

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Joana Isabel Rocha Gomes

**Revisão e validação dos processos produtivos
numa indústria de carnes processadas**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor José Maria Marques Oliveira
Engenheira Juliana Pereira

Declaração

Nome: Joana Isabel Rocha Gomes

Título da dissertação: Revisão e validação dos processos produtivos numa indústria de carnes processadas

Orientador: José Maria Marques Oliveira

Orientadora na Empresa: Juliana Pereira

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biológica

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à empresa Carnes Landeiro, onde realizei o estágio curricular, pela oportunidade que me deu de integrar no setor industrial. A todos os colaboradores da empresa, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. E ainda aos orientadores, engenheira Juliana Pereira e professor José Maria Oliveira, pelo tempo e compreensão dedicados.

À minha família, pelos valores transmitidos e o apoio incondicional, ao longo destes anos. Aos meus amigos, pela partilha de momentos inesquecíveis, motivação e paciência no decorrer deste percurso. Aos professores e auxiliares que transmitiram os ensinamentos essenciais para o decorrer da jornada.

RESUMO

A carne apresenta-se como um produto com elevado valor nutricional e, por isso, tem constituído parte da alimentação dos seres humanos ao longo dos tempos. Como produto perecível, a utilização de técnicas de processamento, nomeadamente a secagem e a fumagem, permitiram prolongar o tempo de vida útil deste produto.

A empresa Carnes Landeiro destaca-se pela produção de produtos à base de carne, assim como abate e distribuição de carnes de suíno e bovino. Neste momento, a empresa pretende reduzir os preços de venda dos seus produtos, com o intuito de apresentar maior competitividade no mercado. Para tal, realizou alterações no processamento dos produtos, nomeadamente a substituição de matérias-primas, a redução do tempo de secagem e do tempo de fumagem, sem que fosse negligenciada a sua qualidade tanto a nível microbiológico como químico.

Para a realização deste trabalho, inicialmente, procedeu-se à escolha de seis produtos (chouriço de vinho, chouriço de carne extra, chouriço de carne tradicional, chouriço crioulo, linguiça e a morcela) que sofreram alterações no ano de 2018, quer na composição das matérias-primas quer no que respeita aos tempos de processamento. Posteriormente, avaliou-se a sua viabilidade a nível microbiológico e químico, através dos resultados das análises aos produtos. Além disso, foi feito um estudo no que respeita às devoluções e às vendas dos produtos nos dois períodos, isto é antes e após as alterações efetuadas.

Deste trabalho conclui-se que, face às alterações na fórmula e no tempo de processamento dos produtos selecionados, os parâmetros foram respeitados, tanto a nível microbiológico como químico. Através da análise dos registos de devoluções verificam-se problemas com o embalamento a vácuo, e ainda, problemas de contaminação na morcela que devem ser corrigidos para evitar a perda e a desconfiança dos clientes. Relativamente às quantidades de vendas, denota-se um aumento em 2018 comparado com o período homólogo de 2017, evidenciando o efeito da redução do preço dos produtos, sem implicações na sua qualidade.

Palavras-chave: enchidos, produção, matérias-primas, análises, produtos cárneos.

ABSTRACT

Meat presents itself as a high nutritional value product and, therefore it has been part of the human diet over time. Since it is a perishable product, using processing techniques such as drying and smoking, had allowed its shelf life extension.

Carnes Landeiro stands out for the production of meat products, as well as slaughtering and distribution of pork and beef. Nowadays, Carnes Landeiro intends to reduce the selling prices of its products, in order to become more competitive in the marketplace. So, to achieve this goal, it has made some changes in the products processing, namely in the raw materials' substitution and the reduction of drying and smoking times, without neglecting the product's quality, both microbiological and chemical.

In order to carry out this project Carnes Landeiro chose six products ("chouriço de vinho", "chouriço de carne extra", "chouriço de carne tradicional", "chouriço crioulo", "linguiça" e a "morcela") that changed in 2018, both in the composition of the raw materials and in terms of processing times. Afterwards, chemical and microbiological feasibility was evaluated, through the results of the products analysis. Furthermore, to evaluate the returns and sales after and before the changes that have been made, it was conducted a market study.

In this way, having in mind all the changes that have been made in the formulations and in the processing time of the selected products, we can concluded that the chemical and microbiological parameters were respected. Through the products' returns, some problems with the vacuum packaging and also with the "morcela" contamination were verified. All of these problems have to be solved in order to avoid customers' loss and mistrust. Regarding the products' sales there is an increase in 2018 compared to the homologous period of 2017, highlighting the effect of the price reduction on the selling products, without implications in its quality.

Keywords: sausages, production, raw materials, analysis, meat products

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE VARIÁVEIS, ABREVIATURAS E SIGLAS	XIII
1. ENQUADRAMENTO DO PROJETO	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.2. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	2
2. A INDÚSTRIA DE CARNES PROCESSADAS	5
2.1. PRODUTOS CÁRNEOS	5
2.1.1. Tipos de enchidos	6
2.1.2. Evolução do processo de fabrico dos produtos à base de carne	9
2.2. MATÉRIAS-PRIMAS	10
2.2.1. Carne	10
2.2.2. Água.....	16
2.2.3. Condimentos	17
2.2.4. Aditivos	19
2.2.5. Outras substâncias	22
2.2.6. Revestimentos dos produtos cárneos	23
2.3. PROCESSOS TECNOLÓGICOS NO FABRICO DOS ENCHIDOS.....	24
2.3.1. Fases iniciais do processo.....	24
2.3.2. Processamento térmico	25
2.3.2.1. Secagem	26
2.3.2.2. Fumagem.....	31
2.4. EMBALAMENTO	40
2.5. CONTROLO DA QUALIDADE.....	41
2.5.1. Análises microbiológicas	41
2.5.2. Análises químicas	46
2.5.3. Análise sensorial.....	48
3. MATERIAIS E MÉTODOS	51
3.1. SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS.....	51

3.2.	VERIFICAÇÃO DAS ALTERAÇÕES IMPLEMENTADAS NO PROCESSO DE FABRICO	53
3.2.1.	Formulação dos produtos	53
3.2.2.	Secagem	54
3.2.3.	Fumagem.....	55
3.3.	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLO DA QUALIDADE	55
3.3.1.	Análises microbiológicas	55
3.3.2.	Análises químicas	57
3.4.	QUANTIDADE DE DEVOLUÇÕES E DE VENDAS DOS PRODUTOS	57
3.4.1.	Devoluções	57
3.4.2.	Vendas	57
3.4.3.	Inquéritos à satisfação dos consumidores	58
3.5.	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE RESULTADOS	58
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.1.	ALTERAÇÕES NO PROCESSAMENTO DOS PRODUTOS	59
4.1.1.	Formulação dos produtos selecionados.....	60
4.1.2.	Secagem	65
4.1.3.	Fumagem.....	70
4.2.	IMPLICAÇÕES DAS ALTERAÇÕES NOS PRODUTOS SELECIONADOS	76
4.2.1.	Análises microbiológicas	76
4.2.2.	Análises químicas	80
4.2.3.	Devoluções	82
4.2.4.	Vendas	87
4.2.5.	Inquéritos à satisfação dos consumidores	89
5.1.	CONCLUSÕES.....	91
5.2.	SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
	ANEXOS	99
	ANEXO A – DADOS DA LEGISLAÇÃO RELATIVA AOS PRODUTOS CÁRNEOS	100
	ANEXO B – INFORMAÇÕES DOS PRODUTOS SELECIONADOS	103
	ANEXO C – INQUÉRITO À SATISFAÇÃO DOS CLIENTES E NOTA DE DEVOLUÇÃO DOS PRODUTOS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema dos diferentes tipos de produtos processados à base de carne	5
Figura 2. Representação de alguns enchidos característicos da zona do Mediterrâneo	6
Figura 3. Produtos tradicionais portugueses	9
Figura 4. Esquema da evolução nos produtos à base de carne ao longo dos tempos	9
Figura 5. Esquema da estrutura do músculo esquelético	11
Figura 6. Textura e cor da carne sujeita a diferentes níveis de <i>stress</i>	14
Figura 7. Distribuição da gordura numa secção transversal da região costal de um bovino jovem	15
Figura 8. Ligações estabelecidas entre a água e os iões cloreto e sódio.	17
Figura 9. Ligações químicas entre os iões amina e iões carboxilo dos aminoácidos com os iões cloreto e sódio	18
Figura 10. Curva típica do processo de secagem: evolução do teor de água (X) nos produtos ao longo do tempo de secagem (t)	27
Figura 11. Isotermas de sorção nos diferentes períodos de secagem, relacionando o teor de água (X) com a atividade de água (a_w)	27
Figura 12. Circulação de ar no interior de uma estufa elétrica	28
Figura 13. Valores limites de a_w para o crescimento microbiológico e valores típicos em alguns produtos à base de carne	31
Figura 14. Esquema dos mecanismos de penetração de BaP e saída de água para as diferentes espessuras do produto ao longo do tempo de fumagem (t).....	34
Figura 15. Métodos diretos e indiretos de fumagem: a) partículas de fumo, b) partículas de gordura	37
Figura 16. Diagrama da produção do fumo líquido	38
Figura 17. Fumeiro eletrostático. 1- entrada de fumo, 2- produto a defumar, 3- cadeia de transporte, 4- saída de fumo, 5- isolante, 6- elétrodo ionizante	38
Figura 18. Equipamentos de fumagem: câmara de fumeiro tradicional (A) e câmara de fumeiro moderno (B). 1- Direção do fluxo de fumo e 2- gerador de fumo.....	39
Figura 19. Tipos de produtos cárneos sujeitos a análises microbiológicas	43
Figura 20. Esquema dos diferentes métodos de análise sensorial.	49
Figura 21. Quantidade mássica relativa (Q_i) de cada categoria, da formulação do chouriço de vinho, em 2017 e em 2018: (a) primeira formulação em 2018 e; (b) última formulação em 2018.	60
Figura 22. Qualidade mássica nutricional relativa (Q_n) do chouriço de vinho, no ano de 2017 e na formulação (b) de 2018.....	61
Figura 23. Quantidade mássica relativa (Q_i) de cada categoria, da formulação do chouriço de carne tradicional, em 2017 e em 2018.	61
Figura 24. Quantidade mássica relativa (Q_i) de cada uma das categorias, da formulação do chouriço de carne extra, em 2017 e em 2018.	62
Figura 25. Quantidade mássica relativa (Q_i) de cada uma das categorias, da formulação de chouriço crioulo em 2017 e em 2018.	62
Figura 26. Quantidade mássica relativa (Q_i) dos constituintes das categorias, da formulação de linguiça, em 2017 e em 2018. 63	
Figura 27. Quantidade mássica relativa (Q_i) de cada categoria, da formulação da morcela, em 2017 e em 2018.....	64
Figura 28. Qualidade mássica nutricional relativa (Q_n) da morcela, em 2017 e em 2018.	64
Figura 29. Tempo médio de secagem (t_s) com temperatura igual ou superior a 60 °C, para cada um dos produtos selecionados, com o respetivo intervalo de confiança de 95 %.....	66
Figura 30. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) da morcela, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).....	67
Figura 31. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço de vinho, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).	68

Figura 32. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço crioulo, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).....	69
Figura 33. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço de carne extra, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).	69
Figura 34. Tempo médio de fumagem (t) em 2018, dos produtos selecionados, e o respetivo intervalo de confiança para 95 %.....	72
Figura 35. <i>Print-screen</i> da página inicial da aplicação com os campos número do fumeiro, produto colocado no interior do fumeiro, o respetivo lote e o relatório do registo diário, até aquele momento.	72
Figura 36. Representação esquemática do sistema construído na empresa.	74
Figura 37. Representação esquemática dum fumeiro e a possível localização do sensor no seu interior.	76
Figura 38. Concentração de microrganismos a 30 °C, como <i>UFC</i> , para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018.	78
Figura 39. Concentração de coliformes totais, como <i>UFC</i> , para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018, e respetivo <i>LMA</i>	78
Figura 40. Concentração de Enterobacteriaceae presuntivas a 37 °C, como <i>UFC</i> , para cada um dos produtos selecionados em 2017 e em 2018 e respetivo <i>LMA</i>	79
Figura 41. Concentração de <i>Staphylococcus</i> coagulase-positiva, como <i>UFC</i> , para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018, e respetivo <i>LMA</i>	79
Figura 42. Concentração de nitrito, expressa como nitrito de sódio (C_{NO_2}), em 2017 e em 2018, e respetivo <i>LM</i>	81
Figura 43. Concentração de fosfato, expressa como pentóxido de fósforo ($C_{P_2O_5}$), em 2017 e em 2018, e respetivo <i>LM</i>	81
Figura 44. Concentração de BaP (C_{BaP}) e de HAP (C_{HAP}) do chouriço de vinho, em 2017 e em 2018, e respetivo <i>LM</i>	82
Figura 45. Quantidade de devoluções dos produtos fumados (Q_d) pelos clientes no período de 2017 e 2018.	83
Figura 46. Principais produtos fumados devolvidos no mês de abril de 2017.	83
Figura 47. Principais produtos fumados devolvidos no mês de fevereiro de 2018.	84
Figura 48. Principais produtos fumados devolvidos no mês de maio em 2018.	84
Figura 49. Quantidade de devoluções de fumados (Q_d), para cada motivo, no mesmo período homólogo de 2017 e de 2018....	85
Figura 50. Destino dos produtos devolvidos no ano de 2017.	85
Figura 51. Quantidade de produtos fumados vendidos (Q_v) no decorrer do ano de 2017 e em 2018.	88
Figura 52. Locais de exportação em 2017 e quantidade de produtos vendidos, (Q), nas principais zonas de Portugal.....	88
Figura 53. Quantidades dos produtos selecionados vendidos, (Q), no decorrer dos cinco primeiros meses de 2017 e de 2018. 89	
Figura 54. Classificação dos inquéritos (C_i) para cada pergunta, realizados aos consumidores, no decorrer de 2017.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variedades dos produtos produzidos na empresa Carnes Landeiro	2
Tabela 2. Composição do músculo.....	12
Tabela 3. Tempo mínimo necessário para destruir 90 % da população microbológica (D) para diferentes temperaturas de processamento (T)	30
Tabela 4. Tempo de redução decimal (D) de bactérias produtoras de esporos consoante a temperatura de processamento (T) 30	
Tabela 5. Características e parâmetros do processo para diferentes tipos de fumagem	35
Tabela 6. Categorias de produtos à base de carne	42
Tabela 7. Diferentes tipos de microrganismos presentes nos produtos prontos a comer	44
Tabela 8. Categoria e definição dos compostos possíveis nos produtos carnes.....	48
Tabela 9. Categoria dos produtos selecionados, data de recolha das amostras para análise e principais características	51
Tabela 10. Etapas do processo de fabrico de cada produto selecionado para estudo	52
Tabela 11. Número do programa e da estufa para cada produto selecionado, e as respetivas fases de secagem, tempo e temperatura no interior da estufa	55
Tabela 12. Método analítico realizado pela empresa externa para cada um dos parâmetros químicos	57
Tabela 13. Alterações ocorridas nos produtos selecionados no ano de 2017 e em 2018, no número de ingredientes alterados na formulação e na variação/redução dos tempos de secagem (Δt) e de fumagem (Δt) entre 2017 e 2018, para cada produto... 59	
Tabela 14. Tempo de secagem (t) especificado nas fichas técnicas, para cada produto selecionado, em 2017 e em 2018	65
Tabela 15. Atividade da água (a_w) e concentração dos microrganismos a 30 °C, como unidades formadoras de colónias (UFC), para o chouriço, antes e após a fumagem.....	70
Tabela 16. Tempo de fumagem (t) estabelecido para cada um dos produtos selecionados, no ano de 2017 e de 2018.....	71
Tabela 17. Diferentes tipos de sensores e respetivas características, e intervalo de temperaturas (T) de funcionamento de cada um dos tipos	74
Tabela 18. Características da termorresistência, nomeadamente, modelo e a gama de temperaturas (T) de funcionamento e preço (p).....	75
Tabela 19. Características dos microcontroladores, incluindo a memória, a corrente de operação (CO), e o respetivo preço (p). 75	
Tabela 20. Lista dos componentes utilizados no sistema com especificação das quantidades e o preço (p).....	76
Tabela 21. Parâmetros microbiológicos analisados nos produtos selecionados e respetivo LMA	77
Tabela 22. Motivo e quantidade de devoluções relativa à quantidade vendida (Q_{dev}), para cada um dos produtos selecionados, durante os cinco primeiros meses dos anos de 2017 e de 2018	86

LISTA DE VARIÁVEIS, ABREVIATURAS E SIGLAS

Variáveis:

a_w – Atividade da água;

C_I – Classificações dos inquéritos;

c – Comprimento;

$C_{P_2O_5}$ – Concentração mássica de fosfatos, expressa em P_2O_5 ;

C_{HAP} – Concentração mássica de HAP;

C_{NaNO_2} – Concentração mássica de nitritos, expressa em $NaNO_2$;

CO – Corrente de operação;

D – Tempo mínimo necessário para reduzir 90 % da população microbiana, para uma determinada temperatura;

d – Diâmetro;

E_F – Especificação do fornecedor;

LMA – Limite máximo admissível;

LM – Limite máximo;

M – Limite insatisfatório;

m – Limite satisfatório;

p – Preço;

Q_N – Qualidade mássica nutricional;

Q_{DR} – Quantidade relativa de produtos devolvidos;

Q_D – Quantidade de produtos devolvidos;

Q_V – Quantidade de produtos vendidos;

Q_R – Quantidade mássica relativa;

T – Temperatura;

T_S – Temperatura de secagem;

t_F – Tempo de fumagem;

t_S – Tempo de secagem;

UFC – Unidades Formadoras de Colónias;

UFC_{MLD} – Unidades Formadoras de Colónias (média logarítmica diária);

Val – Validade dos produtos;

X – Teor de água.

