. No caso

de existir produto estacionado, este deveria ser sempre armazenado em câmara de refrigeração e nunca em sala;

- Manter a distância recomendada entre caixas e entre estantes de modo a haver melhor circulação de ar.

Foi reforçado ainda que devido aos longos tempos de congelação observados, poderia existir comprometimento da qualidade do produto. Nesse sentido, foi solicitado o acompanhamento de um dos ensaios de validação pelo fabricante do túnel, de modo que pudessem verificar e analisar o comportamento do túnel durante o seu normal funcionamento. A entidade externa tinha em sua posse um equipamento para medir a temperatura do produto, onde era possível visualizar a temperatura do produto em tempo real.

O estudo conjunto realizou-se durante a noite de dia 15 de dezembro. Contudo, nessa noite, o túnel de congelação apresentou uma avaria antes do processo de congelação estar completo, invalidando assim os resultados obtidos por ambas as entidades. Apesar destes resultados não estarem completos, através da análise do perfil de descida de temperatura observado, foi possível verificar que, de facto, o tempo de congelação para os produtos seria longo, pelo que foi decidido a alteração da temperatura de regulação após a reparação do túnel.

Depois de solucionada a avaria, a temperatura de regulação do túnel para a congelação foi alterada para -35°C sendo, que o túnel se mantinha ligado durante a toda a semana, a -25°C quando não havia produto a congelar, havendo apenas a alteração da temperatura de regulação nos momentos em que estava a decorrer a congelação.

Devido às versões iniciais do estudo terem sido realizadas num mais reduzido número de produtos, não é possível fazer uma comparação significativa de resultados obtidos na fase final. Do mesmo modo, uma vez que houve também alteração de parâmetros os resultados não foram englobados no mesmo estudo final. Estes resultados serviram como uma análise inicial das condições de congelação que permitiu verificar oportunidades de melhoria que pudessem melhorar o desempenho do túnel e conseqüentemente diminuir o tempo de congelação dos produtos.

Nesta terceira e última fase do ensaio foram realizados mais de 38 estudos a mais de 17 artigos diferentes. Na **Tabela 3-6** estão apresentados todos os resultados obtidos na terceira fase do ensaio para os 38 estudos compilados, assim como as respetivas médias e desvio padrão por artigo.

Tabela 3-6 - resultados completos obtidos no estudo de congelação, T_i - Temperatura inicial; T_f - Temperatura final; T_{mt} - Temperatura média do Túnel; ΔT_i - Temperatura média de entrada \pm desvio padrão; Δ Tempo - tempo médio de congelação \pm desvio padrão.

| Artigo | T_i (°C) | T_f (°C) | Tempo (hh:mm:ss) | T_{mt} (°C) | ΔT_i (°C) | Δ Tempo (hh:mm:ss) | Tempo de Congelação |
|----------------------------------|------------|------------|------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Carne de Novilho para Guisar | 4,20 | -12,00 | 29:12:00 | -30,09 | 3,13 \pm 0,77 | 27:55:40 \pm 01:22:33 | 29h30min |
| | 2,40 | -12,00 | 26:01:00 | -28,10 | | | |
| | 2,80 | -12,00 | 28:34:00 | -28,80 | | | |
| Chispe aberto de Porco | 4,60 | -12,00 | 21:04:00 | -28,94 | 4,57 \pm 0,94 | 19:48:40 \pm 01:50:48 | 22h00min |
| | 3,40 | -12,00 | 21:10:00 | -29,15 | | | |
| | 5,70 | -12,00 | 17:12:00 | -30,31 | | | |
| Perna de Borrego | 2,30 | -12,00 | 17:35:00 | -27,32 | 3,9 \pm 1,55 | 18:27:00 \pm 00:41:40 | 19h30min |
| | 6,00 | -12,00 | 18:29:00 | -28,91 | | | |
| | 3,40 | -12,00 | 19:17:00 | -28,43 | | | |
| Cubos de Porco | -1,40 | -12,00 | 16:42:00 | -27,44 | -1,5 \pm 0,14 | 18:12:00 \pm 01:09:07 | 19h30min |
| | -1,40 | -12,00 | 19:30:00 | -28,99 | | | |
| | -1,70 | -12,00 | 18:24:00 | -27,76 | | | |
| Mão de Novilho (sem osso) | 6,00 | -12,00 | 14:34:00 | -30,30 | 3,73 \pm 1,61 | 17:08:20 \pm 02:57:32 | 20h30min |
| | 2,80 | -12,00 | 21:17:00 | -28,91 | | | |
| | 2,40 | -12,00 | 15:34:00 | -31,40 | | | |
| Carne de porco para Salsicha | 1,80 | -12,00 | 9:53:00 | -24,55 | 3,63 \pm 1,65 | 11:10:00 \pm 02:04:02 | 13h30min |
| | 3,30 | -12,00 | 14:05:00 | -32,68 | | | |
| | 5,80 | -12,00 | 9:32:00 | -30,84 | | | |
| Bifanas de Porco à moda do Porto | -1,30 | -12,00 | 13:48:00 | -30,93 | -1,25 \pm 0,05 | 14:26:30 \pm 00:38:30 | 15h30min |
| | -1,20 | -12,00 | 15:05:00 | -31,54 | | | |
| Dobrada de Novilho | 6,50 | -12,00 | 16:59:00 | -31,70 | 5,35 \pm 1,15 | 19:44:00 \pm 02:45:00 | 22h30min |
| | 4,20 | -12,00 | 22:29:00 | -29,47 | | | |
| Lombos de porco | 4,60 | -12,00 | 24:05:00 | -32,17 | 4,2 \pm 0,4 | 26:45:00 \pm 02:40:00 | 29h30min |
| | 3,80 | -12,00 | 29:25:00 | -29,94 | | | |

Tabela 3-6 (Continuação) - resultados completos obtidos no estudo de congelação, T_i - Temperatura inicial; T_f - Temperatura final; T_{mt} - Temperatura média do Túnel; ΔT_i - Temperatura média de entrada \pm desvio padrão; Δ Tempo - tempo médio de congelação \pm desvio padrão.

| Artigo | T_i (°C) | T_f (°C) | Tempo (hh:mm:ss) | T_{mt} (°C) | ΔT_i (°C) | Δ Tempo (hh:mm:ss) | Tempo de Congelação |
|--|------------|------------|------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Entrecosto de porco para guisar | 6,50 | -12,00 | 24:18:00 | -27,69 | -- | --- | 25h00min |
| Costeletas de Borrego | -2,60 | -12,00 | 8:08:00 | -22,64 | -- | --- | 10h00min |
| Carne picada de bovino | -1,00 | -18,00 | 19:22:00 | -31,08 | -1,07 \pm 0,09 | 22:06:40 \pm 02:34:18 | 25h00min |
| | -1,00 | -18,00 | 25:33:00 | -30,57 | | | |
| | -1,20 | -18,00 | 21:25:00 | -30,61 | | | |
| Carne Picada de Perú | -1,20 | -18,00 | 24:12:00 | -31,41 | -- | --- | 25h00min |
| Salsichas Porco | 0,40 | -18,00 | 22:21:00 | -31,72 | 2,5 \pm 1,5 | 23:43:40 \pm 00:59:16 | 25h00min |
| | 3,30 | -18,00 | 24:37:00 | -31,21 | | | |
| | 3,80 | -18,00 | 24:13:00 | -32,56 | | | |
| Bifes grupo A | | | | | | | |
| Bife costeletas de Novilhinho 450/500g | 3,60 | -12,00 | 23:46:00 | -29,81 | 4,8 \pm 1,2 | 23:33:00 \pm 00:13:00 | 24h00min |
| Bife da Vazia 320/350g | 6,00 | -12,00 | 23:20:00 | -30,89 | | | |
| Bifes grupo B | | | | | | | |
| Bife da Alcatra 120g | 2,30 | -12,00 | 19:00:00 | -27,11 | 4,33 \pm 1,72 | 19:00:00 \pm 00:01:38 | 19h30min |
| Bife da Alcatra 120g | 6,50 | -12,00 | 19:02:00 | -31,55 | | | |
| Bife da Vazia 200/220g | 4,20 | -12,00 | 18:58:00 | -29,87 | | | |

Estes resultados são bastante variáveis, havendo produtos com desvio padrão até 3 horas. Esta variação pode-se dever a vários fatores. O túnel de congelação encontra-se muitas vezes lotado e sem espaço entre o produto, (não respeitando o espaço mínimo entre caixas definido internamente, como observado por Mourão (2021), dificultando deste modo a circulação de ar. As caixas eram colocadas em estantes como mostra a **Figura 3-10**. Deste modo, o contacto com o ar frio seria maioritariamente no topo das caixas e na base metálica, sendo este também um fator contribuinte para o aumento do tempo de congelação.