Siglas e abreviaturas:

ATP – Adenosina Trifosfato;

BaA – Benz(a)antraceno;

BaP – Benzo(a)pireno;

BbF – Benzo(b)fluoranteno;

CE – Comunidade Europeia;

CHR – Criseno;

DFD – Escura, Firme e Seca;

DOP – Denominação de Origem Protegida;

ETG – Especialidade Tradicional Garantida;

FAO – Food and Agriculture Organization;

FDA – Food and Drug Administration;

FSIS – Food Safety Inspection Service;

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

HAP – Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos;

HPA – Health Protection Agency;

IARC – International Agency for Research on Cancer.

IPG – Indicação Geográfica Protegida;

PCB – Policlorobifenilos;

PSE – Pálida, Macia, Transpirável;

RFN – Rosa avermelhado, Firme e Não transpirável;

UE – União Europeia.

Expressões do latim:

post mortem – após a morte;

quantum satis – quanto baste;

rigor mortis – rigidez na morte.

1. ENQUADRAMENTO DO PROJETO

O consumo de carne desempenhou um papel crucial na evolução humana, pois é um componente importante, para uma dieta saudável e equilibrada, graças à sua riqueza nutricional. Do ponto de vista nutricional, a carne e os produtos à base de carne contêm níveis importantes de proteínas, vitaminas, minerais e micronutrientes, essenciais para o crescimento e o desenvolvimento do ser humano. Os produtos à base de carne processada são produzidos e consumidos em diferentes países do mundo.

O processamento da carne oferece a oportunidade de agregar valor, reduzir o preço, melhorar a segurança alimentar e prolongar o seu tempo de vida útil (FAO, 2014). Os métodos de processamento envolvem técnicas de cura, secagem e/ou fumagem, em estufas elétricas e/ou fumeiro tradicional a lenha.

As técnicas de cura e secagem dos produtos têm o intuito de garantir a estabilidade microbiológica destes. Já a fumagem utiliza-se, hoje em dia, pelos componentes sensoriais ativos obtidos no processo, e ainda para aromatização e coloração dos produtos (Ledesma *et al.*, 2014).

1.1. Objetivos

De modo a diminuir o preço de venda dos produtos, a empresa alterou as suas formulações e reduziu o tempo de processamento térmico, nomeadamente os tempos de secagem e de fumagem dos enchidos. Neste contexto, importa fazer a verificação e a validação das alterações realizadas em 6 enchidos, através do cumprimento dos critérios de aceitação, nomeadamente, a nível microbiológico e químico, de modo a garantir a segurança dos produtos. Ainda se pretende realizar um estudo de mercado acerca da quantidade de vendas e de devoluções dos produtos alterados, antes e após a implementação das alterações.

1.2. Caraterização da empresa

A empresa Carnes Landeiro enquadra-se no setor alimentar, e dedica-se ao abate e à distribuição de carnes de suíno e bovino, e ainda, à produção de produtos de carne processada. Possui duas linhas de abate independentes, que trabalham em regime alternado, seguido da linha de desmancha e desossa e a finalização com uma unidade de elaboração de produtos transformados. As linhas de abate possuem capacidade horária para 120 suínos e 25 bovinos. Os suínos abatidos destinam-se ao uso exclusivo da empresa. Contrariamente, o abate de bovinos

funciona para regime de prestação de serviços. Cerca de 50 % da carne de suíno é vendida em carcaça, 25 % em peça e 25 % utilizada na unidade de transformação, enquanto que a carne de bovino é expedita em carcaça (Carnes Landeiro, 2018).

A unidade de produtos transformados produz fumados, cozidos e artigos de charcutaria. Estes produtos combinam o uso de métodos de salga, cura, secagem e fumagem, sendo produzidos em estufas elétricas e/ou no fumeiro tradicional, a lenha. A Tabela 1 indica alguns dos produtos de carne processada e os produtos frescos vendidos pela empresa.

Tabela 1. Variedades dos produtos produzidos na empresa Carnes Landeiro

					
Salpicão	Presunto	Fiambre	Carne de porco		
Chouriço	Toucinho	Filete	Carne de bovino		
Morcela	Orelha	Mortadela	Tripa		
Linguiça	Cabeça		Fígado		
Salsichão	Unha		Colada		
Pernil			Buchos		

A empresa situa-se no norte de Portugal, em Barcelos, sendo a distribuição de todos os produtos efetuada por uma frota de 17 veículos, devidamente equipados, de modo a garantir uma distribuição com qualidade. A distribuição efetua-se para todo o território nacional, sendo maioritariamente para o centro e norte do país. Contudo, a empresa exporta neste momento para quatro continentes: Europa, Ásia, África e América.

A empresa possui um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Gestão da Segurança Alimentar e de Gestão Ambiental, seguindo o referencial FSSC 22000 e a norma ISO 14001:2015. Estes garantem a conformidade dos produtos, com as melhores condições de segurança e de gestão ambiental (Carnes Landeiro, 2018).

1.3. Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos. No primeiro, o Enquadramento do Projeto, pretende-se fazer uma breve abordagem ao tema do trabalho, assim como a apresentação

da empresa e os objetivos a atingir.

No segundo capítulo, A Indústria de Carnes Processadas, abordam-se os diferentes tipos de produtos cárneos, as matérias-primas utilizadas, bem como as principais etapas do seu processo de fabrico. Referem-se ainda os métodos de controlo da qualidade nestes produtos.

O capítulo 3, Materiais e Métodos, apresenta os materiais e as metodologias subjacentes à realização deste trabalho. Descrevem-se os produtos selecionados e o seu processo de fabrico, assim como as alterações neles efetuadas. É feita ainda, uma descrição das técnicas utilizadas para avaliação do impacto das alterações nestes produtos.

No quarto capítulo, Resultados e Discussão, apresentam-se os resultados obtidos e respetiva discussão, sobretudo através da comparação destes com valores estabelecidos.

Por fim, nas Considerações Finais, abordam-se as conclusões retiradas do trabalho, bem como as principais limitações, e ainda possíveis sugestões e recomendações para trabalhos futuros.

2. A INDÚSTRIA DE CARNES PROCESSADAS

Este capítulo inicia-se com uma breve abordagem à caracterização dos diferentes tipos de produtos cárneos e à sua evolução ao longo do tempo. Posteriormente, é feita a elucidação das principais etapas do processo, nomeadamente as matérias-primas utilizadas, o processamento térmico e o embalamento deste tipo de produtos. Abordam-se ainda as técnicas de controlo e verificação da qualidade inerentes aos produtos cárneos.

2.1. Produtos cárneos

Existem diferentes tipos de produtos à base de carne, cada um deles com diferentes características (Figura 1). Alguns dos produtos com nomes diferentes têm etapas de fabrico muito semelhantes e, por isso, são incluídos no mesmo grupo de produtos processados à base de carne (Heinz *et al.*, 2007).

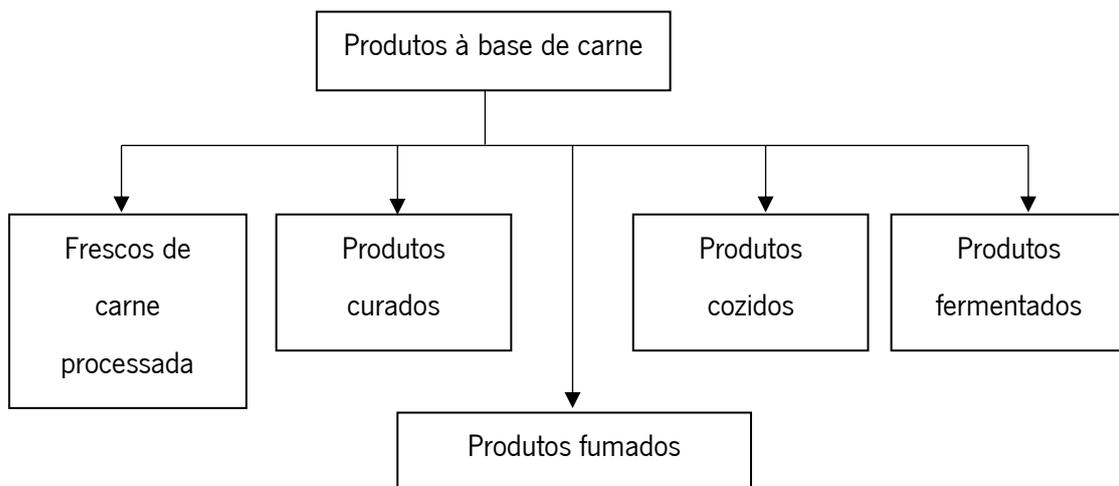


Figura 1. Esquema dos diferentes tipos de produtos processados à base de carne (adaptado de Heinz *et al.*, 2007).

Produtos de carne processada frescos são compostos por músculo, gordura e temperos envoltos num revestimento. Nestes produtos não ocorre a cura e o tratamento térmico aplicado efetua-se antes do consumo, pelo consumidor. Os produtos que pertencem a este grupo são salsichas, *nuggets*, entre outros.

Os produtos curados passam por uma etapa de cura no seu processamento e, eventualmente, um posterior tratamento térmico. Os produtos curados sem tratamento térmico passam por etapas de fermentação e de maturação em condições controladas. Os restantes produtos curados são submetidos a um tratamento térmico, como por exemplo, o bacon (Heinz

et al., 2007).

Produtos cozidos correspondem àqueles que passam por uma etapa de picagem de todos os constituintes, posteriormente divididos num formato específico e submetidos à cozedura. A etapa do tratamento térmico provoca a coagulação das proteínas que origina uma textura firme, característica dos fiambres e da mortadela. Ainda nesta categoria, alguns produtos são sujeitos a uma pré-cozedura de alguns constituintes tais como cabeça, pés, couro, sangue e fígado, antes de passar pelas etapas de picagem e cozedura com a restante mistura. Alguns exemplos são as salsichas de fígado e de sangue (Toldrá, 2010).

Os produtos fermentados somente passam pela etapa de picagem dos constituinte e pela etapa de fermentação sem qualquer tipo de tratamento térmico e, na sua maioria, são consumidos crus. Os diferentes períodos de fermentação, assim como a redução da humidade permitem formar a textura e o sabor deste tipo de produtos.

Os produtos de carne secos correspondem a pedaços de carne magra que passam pela etapa de secagem ou desidratação. Estes produtos mantêm o teor de proteína igual à carne fresca e um maior tempo de preservação. Os exemplos remetem para as tiras de carne seca (Heinz *et al.*, 2007).

2.1.1. Tipos de enchidos

Na zona do Mediterrâneo, os produtos à base de carne são fumados, secos ou fermentados. Estes produtos apresentam diferentes constituintes e modos de fabrico, originando produtos com características únicas, como os exemplos representados na Figura 2 (Marcos *et al.*, 2016).



Figura 2. Representação de alguns enchidos característicos da zona do Mediterrâneo (adaptado Marcos *et al.*, 2016).

A alheira é um produto fumado, feito com a mistura de diferentes tipos de carne (vaca, porco, frango, peru) com pão, condimentada com sal, pimenta, colorau, azeite e alho, entre outras especiarias. Este produto, com forma de ferradura, possui uma cor amarelada (Marcos *et al.*, 2016).

O chouriço pode ser de carne, de sangue ou de mel, entre outros tipos. No caso do chouriço

de carne, os principais constituintes são carne de porco magra e gordura condimentada com pasta de pimenta vermelha, alho, sal. Este produto pode ser denominado tradicional, quando revestido com tripa natural. Pode ainda ser chouriço corrente, com a introdução de couros cozidos ou salgados na constituição, e ainda, chouriço extra feito com carnes selecionadas magras. Este produto apresenta uma consistência firme e uma aparência avermelhada e brilhante (ESAC, 2000).

O chouriço de mouro é constituído por gordura e miudezas de porco misturadas com temperos e aditivos. Este produto apresenta uma cor muito escura e consistência suave.

A morcela é principalmente constituída por carne de porco (aparas, língua e coração), gordura de porco, sangue e especiarias. Em algumas regiões, este produto é constituído ainda por arroz, farinha ou trigo. Após o enchimento, para uma tripa, o processamento térmico passa pela cozedura e secagem do produto (Pereira *et al.*, 2015).

A linguça é um produto fumado, constituído por carne e gordura de porco misturadas com especiarias e aditivos. Este produto, de fina espessura e com diferentes comprimentos, apresenta uma cor avermelhada.

A farinheira é um produto fumado, composto por gordura de porco com vinho branco, sumo de laranja, farinha de trigo e especiarias (colorau, sal e pimenta). Neste produto, de cor amarelada, a tripa não é completamente preenchida pelo recheio (Marcos *et al.*, 2016).

2.1.1.1. PRODUÇÃO DE ENCHIDOS EM PORTUGAL

A produção dos enchidos pode ser efetuada com técnicas tradicionais em pequenas unidades fabris, sem que as condições de processamento (tempo e temperatura) sejam controlados. No entanto, nos últimos anos, as empresas apostam na mecanização e controlo das fases de processamento, nomeadamente, na utilização de câmaras de cura com a possibilidade do controlo da temperatura e humidade ao longo do processamento. Deste modo consegue-se obter uma produção contínua dos produtos, ao longo do ano.

Os principais constituintes dos produtos processados à base de carne, nomeadamente os enchidos, são a carne e a gordura de porco. As diferentes raças de suínos, alimentados de forma diferente, proporcionam diferenças no sabor dos produtos originários das diferentes zonas do país. A título de exemplo, a raça de porco “Bisaro” é a principal fonte de carne característica de Trás-os-Montes, enquanto que no Alentejo é a raça de “Porco Alentejano” com características idênticas ao porco ibérico espanhol, por possuir maior quantidade de gordura que os restantes. Para além da existência das diferentes raças autóctones, ocorre o cruzamento das raças

comerciais com as raças de regiões específicas, de modo a se obterem as características pretendidas (Marcos *et al.*, 2016).

Alguns dos produtores adotam estratégias de valorização comercial dos produtos tradicionais através da certificação dos mesmos. A certificação pretende assegurar aos consumidores as condições de higiene com que são produzidos, assim como a autenticidade e a origem dos produtos. As designações de cada produto podem figurar na rotulagem dos produtos tradicionais portugueses, segundo o especificado no Regulamento (UE) n.º 1151/2012, de 21 de novembro. Estas designações podem ser: Denominação de Origem Protegida (DOP), Indicação Geográfica Protegida (IGP) e Especialidade Tradicional Garantida (ETG).



DOP – Designação do nome geográfico que identifica o produto originário desse local ou região, e cujas as características deste se devem ao meio geográfico envolvente, tais como, o solo, o clima, a raça dos animais e os vegetais de uma determinada região. Para além disso, as fases de produção têm também lugar na área geográfica delimitada.



IGP – Designação geográfica que designa e identifica um produto originário desse local ou região, onde pelo menos uma das partes do ciclo produtivo tem origem no local que dá o nome ao produto.



ETG – Designação de um produto produzido a partir de matérias-primas tradicionais ou o resultado de fabrico tradicional.

Em Portugal, a produção de enchidos ocorre predominantemente na região Norte (Vila Real e Bragança), também conhecidos como os enchidos de Trás-os-Montes, e na região Sul (Évora, Beja e Portalegre). Ao longo do território de Portugal continental existem diversos produtos à base de carne com a respetiva certificação, como os exemplos representados na Figura 3 (Marcos *et al.*, 2016).

Em Portugal, dos 38 produtos fumados certificados, aproximadamente 36 são com a designação de IGP, e os restantes 2 correspondem a produtos DOP (Marcos *et al.*, 2016).

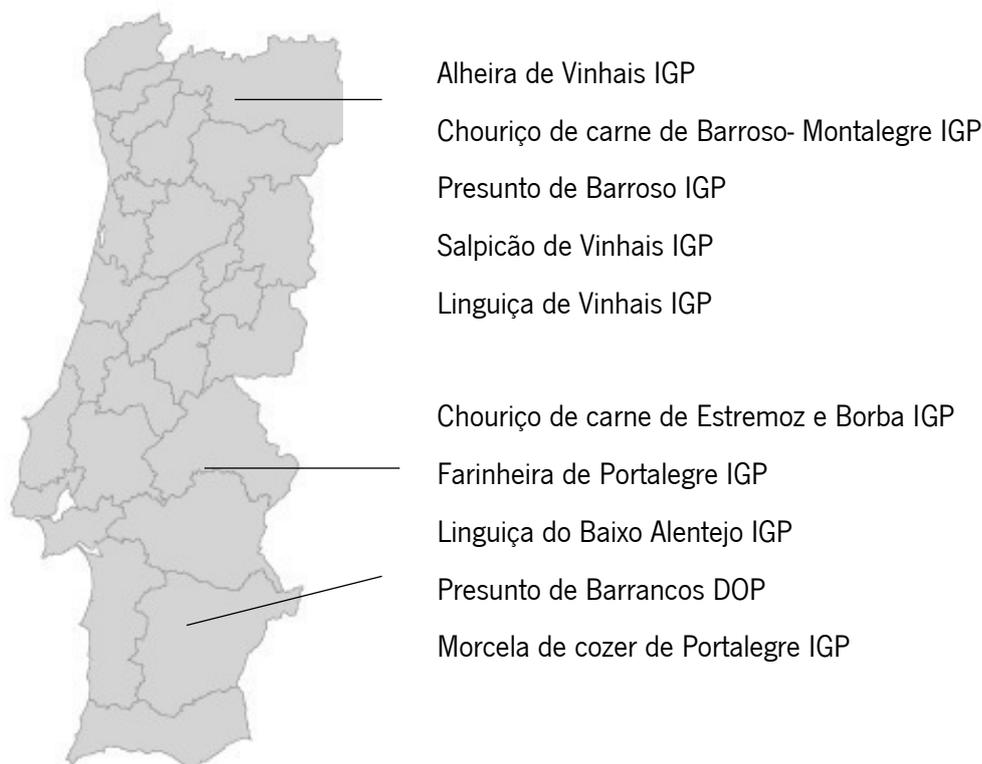


Figura 3. Produtos tradicionais portugueses (adaptado de Marcos *et al.*, 2016).

2.1.2. Evolução do processo de fabrico dos produtos à base de carne

O processamento da carne surgiu como forma de a preservar durante longos períodos de tempo, através da salga e da secagem dos produtos ao ar. A salga consistia na imersão da carne numa salmoura de NaCl, ou então somente a passagem dos sais na superfície do produto. Esta etapa, juntamente com a secagem ao ar livre, permitia reduzir a atividade da água (a_w) e o pH dos produtos. Se houvesse fermentação dos produtos, esta devia-se aos microrganismos presentes, porque muito pouco se sabia acerca do assunto. O processamento da carne era considerado uma arte, e somente alguns tinham aptidão para tal (Vandendriessche, 2008).

Nos últimos 30 anos, as tecnologias de processamento da carne evoluíram muito, assim como as preocupações acerca da qualidade, segurança alimentar e valor nutritivo dos produtos. Na Figura 4 apresentam-se os principais tópicos que marcaram as épocas da evolução no setor.

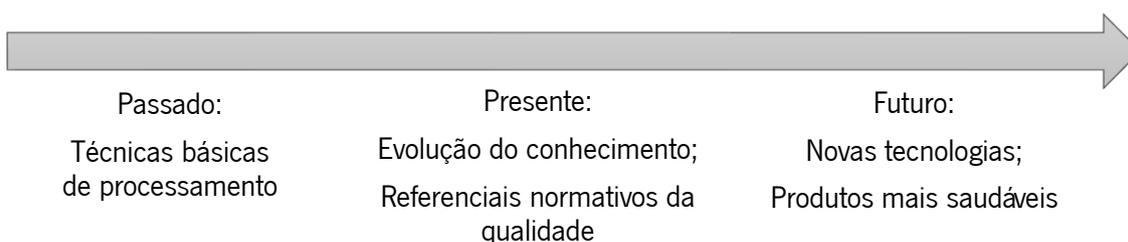


Figura 4. Esquema da evolução nos produtos à base de carne ao longo dos tempos (adaptado de Vandendriessche, 2008).

Nos anos oitenta e noventa do século XX, a implementação de um sistema de gestão da qualidade nas indústrias de carne, normalizado para todas as empresas, permitiu satisfazer as exigências dos clientes e garantir a qualidade dos produtos. Durante este período, o processamento da carne evoluiu de uma capacidade que só poucos tinham para um processo baseado na ciência. Com o avançar dos anos, os consumidores estão mais atentos à relação entre nutrição e saúde. Os produtos à base de carne, quando consumidos em excesso, contribuem para a ingestão de grandes quantidades de sal e de gordura, associados a doenças cardiovasculares, e ainda, podem provocar cancro devido aos compostos absorvidos pelos produtos no decorrer do processo.

No futuro, pretende-se encontrar soluções para os problemas com que este tipo de indústria se depara neste momento. A nível nutricional, os produtos devem ter baixo teor de sódio e de gordura, sem alteração do sabor, sendo os substitutos de gordura uma alternativa ao problema. A nível do processamento, a utilização de bactérias protetoras e fagos específicos permitirão controlar a carga microbiana dos produtos. E ainda, o processamento com altas pressões, permitirá que o produto assim exposto, possa ver destruídos os microrganismos com apenas pequenas variações nutritivas. Para além destas inovações, as empresas têm em conta os custos dos processamentos, assim como das matérias-primas, com o intuito de obter lucro nos produtos vendidos (Vandendriessche, 2008).

2.2. Matérias-primas

No processo de produção dos enchidos portugueses utiliza-se principalmente a carne de porco e gordura. No entanto, também podem ser utilizadas outras carnes, nomeadamente carne de vaca ou de aves, miudezas e sangue. Os restantes ingredientes e aditivos são aplicados com o intuito de melhorar a cor, o aroma e o sabor, e ainda, evitar a deterioração dos produtos. Os condimentos mais utilizados são o sal, a pasta de pimenta vermelha e a pasta de alho, fornecendo características organoléticas aos produtos e inibição da atividade microbiana. De modo a misturar os condimentos na carne, utiliza-se água, ou ainda, vinho ou vinagre. Por fim, as tripas servem para envolver a mistura de carne, podendo ser naturais (carneiro, porco ou vaca) ou artificiais (Marcos *et al.*, 2016).

2.2.1. Carne

A composição da carcaça dos animais para consumo é definida pelo osso, pelo tecido muscular e pela gordura. Conforme o crescimento do animal, o músculo pode desenvolver-se mais

rapidamente de que os ossos. O desenvolvimento da gordura inicia-se numa fase mais avançada e prolonga-se até as fases posteriores de crescimento. Neste sentido, a composição da carcaça depende da idade, da alimentação, da raça e do peso do animal no abate (Toldrá, 2010).

A carne mais utilizada nos produtos processados é a de porco, sendo que pode ser de diferentes partes do animal, com ou sem couro, com diferentes graus de gordura, nervos e tendões. A utilização de cada um dos constituintes depende do produto a elaborar e dos gostos dos consumidores (Purslow, 2017)

2.2.1.1. MÚSCULO

O músculo é concebido para a produção de forças e movimentos no corpo dos animais. As células do músculo possuem uma organização e funções diferentes das restantes células. No músculo, existem 3 tipos de tecidos associados, nomeadamente músculo cardíaco, músculo liso e músculo esquelético. Todos estes músculos possuem tamanhos, formas e estruturas diferentes, pois cada um deles possui uma função específica de funcionamento no organismo do animal (Purslow, 2017).

Os músculos esqueléticos são constituídos por aproximadamente 90 % de fibras musculares e 10 % de tecido conjuntivo e adiposo. Estes músculos estão ligados ao osso pelos tendões que são constituídos por conjuntos de fibras. As fibras musculares organizam-se por estruturas com diferentes conteúdos, representados na Figura 5.

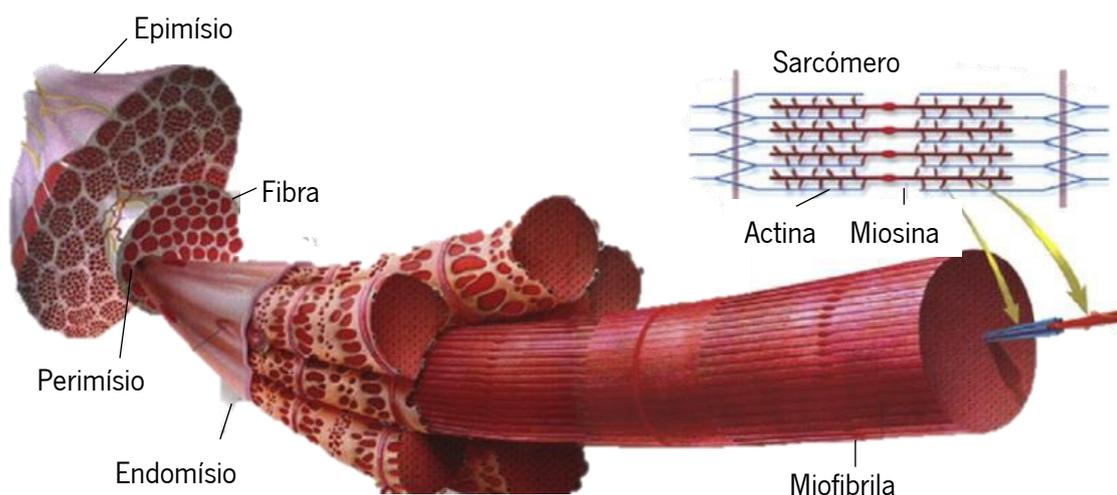


Figura 5. Esquema da estrutura do músculo esquelético (adaptado de Purslow, 2017).

A nível externo, o epimísio envolve todo o conjunto de fibras musculares. No interior deste estão presentes conjuntos de fibras divididas pelo perimísio. Dentro de cada uma das fibras do perimísio existe um tecido envolvente da fibra, denominado de endomísio (Purslow, 2017).

A longa miofibrila é constituída por unidades repetidas de sarcómeros, considerados a menor unidade contrátil da célula (Purslow, 2017). Estes são constituídos pelas proteínas actina e a miosina, ambas responsáveis pela contração do músculo esquelético, através do deslizamento dos filamentos espessos de miosina sobre os filamentos mais finos de actina (López-Bote, 2017).

A carne corresponde a uma série de reações no tecido muscular que ocorrem no período *post mortem*. Neste período, ocorrem alterações no músculo que dão início ao *rigor mortis*. Após o abate, a respiração aeróbica cessa e o fluxo sanguíneo para, sendo neste momento utilizada a glicólise, via anaeróbia. Neste processo degrada-se o glicogénio para obter ATP e forma-se ácido láctico, até que as reservas de glicogénio terminem ou quando o pH do meio for de 5,5. Neste pH as enzimas presentes na glicólise degradam-se e o processo de obtenção de energia termina. A falta de ATP impede que os iões cálcio passem a membrana do sarcoplasma e, assim, contribuam para as ligações cruzadas da miosina com a actina, formando-se a actimiosina. As ligações cruzadas são irreversíveis, fazendo com que o músculo se torne rígido, aquilo a que se chama rigidez cadavérica. Um método para reduzir a quantidade de actimiosina é pendurar a carcaça e controlar a temperatura, para reduzir a sua formação e tornar a carne mais tenra (Vaclavik *et al.*, 2007). Para a carne de porco, o período de *rigor mortis* pode ocorrer durante 4 h a 18 h após a morte do animal (Belitz *et al.*, 2009).

A composição do músculo organiza-se em diferentes constituintes descritos na Tabela 2. O principal componente do músculo é a água, quer na sua forma livre quer ligada a outros dos seus constituintes, nomeadamente, as proteínas ou moléculas com carga positiva ou negativa. A maioria da água imobilizada situa-se na rede miofibrilar. A restante água disponível localiza-se entre as fibras musculares, sendo facilmente desprendida.

Tabela 2. Composição do músculo (adaptado de Toldrá, 2010)

Componentes	% do peso muscular
Água	75,0
Proteínas	18,5
Lípidos	3,0
Hidratos de carbono	1,0
Substâncias solúveis não proteicas	2,5

As proteínas do músculo servem para manter a sua estrutura e organização. Estas podem ser divididas nas que são solúveis em água ou em soluções salinas diluídas, designadas por

proteínas sarcoplasmáticas, e nas que são solúveis em soluções salinas concentradas, as proteínas miofibrilares. Há ainda, as proteínas do tecido conjuntivo que são insolúveis em água e em soluções salinas (López-Bote, 2017).

O conteúdo de lípidos presentes no músculo varia conforme a idade, o tipo de alimentação e o tipo de músculo. Os dois principais tipos de lípidos são os fosfolípidos e os triglicerídeos (Toldrá, 2010).

Os hidratos de carbono presentes no músculo representam uma pequena quantidade. O principal composto é o glicogénio. Este composto representa uma fonte de energia para situações de *stress*, ou jejum, e pode ter influência na qualidade da carne no período de *post mortem*.

Qualidade da carne

A carne, como produto perecível, é suscetível à deterioração por via microbiana, química e enzimática. A decomposição da gordura, proteínas e hidratos de carbono é responsável pelo desenvolvimento de odores desagradáveis, e também alterações na capacidade de retenção de água, na cor, na firmeza e na suculência da carne. Para além das alterações na carne, que podem ocorrer depois do abate, existem também fatores antes do abate que podem influenciar a qualidade. Estes fatores restringem-se à idade, à genética, à alimentação e principalmente ao *stress* do animal antes do abate.

No período *post mortem*, o ATP necessário para as células é obtido pela degradação do glicogénio, por via anaeróbia, formando-se ácido láctico. Este composto contribui para a diminuição do pH da carne. Assim, a alteração no pH da carne depende do teor de ácido láctico produzido. Os animais sujeitos a *stress* no decorrer do abate possuem alterações no valor do pH da carne consoante os diferentes níveis atingidos (Toldrá, 2010).

O pH exerce influência sobre as diversas características da qualidade da carne, tais como, cor, capacidade de retenção de água, macieza, suculência e sabor. Estas alterações na carne provocam modificações na sua qualidade, originando carnes PSE (Pálida, Macia, Transpirável) ou DFD (Escura, Firme e Seca).

A carne ideal e desejável possui as características RFN (Rosa avermelhado, Firme e Não transpirável) (Dave *et al.*, 2011). As diferentes características de cada classificação estão representadas na Figura 6.

Num meio com pH 6, as proteínas miofibrilares encontram-se acima do seu ponto isoelétrico, que é de 5,3. Nesta situação, ocorreu pouca formação de ácido láctico, provocando a elevada capacidade de retenção de água na carne, isto é, a quantidade de água presente mantém-

-se dentro das células ligada às proteínas, daí quando a luz incide, esta é pouco refletida originando alteração para a cor escura. A carne resultante é escura, firme e com uma superfície de corte muito seca, denominada por carne DFD. Uma situação de longos períodos de *stress* pode ser motivo da origem deste tipo de carne (Dave *et al.*, 2011). Carne com este tipo de qualidade não pode ser utilizada em produtos crus, pois a maior quantidade de água propicia o desenvolvimento de microrganismos (Belitz, 2009).

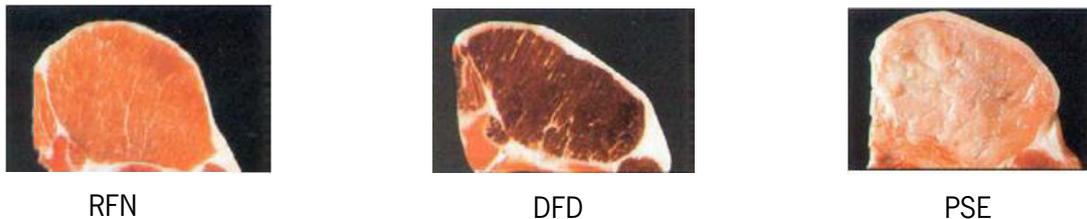


Figura 6. Textura e cor da carne sujeita a diferentes níveis de *stress* (adaptado de Dave *et al.*, 2011).

As características PSE de uma carne, ocorrem devido à genética, em específico à presença do gene Halotano, e também, às condições de *stress* a que o animal esteve sujeito durante o período que antecede o abate. Quando o animal passa por curtos períodos de *stress* antes do abate, a taxa de produção de ATP aumenta rapidamente, provocando a diminuição do pH do meio, que se apresenta inferior ao ponto isoelétrico das proteínas. Além disso, o aumento da temperatura proporciona a desnaturação das proteínas miofibrilares originando a perda da capacidade de retenção de água (Belitz *et al.*, 2009). Nestas condições, origina-se uma carne com parâmetros PSE. Estas carnes sofrem alterações na sua textura dificultando o fabrico de produtos curados e cozidos (Toldrá, 2010).

2.2.1.2. GORDURA

A gordura presente na carne permite dar sabor e a suculência aos produtos. Existem diferentes tipos de tecido adiposo, nomeadamente, a gordura branca e a castanha. Esta última remete para a produção de calor em animais adaptados a ambientes mais frios, não sendo usualmente utilizada para consumo humano. Em relação à gordura branca, a sua principal função no organismo do animal remete para a reserva de energia. Esta gordura está localizada em diferentes locais do corpo do animal, sendo as principais, a gordura subcutânea, a visceral, a intermuscular e a intramuscular, como mostra a Figura 7 (Purslow, 2017).

A composição dos ácidos gordos presentes no tecido adiposo influencia a firmeza e o ponto de fusão da gordura. Estes contribuem para os atributos sensoriais e os aspetos tecnológicos da qualidade da carne.

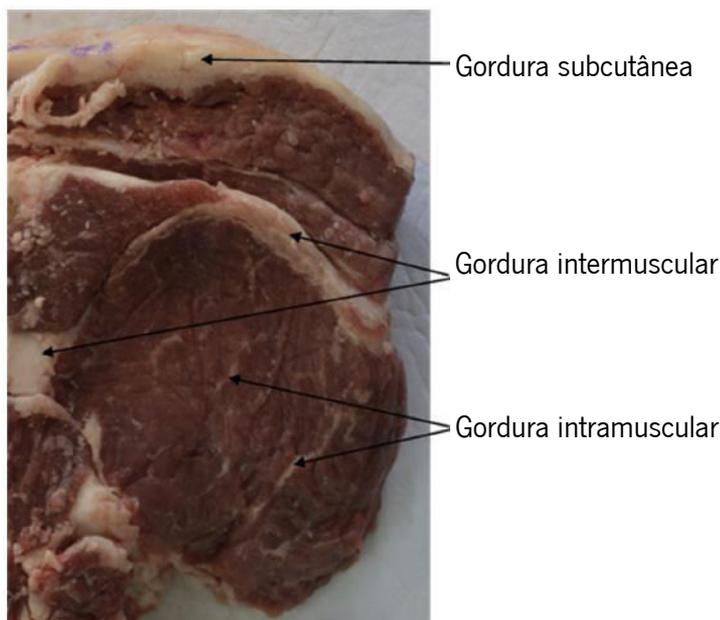


Figura 7. Distribuição da gordura numa secção transversal da região costal de um bovino jovem (adaptado de Purslow, 2017).