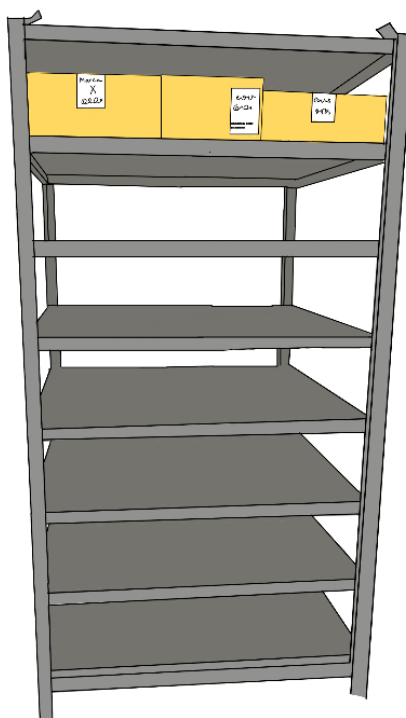


Figura 3-10 - Representação das estantes metálicas utilizadas para a congelamento, assim como o espaço ocupado por caixa.

De acordo com (James & James, 2014), é necessário também garantir que o acondicionamento das estantes no interior do túnel é adequado para permitir a circulação do ar. As estantes deverão ser preenchidas uniformemente, com um afastamento de caixas simétrico. Ao se deixar espaços de diferentes tamanhos, o ar percorrer os caminhos com menor resistência, logo os corredores maiores de ar deixados entre estantes, criando um déficit de circulação de ar frio em algumas zonas.

Este espaçamento no túnel em questão seria difícil de atingir uma vez que para tal, só se conseguiria colocar cerca de 1/3 do produto devido ao pequeno tamanho do mesmo. Dentro do túnel cabem cerca de 9 estantes ou paletes (3 por 3), tendo este um tamanho quase quadrado. Devido às diferentes dimensões de produto, garantir um afastamento simétrico não foi praticável, resultando nos tempos de congelamento observados.

Outro fator importante que deve ser tido em consideração é o tipo de embalagens utilizadas para a congelamento. Os produtos são primeiramente embalados a vácuo, sendo o plástico um material que vai baixar a eficiência da transferência de calor. No entanto, o

embalamento a vácuo é realizado por motivos de qualidade e segurança, e ajuda a evitar a desidratação do produto, a formação de cristais de gelo na superfície devido à humidade presente no ar, queimaduras pelo frio e oxidação dos alimentos (Bhattacharya et al., 1988; Brewer & Harbers, 1991).

A maioria dos artigos são congelados embalados a vácuo, dentro de caixas de cartão sem qualquer buraco por onde possa circular o ar, obrigando deste modo ao calor a passar por este material, com a agravante destas caixas serem relativamente grossas. De acordo com (Dempsey & Bansal, 2010), o embalamento de produtos para congelação leva a uma diminuição na transferência de calor, podendo aumentar a resistência à transferência de calor até 38% para carne de bovino. Para colmatar este problema, o autor recomenda a utilização de caixas de cartão com espessura mais reduzida, de modo a aumentar a transferência de calor. Segundo o autor o embalamento vai aumentar significativamente a fase de mudança de fase do produto, sendo que esta afirmação vai de acordo com o observado na **Figura 3-11**, onde é possível observar o exemplo do perfil de temperatura obtido nestes estudos. A laranja a temperatura medida pela sonda de perfuração do datalogger (°C), a azul a temperatura do ar, medida pelo datalogger (°C) e a cinzento a temperatura do ar medida pelo sistema SCADA do túnel (°C).

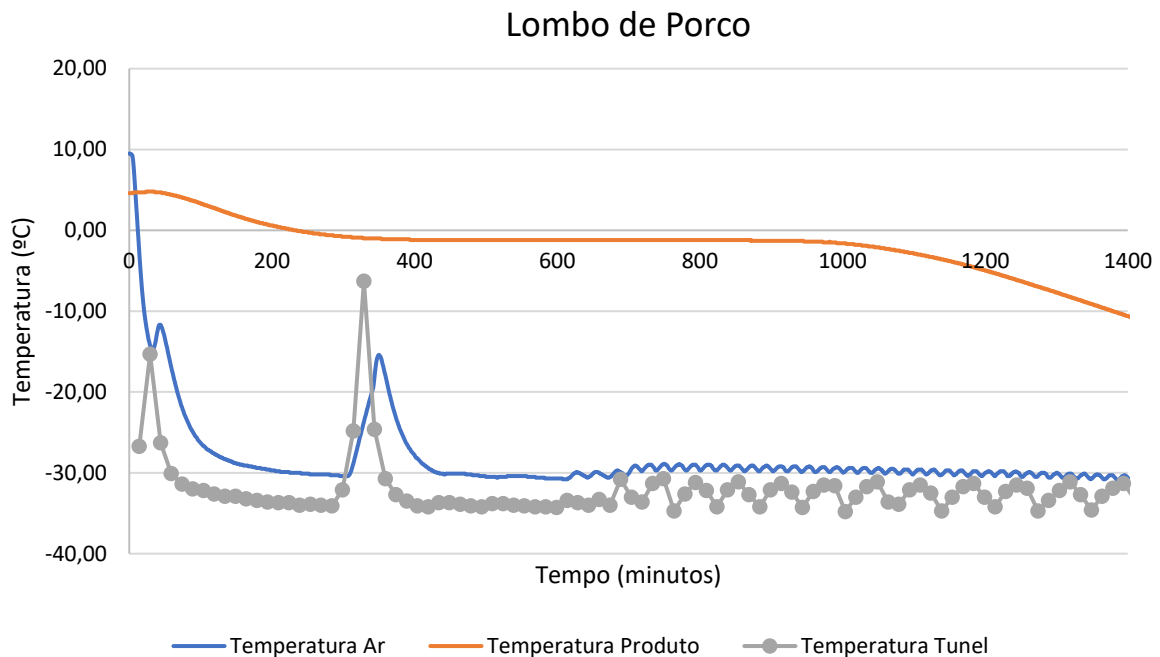


Figura 3-11 - Exemplo de gráfico de perfil de temperatura em função do tempo obtido, neste caso para os lombos de porco. A Laranja é possível observar o perfil de temperatura medido pela sonda, a azul a temperatura do ar medida pelo datalogger e a cinzento, a temperatura do ar registrada pelo sistema SCADA do túnel de congelamento.

Na **Figura 3-11** observa-se o gráfico obtido no final do estudo para cada produto. É observável a descida inicial da temperatura do produto até ao ponto de congelação, onde permanece por cerca de 13 horas, após as quais a temperatura rapidamente desce até aos -12°C . Este padrão de descida de temperatura é semelhante ao relatado por Rahman et al., 2008 para alimentos e é observável em todos os ensaios, sendo a fase de mudança de estado a mais duradoura do processo de congelação semelhante ao padrão para alimentos embalados relatado por Dempsey & Bansal (2010). É ainda possível observar um pico de descongelação, visualizado através da subida de temperatura do ar dentro do túnel. Estes picos são normais em sistemas de frio e evaporadores, e garantem que o motor e sistema de ventilação não congelam e que o túnel funciona corretamente. Como estes picos ocorrem durante curtos períodos, não afetam significativamente a temperatura do produto.

Na **Figura 3-12** é possível observar e comparar os resultados obtidos para os diferentes artigos, com temperatura final de congelação -12°C , em que os ensaios foram realizados em

triplicado (n=3), exceto os que estão marcados com *, que foram realizados em duplicado (n=2), e os marcados com *** foram realizados apenas uma vez (n=1).

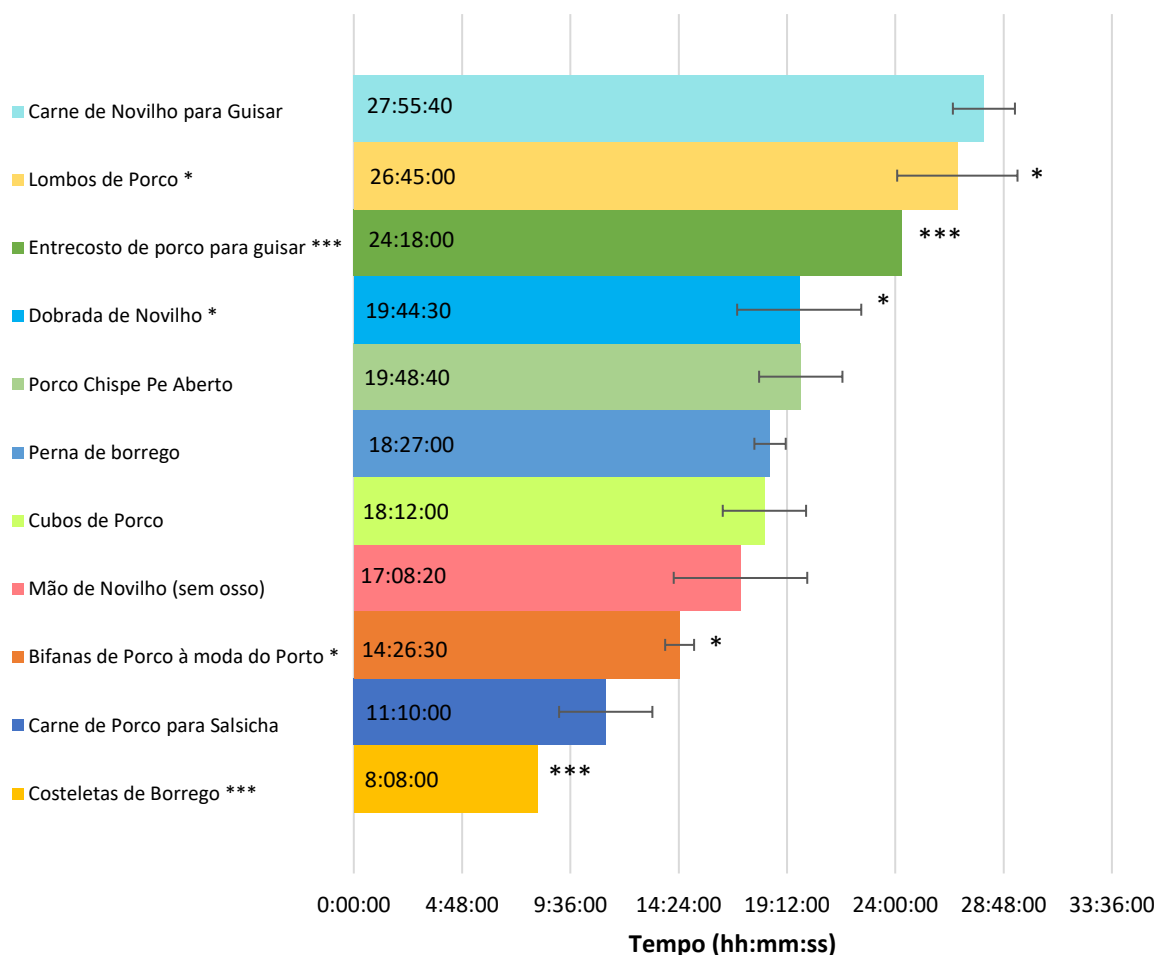


Figura 3-12 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelamento para artigos com temperatura final = -12°C. As barras representam a média ± desvio padrão. Os resultados foram realizados em triplicado (n=3) exceto os que têm um * realizados em duplicado (n=2) e *** simboliza artigos em que não houve repetição de ensaio (n=1).

Na **Figura 3-12** é possível observar que os tempos de congelamento para artigos com uma temperatura final de -12° C vão desde as 8 até às 28 horas. Este grande intervalo de resultados é reflexo da grande variedade de tipologias de produtos em estudo, havendo artigos cárneos de diferentes espécies (como o peru, vaca, porco e borrego), deferentes massas de carne,

diferentes tipos de embalagem e de caixas, zonas diferentes do músculo a congelar (por exemplo peças com ou sem osso, ou com maior ou menor teor de gordura).

O artigo com menor tempo, as costeletas de borrego, são um artigo fatiado, que sofre um processo de choque térmico antes do processo de fatiar (a sua temperatura à entrada do túnel era de $-2,6^{\circ}\text{C}$), estando as peças à entrada do túnel parcialmente congeladas. Para além deste fator, é um artigo que é congelado avulso, dentro de caixas de cartão, com apenas um *liner* de plástico, bastante mais fino que os restantes sacos onde se sela produto a vácuo, entre a carne e o cartão, fator que parece influenciar também a velocidade da transferência de calor. É importante realçar que este artigo não tem duplicação. Deste modo, como o processo que leva mais tempo é a mudança de fase e tratando-se de um produto que já tem esse processo iniciado, o tempo de congelação é significativamente menor.

A carne de porco para salsicha, à semelhança do artigo anterior, é congelada avulso, em caixas abertas de plástico com ranhuras, com um liner de plástico a proteger a carne. Deste modo, apesar de não ter sofrido um choque térmico inicial, o facto de não ter a barreira de cartão entre a carne e o ar, parece também influenciar a redução do tempo de congelação, indo de acordo com o que foi dito por Dempsey & Bansal (2010).

Semelhante às costeletas de borrego, o artigo bifanas de porco à moda do porto e os cubos de porco, são artigos que também sofrem um processo de choque térmico antes do cortar (sendo a média de temperatura de entrada no túnel destes artigos $-1,25 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ e $-1,5 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$, respetivamente), com a diferença que, depois do corte são embalados a vácuo e colocadas três embalagens numa caixa. Deste modo é possível observar que apesar de serem produtos que entram no túnel já com o processo de congelação iniciado, devido a terem a temperatura de entrada mais alta que os $-2,6^{\circ}\text{C}$ relatados para as costeletas, já não têm tempos de congelação tão baixos, como os artigos que são congelados a avulso, ou em caixas de cartão.

Os artigos de novilho têm os maiores tempos de congelação, à exceção dos lombos de porco (em 2º lugar). Este tempo elevado para os lombos justifica-se por ser um artigo com cerca de 8 Kg, e tratando-se de 3 lombos selados a vácuo, peças grandes e densas, colocadas

lado a lado. O artigo com maior tempo, o novilho para guisar, tem no total cerca de 6 Kg, cortados cubos, selados em três sacos sobrepostos. Ambos os artigos têm muito contacto plástico-plástico.

Na **Figura 3-13** é possível observar o mesmo para os diferentes bifes congelados. Estes artigos foram separados por se tratar de 4 tipos de bifes diferentes, (com peso por bife, peso total e número de bifes por embalagem diferentes) mas que apresentam comportamento semelhante, consoante o peso final da embalagem. Estes foram agrupados em:

- **Bifes do grupo A**, em que o peso final da caixa é cerca de 5 Kg, contendo o artigo Costeletas de Novilho 450/500 g, com cerca de 10 bifes embalados individualmente por caixa, e Bife da vazia 320/350 g com cerca de 15 bifes embalados individualmente por caixa.
- **Bifes do Grupo B**, em que o peso final da caixa é cerca de 3 Kg, contendo os artigos Bife da vazia 200/220 g, com cerca de 15 bifes embalados individualmente por caixa, e Bife da Alcatra 120g, com cerca de 25 bifes embalados individualmente por caixa.