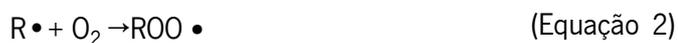
As diferentes localizações da gordura no corpo do animal possuem diferentes importâncias económicas. No caso da carne de bovino, a presença de gordura intramuscular associa-se a boa qualidade alimentar e, portanto, de elevado valor económico; já a gordura visceral implica maior quantidade de gordura no animal e, conseqüentemente, um desperdício económico.

A oxidação lipídica é uma das causas de maior contaminação na carne e produtos à base de carne. Este processo ocorre quando os lípidos presentes na carne oxidam e reagem com os restantes compostos nela presentes, nomeadamente, pigmentos, vitaminas e proteínas. Estas reações influenciam a cor, o valor nutritivo e principalmente o sabor dos produtos (Love *et al.*, 1970).

Os ácidos gordos constituintes da gordura sofrem oxidação no período *post mortem*. A oxidação lipídica pode ocorrer de maneiras diferentes, quer pela catálise dos ácidos gordos através da auto-oxidação, quer por processos enzimáticos e não-enzimáticos. Os fatores que podem contribuir para o rápido desenvolvimento do ranço são as variações de temperatura, a exposição ao oxigénio e a fontes de calor, e ainda, o tipo de ácidos gordos presentes no animal (Dave *et al.*, 2011; Love *et al.*, 1970).

No processo de formação do ranço, inicialmente, o hidrogénio separa-se do ácido gordo (RH) formando um radical livre (Equação 1). A reação do oxigénio com os radicais livres dos ácidos gordos ($R \bullet$) forma radicais de peróxido (Equação 2). Estes radicais reagem com outras moléculas de ácido gordos formando-se mais radicais de ácidos gordos e o hidroperóxido (ROOH)

(Equação 3). Os radicais reagirão com o oxigénio (Equação 2) e formar-se-ão mais uma vez radicais de peróxido. Este processo ocorre até que todo o oxigénio ou ácidos gordos sejam consumidos.



Os hidroperóxidos podem ser decompostos em radicais livres, pelas Equações 4 e 5, que facilmente reagem com outras substâncias formando compostos oxigenados, tais como, aldeídos, ácidos e cetonas, que podem causar alteração no sabor. A reação dos compostos com as vitaminas provoca alteração no valor nutritivo dos produtos e, no caso da reação com os pigmentos presentes na carne, afetará a sua cor.

A hidrólise dos lípidos pode também ocorrer por reações enzimáticas e não-enzimáticas. A via enzimática utiliza a ação das lipases sobre os ácidos gordos, formando os radicais livres responsáveis pelo sabor a ranço dos produtos. No caso da hidrólise não-enzimática, há interação das proteínas de hemoglobina, mioglobina e citocromo, com o ferro livre, e seguinte oxidação deste composto, com consequente produção de hidroperóxidos (Dave *et al.*, 2011).

Uma das alternativas utilizadas pela indústria para evitar a deterioração da carne é a utilização de antioxidantes. Estes, são capazes de adiar, retardar ou impedir o desenvolvimento de ranço nos produtos.

2.2.2. Água

Na maioria dos produtos à base de carne, a água é o segundo componente mais importante. A qualidade da água sanitária deve respeitar os parâmetros de controlo preconizados na legislação, Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro. Um parâmetro importante é a dureza, pois a alta concentração de iões cálcio e magnésio pode afetar negativamente a capacidade de retenção de água dos produtos. Para além disso, a presença de iões de ferro, cobre e outros metais, em soluções salinas, representa riscos toxicológicos e pode destruir o ascorbato presente na salmoura, adicionado com a função de antioxidante, afetando assim a estabilidade da cor do

produto (Toldrá, 2010).

2.2.3. Condimentos

Os condimentos são utilizados nas formulações dos produtos para facilitar a sua preservação e ao mesmo tempo enriquecer o seu sabor. Os condimentos mais utilizados nos produtos cárneos são o alho, o sal, a massa de pimentão e o colorau (ESAC, 2000).

2.2.3.1. SAL

O sal tem sido utilizado desde os tempos antigos na preparação da carne, devido à sua capacidade de reduzir a_w , e assim, facilitar a preservação do produto. Para além disso, este composto tem efeito antimicrobiano e permite intensificar o sabor dos produtos (Liu *et al.*, 1957).

O sal, é constituído essencialmente por cloreto de sódio (NaCl), e quando dissolvido em solução aquosa dissocia-se nos iões Na^+ e Cl^- . Estes iões ficam rodeados por moléculas de água, devido à sua polaridade. As moléculas de água ficam imobilizadas pelos iões, sem possibilidade de existência de reações químicas ou enzimáticas, como esquematizado na Figura 8 (Toldrá, 2010).

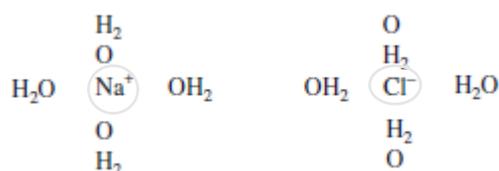


Figura 8. Ligações estabelecidas entre a água e os iões cloreto e sódio (adaptado de Toldrá, 2010).

Para além da ligação dos iões com a água, existem ainda as ligações desses iões com os grupos amina (NH_3^+) e os grupos carboxilo (COO^-) dos aminoácidos presentes nas proteínas da carne (Figura 9).

Nesta situação, os iões Na^+ e Cl^- ficam imobilizados nas proteínas, assim como a água que os rodeia, permitindo a sua retenção e a expansão da estrutura (Toldrá, 2010). A ligação destes iões às proteínas permite que, após cozedura, a quantidade de água perdida pelo produto seja menor do que sem esta junção (Liu *et al.*, 1957).

A característica de intensificar o sabor dos produtos através do NaCl depende da quantidade de gordura neles presente. Nos produtos à base de carne magra, com pouco teor de gordura, a perceção da salinidade é menor do que a mesma quantidade deste sal num produto com maior teor de gordura.

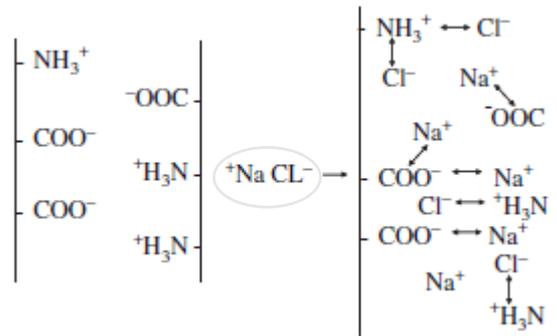


Figura 9. Ligações químicas entre os íons amina e íons carboxilo dos aminoácidos com os íons cloreto e sódio (adaptado de Toldrá, 2010).

A quantidade de sal (NaCl) aplicada aos produtos é cada vez mais um aspeto tido em conta pelos consumidores. A substituição do sal (NaCl) pode ser conseguida parcialmente pelo cloreto de potássio, o cloreto de cálcio, o cloreto de magnésio ou o cloreto de zinco. No entanto, quando adotada a substituição total de NaCl por uma destas alternativas, pode ocorrer alteração na textura do produto e o aumento do sabor amargo. Este pode, no entanto, ser disfarçado com a adição de agentes aromatizantes.

2.2.3.2. ESPECIARIAS

O uso de especiarias nos produtos à base de carne serve para enriquecer o seu sabor e, ainda, ajudar na sua preservação. As especiarias mais usadas são constituídas por plantas secas, ervas, sementes e legumes desidratados. Por norma, as especiarias aplicadas em pó permitem uma mistura uniforme e um sabor intenso, mas quando são aplicadas inteiras, ocorre uma difusão do sabor no produto mais lentamente. Para além de especiarias também podem ser aplicadas oleorresinas e óleos essenciais. Estes compostos são uma alternativa rentável às especiarias pois são facilmente padronizados para o sabor e o aroma do produto que se pretende obter (Liu *et al.*, 1957).

2.2.3.3. AÇÚCARES

Os açúcares utilizados também servem como redutores de a_w nos produtos, para além de conferirem características ao seu sabor. Dos diferentes açúcares utilizados na indústria de carnes podem citar-se a sacarose, a dextrose, a lactose, a frutose, a glucose e as dextrinas.

A concentração de sacarose não deve exceder 0,8 % a 0,9 %, em peso, pois concentrações mais elevadas resultam num sabor adocicado que não pode ser neutralizado pela adição de sal. Uma porção de sacarose menor que 0,5 % compensa, relativamente, as altas concentrações de sal, pois dá um sabor agradável ao produto (Xiong, 2012).

No caso da dextrose, devido ao seu baixo poder edulcorante, é frequentemente utilizado

como redutor de a_w nos produtos. As concentrações utilizadas deste composto podem ser superiores a 3 % sem que se obtenha qualquer efeito negativo no sabor do produto. A lactose tem características muito similares à dextrose, sendo que a principal diferença se relaciona com um sabor mais intenso. O uso de frutose deve ser mais limitado pois este composto tem poder edulcorante superior aos restantes açúcares que se utilizam.

Os xaropes de glucose correspondem a misturas de açúcares obtidas pela hidrólise de amidos. Os principais constituintes são a dextrose e a glucose, sendo que, o uso desta matéria é mais económico do que o uso dos compostos isolados.

2.2.4. Aditivos

Os aditivos são utilizados pelas funcionalidades que proporcionam nos alimentos. Estes podem ser utilizados para (Honikel, 2012):

- melhorar a coesão das partículas;
- retardar a deterioração dos produtos;
- proporcionar uma cor estável;
- reduzir o pH da mistura;
- intensificar o sabor.

A quantidade de cada aditivo, passível de ser aplicado nos enchidos, está presente no Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro, que se encontra resumido na Tabela A.1, do Anexo A.

2.2.4.1. CONSERVANTES

O uso de conservantes é um dos métodos de preservação mais antigos. No entanto, o uso de processamento térmico avançado, redes de refrigeração e de condições de fabricação melhoradas permite a redução da sua utilização. Os conservantes são substâncias adicionadas aos alimentos para impedir ou retardar a ação microbiana ou enzimática, evitando a deterioração. Os conservantes mais utilizados são os sorbatos, os benzoatos e os derivados de ácido láctico. Os sorbatos utilizados têm pouco efeito sobre o valor do pH, no entanto, são bons inibidores do crescimento de fungos sendo menos eficazes para leveduras e bactérias (Xiong, 2012).

Atualmente, os conservantes mais naturais são derivados de ácido láctico, nomeadamente, lactato de sódio e lactato de potássio. Estes compostos reduzem a_w nos produtos e possuem atividade antimicrobiana contra bactérias patogénicas. No entanto, como o interesse por produtos naturais é recente, ainda não existe regulamentação para estes compostos.

2.2.4.1.1. Nitritos

Os nitritos, embora sejam utilizados como conservantes, possuem também uma variedade de outros efeitos nos produtos processados, nomeadamente, o efeito antioxidante.

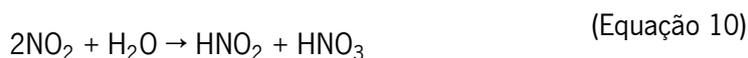
A cura dos produtos à base de carne envolvia o uso de sal como conservante, pois permitia a redução de a_w e a inibição do crescimento de microrganismos. Com o passar dos anos, começou-se a utilizar o nitrato de potássio pois, para além de preservar a carne, ainda confere boas características à cor do produto. No decorrer do processo, o nitrato (NO_3^-) origina nitrito (NO_2^-), que permite obter o efeito antioxidante. Recentemente utiliza-se somente o nitrito, de forma a ter a mínima quantidade residual nos produtos, e ainda assim obter um tempo de cura menor do que com a utilização de nitrato (Liu, 1957).

O efeito obtido pela aplicação de nitrito nos produtos remete para a formação inicial do ácido nitroso (Equação 6), com posterior formação da molécula de óxido nítrico (NO) (Equação 7).



O óxido nítrico é altamente reativo com a mioglobina, formando a nitrosomioglobina, (Equação 8), um pigmento responsável pela cor rosada característica dos produtos fumados. Aquele que não reage com a mioglobina pode reagir com proteínas e gorduras musculares, e ainda, interferir com os antioxidantes, especialmente com o ascorbato e o eritorbato (Xiong, 2012).

O óxido nítrico quando reduzido pela ação dos microrganismos, impede que ocorra a oxidação lipídica que provoca um sabor a ranço nos produtos. Este facto deve-se à ligação do óxido nítrico com o oxigénio que fica impedido de reagir com os ácidos gordos presentes no produto, como mostra a Equação 9 (Toldrá, 2010). O resultado, dióxido de azoto, reage com a molécula de água e volta a formar o ácido nitroso (Equação 10).



O ião nitrito tem um efeito inibitório do crescimento de microrganismos, especialmente efeito sobre *Clostridium botulinum* que é uma das bactérias mais resistentes ao processamento térmico. O uso de nitrito é praticamente a única maneira de a eliminar (Xiong, 2012).

Atualmente, o inconveniente da utilização dos nitritos remete para a formação de nitrosaminas. Estes compostos são considerados carcinogénicos, daí que a utilização de compostos à base de nitritos e de nitratos seja regulamentada [Regulamento (UE) n.º 1129/2011].

2.2.4.2. ANTIOXIDANTES

As principais funções dos antioxidantes dizem respeito à inibição da deterioração microbiana, e ainda, ao retardamento do processo de oxidação lipídica. Este último processo, para além da alteração do sabor dos produtos, diminui a sua qualidade nutricional, com a alteração da cor e, eventualmente, originando substâncias tóxicas.

Os antioxidantes naturais são as especiarias e as oleorresinas. Das várias especiarias com capacidade antioxidante, destaca-se o alho, o manjeriço, o gengibre, o cominho e a pimenta preta. Os restantes antioxidantes utilizados, de origem química, são definidos pelo Regulamento (UE) 1129/2011, de 11 de novembro. De todos os antioxidantes autorizados para uso em produtos alimentares, os mais utilizados são o L-ascorbato de sódio e o seu isómero, o eritorbato de sódio. O primeiro produto é utilizado na alimentação como fonte de vitamina C mas o segundo, apenas com 5 % de ação vitamínica, não. No entanto, também existem outras substâncias que funcionam como antioxidantes, tais como, o citrato de sódio e o lactato de sódio (Liu *et al.*, 1957).

O ascorbato de sódio possui diferentes funções quando aplicado nos produtos cárneos. A primeira função remete para o seu grande poder redutor. Este antioxidante tem a função de reduzir o nitrito a óxido nítrico facilitando a formação de nitrosomioglobina e, assim, contribuir para a formação da cor rosada. Sem a presença deste composto, seria necessário maior tempo de maturação e maior quantidade de nitrito no produto, com o intuito de obter uma cor satisfatória (Xiong, 2012).

Uma outra função do ascorbato é inibir a formação de radicais de peróxido na superfície do produto quando exposto à luz e ao oxigénio. Estes radicais são os principais responsáveis pela decomposição do pigmento, e os antioxidantes impedem a reação, permitindo a estabilidade da cor. Além disto, o ascorbato acelera a formação do óxido nítrico que retarda a decomposição do pigmento. Por último, o ascorbato previne a formação das nitrosaminas, que são consideradas compostos cancerígenos.

2.2.4.2.1. FOSFATOS

Os fosfatos permitem melhorar a capacidade de retenção de água na carne, estabilizar emulsões, melhorar a cor, a textura e a macieza e, além disso, funcionam como antioxidantes (Liu *et al.*, 1957).

Os fosfatos são frequentemente adicionados na formulação da salmoura. A principal característica dos fosfatos é a sua ação quelante sobre o cálcio e o magnésio, uma vez que, as proteínas miofibrilares, a miosina e a actina, permanecem juntas por ligações de cálcio contribuindo para a formação de actimiosina no decorrer do *rigor mortis*. Os fosfatos difundem-se nas proteínas musculares presentes na carne, quebrando as ligações. O espaço disponibilizado pode ser preenchido por água, aumentando assim a capacidade da sua retenção, o que permite expor o produto a maiores tempos de processamento, com pouca desidratação (Xiong, 2012).

Uma outra característica dos fosfatos remete para o seu efeito antioxidante, no sentido em que estes permitem ligações com o ferro e o cobre presentes na carne. Deste modo, ocorre a preservação da cor e da textura, permitindo assim aumentar o tempo de prateleira do produto (Liu *et al.*, 1957).

Atualmente, para o produto final, os fosfatos e seus derivados têm um limite de utilização igual a 5 g/kg, expresso em P₂O₅, conforme previsto no Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro.

2.2.4.3. CORANTES

Existem corantes de origem natural e de origem artificial, ambos com o objetivo de dar a coloração pretendida ao produto. Na legislação em vigor, Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro, é proibida a presença de corantes na constituição dos produtos processados à base de carne, excetuando na salsicha fresca (Xiong, 2012).