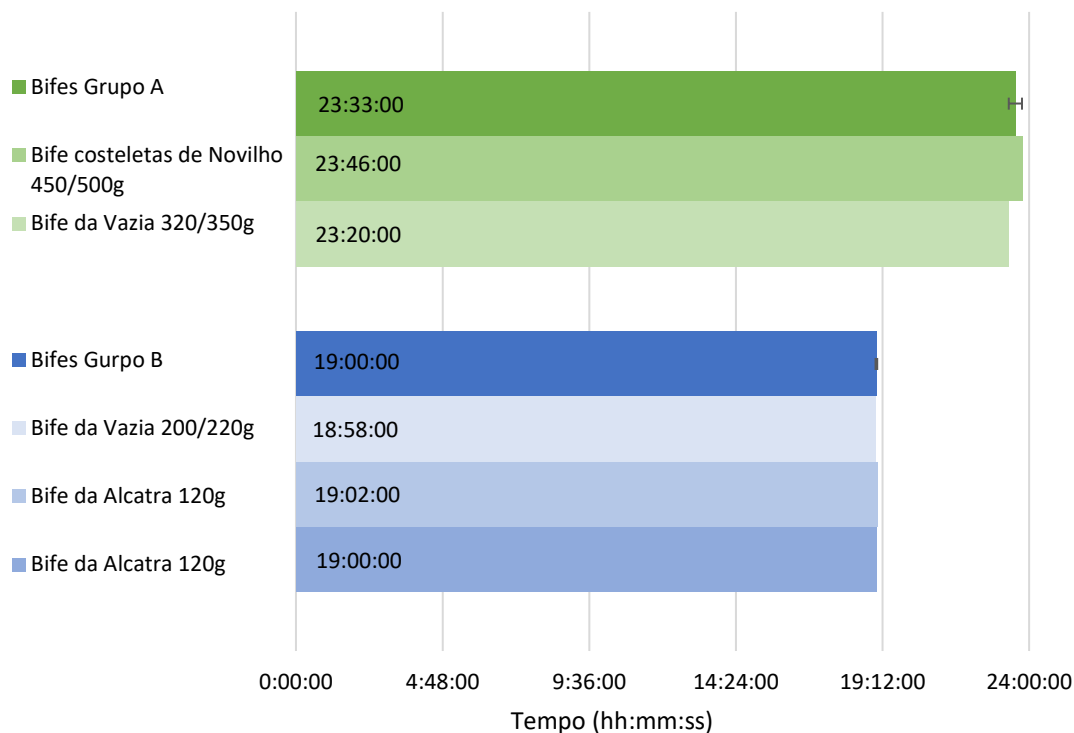


Figura 3-13 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelamento para artigos com temperatura final = -12°C, para os bifes embalados individualmente.

Na **Figura 3-13** observa-se a média e desvio padrão de cada grupo, e para cada artigo dentro do mesmo. Pela figura, o fator que parece afetar o tempo de congelamento é o peso final da caixa, ou seja, a massa total de carne, e não o número de bifes, ou o peso de cada bife, sendo ainda observável que o desvio padrão para cada grupo é mais baixo, do que qualquer dos artigos que se observa na **Figura 3-12**.

De seguida é possível observar na **Figura 3-14** os resultados obtidos para os artigos com temperatura de congelamento -18°C.

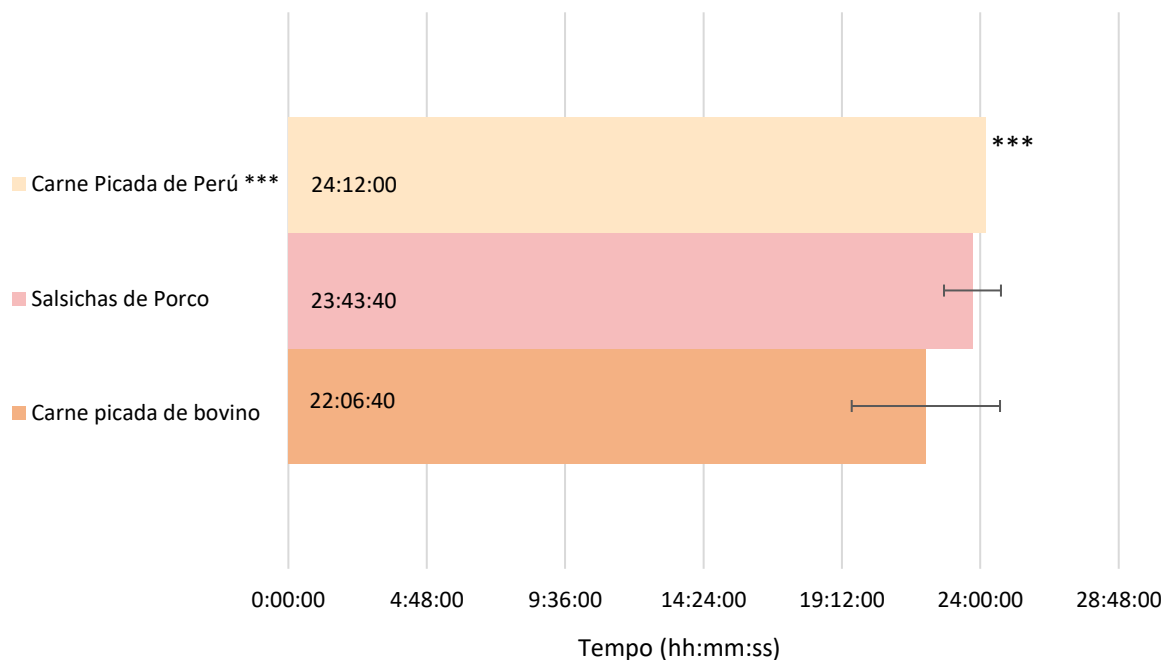


Figura 3-14 - Representação gráfica dos resultados obtidos no estudo de congelação para artigos com temperatura final = -18°C. As barras representam a média ± desvio padrão. Os resultados foram realizados em triplicado (n=3) exceto *** , que simboliza artigos em que não houve repetição de ensaio (n=1).

Para estes artigos, apesar da temperatura final ser -18°C, os tempos de congelação não apresentam uma grande diferença, relativamente aos artigos com temperatura final -12°C. Isto explica-se pelo facto da fase mais demorada se tratar da mudança de fase, em que um alimento permanece a uma temperatura constante durante longos períodos, relativamente ao tempo total, podendo demorar várias horas. A partir dessa fase, a descida da temperatura é mais rápida, pelo que a diferença entre descer para -12°C ou para -18°C não é, neste caso, particular significativa. Veja-se o exemplo relativo às salsichas de porco na **Figura 3-15**, onde é possível verificar que a maior parte do tempo despendido na congelação é utilizado para a mudança de fase, sendo que após 21:29h a salsichas já tinham atingido os -12°C, e demorariam apenas mais 02:44h para atingir os -18°C.

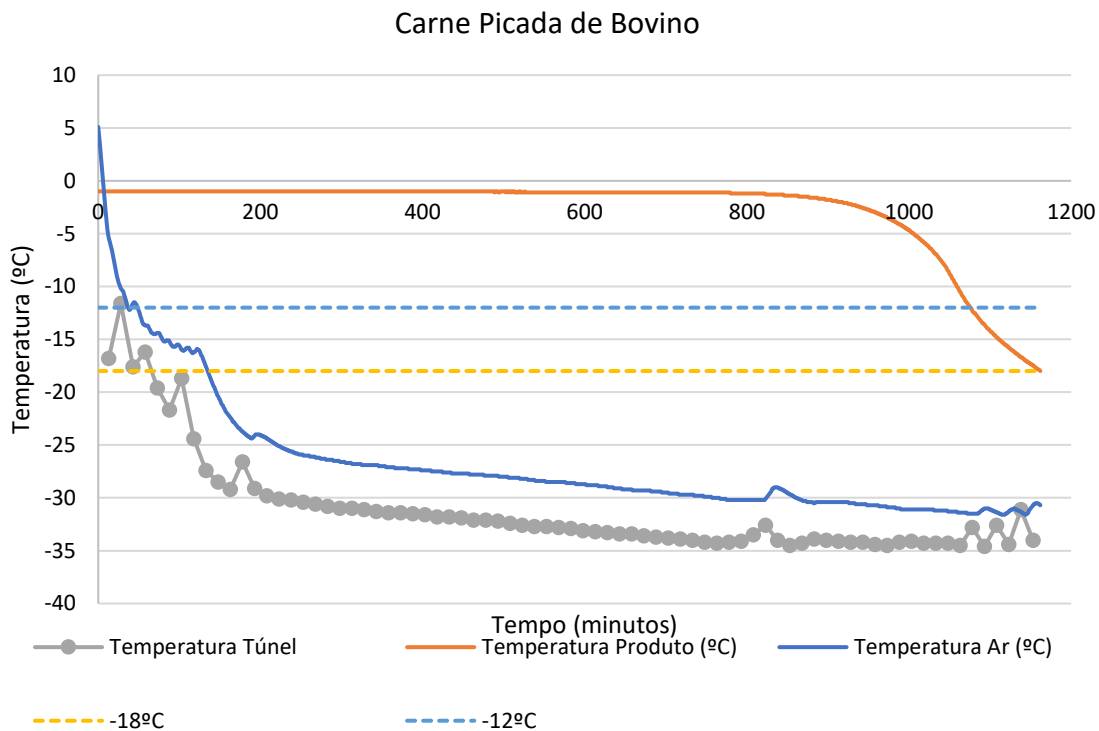


Figura 3-15 - Exemplo de gráfico de perfil de temperatura em função do tempo obtido, neste caso para a carne Picada de Bovino. A Laranja é possível observar o perfil de temperatura medido pela sonda, a azul a temperatura do ar medida pelo datalogger e a cinzento, a temperatura do ar registada pelo sistema SCADA do túnel de congelação, a amarelo a linha mostra a Temperatura de -18°C e a azul-claro de -12°C .

É de realçar ainda, que os artigos que têm uma temperatura final de -18°C são produtos à base de carne picada, cuja temperatura de permanência em sala é estipulada como sendo mais baixa comparativamente com as peças de carne, sendo que se deve encontrar a uma temperatura abaixo dos 2°C , como estipulado no Decreto-Lei 207/2008 (2008). Para tal, nestes artigos, a carne é submetida a um choque térmico antes de ser picada, fazendo com que a temperatura, neste caso da carne picada de Bovino, ao entrar no túnel se encontre dentro do intervalo de $(-1,07 \pm 0,09)^{\circ}\text{C}$, como se observa na **Tabela 3-6**.

Ao não se deixar uma distância entre as paredes e o produto, de modo a haver a circulação do ar está-se mais uma vez a contribuir para o aumento dos tempos de congelação.

O choque térmico realizado a algumas peças de carne ocorre numa câmara de choque, regulada para perto de -5°C , no entanto, ocasionalmente este choque era realizado no túnel.

Isto acontece porque estando o túnel regulado para temperaturas bastante mais baixas, este choque acontece mais rapidamente. Ao se utilizar o túnel para fazer o choque térmico, este é muitas vezes aberto durante o dia. Esta frequente abertura da porta provoca a perda de temperatura no túnel, causando oscilações da temperatura, e consequentemente a diminuição da eficiência da transferência de calor entre o produto e o ar, aumentando o tempo de congelação dos produtos.

Importa ainda referir que, apesar de se ter garantido que a sonda se encontrava totalmente envolvida pelas embalagens de forma a ter uma temperatura o mais próxima possível da temperatura real do centro térmico, esta não estava a perfurar o alimento, podendo este fator afetar os resultados obtidos.

Deste modo é possível identificar algumas recomendações que poderão contribuir para o aumento da eficiência do processo de congelação, levando a menores tempos e produto com maior qualidade:

- Melhoramento da disposição do produto no túnel, aliada a uma melhor gestão da congelação. Havendo um melhor planeamento da congelação será possível espaçar a mesma e garantir que não há variação entre congelações com o túnel lotado e com o túnel quase vazio. Espalhando uniformemente este processo será possível gerir melhor a organização dentro do túnel e cumprir o espaçamento entre estantes e caixas.
- Utilização de caixas de cartão mais finas, perfuradas ou de um material condutor como o metal. Pode ser considerada ainda a hipótese da congelação de produto embalado apenas a vácuo, com posterior embalagem em cartão. De modo a ultrapassar o problema de o produto ficar rígido após a congelação, pode-se congelar o produto dentro de moldes que garantam que este cabe dentro das respectivas caixas de cartão.
- Deve-se diminuir a frequência de abertura da porta do túnel de modo a diminuir as perdas de temperatura do mesmo.

3.4 Reforço do cumprimento de BPH e BPF

Em zonas de manipulação de alimentos, e em especial, alimentos que não vão sofrer tratamento térmico dentro das instalações, como a carne crua, é necessário ter em atenção uma série de comportamentos, de modo a garantir que o alimento chega ao consumidor nas melhores condições possíveis. Por exemplo, quando a UDC começa a funcionar, é importante ir abastecendo as linhas de desmancha e desossa à medida que o produto vai sendo utilizado, de modo a evitar a permanência do produto na sala durante mais tempo do que o necessário, conforme descrito no Regulamento CE 853/2004 (2004). É importante manipular os alimentos apenas quando necessário e higienizar as mãos/ trocar de luvas, higienizar os utensílios sempre que se troca de espécie de modo a evitar contaminação cruzada. Os manipuladores de alimentos responsáveis pelo embalamento devem evitar manipular alimentos crus e embalagens simultaneamente, devendo higienizar as mãos com frequência quando alternam a manipulação de alimentos crus e material de embalagem, ou entre a manipulação de espécies diferentes.

Todas estas regras são bastante importantes para a manutenção da qualidade do produto, devendo ser cumpridas por todos os colaboradores. É por isso importante haver uma formação contínua dos colaboradores e uma implementação de meios que auxiliem o cumprimento das regras, como imagens, gráficos, etc.

Ao longo da realização do estágio foram identificadas situações em que havia a resistência ao cumprimento de certas práticas. Através da investigação no terreno foi possível apurar algumas dificuldades apresentadas pelos OESA e foram elaborados em conjunto com a empresa ajudas visuais de modo a reforçar a informação disponibilizada na área de trabalho, e facilitar o cumprimento das BPH e BPF.

A ajuda visual para a área dos preparados de carne, que permite aos colaboradores perceber entre que produções é necessária higienização dos equipamentos. Na mesma estava representada a necessidade de higienização sempre que havia mudança de espécie e sempre que se passava da produção de um produto com alergénio para um produto que não contivesse esse alergénio, através de um gráfico dinâmico. Esta ajuda foi elaborada em conjunto com a produção, nomeadamente com os operadores, de modo a garantir a sua fácil

compreensão por todos. Deste modo, através da implementação em sala desta ajuda, tornou-se mais fácil para os colaboradores consultarem em que situações é necessário higienizar ou não.

Na entrada de MP cárneas para a sala de desmancha, observou-se um problema semelhante, em que os colaboradores tinham dificuldade em decorar as datas-limite em que as MP cárneas podiam dar entrada na sala, de modo a cumprir a instrução interna, e garantir que os produtos não entram em sala com validade curta. Para tal, foram elaboradas ajudas visuais no formato de tabelas contendo as regras para as quais uma matéria-prima cárnea pode entrar na sala, em termos de data para as diferentes espécies. Devido á grande variedade de MP, com diferentes requisitos, que entravam na sala estas ajudas garantem que os OESA têm sempre acesso a esta informação sem dúvidas.

De modo a acomodar a entrada de novos colaboradores foi ainda elaborado um manual de acolhimento para que estes tenham imediatamente contacto com a cultura de segurança alimentar. Neste manual estão contempladas normas e boas práticas que os operadores devem cumprir, como as referidas no capítulo 1.4.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu a calibração do equipamento de desinfecção de utensílios de corte, conforme descrito no Regulamento 853/2004 (2004), de modo a garantir a correta desinfecção dos utensílios.

Permitiu ainda a calibração das sondas dos sistemas SCADA das diferentes salas da UDC, cais de receção e expedição e zonas de conferência de mercadorias e reportar ajustes à temperatura de regulação para as respetivas salas, de modo a garantir que não só as salas se encontram à temperatura definida internamente, como a variação térmica dentro das mesmas não é significativa. Foi evidenciada a necessidade de melhorias de gestão energética nas zonas de entreposto (de modo a minimizar as perdas de temperatura para o exterior, como cortinas de vento ou de plástico que protejam estas zonas aquando da carga e descarga), nas zonas de conferência de mercadoria.

Este trabalho permitiu a definição de tempos de congelação para diferentes artigos cárneos, ajudando deste modo a um melhor planeamento de produção de produtos congelados, contribuindo assim para um aumento da eficiência não só da produção como energética.

No entanto, salienta-se uma necessidade de melhor gestão da utilização do túnel nomeadamente relativamente à utilização dos mesmo para realizar choque térmico e congelação simultaneamente. É importante haver um compromisso por parte da gestão no sentido de serem tomadas medidas que aumentem a eficiência do processo de congelação, tanto de uma perspetiva de garantia de qualidade do produto final, como de diminuição de gastos energéticos. Tais medidas podem passar pelo reforço na formação dos colaboradores sobre a correta disposição do produto no túnel e a sua importância. Avaliação do espaço do túnel e distribuição do produto por diferentes dias de congelação de modo a haver menor aglomeração e sobrecarga de produto no túnel. Deve ser tido em conta também o método de

acondicionamento de produto para congelação, devido ao impacto que o embalamento em caixas de cartão tem no tempo de congelação, podendo ser utilizadas caixas mais finas, ou ser considerada a hipótese de congelar o produto sem embalagem de cartão. Finalmente deve ser ainda reavaliada a utilização do túnel para fazer choque térmico em dias que o mesmo se encontre a congelar de modo a diminuir as flutuações de temperatura.