2.2.4.4. INTENSIFICADORES DE SABOR

Os enriquecedores de sabor são substâncias que, sem alterar o sabor inato do produto, intensificam o seu aroma e o seu sabor. O intensificador de sabor mais utilizado é o glutamato monossódico, produzido industrialmente por fermentação de melaço. Existem ainda outros compostos utilizados, como o inosinato dissódico e guanilato dissódico (Freixanet, 2000).

2.2.5. Outras substâncias

Nas formulações, podem ainda ser adicionados compostos com o intuito de melhorar o valor nutricional e funcional do produto, nomeadamente, proteínas, amidos, fibras e aromas.

2.2.5.1. PROTEÍNAS

As proteínas são utilizadas nos produtos processados para aumentar a sua quantidade presente, de modo a beneficiar do aumento da capacidade de retenção de água (Xiong, 2012). As proteínas são constituídas por aminoácidos e podem assumir diferentes cargas, nomeadamente, positiva, negativa ou neutra. O estado da carga da proteína determina a sua capacidade de ligação

às moléculas de água, permitindo a sua retenção. Neste sentido, a funcionalidade proteica depende da hidrofobicidade, da conformação e da sua carga (Liu *et al.*, 1957). As proteínas mais utilizadas no processamento dos produtos são as do leite, do sangue, de vegetais e de ovo (Xiong, 2012).

2.2.5.2. AMIDOS

Os amidos utilizam-se na formulação dos produtos, principalmente pela sua capacidade de retenção de água. São polissacarídeos que gelificam quando expostos ao calor, formando uma rede tridimensional que retém grandes quantidades de água. Os amidos mais utilizados são os de batata, de mandioca e de milho. Os diferentes tipos de amido possuem diferenças na capacidade de retenção de água, no sabor e na textura do produto final. A título de exemplo, o amido de trigo tem a vantagem de originar um produto com bom sabor e boa textura, ao contrário do amido de batata que possui uma capacidade de retenção de água elevada, mas provoca um sabor desagradável no produto (Xiong, 2012).

2.2.5.3. FIBRAS

As fibras utilizadas são de origem vegetal, como a celulose, a hemicelulose, as pectinas e a lenhina. As fibras são utilizadas pela sua elevada capacidade de retenção de água e melhoria da textura do produto graças à sua composição química. Atualmente as fibras possuem elevado valor nutricional, pois possibilitam a substituição dos ácidos gordos dos produtos a elaborar, permitindo reduzir o seu conteúdo energético (Xiong, 2012).

2.2.5.4. AROMAS

Os últimos ingredientes a serem utilizado no processamento dos produtos cárneos são os aromas. Estes variam conforme as características dos produtos pretendidos, podendo ser licores, vinho, sumo de frutas, oleorresinas e especiarias, entre outros (Liu *et al.*, 1957).

2.2.6. Revestimentos dos produtos cárneos

O revestimento dos produtos cárneos pode ser efetuado com tripas, com o intuito de lhes dar forma e permitir o armazenamento do conteúdo. O invólucro pode ser natural ou artificial sendo que, este último, pode ser de colagénio, de celulose ou de plástico-fibroso (Liu *et al.*, 1957). A diferença entre estes diz respeito à porosidade da estrutura aos diferentes tipos de processamento.

As tripas naturais com maior porosidade (66,8 %) permitem que a gordura passe para o exterior do enchido e, conseqüentemente, que as partículas de fumo lá adiram. No caso das tripas sintéticas, com menor porosidade (16,6 %), o conteúdo de gordura permanece no interior,

mantendo a superfície seca e sem afinidade para com as partículas de fumo. Um outro aspeto importante é o diâmetro dos poros de cada um dos tipos de tripas. O tamanho típico de uma partícula de fumo varia entre 200 nm e 400 nm. Estes valores são maiores que os poros da tripa artificial mas menores que os poros da tripa natural, daí a penetração das partículas nas tripas naturais (Ledesma *et al.*, 2015).

Para além das diferentes propriedades dos materiais usados para revestimento, estes podem ainda ser comestíveis ou não. No caso de só usar materiais não comestíveis, eles têm de ser removidos após processamento. Depois do enchimento com a carne, existem muitas maneiras de fechar o revestimento tais como, colocar cliques, atar ou torcer (Liu *et al.*, 1957).

As tripas de origem natural são o trato intestinal de alguns animais, isto é, desde o esófago até ao ânus, sendo as mais utilizadas as de ovelha, carneiro, porco e boi. Depois de extraídas dos animais, são lavadas e viradas do avesso, de modo a remover a gordura e revestimentos da mucosa interior, sendo posteriormente armazenadas em água e sal. Devido à natureza destas tripas, não há padronização dos diâmetros e dos comprimentos. As tripas artificiais possuem maior resistência à rutura e uma forma uniformemente cilíndrica, com possibilidade de escolher um diâmetro específico.

As tripas de celulose são produzidas a partir de algodão ou de aparas de madeira. Estes constituintes são misturados com dissulfeto de carbono formando o xantato. O xantato é adicionado a uma solução cáustica e retirado em solução ácida. Posteriormente, depois de seco, este pode ser cortado em diferentes tamanhos consoante o produto que se pretende.

As tripas de fibra produzem-se utilizando um papel especial com a forma de um tubo revestido com celulose, dando-lhe uma grande resistência. Nestas, pode ainda ser adicionado plástico por fora, que permite evitar a penetração de oxigénio nos produtos, ou ainda proporcionar uma barreira à entrada de água (Liu *et al.*, 1957).

2.3. Processos tecnológicos no fabrico dos enchidos

O processo tecnológico do fabrico dos enchidos divide-se em várias fases. Inicialmente, há preparação das matérias-primas, com posterior tratamento térmico e a finalização com o embalamento dos enchidos.

2.3.1. Fases iniciais do processo

A elaboração de produtos processados à base de carne compreende uma série de etapas essenciais para obter o produto final. Inicialmente, o transporte dos animais para os matadouros

e posterior abate devem seguir as normas do bem-estar animal, com instalações e técnicas operacionais adequadas. As operações envolvidas no abate incluem o método de atordoamento, sangria, evisceração e divisão da carcaça. Qualquer procedimento que resulte em ferimentos e *stress* aos animais contribui para a alteração da qualidade da carne e, até mesmo, para a sua deterioração (Dave *et al.*, 2011).

A escolha da mistura de carne e gordura utilizada afeta a qualidade dos produtos curados no que diz respeito à macieza, à suculência e ao sabor. Após a seleção da carne e da gordura, a picagem com diferentes crivos pretende reduzir os tamanhos, de modo a facilitar a mistura com os restantes ingredientes e aditivos. A redução do tamanho relaciona-se também com a eliminação de água durante o processamento. Quando os fragmentos são maiores, existe uma eliminação mais lenta da água do produto; no entanto, os fragmentos mais pequenos permitem uma melhor mistura da carne com os restantes ingredientes. Na fase seguinte, adicionam-se os aditivos e temperos que irão maturar com a mistura da carne e gordura durante algum tempo. O passo seguinte baseia-se no enchimento da tripa com o produto, seguindo-se o processamento térmico (Marcos *et al.*, 2016).

2.3.1.1. CURA

A cura serve para desenvolver e manter a cor da carne, inibir o crescimento dos microrganismos e proporcionar boas características organoléticas aos produtos finais.

Uma das etapas da cura passa pela salga da mistura de carne e gordura. Corresponde à adição do sal e aditivos à mistura com o intuito de reduzir a_w dos produtos e, conseqüentemente, retardar o crescimento dos microrganismos causadores de contaminação. A concentração da salmoura e o tempo de salga determinam a eficiência da difusão do sal na carne durante a cura. No entanto, a temperatura da carne pode provocar alterações na velocidade de difusão dos sais no seu interior. Quando a temperatura da carne é maior, a velocidade de difusão da salmoura também aumenta; no caso de carne congelada e descongelada, a difusão dos sais ocorre mais rapidamente do que em carne fresca devido à alteração da estrutura muscular pelo congelamento (Toldrá, 2010).

2.3.2. Processamento térmico

O processamento térmico dos produtos à base de carne pode ser efetuado através de etapas de secagem e/ou fumagem.

2.3.2.1. SECAGEM

Na indústria alimentar, o processo de secagem funciona como um método de preservação dos produtos. Neste método ocorre a remoção do conteúdo de água dos produtos devido à temperatura elevada no interior da estufa, que impulsiona a evaporação. Este processo retarda a atividade enzimática e reduz a possibilidade de posterior contaminação microbiológica, e ainda, proporciona menores custos de armazenamento e expedição devido à diminuição de volume e peso dos produtos. No entanto, a remoção do conteúdo de água pode contribuir para alteração da qualidade nutricional e sensorial dos produtos (Grau *et al.*, 2015).

Mecanismo de secagem

No decorrer do processo de secagem ocorrem alterações do gradiente de concentrações dos compostos, desde o interior para o exterior dos produtos. Numa primeira etapa ocorre a evaporação de água da superfície do produto. Esta etapa só ocorre se a_w da camada superficial for maior do que a humidade relativa do ar. De seguida os materiais presentes nas camadas interiores movem-se para as camadas exteriores. A diferença do conteúdo de água das diferentes camadas apenas muda após o final da secagem; durante o processo não se distinguem diferentes teores de água nas diversas camadas. No final, a espessura do produto diminui, devido à expulsão do conteúdo de água durante o processo (Toldrá, 2010).

Durante a secagem, o controlo de a_w é um parâmetro muito importante, sendo que o baixo teor de água disponível no produto permite inibir o crescimento de microrganismos. No entanto, existem fatores que influenciam na diminuição de a_w , nomeadamente a presença de compostos solúveis, e ainda a presença de materiais capazes de expandir o seu tamanho. (Grau *et al.*, 2015).

Curva da cinética de secagem

No processo de secagem existem diferentes variáveis que interferem com o tempo de secagem de cada produto, tais como a temperatura, a humidade e as características do fluxo, e ainda os parâmetros relacionados com o produto, nomeadamente teor de água, tamanho, forma e estrutura. De modo a conciliar todos estes parâmetros recorre-se à curva de secagem, onde se relaciona o tempo de processamento com o teor de água de cada produto. A cinética de secagem é constituída por três etapas, especificadas na Figura 10: período de indução; período de taxa constante e; período de taxa decrescente ou de difusão.

Na primeira etapa (A), a transferência de calor ocorre do ar para o produto, contribuindo para o aumento da temperatura da superfície até atingir a temperatura do bolbo húmido. Na fase seguinte (B), a partir do momento em que a superfície atinge a temperatura do bolbo húmido,

ocorre a evaporação de água do produto. Como a taxa de evaporação é menor do que a taxa de difusão de água no interior dos produtos, esta fase mantém-se com secagem constante, até se atingir o teor crítico de água (X_c). Na última fase (C), ocorre a remoção de água no interior do produto, sendo que esta só ocorre por difusão desde o interior, pois alguns dos constituintes já estão secos e dificultam a passagem para a posterior evaporação. A taxa de secagem neste período é muito baixa e a humidade do produto diminui até atingir a condição de equilíbrio (X_e) (Grau *et al.*, 2015).

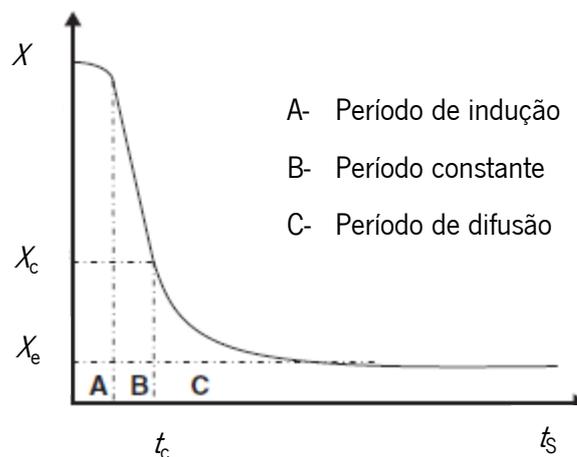


Figura 10. Curva típica do processo de secagem: evolução do teor de água (X) nos produtos ao longo do tempo de secagem (t_s) (adaptado de Grau *et al.*, 2015).

Os períodos de secagem podem ser explicados com base nas isotermas de sorção de um alimento com elevado teor de água (Figura 11). As isotermas de sorção relacionam a quantidade de água de um alimento com a sua atividade de água (a_w), em condições de equilíbrio a uma dada temperatura.

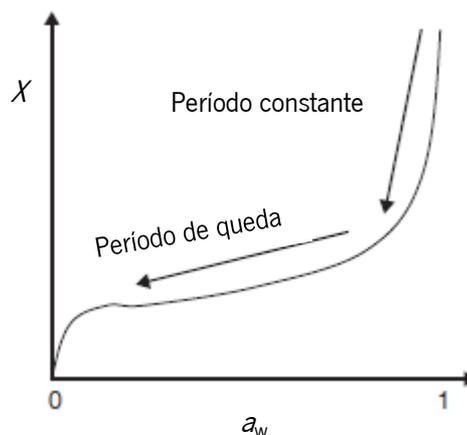


Figura 11. Isotermas de sorção nos diferentes períodos de secagem, relacionando o teor de água (X) com a atividade de água (a_w) (adaptado de Grau *et al.*, 2015).

Durante a etapa de secagem, inicialmente ocorre a evaporação da água livre presente nos produtos frescos. Nesta fase de período constante, o valor de a_w inicia perto de 1, mas com o decorrer do processo, o produto seca e ele diminui. Na fase de período de queda, a água evaporada corresponde àquela existente para hidratação dos constituintes solúveis. A força motriz para a realização da evaporação remete para o gradiente de a_w do produto e a humidade relativa do ar quente da estufa; no entanto, existem outros fatores que afetam a cinética de secagem. Um dos principais é a velocidade do fluxo de ar presente na estufa que, quanto maior for, mais rapidamente ocorre o processo de secagem. Outros parâmetros importantes são a humidade relativa e a temperatura de processamento (Grau *et al.*, 2015).

A temperatura do ar é um parâmetro controlado no processo de secagem. Quando esta é elevada, proporciona maior taxa de secagem, pois ocorre maior transferência de calor na superfície do produto. No entanto, se a temperatura for elevada, a água é removida rapidamente, o que provoca o endurecimento da camada superficial do produto, impedindo a sua difusão do centro para o exterior do produto. A temperatura interfere no sabor e na textura dos produtos, sendo importante limitar o valor máximo aplicado no decorrer do processo.

Equipamento

Para a secagem dos produtos, utilizam-se estufas elétricas, podendo existir diferentes níveis de funcionamento consoante o programa escolhido para cada produto. Os produtos são colocados em varas, e estas agrupadas em estruturas móveis capazes de entrar e sair da estufa facilmente.

A circulação de ar no interior da estufa é um dos parâmetros mais importantes durante o processo de secagem. É importante garantir a homogeneidade das condições de circulação do ar em toda a estufa. Para tal, o ar circula de baixo para cima, introduzido pelos orifícios colocados nas paredes, e dirigido para o centro do teto, como representado na Figura 12.

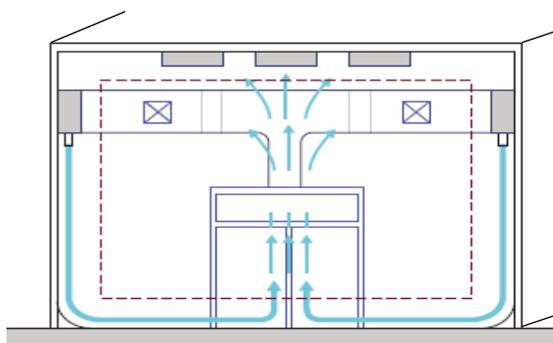


Figura 12. Circulação de ar no interior de uma estufa elétrica (adaptado de Grau *et al.*, 2015).

Os ventiladores presentes na estufa situam-se nas paredes laterais e no fundo da câmara (Toldrá, 2010). Estes permitem a circulação de ar verticalmente junto às paredes e no interior da câmara. Algumas permitem a circulação horizontal de ar, ideal para câmaras maiores.

Efeito conservante

Nos produtos de carne processada, o controlo da temperatura de processamento deve ter em conta dois requisitos (Heinz *et al.*, 2007):

- A temperatura do tratamento térmico deve ser elevada o suficiente, com o intuito de reduzir a carga microbiana do produto, e conseqüente extensão do seu tempo de conservação;
- A temperatura do tratamento térmico deve ser mantida baixa o suficiente para evitar a deterioração da qualidade alimentar do produto.

O tratamento térmico dos produtos deve conciliar um equilíbrio entre os requisitos sensoriais e a segurança alimentar do produto.

O processo térmico de eliminação dos diferentes microrganismos varia consoante a sua resistência ao processamento. A contaminação microbiológica pode ser devida à presença de microrganismos ou de esporos produzidos por estes. Os microrganismos possuem uma parede celular que pode ser destruída quando em condições adversas, não sendo possível qualquer tipo de crescimento após o tratamento. No caso dos esporos produzidos pelas bactérias dos géneros *Bacillus* e *Clostridium*, estes são constituídos por uma cápsula forte que permite a sua resistência em condições desfavoráveis e posterior desenvolvimento para células bacterianas quando as condições voltam a ser favoráveis. Assim, após crescimento e multiplicação, estas bactérias são capazes de contaminar o produto (Heinz *et al.*, 2007).

A inativação dos microrganismos através do tratamento térmico não é instantânea. A destruição térmica exige um determinado período de tempo a uma dada temperatura constante. Para uma temperatura definida, o tempo mínimo necessário, para que 90 % da população de microrganismos seja destruída, denomina-se por *D* ou “*D-value*”.