Foi possível observar a importância do cumprimento das BPH e BPF através dos resultados obtidos nos vários estudos, a elaboração de ajudas visuais foi um importante primeiro passo que deve ser continuado, aliado à formação e sensibilização dos colaboradores da empresa como já era realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahrendsen, B. L., Bielik, P., & Horská, E. (2016). Organic food sourcing, processing and distribution: a case of satisfying a growing market. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 10(1), 5–10. doi: [10.19041/APSTRACT/2016/1/1](https://doi.org/10.19041/APSTRACT/2016/1/1)
- Andrade, M.A. Barbosa, C.H. Souza, V.G.L. Coelho, I.M. Reboleira, J. Bernardino, S. Ganhão, R. Mendes, S. Fernando, A.L. Vilarinho, F. Sanches Silva, A., Ramos, F. (2021) Novel Active Food Packaging Films Based on Whey Protein Incorporated with Seaweed Extract: Development, Characterization, and Application in Fresh Poultry Meat. *Coatings*, 11, 229. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings11020229>
- ASAE; Mil-Homens, S. (2007) HACCP <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>, Consultado em agosto de 2022
- ASAE (sem data) Sistema HACCP <https://www.asae.gov.pt/perguntas-frequentes1/area-alimentar/haccp/sistema-haccp.aspx>, consultado em agosto de 2022
- Badia-Melis, R., Garcia-Hierro, J., Ruiz-Garcia, L., Jiménez-Ariza, T., Robla Villalba, J. I., & Barreiro, P. (2014). Assessing the dynamic behavior of WSN motes and RFID semi-passive tags for temperature monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103, 11–16. doi: [10.1016/J.COM-PAG.2014.01.014](https://doi.org/10.1016/J.COM-PAG.2014.01.014)
- Banterle, A., Cavaliere, A., Carraresi, L., & Stranieri, S. (2011). Innovativeness in food small business: What is its relationship with marketing? *Agricultural Economics*, 57(10), 474–483. doi: [10.17221/185/2010-AGRICECON](https://doi.org/10.17221/185/2010-AGRICECON)
- Bauman, H. E. (1995). The origin and concept of HACCP. In *HACCP in Meat, Poultry, and Fish Processing* (Vol. 10, pp. 1–7). Springer, Boston, MA. doi: [10.1007/978-1-4615-2149-5_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2149-5_1)
- Bell, B. P., Goldoft, M., Griffin, P. M., Davis, M. A., Gordon, D. C., Tarr, P. I., Bartleson, C. A., Lewis, J. H., Barrett, T. J., Wells, J. G., Baron, R., & Kobayashi, J. (1994). A Multistate Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7—Associated Bloody Diarrhea and Hemolytic Uremic Syndrome From Hamburgers: The Washington Experience. *JAMA*, 272(17), 1349–1353. doi: [10.1001/JAMA.1994.03520170059036](https://doi.org/10.1001/JAMA.1994.03520170059036)
- Bhattacharya, M., Hanna, M. A., & Mandigo, R. W. (1988). Effect of Frozen Storage Conditions on Yields, Shear Strength and Color of Ground Beef Patties. *Journal of Food Science*, 53(3), 696–700. doi: [10.1111/J.1365-2621.1988.TB08934.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1988.TB08934.X)
- Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509–524. doi: [10.1016/J.MEATSCI.2004.07.017](https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2004.07.017)

- Borch, E., Kant-Muermans, M. L., & Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 103–120. doi: [10.1016/0168-1605\(96\)01135-X](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01135-X)
- Bostan, I., Onofrei, M., Gavrilită, A. F., Toderascu, C., & Lazăr, C. M. (2019). An Integrated Approach to Current Trends in Organic Food in the EU. *Foods* 2019, Vol. 8, Page 144, 8(5), 144. doi: [10.3390/FOODS8050144](https://doi.org/10.3390/FOODS8050144)
- Brewer, M. S., & Harbers, C. A. Z. (1991). Effect of Packaging on Color and Physical Characteristics of Ground Pork in Long-term Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 56(2), 363–366. doi: [10.1111/J.1365-2621.1991.TB05281.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1991.TB05281.X)
- Brown, M. H. (1991). Microbiological Aspects of Frozen Foods. In *Food Freezing* (pp. 15–25). Springer-Verlag London Limited 1991. doi: [10.1007/978-1-4471-3446-6_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3446-6_2)
- Caniça, M., Manageiro, V., Abriouel, H., Moran-Gilad, J., & Franz, C. M. A. P. (2019). Antibiotic resistance in foodborne bacteria. *Trends in Food Science & Technology*, 84, 41–44. doi: [10.1016/J.TIFS.2018.08.001](https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2018.08.001)
- Castrica, M., Miraglia, D., Menchetti, L., Branciarri, R., Ranucci, D., & Balzaretti, C. M. (2020). Antibacterial Effect of an Active Absorbent Pad on Fresh Beef Meat during the Shelf-Life: Preliminary Results. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 7904, 10(21), 7904. doi: [10.3390/APP10217904](https://doi.org/10.3390/APP10217904)
- Castro-Giráldez, M., Balaguer, N., Hinarejos, E., & Fito, P. J. (2014). Thermodynamic approach of meat freezing process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 23, 138–145. doi: [10.1016/J.IFSET.2014.03.007](https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2014.03.007)
- Comunicação da Comissão sobre a implementação de sistemas de gestão da segurança alimentar que abrangem programas de pré-requisitos (PRP) e procedimentos baseados nos princípios HACCP, incluindo a facilitação/flexibilidade de implementação em determinadas empresas do setor alimentar (2022), JO C 355 de 16.9.2022, pp 1—58
- Crossland, W. J. (1997). HACCP and factory auditing. In *Food Hygiene Auditing* (pp. 30–52). Springer, Boston, MA. doi: [10.1007/978-1-4613-0451-7_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0451-7_3)
- Decreto-Lei 207/2008 (2008) Procedo à primeira alteração ao Decreto-Lei 147/2006, de 31 de julho, que aprova o Regulamento das Condições Higiénicas e Técnicas a Observar na Distribuição e Venda de Carnes e Seus Produtos, revogando os Decretos-Leis 402/84, de 31 de dezembro, e 158/97, de 24 de junho. *Diário da República* nº 206/2008, Série I de 2008-10-23, pp 7502 – 7512
- D. Weaver, A. (2012). Muscle Biology. In *Handbook of Meat and Meat Processing* (2nd ed., pp. 54–63). CRC Press. doi: [10.1201/B11479-6](https://doi.org/10.1201/B11479-6)
- Das, A. K., Nanda, P. K., Das, A., & Biswas, S. (2019). Chapter 6 - Hazards and Safety Issues of Meat and Meat Products. In S. Ram Lakhan & M. Sukanta (Eds.), *Food Safety and Human Health* (pp. 145–168). Academic Press. doi: [10.1016/B978-0-12-816333-7.00006-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00006-0)
- Dave, D., & Ghaly, A. E. (2011). Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(4), 486–510. doi: [10.3844/AJABSSP.2011.486.510](https://doi.org/10.3844/AJABSSP.2011.486.510)

- Delgado, A. E., & Sun, D.-W. (2001). Heat and mass transfer models for predicting freezing processes - a review. *Journal of Food Engineering*, 3(47), 157–174. doi: [10.1016/S0260-8774\(00\)00112-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00112-6)
- Dempsey, P., & Bansal, P. (2010). Air blast freezers and their significance to food freezing: a review. In *Proceedings of ENCIT 2010, 13th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering*, 05–10.
- Dimitri, C., & Baron, H. (2020). Private sector support of the farmer transition to certified organic production systems. *Organic Agriculture*, 10(3), 261–276. doi: [10.1007/S13165-019-00265-3/TABLES/7](https://doi.org/10.1007/S13165-019-00265-3/TABLES/7)
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* 2019, Vol. 8, Page 429, 8(10), 429. doi: [10.3390/ANTIOX8100429](https://doi.org/10.3390/ANTIOX8100429)
- D'Amore, T., Di Taranto, A., Berardi, G., Vita, V., Marchesani, G., Chiaravalle, A. E., & Iammarino, M. (2020). Sulfites in meat: Occurrence, activity, toxicity, regulation, and detection. A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2701–2720. doi: [10.1111/1541-4337.12607](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12607)
- Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P., & Villani, F. (2006). Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4663–4671. doi: [10.1128/AEM.00468-06](https://doi.org/10.1128/AEM.00468-06)
- FAO, & PAHO. (2017). *Food Handlers Manual. Instructor. Food Handlers Manual. Instructor.* doi: [10.37774/9789275119020](https://doi.org/10.37774/9789275119020)
- FAO & WHO (1969) General principles of food hygiene, CODEX ALIMENTARIUS, CXC 1-1969
- FAO (2004) Definition and classification of commodities - 17. Products from slaughtered animals <https://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/fdef17e.htm#17.1> Consultado em junho de 2022
- FAO & WHO (2020) Code of practice on food allergen management for food business operators, CODEX ALIMENTARIUS, CXC 80-2020
- FAO/WHO (sem data) CODEX Members <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/members/en/> consultado em novembro de 2022
- George, R. M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4(5), 134–138. doi: [10.1016/0924-2244\(93\)90032-6](https://doi.org/10.1016/0924-2244(93)90032-6)
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818. doi: [10.1126/SCIENCE.1185383](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1185383)
- Gould, G. W. (1996). Methods for preservation and extension of shelf life. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 51–64. doi: [10.1016/0168-1605\(96\)01133-6](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01133-6)
- Griffith, C. J. (2006). Food safety: Where from and where to? *British Food Journal*, 108(1), 6–15. doi: [10.1108/00070700610637599/FULL/PDF](https://doi.org/10.1108/00070700610637599/FULL/PDF)

- Grunert, K. G., Bredahl, L., & Brunsø, K. (2004). Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review. *Meat Science*, 66(2), 259–272. doi: [10.1016/S0309-1740\(03\)00130-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00130-X)
- Grunert, K. G., Brunsø, K., Bredahl, L., & Bech, A. C. (2001). Food-Related Lifestyle: A Segmentation Approach to European Food Consumers. In L. J. . Frewer, E. . Risvik, & H. Schifferstein (Eds.), *Food, People and Society* (pp. 211–230). Springer, Berlin, Heidelberg. doi: [10.1007/978-3-662-04601-2_14](https://doi.org/10.1007/978-3-662-04601-2_14)
- Guyon, C., Meynier, A., & De Lamballerie, M. (2016). Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high-pressure treatments. doi: [10.1016/j.tifs.2016.01.026](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.026)
- Holmes, J. F., Russell, G., & Allen, J. K. (2013). Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and related systems for automated process control in the food industry: an introduction. *Robotics and Automation in the Food Industry: Current and Future Technologies*, 130–142. doi: [10.1533/9780857095763.1.130](https://doi.org/10.1533/9780857095763.1.130)
- Huff-Lonergan, E., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle - lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, 86(1), 184–195. doi: [10.1016/J.MEATSCI.2010.05.004](https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2010.05.004)
- Huis In't Veld, J. H. J. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 1–18. doi: [10.1016/0168-1605\(96\)01139-7](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01139-7)
- INSA (sem data)) https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fportfir-insa.min-saude.pt%2Fassets%2Fdownloads%2Finsa_tca.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK, consultado em outubro de 2022
- James, S. J., & James, C. (2014). Chilling and Freezing. In Y. Motarjemi & H. Lelieveld (Eds.), *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry* (pp. 481–510). Academic Press. doi: [10.1016/B978-0-12-381504-0.00020-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00020-2)
- James, S. J., James, C., & Evans, J. A. (2006). Modelling of food transportation systems – a review. *International Journal of Refrigeration*, 29(6), 947–957. doi: [10.1016/J.IJREFRIG.2006.03.017](https://doi.org/10.1016/J.IJREFRIG.2006.03.017)
- Joardder, M. U. H., & Masud, M. H. (2019). A Brief History of Food Preservation. In *Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions* (pp. 57–66). Springer, Cham. doi: [10.1007/978-3-030-11530-2_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11530-2_3)
- Kaloyereas, S. A. (1950). On the History of Food Preservation. *The Scientific Monthly*, 71(6), 422–424. doi: <https://www.jstor.org/stable/20208?seq=1>
- Kamala, K., & Kumar, V. P. (2018). Food Products and Food Contamination. *Microbial Contamination and Food Degradation*, 1–19. doi: [10.1016/B978-0-12-811515-2.00001-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811515-2.00001-9)
- Kauffman, R. G. (2012). Meat Composition. In *Handbook of Meat and Meat Processing* (pp. 64–81). CRC Press. doi: [10.1201/B11479-7](https://doi.org/10.1201/B11479-7)
- Lambert, A. D., Smith, J. P., & Dodds, K. L. (1991). Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat — a review. *Food Microbiology*, 8(4), 267–297. doi: [10.1016/S0740-0020\(05\)80002-4](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(05)80002-4)

- Leitão, B. M. R. (2015). Equipamentos de congelação industrial de produtos alimentares perecíveis: análise comparada de apoio à decisão [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. doi: [10.4000.21/4332](https://doi.org/10.4000.21/4332)
- Mann, N. (2007). Meat in the human diet: An anthropological perspective. *Nutrition & Dietetics*, 64(SUPPL. 4), S102–S107. doi: [10.1111/J.1747-0080.2007.00194.X](https://doi.org/10.1111/J.1747-0080.2007.00194.X)
- Margas, E., & Holah, J. T. (2014). Personal hygiene in the food industry. In H. L. M. Lelieveld, J. T. Holah, & D. Napper (Eds.), *Hygiene in Food Processing: Principles and Practice: Second Edition* (2nd ed., pp. 408–440). Woodhead Publishing. doi: [10.1533/9780857098634.3.408](https://doi.org/10.1533/9780857098634.3.408)
- Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T. L., & Gerrard, D. E. (2017). The Conversion of Muscle to Meat. In *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition* (pp. 159–185). Woodhead Publishing. doi: [10.1016/B978-0-08-100694-8.00005-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00005-4)
- Mc Carthy, U., Uysal, I., Badia-Melis, R., Mercier, S., O'Donnell, C., & Ktenioudaki, A. (2018). Global food security – Issues, challenges and technological solutions. *Trends in Food Science & Technology*, 77, 11–20. doi: [10.1016/J.TIFS.2018.05.002](https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2018.05.002)
- Min, B., & Ahn, D. U. (2005). Mechanism of Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products -A Review. *Food Science and Biotechnology*, 14(1), 152–163
- Mourão, S.A.S. (2021) Calibrações internas de EMM's e validações no âmbito da transição para a nova versão ISO 22000:2018 numa empresa do ramo alimentar. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar
- Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78(1–2), 77–89. doi: [10.1016/J.MEATSCI.2007.06.020](https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2007.06.020)
- Pellisery, A. J., Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2019). Spoilage bacteria and meat quality. In K. B. Ashim, M. Prabhat Kumar, A. K. Biswas, & M. Prabhat Kumar (Eds.), *Meat Quality Analysis: Advanced Evaluation Methods, Techniques, and Technologies* (pp. 307–334). Academic Press. doi: [10.1016/B978-0-12-819233-7.00017-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00017-3)
- Peri, C. (2006). The universe of food quality. *Food Quality and Preference*, 17(1–2), 3–8. doi: [10.1016/J.FOODQUAL.2005.03.002](https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2005.03.002)
- Rahman, M. S., Machado-Velasco, K. M., Sosa-Morales, M. E., & Velez-Ruiz, J. F. (2009). Freezing point: Measurement, data, and prediction. In *Food Properties Handbook, Second Edition* (2nd ed., pp. 153–192). CRC Press. doi: [10.1201/9781420003093-10](https://doi.org/10.1201/9781420003093-10)
- Ray, B. (1979). Methods to Detect Stressed Microorganisms. *Journal of Food Protection*, 42(4), 346–355. doi: [10.4315/0362-028X-42.4.346](https://doi.org/10.4315/0362-028X-42.4.346)
- Regulamento (CE) 1333/2008 (2008) do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008 relativo aos aditivos alimentares, JO L 354, pp. 67—84
- Regulamento (CE) 852/2004 (2004) do parlamento europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004, relativo à higiene dos géneros alimentícios JO L 139, pp. 1—54