Consoante os diferentes tipos de microrganismos presentes nos produtos cárneos, a temperatura e o tempo de processamento variam. Para o tratamento dos microrganismos capazes da contaminação da carne deve-se ter em conta a temperatura e o tempo necessário para os eliminar (Heinz *et al.*, 2007). Neste sentido, na Tabela 3, representa-se o valor de *D* de alguns microrganismos, para diferentes temperaturas.

Tabela 3. Tempo mínimo necessário para destruir 90 % da população microbiológica (D) para diferentes temperaturas de processamento (T_s) (adaptado de Heinz *et al.*, 2007)

Organismos vegetativos (D /min)	$T_s/^\circ\text{C}$			
	50	60	65	70
<i>Escherichia coli</i>	4 a 7			
<i>Salmonella</i> spp.	0,02 a 0,25			
<i>Listeria monocytogenes</i>	5 a 8			2
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,2 a 2			
Leveduras e bactérias deteriorantes	0,5 a 3			

No caso dos microrganismos produtores de esporos, mais resistentes a condições adversas, o tempo de redução decimal é superior ao dos microrganismos, como representado na Tabela 4.

Tabela 4. Tempo de redução decimal (D) de bactérias produtoras de esporos consoante a temperatura de processamento (T_s) (adaptado de Heinz *et al.*, 2007)

Bactérias produtoras de esporos (D /min)	$T_s/^\circ\text{C}$	
	100	121
<i>Bacillus</i> spp.	0,1 a 0,5	
<i>Clostridium botulinum</i>	50	0,1 a 0,2

As temperaturas mais elevadas são utilizadas para destruir os esporos, enquanto que os restantes microrganismos exigem uma gama de temperaturas entre os 60 °C e os 65 °C. No caso dos microrganismos patogénicos formadores de esporos, para produtos à base de carne de porco, o valor D , numa temperatura de 90 °C, pode variar entre 0,4 min e 8,2 min (Pereira *et al.*, 2017).

Na etapa de secagem, os parâmetros de processamento são definidos conforme os tempos e temperaturas recomendadas para evitar a contaminação. Segundo a Food Safety Inspection Service (FSIS), a letalidade dos microrganismos pode ser alcançada atingido uma temperatura mínima de 60 °C, durante um período de tempo de pelo menos 12 min (FSIS, 1999).

Uma das vantagens da secagem é a redução de a_w como forma de conservação dos produtos. A Figura 13 representa os valores de a_w limitantes do crescimento dos diferentes microrganismos e os valores típicos deste parâmetro em diferentes produtos cárneos.

O valor de 0,8 para a_w permite garantir o impedimento da degradação do produto pela contaminação microbiológica. No entanto, a secagem não possui somente o efeito de conservação

pela redução de a_w . Para além disso, este processo afeta a estrutura das proteínas presentes no produto. A matriz de proteínas modifica-se no intervalo de temperaturas compreendido entre 40 °C e 80 °C, provocando alterações na textura do produto (Grau *et al.*, 2015).

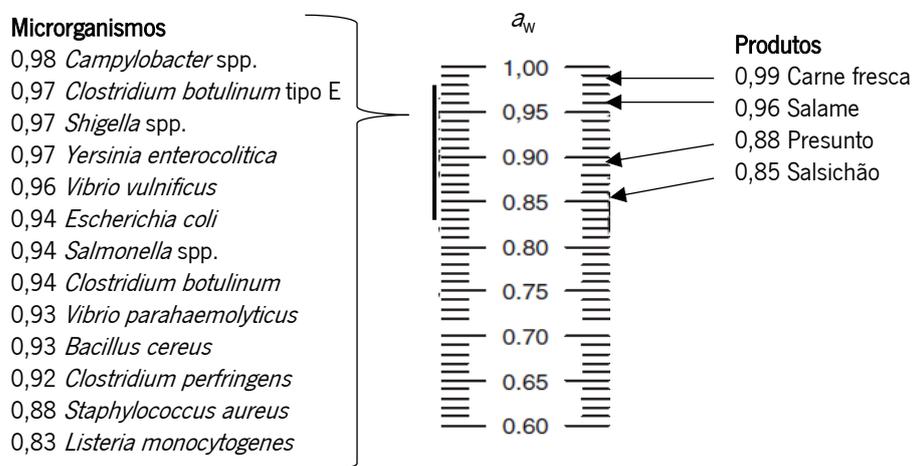


Figura 13. Valores limites de a_w para o crescimento microbológico e valores típicos em alguns produtos à base de carne (adaptado de Grau *et al.*, 2015).

A presença de gordura nos produtos contribui para o decréscimo na taxa de secagem pois funciona como uma barreira que, por um lado, permite que o produto não fique demasiado seco, mas, por outro, também impede a saída de alguma quantidade de água do produto. No caso em que a carne é excessivamente picada, forma-se um produto com a camada superficial endurecida e uma parte central extremamente húmida (Grau *et al.*, 2015).

2.3.2.2. FUMAGEM

A fumagem é um dos processos mais antigos inventados pelo ser humano para preservar os produtos alimentares, aumentando o tempo de vida útil e prevenindo a contaminação. Além disso, permite adicionar o sabor e a consistência característicos destes produtos. No entanto, no decorrer desta etapa do processo, o valor nutricional do produto pode diminuir e, além disso, aumentar os riscos para a saúde do consumidor, pela presença de substâncias cancerígenas (Sikorski *et al.*, 2014).

No decorrer do processo de fumagem, a pirólise ocorre em 4 fases, consoante a temperatura atingida. Na primeira, ocorre a evaporação de água, depois há decomposição de hemicelulose, seguida da decomposição das celuloses e, por fim, decomposição das lenhinas (Lingbeck *et al.*, 2014). Os gases e os compostos presentes no fumo possuem diferentes propriedades físicas e químicas. Os compostos de baixo ponto de ebulição constituem a fase

gasosa enquanto que os de elevado ponto de ebulição estão dispersos no fumo como partículas sólidas. As quantidades específicas para cada composto dependem das temperaturas atingidas, do tipo de madeira utilizada e das condições do fumeiro (Toldrá, 2010). No entanto, aproximadamente 400 compostos orgânicos foram inequivocamente identificados em diferentes condensados e extratos de fumo. Destes compostos identificados cerca de 85 são fenóis, 110 aldeídos e cetonas, 65 ácidos carboxílicos, 20 hidrocarbonetos alifáticos e 80 hidrocarbonetos aromáticos, sendo que destes 61 são hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) (Sikorski *et al.*, 2014). A formação de cada composto relaciona-se com a temperatura no decorrer da pirólise, podendo variar entre 180 °C a 500 °C, sendo que para limitar a concentração de HAP a temperatura deve ser inferior a 400 °C.

Efeito na cor/sabor

A cor dos produtos fumados deve-se aos componentes da matéria-prima e ao efeito dos componentes do fumo. Pode variar desde o amarelo até ao castanho escuro conforme o tipo de madeira utilizada, o tempo e a temperatura do processo. As reações químicas que ocorrem no processo de coloração devem-se principalmente à polimerização de fenóis e a reações de Maillard, sendo que quanto maior a temperatura mais rapidamente estas ocorrem, logo mais rapidamente se atinge a coloração escura (Sikorski *et al.*, 2014).

Por outro lado, o aroma e o sabor dos produtos fumados devem-se principalmente aos fenóis neles depositados. Também outros constituintes do fumo, tais como aldeídos e ácidos, interagem com diferentes componentes dos produtos, influenciando as suas características sensoriais.

Efeito conservante

O efeito preservante dos produtos fumados deve-se à temperatura, ao tempo de processamento, à perda de água durante o processo, à composição e à quantidade de fumo depositado no produto, e ainda da temperatura de armazenamento (Sikorski *et al.*, 2014).

Atividade antimicrobiana

A fumagem faz com que vários componentes do fumo retardem a proliferação de microrganismos. Dos vários componentes, aqueles com maior efeito antimicrobiano são os fenóis, nomeadamente, guaiacol e seus derivados. O efeito destes compostos relaciona-se com a sua solubilidade em lípidos, temperatura e tempo de fumagem e o teor de água. A presença de um grupo aldeído nos compostos fenólicos aumenta ainda mais a atividade antimicrobiana, impedindo, por exemplo, o crescimento de *Clostridium botulinum*. Os compostos carbonilo,

especialmente formaldeído, também retardam o crescimento de microrganismos. As formas vegetativas das bactérias são as mais sensíveis ao fumo, já as mais resistentes são os bolores e as leveduras. No entanto, o seu desenvolvimento pode ser restringido por certos compostos fenólicos presentes no fumo (Ledesma *et al.*, 2016).

Na prática, os componentes do fumo por si só não diminuem a população dos vários patogénicos por longos períodos ou restringem o seu crescimento. Este efeito conservante é conseguido com recurso à adição de conservantes na mistura, tais como, lactato de potássio e lactato sódico, e ainda com recurso ao binómio tempo-temperatura aplicado no processo.

Atividade antioxidante

Uma outra característica que o fumo provoca nos produtos fumados é a atividade antioxidante. De entre todos os componentes do fumo, aqueles com maior atividade antioxidante são os fenóis. Os antioxidantes (AH) inibem a oxidação lipídica, pela inativação dos radicais (R•) ou inativação dos radicais secundários (RO• ou ROO•) produzidos na oxidação lipídica, como demonstrado nas Equações 11 e 12.



Os fenóis são exemplos de compostos no fumo com efeito antioxidante, pois estes inativam os radicais livres, pela cedência do hidrogénio ao grupo OH do radical. Os compostos fenólicos mais ativos são o pirogalhol e resorcinol, já os menos ativos como antioxidantes são o guaiacol e o siringol (Sikorski *et al.*, 2014).

Formação de compostos químicos

Durante o processo de fumagem ocorre a formação de contaminantes químicos, tais como: hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas, formaldeído, óxidos de azoto, óxidos de enxofre e metais pesados (Ledesma *et al.*, 2015). São substâncias com propriedades potencialmente cancerígenas, formadas por gaseificação e pirólise de biomassa a temperaturas superiores a 400 °C. Os produtos sujeitos à fumagem podem ser contaminados com HAP (Ledesma *et al.*, 2016).

Os HAP englobam diversas substâncias, nomeadamente benzo(a)pireno (BaP), benz(a)antraceno (BaA), benzo(b)fluoranteno (BbF), criseno (CHR), entre outras (Santos *et al.*, 2011). De acordo com o Regulamento (UE) n.º 835/2011, de 19 de agosto, o BaP é o marcador

atual para a ocorrência de efeitos dos HAP em produtos à base de carne.

O resultado do processo de fumagem dos produtos tradicionais de carne fumada é afetado por diferentes parâmetros, nomeadamente o tempo de operação, a distância entre a fonte de calor e os produtos, a quantidade de gordura no produto e, até, o tipo de madeira utilizado (Ledesma *et al.*, 2014).

No processo de fumagem tradicional, os enchidos somente são colocados no fumeiro durante pelo menos uma semana, para se obter as características pretendidas. Na Figura 14 representa-se a evolução deste processo ao longo do tempo. A nível industrial, este processo apresenta algumas diferenças perante o tradicional.

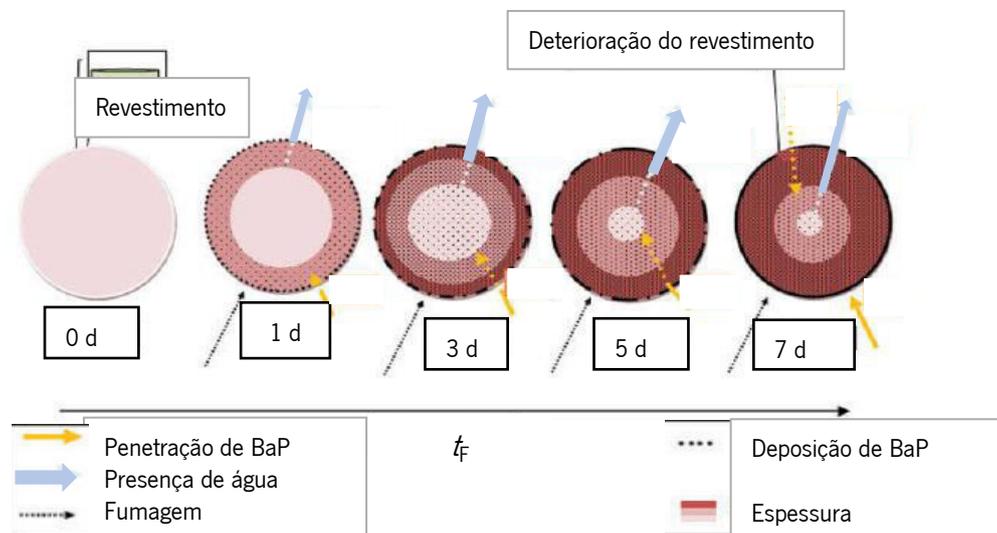


Figura 14. Esquema dos mecanismos de penetração de BaP e saída de água para as diferentes espessuras do produto ao longo do tempo de fumagem (t_f) (adaptado de Ledesma *et al.*, 2014).

Antes de iniciar o processo de fumagem, os enchidos são uma mistura de ingredientes de cor rosada revestidos por uma tripa. Durante o processo, os produtos são colocados em câmaras com contacto direto com os componentes do fumo.

Após o primeiro dia de fumagem, as partículas do fumo depositam-se no revestimento dos produtos, nomeadamente o BaP. Com o passar dos dias, o produto começa a ficar mais seco, perdendo água do interior e as primeiras camadas do produto ficam contaminadas com BaP. Após 6 d, os componentes depositados no produto criam uma barreira que impede a penetração de BaP; no entanto, pode ocorrer a degradação do revestimento, permitindo a continuação da deposição de BaP no produto. No final do processo, o lado exterior tem uma coloração mais escura que o interior e, para além disto, contém maior contaminação por HAP (Ledesma *et al.*, 2014).

A quantidade de compostos absorvidos pelo produto, no processo de fumagem, depende da temperatura, da humidade, da composição do fumo, da duração do processo e das

características da superfície do produto. Este último parâmetro revela que a superfície húmida absorve aproximadamente 20 vezes mais fenóis do que superfícies de produtos menos húmidas ou secas (Sikorski *et al.*, 2014).

Alguns dos componentes depositam-se somente no revestimento dos produtos enquanto outros difundem-se para as camadas interiores, gerando um gradiente de concentrações. A taxa de difusão depende das características da superfície, assim como das propriedades da carne e dos componentes do fumo. A título de exemplo, a maioria dos fenóis deposita-se no revestimento dos produtos e nas camadas interiores do tecido adiposo. Já os compostos carbonilo e os ácidos carboxílicos distribuem-se uniformemente por todo o produto fumado. Estes compostos podem reagir com os grupos amina e tiol das proteínas e péptidos. No entanto, a baixa concentração destes compostos absorvidos pelas proteínas da carne não tem impacto nutritivo nos produtos (Sikorski *et al.*, 2014).

No caso do processo industrializado, antes da etapa de fumagem, a maioria dos enchidos é sujeito a uma etapa de secagem, com o intuito de reduzir o teor de água. A etapa de fumagem é principalmente utilizada para elevar o nível sensorial dos produtos. Podem ser utilizados diferentes tipos de processamento, consoante a temperatura e o tempo aplicado. Na Tabela 5 indicam-se os diferentes tipos de fumagem que podem ser aplicados obtendo produtos diversos (Ledesma *et al.*, 2016).

Tabela 5. Características e parâmetros do processo para diferentes tipos de fumagem (adaptado de Ledesma *et al.*, 2016)

Tipo de fumagem	Parâmetros do processo	Características
Fumagem fria	12 °C a 25 °C 16 d	Promove o desenvolvimento das bactérias do ácido láctico, essencial em produtos fermentados
Fumagem quente	23 °C a 45 °C 4 h a 48 h Humidade relativa: 70 % a 80 %	A consistência da gordura é alterada, mas não há desnaturação das proteínas
Fumagem muito quente	45 °C a 90 °C 12 h	Desnaturação das proteínas

Posição e distância do produto em relação à fonte de calor

A quantidade de HAP presente nos produtos fumados é influenciada pela posição e disposição destes no fumeiro. Os produtos colocados num nível superior revelam maiores quantidades de BaP na sua superfície do que os produtos colocados num nível inferior. Este facto deve-se à acumulação de fumo no cimo do fumeiro. No entanto, quando analisado o interior dos produtos, os que apresentavam maiores quantidades de BaP foram os situados num nível inferior no fumeiro (Ledesma *et al.*, 2016).

Teor de gordura e humidade dos produtos ao longo do processamento

Durante o processo de fumagem, com o aumento da temperatura, a gordura do interior do enchido passa para a sua superfície externa, tornando o produto pegajoso e húmido. Estas condições permitem que as partículas do fumo penetrem lentamente no interior dos produtos durante o processo de secagem. O teor de gordura por si só não influencia a quantidade de HAP no interior do produto (Ledesma *et al.*, 2014).

Tempo de fumagem

O benzo(a)pireno BaP é principalmente depositado no invólucro do produto que funciona como uma barreira à sua penetração. Ao aplicar diferentes tempos de fumagem, os produtos apresentam diferentes valores de BaP. Num estudo realizado por Ledesma *et al.*, (2014), os valores de BaP obtidos foram de 0,38 mg/kg e 0,75 mg/kg, em chouriço, depois de 3 d e 5 d de fumeiro, respetivamente.