- Regulamento (CE) 853/2004 (2004) Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, JO L 139, pp 55—205
- Regulamento (UE) 1169/2011 (2011) do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Outubro de 2011, relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) 1924/2006 e (CE) 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e revoga as Directivas 87/250/CEE da Comissão, 90/496/CEE do Conselho, 1999/10/CE da Comissão, 2000/13/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2002/67/CE e 2008/5/CE da Comissão e o Regulamento (CE) 608/2004 da Comissão, JO L304, pp. 168—213
- Regulamento (UE) 2021/382 (2021) da Comissão de 3 de março de 2021 que altera os anexos do Regulamento (CE) 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à higiene dos géneros alimentícios no que se refere à gestão de alergénios alimentares, à redistribuição dos alimentos e à cultura de segurança dos alimentos, JO L 74, pp 3—6
- Ropkins, K., Ferguson, A., & Beck, A. J. (2010). Development of Hazard Analysis by Critical Control Points (HACCP) Procedures to Control Organic Chemical Hazards in the Agricultural Production of Raw Food Commodities, 43(3), 287–316. doi: [10.1080/10408690390826536](https://doi.org/10.1080/10408690390826536)
- Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M., & Huff-Lonergan, E. (2004). Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. *Journal of Animal Science*, 82(3), 785–793. doi: [10.2527/2004.823785X](https://doi.org/10.2527/2004.823785X)
- Sams, A. R. (1999). Meat quality during processing. *Poultry Science*, 78(5), 798–803. doi: [10.1093/PS/78.5.798](https://doi.org/10.1093/PS/78.5.798)
- Smith, B. A., & Fazil, A. (2019). How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? 45(4). doi: [10.14745/ccdr.v45i04a05](https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a05)
- Smith, P. G., & Bradley, R. (2003). Bovine spongiform encephalopathy (BSE) and its epidemiology. *British Medical Bulletin*, 66(1), 185–198. doi: [10.1093/BMB/66.1.185](https://doi.org/10.1093/BMB/66.1.185)
- Smith, R. E. (1993). Food demands of the emerging consumer: the role of modern food technology in meeting that challenge. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58(2), 307S–312S. doi: [10.1093/AJCN/58.2.307S](https://doi.org/10.1093/AJCN/58.2.307S)
- Sofos, J. N. (1994). Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. In Pearson, A.M. & T. R. Dutson (Eds.), *Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products* (Vol. 9, pp. 359–403). Springer, Boston, MA. doi: [10.1007/978-1-4615-2167-9_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9_14)
- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Vieira, E.T., Coelho, I.M., Duarte, M.P., Fernando, A.L. (2018) a Shelf life assessment of fresh poultry meat packaged in novel bionanocomposite of chitosan/montmorillonite incorporated with ginger essential oil, *Coatings*, 8 (5), 177. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings8050177>

- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Vieira, E.T., Coelho, I.M., Duarte, M.P., Fernando, A.L. (2019) Activity of chitosan-montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary essential oil: from in vitro assays to application in fresh poultry meat, *Food Hydrocolloids*, 89, 241–252. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.049>
- Souza, V.G.L., Rodrigues, C., Valente, S., Pimenta, C., Pires, J.R.A., Alves, M.M., Santos, C.F., Coelho, I.M., Fernando, A.L. (2020) Eco-Friendly ZnO/Chitosan Bionanocomposites Films for Packaging of Fresh Poultry Meat, *Coatings*, 10 (2), 110. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings10020110>
- Soyer, A., Özalp, B., Dalmis, Ü., & Bilgin, V. (2009). Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. *Food Chemistry*, 120, 1025–1030. doi: [10.1016/j.foodchem.2009.11.042](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.042)
- Spain, C. V., Freund, D., Mohan-Gibbons, H., Meadow, R. G., & Beacham, L. (2018). Are They Buying It? United States Consumers' Changing Attitudes toward More Humanely Raised Meat, Eggs, and Dairy. *Animals*, 8(8), 128. doi: [10.3390/ANI8080128](https://doi.org/10.3390/ANI8080128)
- Spychaj, A., Pospiech, E., Iwańska, E., & Montowska, M. (2018). Detection of allergenic additives in processed meat products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13), 4807–4815. doi: [10.1002/jsfa.9083](https://doi.org/10.1002/jsfa.9083)
- Stankovic, I. (2016). Codex Alimentarius. *Encyclopedia of Food and Health*, 191–196. doi: [10.1016/B978-0-12-384947-2.00180-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00180-X)
- Stopforth, J. D., & Sofos, J. N. (2006). Recent advances in pre- and postslaughter intervention strategies for control of meat contamination. *ACS Symposium Series*, 931, 66–86. doi: [10.1021/BK-2006-0931.CH006](https://doi.org/10.1021/BK-2006-0931.CH006)
- Taylor, S. L., & Hefle, S. L. (2001). Food allergies and other food sensitivities. *Food Technology*, 55(9), 68–83
- Tso, C. P., Yu, S. C. M., Poh, H. J., & Jolly, P. G. (2002). Experimental study on the heat and mass transfer characteristics in a refrigerated truck. *International Journal of Refrigeration*, 25(3), 340–350. doi: [10.1016/S0140-7007\(01\)00015-9](https://doi.org/10.1016/S0140-7007(01)00015-9)
- Tuyet-Hanh, T. T., Sinh, D. X., Phuc, P. D., Ngan, T. T., Van Tuat, C., Grace, D., Unger, F., & Nguyen-Viet, H. (2017). Exposure assessment of chemical hazards in pork meat, liver, and kidney, and health impact implication in Hung Yen and Nghe An provinces, Vietnam. *International Journal of Public Health*, 62(1), 75–82. doi: [10.1007/S00038-016-0912-Y/TABLES/3](https://doi.org/10.1007/S00038-016-0912-Y/TABLES/3)
- Vos, E. (2000). EU Food Safety Regulation in the Aftermath of the BSE Crisis. *Journal of Consumer Policy* 2000 23:3, 23(3), 227–255. doi: [10.1023/A:1007123502914](https://doi.org/10.1023/A:1007123502914)
- War, J. M., Nisa, A. U., Wani, A. H., & Bhat, M. Y. (2022). Microbial Food-borne Diseases Due to Climate Change. In *Climate Change and Microbes* (1st ed., pp. 187–234). Apple Academic Press. doi: [10.1201/9781003189725-7](https://doi.org/10.1201/9781003189725-7)
- Weinroth, M. D., Belk, A. D., & Belk, K. E. (2018). History, development, and current status of food safety systems worldwide. *Animal Frontiers*, 8(4), 9–15. doi: [10.1093/AF/VFY016](https://doi.org/10.1093/AF/VFY016)

- Wood, J. D. (1984). 20 - Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In J. Wiseman (Ed.), *Fats in Animal Nutrition* (pp. 407–435). Butterworth-Heinemann.
- Wood, J. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Whittington, F. M., Perry, A. M., Johnson, S. P., & Enser, M. (1996). Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Science*, 44(1–2), 105–112. doi: [10.1016/S0309-1740\(96\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00044-7)
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Richardson, R. I., & Sheard, P. R. (1999). Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(2), 363–370. doi: [10.1017/S0029665199000488](https://doi.org/10.1017/S0029665199000488)
- Zagorec, M., & Champomier-Vergès, M. C. (2017). Meat Microbiology and Spoilage. In Fidel Toldra (Ed.), *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition* (8th ed., pp. 187–203). Woodhead Publishing. doi: [10.1016/B978-0-08-100694-8.00006-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00006-6)
- Zorn, A., Lippert, C., & Dabbert, S. (2012). Supervising a system of approved private control bodies for certification: The case of organic farming in Germany. *Food Control*, 25(2), 525–532. doi: [10.1016/J.FOODCONT.2011.11.013](https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2011.11.013)



<2022>

RITA GIL FARIA DE
BASTOS

CALIBRAÇÕES INTERNAS DE EMM'S E VALIDAÇÃO DE PARÂMETROS OPERACIONAIS
EM TÚNEL DE CONGELAÇÃO NUMA SALA DE PRODUÇÃO E DESMANCHA DE CARNE