Tipos de fumeiro

Existem diferentes métodos de fumagem com diferenças na temperatura do fumo, a localização do alimento em relação ao equipamento de geração do fumo e no mecanismo utilizado para produzir fumo. Estes métodos podem ser classificados como métodos diretos e indiretos, como representado na Figura 15.

Nos métodos diretos, o fumo é produzido na mesma câmara onde está a carne processada através da degradação térmica da madeira, utilizada como combustível. Neste método os produtos são pendurados em estruturas (carrinhos) localizadas por cima da fogueira, suportados por uma grelha. Neste processo a gama de temperaturas do produto correspondente ao tipo de fumagem que se pretende fazer. Na fumagem fria atinge-se temperaturas inferiores a 30 °C no produto, já na fumagem muito quente depara-se com temperaturas superiores a 80 °C. As temperaturas atingidas são conseguidas pela regulação do ar que passa pela fogueira ou pela utilização de um permutador de calor (Ledesma *et al.*, 2016).

Os métodos de fumeiro indireto pretendem reduzir a contaminação dos produtos fumados por HAP. Nestes métodos, o fumo pode ser produzido por um gerador de fricção, fumo líquido ou fumeiro eletrostático.

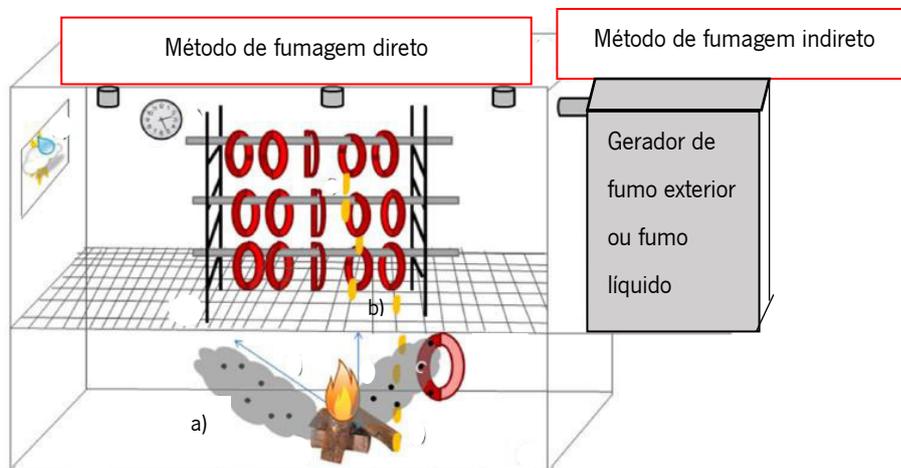


Figura 15. Métodos diretos e indiretos de fumagem: a) partículas de fumo, b) partículas de gordura (adaptado de Ledesma *et al.*, 2016).

No método de gerador de fricção ocorrem ciclos com diferente duração da exposição ao fumo consoante o produto. Neste caso, a fricção contínua de uma roda dentada sobre a madeira, com diferentes intervalos de funcionamento e pausas, permite a redução do tempo de operação, sendo a produção de HAP reduzida e, por isso, o aumento da segurança alimentar (Ledesma *et al.*, 2016).

O fumo líquido é produzido pela condensação do fumo obtido pela aplicação de calor à madeira ou serragem. Os gases obtidos são rapidamente arrefecidos em condensadores com posterior passagem por filtros, de modo a remover as impurezas tóxicas e carcinogénicas, antes de contactarem com o produto a fumar (Lingbeck *et al.*, 2014). Na Figura 16 representa-se a instalação necessária para produção de fumo líquido.

As características do fumo líquido gerado no processo, nomeadamente o sabor e as propriedades antimicrobianas, dependem da temperatura de geração do fumo, o teor de humidade da madeira e o tipo de madeira utilizada no processo (Lingbeck, 2014).

No fumeiro eletrostático (Figura 17), os produtos são colocados em túneis carregados eletricamente entre 20 V e 60 V. O fumo é constituído por um sistema de duas fases (vapor e partículas) sendo carregado eletricamente, consoante a sua fase (Vaz-Velho, 2003):

- A fase particulada, ou dispersa, é composta por alcatrão, resinas de madeira, compostos fenólicos de alto ponto de ebulição e compostos com baixo ponto de

ebulição, que variam consoante a temperatura;

- À fase gasosa, ou dispersante, pertencem os compostos associados ao sabor característicos dos produtos fumados.



Figura 16. Diagrama da produção do fumo líquido (adaptado de Lingbeck *et al.*, 2014).

As partículas são depositadas na superfície do produto carregado com carga oposta. De modo a assegurar a deposição das partículas no produto a fumar, utiliza-se a irradiação por infravermelhos (Ledesma *et al.*, 2016). Este processo envolve maiores gastos na aquisição dos equipamentos. Além disso, o fumo filtrado electrostaticamente tem menor quantidade de ácidos, fenóis e carbonilos do que o fumo sem tratamento, resultando num produto com menos aroma e, além disso, afeta o desenvolvimento da cor característica dos produtos. Contudo, reduz a contaminação dos produtos por HAP (Sikorski *et al.*, 2014).

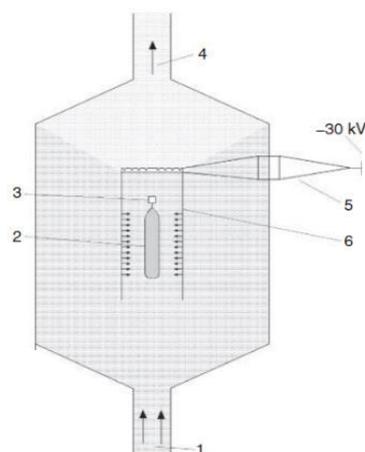


Figura 17. Fumeiro eletrostático. 1– entrada de fumo, 2– produto a defumar, 3– cadeia de transporte, 4– saída de fumo, 5– isolante, 6– eletrodo ionizante (adaptado de Sikorski *et al.*, 2014).

Equipamento de fumagem

O processo de fumagem pode ocorrer em fumeiro tradicional ou em fumeiro com funcionamento moderno (Figura 18).

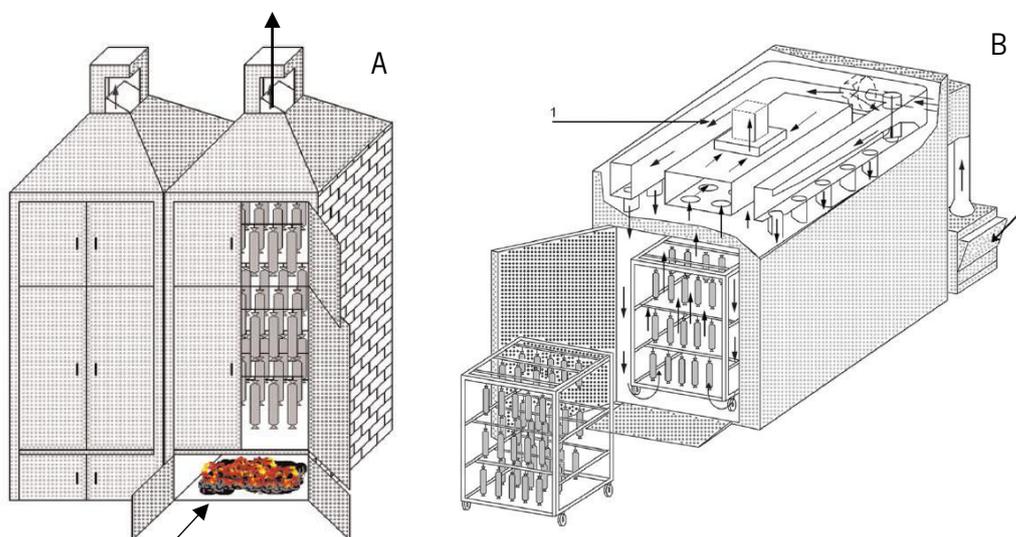


Figura 18. Equipamentos de fumagem: câmara de fumo tradicional (A) e câmara de fumo moderno (B). 1- Direção do fluxo de fumo e 2- gerador de fumo (adaptado de Sikorski *et al.* 2014).

No fumeiro tradicional, o operador controla os parâmetros de funcionamento, consoante as condições atmosféricas exteriores. Os diferentes parâmetros controlados podem ser a alimentação da fogueira, a quantidade de ar que passa pela porta vindo do exterior, e ainda, a possibilidade de rodar a posição dos carrinhos ao longo do tempo de fumagem. A fogueira que proporciona o fumo para o processo é efetuada no andar inferior e, por cima desta, colocam-se os produtos, sendo que entre os dois andares existe um gradiente de temperatura. A temperatura e o fumo necessários são obtidos pela queima de troncos de madeira, aparas ou serragem. Os produtos que irão ser defumados são colocados em varas, com algum espaçamento entre elas. Posteriormente as varas passam para carrinhos, onde são colocadas a diferentes distâncias da fogueira. No decorrer do processo, as condições de temperatura e de fumo não são as mesmas em todo o forno. Neste sentido, surge a necessidade de rodar e inverter a ordem dos carrinhos (Sikorski *et al.*, 2014).

No caso do fumeiro moderno, este possui dispositivos para a circulação forçada de ar e do fumo a uma velocidade controlada. Nesta metodologia existe a circulação do fumo por toda parte do fumeiro. O aquecimento efetua-se por gás, vapor ou eletricidade e a circulação do ar/fumo efetua-se a velocidade controlada, sendo por isso um processo com fluxo térmico e de fumo

uniforme em toda a câmara. Nesta câmara, realiza-se o processo de fumagem, cozedura, e ainda arrefecimento dos produtos, através da combinação da variação da temperatura, humidade, densidade do ar/fumo, assim como o tempo de processamento consoante o tipo de produto.

Tipo de madeira

Para o processo de fumagem, com recurso à queima de lenha, podem ser utilizados diferentes tipos de madeira, que proporcionam diferentes características ao produto final. Geralmente utiliza-se lenha com maior durabilidade durante a combustão, nomeadamente, lenha de carvalho ou de sobreiro. Contudo, para conferir diferentes características sensoriais, de modo a obter distintos produtos, pode ser utilizada lenha de árvores resinosas.

A lenha utilizada deve ser natural sem que nenhum tratamento químico tenha sido aplicado (Sikorski *et al.*, 2014). A decomposição térmica da madeira, seguida de oxidação, gera centenas de compostos sólidos, líquidos e gasosos. Estes diferem entre si no ponto de ebulição, solubilidade, propriedades químicas e nas características provocadas no produto. Os constituintes presentes no fumo são principalmente água, dióxido de carbono, monóxido de carbono, e ainda, algumas centenas de compostos orgânicos voláteis.

2.4. Embalamento

As embalagens permitem a manter a qualidade microbiana e sensorial do produto. Na indústria dos alimentos, pode-se alterar a atmosfera da embalagem para prolongar a vida útil dos produtos (Venturini, *et al.*, 2009).

Existem 3 categorias de embalagens com propriedades de conservação do produto, nomeadamente, embalagens a vácuo, embalagens com atmosfera modificada e embalagens ativas (Toldrá, 2010).

A embalagem a vácuo é um dos métodos mais antigo, sendo ainda hoje, amplamente utilizada para produtos de carne fresca e carnes curadas. Este método provoca um ambiente anaeróbio dentro do pacote e retarda o crescimento microbiano e a oxidação da mioglobina, permitindo o aumento do tempo de vida útil. Porém, este processo provoca alteração da cor vermelha para roxa, devido à ausência de O₂ que influencia na conversão da oximioglobina a desoximioglobina. Este método continua a ser usado de inúmeras maneiras, sendo a estratégia de embalamento mais rentável para produtos cárneos (McMillin, 2017; Toldrá, 2010).

O embalamento em atmosfera modificada é o método mais utilizado pois permite a manutenção e o prolongamento da cor da carne e da qualidade sensorial. Este método consiste

em remover ou alterar a composição normal do ar atmosférico, por uma mistura gasosa adequada, capaz de aumentar o tempo de vida útil do alimento. A introdução de uma mistura gasosa permite retardar a oxidação da carne, e inibir o desenvolvimento da microbiota deteriorante ou patogénica (Venturini *et al.*, 2009). Este método usa oxigénio (O₂), azoto (N₂) e dióxido de carbono (CO₂). A presença de CO₂ permite a inibição do crescimento de bactérias aeróbias deteriorantes e a seleção de bactérias lácticas. Já o O₂ permite a manutenção das características de cor da carne, e o N₂ serve essencialmente para inertizar (Toldrá, 2010).

A principal desvantagem deste sistema é o aumento do volume das embalagens, devido ao espaço ocupado pelo gás, aumentando a probabilidade da ocorrência de furos durante a distribuição (Fernández-López *et al.*, 2008).

A embalagem ativa tem como objetivo aumentar a vida útil dos produtos, mantendo a qualidade, segurança e as propriedades sensoriais. Nesta promove-se o atraso e redução da taxa de crescimento dos microrganismos. Esta tecnologia incorpora os agentes antimicrobianos na embalagem por mecanismos de pulverização, revestimento, mistura física ou ligação química com os produtos (Toldrá, 2010). Os filmes antimicrobianos podem ser classificados em dois tipos, nomeadamente aqueles que contêm agentes antimicrobianos que migram para a superfície dos alimentos e aqueles que são eficazes contra o crescimento superficial de microrganismos, sem migração.

2.5. Controlo da qualidade

Nas indústrias ocorrem modificações nos processos, nas matérias-primas utilizadas e nos parâmetros de processamento. Estas alterações podem influenciar os parâmetros microbiológicos, químicos e sensoriais dos produtos.

2.5.1. Análises microbiológicas

No processamento da carne são aplicadas técnicas que garantem a qualidade e segurança sanitária. Segundo o *Codex Alimentarius*, devem ser aplicadas todas condições e medidas necessárias para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos em todas as fases da cadeia alimentar, através do cumprimento das boas práticas de higiene e a aplicação do plano HACCP (análise de perigos e controlo de pontos críticos) (Codex Alimentarius, 2003).

Para o controlo da qualidade dos produtos são realizadas análises periódicas, de modo a verificar o cumprimento dos requisitos legais para cada um dos parâmetros microbiológico e

químicos.

Os testes microbiológicos quantitativos dividem-se em determinação da flora contaminante ou determinação de um grupo específico de microrganismos.

Para garantir a segurança alimentar ou minimizar os perigos alimentares para a saúde dos consumidores, aplica-se o cumprimento de boas práticas e a implementação do sistema de HACCP. Nesta metodologia utiliza-se o critério microbiológico para definir a aceitabilidade do processo ou a segurança do produto. Este critério define a aceitabilidade do produto ou processo, e é baseado na quantidade de microrganismos, toxinas/metabolitos por unidade de massa, volume, área ou lote [Regulamento (CE) n.º 2073/2005].

O critério microbiológico inclui vários aspetos:

- Definição da categoria do alimento, processo ou sistema de controlo de segurança do produto ao qual o critério se aplica;
- Indicação dos microrganismos, toxinas e/ou metabolitos e os seus limites microbiológicos (m – limite de quantidade satisfatória e M – limite de quantidade insatisfatória);
- Plano de amostragem com o número de unidades que constituem a amostras (n) e o número máximo de unidades da amostra (c) com valores superiores a m ou entre m e M , ou seja, entre o satisfatório e o insatisfatório;
- Método analítico utilizado para análises dos microrganismos.

O critério microbiológico depende do tipo de categoria do alimento, sendo que esta se relaciona com o processamento neles utilizados. Neste sentido, na Tabela 6 representam-se as diversas categorias de alimentos pertencentes aos produtos à base de carne (Gilbert *et al.*, 2000).

Tabela 6. Categorias de produtos à base de carne (adaptado de Gilbert *et al.*, 2000)

Grupo de alimento	Produtos	Categoria
Carne	Hambúrguer de carne	1
	Salsichas (britânicas)	2
	Carne fatiada (vaca, porco, frango)	3
	Tripas	4
	Carne fumada	5

Após a seleção das categorias dos produtos a avaliar, é necessário definir os critérios

microbiológicos a aplicar. Existem critérios baseados nas leis e regulamentos em vigor cujo cumprimento é obrigatório e penalizante em caso de incumprimento. No entanto, também existem critérios definidos por acordo contratual em trocas comerciais. Para além destes, ainda existem valores guia dos limites aceitáveis e insatisfatórios de cada microrganismo que permitem assegurar a qualidade dos produtos alimentares. Estes valores guia aplicam-se aos alimentos prontos a comer e não servem para substituir a legislação, mas para complementar a informação inexistente sobre estes produtos. Relativamente ao plano de amostragem, a frequência e as análises necessárias deverão ser decididas pelos operadores da empresa [Regulamento (CE) n.º 1441/2007].

A análise deve ser realizada segundo um método de referência específico. Contudo os operadores das empresas podem utilizar métodos mais rápidos desde que isto proporcione resultados equivalentes. As análises microbiológicas podem ser realizadas aos produtos finais, ou ainda, às matérias-primas utilizadas na sua confeção, como exemplificado na Figura 19.

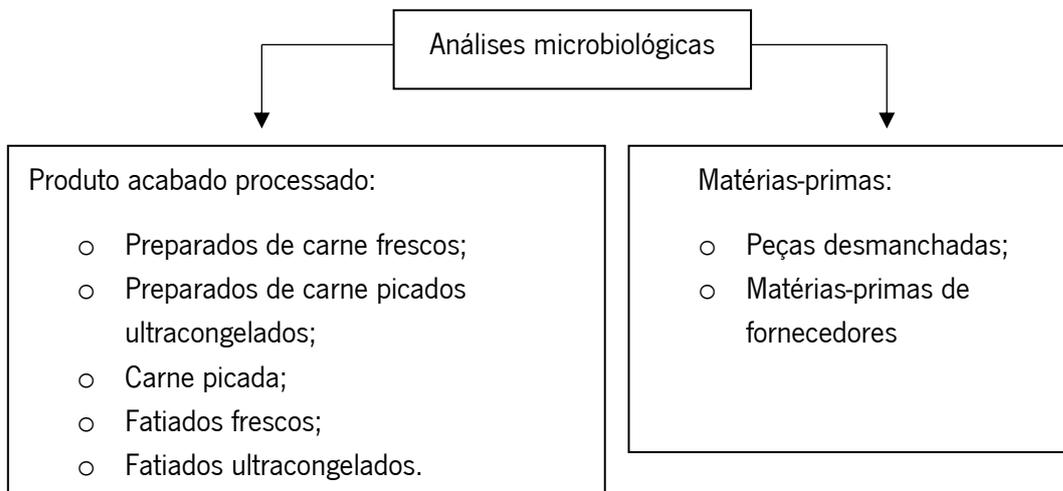


Figura 19. Tipos de produtos cárneos sujeitos a análises microbiológicas (adaptado de Sousa, 2012).

Na realização do controlo microbiológico, existe um plano anual de análises com determinada periodicidade, parâmetros e respetivos limites estabelecidos. Existem diferentes grupos de microrganismos avaliados: microrganismos indicadores, microrganismos patogénicos e microrganismos totais a 30 °C.

Os microrganismos indicadores refletem a qualidade higiénica dos alimentos. Os microrganismos patogénicos podem provocar doenças de origem alimentar. Por fim, os microrganismos totais a 30 °C contribuem para a indicação da qualidade dos alimentos (HPA, 2009). Alguns exemplos, para cada tipo de grupos de microrganismo, representam-se na Tabela 7.

Tabela 7. Diferentes tipos de microrganismos presentes nos produtos prontos a comer (adaptado de HPA, 2009)

Tipo	Função	Exemplos
Microrganismos totais a 30 °C	Microrganismos com indicação da qualidade dos alimentos	Colónias aeróbias
Microrganismos patogénicos	Microrganismos capazes de provocar doenças de origem alimentar	<i>Salmonella</i> spp.
		<i>Escherichia coli</i> 0157
		<i>Staphylococcus aureus</i>
		<i>Listeria monocytogenes</i>
		<i>Clostridium perfringens</i>
Microrganismos indicadores	Microrganismos que indicam a qualidade higiénica durante o processamento	Enterobacteriaceae
		<i>Escherichia coli</i>
		<i>Listeria</i> spp.

Microrganismos totais a 30 °C

A contagem dos microrganismos totais a 30 °C permite estimar a totalidade dos microrganismos aeróbios ou anaeróbios facultativos presentes na amostra. Este grupo de microrganismos pode ser utilizado para avaliação da qualidade. Se o nível destes microrganismos estiver acima do esperado, podem sugerir problemas de qualidade no produto, derivados de possíveis falhas no controlo da temperatura (HPA, 2009). No entanto, neste grupo, não se conseguem especificar os grupos mais restritos, como por exemplo, a presença de bactérias do ácido láctico, Enterobacteriaceae, bolores e leveduras, entre outros.

Enterobacteriaceae

A família Enterobacteriaceae contém cerca de 20 géneros de microrganismos incluindo *Escherichia coli* e o grupo das bactérias coliformes. A origem destas espécies é o trato intestinal de animais, podendo ainda estar presentes nas plantas e no meio ambiente. Estes microrganismos são bactérias Gram-negativas, com forma de bastonete e anaeróbias facultativas. A sua presença permite inferir das práticas de higiene adotadas durante o processamento do produto. Nenhum dos microrganismos desta família resiste ao tratamento pelo calor. Por isso a sua presença indica um mau processamento ou contaminação pós-tratamento (HPA, 2009).

Escherichia coli

A *Escherichia coli* pertence à família Enterobacteriaceae, caracteriza-se pela forma de bastonete, por ser Gram-negativa e anaeróbia facultativa. Esta bactéria cresce em intervalos de temperatura de 8 °C a 45 °C, e a valores de pH e de a_w próximos de 4,5 e 0,95, respetivamente.

Este microrganismo sobrevive em condições adversas de baixa humidade e concentrações elevadas de sal e nitrito de sódio, existentes em produtos cárneos fermentados e/ou secos. A presença deste microrganismo nos alimentos é indicador de contaminação fecal, devido a más práticas de fabrico e/ou falta de higiene dos manipuladores. Neste sentido, a presença deste organismo é um excelente indicador das práticas de higiene realizadas. No entanto, algumas estirpes desta espécie são patogénicas, como o caso da *Escherichia coli* O157 (HPA, 2009).

***Staphylococcus* spp.**

Os microrganismos do género *Staphylococcus* spp. apresentam fatores de patogenicidade. Entre eles, existem 29 espécies e subespécies, sendo algumas das mais patogénicas, a *Staphylococcus* coagulase-positiva, a *S. aureus* e a *S. intermedius*. (HAP, 2009). A espécie *S. aureus* é uma bactéria patogénica, Gram-positiva, aeróbia facultativa, pertencente à família Micrococcaceae. As células têm a forma de cocos e apresentam-se agrupadas em cachos. O intervalo de temperatura de crescimento situa-se entre 7 °C e 46 °C, sendo que, a produção de enterotoxina ocorre a temperaturas de 10 °C a 45 °C. Esta bactéria cresce em ambientes com valores de pH entre 4,5 e 9,3 e a_w de 0,86. É resistente a ciclos de congelação/descongelação. As intoxicações causadas por esta bactéria resultam da ingestão da toxina pré formada presente em alimentos contaminados. A bactéria pode ser destruída pelo processamento térmico, mas as enterotoxinas são resistentes (FDA, 2012).

***Salmonella* spp.**

A *Salmonella* spp. é uma bactéria Gram-negativa com forma de bacilo, não esporulante e anaeróbia facultativa, pertencente à família Enterobacteriaceae. Este organismo apresenta capacidade de crescimento a temperaturas entre 7 °C e 48 °C. A *Salmonella* spp. consegue crescer em ambientes com valores de pH entre 4,5 e 9,3 e a_w de 0,93. Com estes parâmetros de crescimento, as indústrias de carne podem ser consideradas como um ambiente propício ao seu desenvolvimento (FDA, 2012). Estes microrganismos patogénicos são responsáveis pela ocorrência de intoxicações alimentares, sendo por isso essencial a sua completa ausência nos alimentos (Jansen *et al.*, 2016). No processo são aplicadas medidas para evitar o seu crescimento, nomeadamente, fermentação láctica e a cura, e ainda, o controlo das condições de higiene e segurança alimentar.

Listeria monocytogenes

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria Gram-positiva, pertencente à família Listeriaceae, anaeróbia facultativa e em forma de bastonete. O intervalo de temperaturas de crescimento e

sobrevivência desta bactéria situa-se entre 0 °C a 45 °C. Esta bactéria patogénica é responsável pela infeção de listeriose em humanos e animais. A contaminação é provocada pelo incumprimento das boas práticas de higiene, contaminação cruzada, manipulação inadequada e tratamento térmico insuficiente (Nørrung *et al.*, 2008).

Coliformes totais

Os microrganismos presentes neste grupo são indicadores de contaminação fecal, podem ser encontrados em ambientes aquáticos, no solo e na vegetação.

Clostridium perfringens

A espécie *Clostridium perfringens* é uma bactéria Gram-positiva da família Bacillaceae, possui forma de bacilo, forma esporos e é imóvel. Conforme a toxina que produzem, estão definidas 5 categorias, sendo a mais perigosa a do tipo A. Esta bactéria tem intervalo de temperatura de crescimento entre 12 °C e 50 °C. A produção de enterotoxina ocorre entre 30 °C e 40 °C. O valor de a_w para desenvolvimento desta bactéria situa-se entre 0,93 e 0,97. No entanto, os esporos resistem a valores de a_w mais baixos. Em relação ao pH, este é favorável entre 6 e 7 (FDA, 2012). A presença de um elevado número de células deste microrganismo em comida pronta a comer, indica um débil processamento, principalmente na parte do arrefecimento do produto (HPA, 2009).

2.5.2. Análises químicas

Na análise química realizada aos produtos são contabilizadas compostos inorgânicos e orgânicos capazes de os contaminar.

O arsénio e o mercúrio são elementos encontrados principalmente em alimentos vindos do mar. Em produtos à base de carne estes constituintes estão presentes em concentrações marginais, muitas vezes abaixo do limite de deteção (Andrée *et al.*, 2010).

A quantidade de chumbo presente nos produtos deve-se à contaminação dos alimentos durante o processamento. Este composto após ingerido pode constituir um grave risco para a saúde pública nomeadamente: cólicas, anemia e aumento da pressão arterial. Segundo o *Codex Alimentarius* e o Regulamento (CE) n.º 1881/2006, de 19 de dezembro, os níveis máximos de chumbo na carne de bovino, suíno, ovelhas e aves deverão ser 0,1 mg/kg.

O cádmio é um metal pesado denominado como um contaminante presente no meio ambiente, devido à sua presença nos resíduos industriais e agrícolas. Este composto pode causar danos à saúde como desmineralização óssea e problemas nos rins. Para além disto, é também

considerado um composto carcinogénico (Andrée *et al.*, 2010).

Os termos, dioxinas e PCB (policlorobifenilos) sob a forma de dioxina fazem parte de 3 classes de compostos clorados: dibenzofuranos policlorados (PCDFs), PCBs, dibenzo-*p*-dioxinas policloradas (PCDDs). Estes compostos têm origens diferentes, como por exemplo, na indústria metalúrgica, na produção de produtos químicos, nos processos naturais como erupções vulcânicas, ou ainda na queima de resíduos domésticos. A ingestão destes compostos é tóxica para os organismos, sendo neste sentido regulamentada a quantidade presente na carne [Regulamento (CE) n.º 1881/2006].

Os HAP são gerados durante a combustão incompleta da madeira no processo de fumaça. Neste grupo estão contidos compostos diferentes, alguns deles com propriedades carcinogénicas, sendo BaP o mais perigoso para a saúde. Segundo IARC (Agência Internacional para Pesquisa sobre Cancro), este composto pertence à categoria 1, isto é, existem evidências suficientes da carcinogenicidade em humanos (IARC, 2018). Neste sentido, o Regulamento (UE) n.º 835/2011, de 19 de agosto, indica os limites máximos de HAP presente nos alimentos, através da quantidade de BaP e ainda pelo somatório de 4 constituintes deste grupo, nomeadamente, BaP, BaA, BbF e CHR.

O nitrito é derivado do processo de cura, cuja função é a formação de cor vermelha estável. Este composto possui efeitos negativos e positivos. Nos produtos cárneos, os efeitos positivos dizem respeito à formação do sabor e da cor características, além do efeito antioxidante e antimicrobiano. No entanto, a utilização do nitrito na etapa de cura pode formar N-nitrosaminas, na forma de substâncias não voláteis, nomeadamente N-nitrososarcosina (NSAR), e ainda em compostos voláteis como N-nitrodimetilamina (NDMA), N-nitrosopiperidina (NPIP) e N-nitrosopirrolidina (NPYR). Segundo a IARC, os compostos NDMA, NPIP, NPYR e NSAR são considerados compostos carcinogénicos, com categoria 2, isto é, composto que apresentam possibilidade de ser carcinogénico para humanos (IARC, 1986). Na Tabela 8 especifica-se a categoria de cada composto.

A N-nitrodimetilamina (NDMA) é o composto cancerígeno mais encontrado em produtos cárneos. A formação dos compostos de nitrosaminas ocorre na presença de amins secundárias, em condições específicas de processamento, com pH inferior a 5,5 e temperaturas superiores a 130 °C ou armazenamento dos produtos durante longos períodos à temperatura ambiente (Andrée *et al.*, 2010). Neste sentido, a quantidade de nitritos adicionada na formulação dos produtos à

base de carne especificada no Regulamento (UE) n.º 1129/2011, 11 de novembro.

Tabela 8. Categoria e definição dos compostos possíveis nos produtos cárneos (adaptado de IARC, 1986; Andrée *et al.*, 2010)

Categoria	Definição	Composto
2A	Agentes com evidência de carcinogenicidade limitada em humanos, mas evidência suficiente em animais	NDMA
	Agentes sem evidência ou nenhum dado sobre a carcinogenicidade em humanos, mas evidência limitada em animais	NPIP NPYR NSAR

2.5.3. Análise sensorial

Análise sensorial consiste num exame aos atributos organoléticos de um produto alimentar pelos órgãos sensoriais (ISO 6658:2005, 2005). Este método utiliza-se para medir, analisar e interpretar os resultados obtidos pela visão, olfato, tato, gosto e audição acerca dum produto alimentar (Kemp *et al.*, 2008).

A análise sensorial dos produtos permite detetar diferenças nos produtos e verificar se essas diferenças são aceites ou não pelos consumidores, assim como, caracterizar e medir os seus atributos sensoriais. Os atributos avaliados podem incluir as características de aparência, aroma, textura e sabor (Meilgaard *et al.*, 2007).

A escolha dos testes de análise sensorial difere consoante o que se pretende saber acerca do produto. Os testes podem servir para categorizar ou descrever, distinguir entre dois ou mais produtos, ou então assegurar que os produtos não diferem. Neste sentido, a escolha do teste depende do objetivo do estudo (ISO 6658:2005, 2005).

Existem dois tipos de testes sensoriais, os objetivos e os subjetivos. No caso dos testes objetivos, são realizados por especialistas com formação em análise sensorial. Nestes obtêm-se dados objetivos sobre as propriedades sensoriais dos produtos. Estes testes são realizados por métodos descritivos e discriminativos. No caso dos testes indiretos, também denominados por testes afetivos ou de consumo, recorre-se a avaliadores sem formação, onde os resultados obtidos fornecem dados sobre a aceitação, gosto ou preferência do produto (Kemp *et al.*, 2008). Os diversos testes utilizados para os diferentes métodos estão mencionados na Figura 20.

O método descritivo caracteriza de forma quantitativa e qualitativamente as características sensoriais de uma ou mais amostras (ISO 6658:2005, 2005). Neste sentido, a avaliação efetuada

pelo painel de provadores relativamente à presença ou ausência apercebida de uma determinada característica do produto, bem como a intensidade desta.

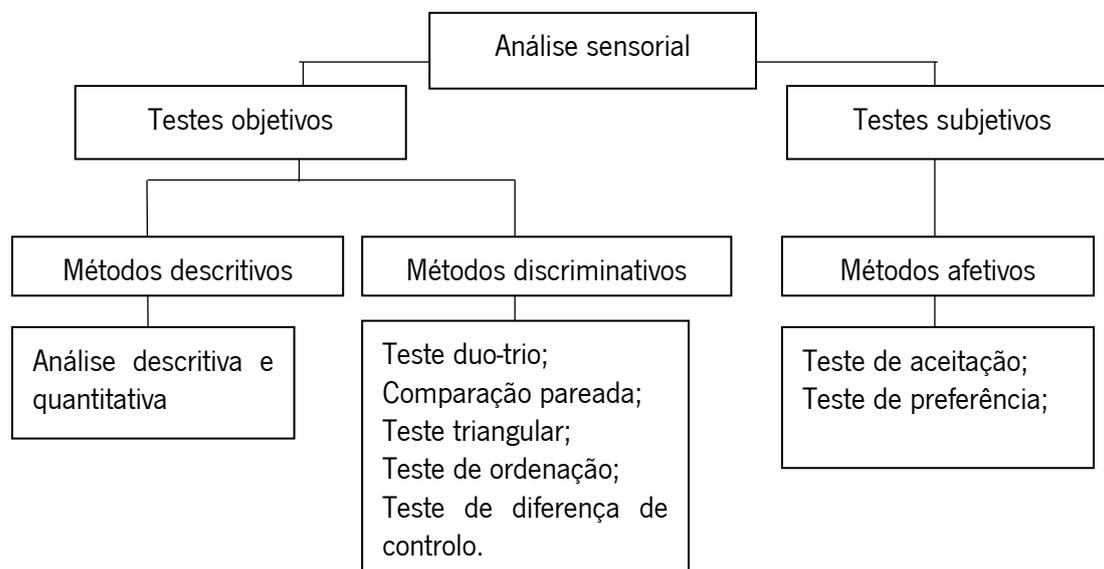


Figura 20. Esquema dos diferentes métodos de análise sensorial (adaptado de Kemp *et al.*, 2008; Teixeira, 2009).

Os métodos discriminativos são dos métodos mais utilizados para análises sensoriais. Nestes pretende-se indicar a existência ou não de diferenças entre as amostras (Kemp *et al.*, 2008). Estes testes são indicados quando ocorrem alterações nas formulações ou processamento dos produtos, e ainda, permitem comparar os produtos com os semelhantes da concorrência (Teixeira, 2009).

Os testes realizados pelo método afetivo têm como objetivo verificar o grau de preferência e a satisfação perante um novo produto. Este teste exige um grande painel de provadores, sendo que implica uma maior variabilidade de resultados (Teixeira, 2009).

A prova de análise sensorial aos produtos deve ser realizada numa sala específica, com condições conhecidas e controladas, com o mínimo de distrações, para que deste modo se reduza o efeito que fatores psicológicos e as condições físicas possam ter sobre o julgamento humano (ISO 8589:2007, 2010). De modo a evitar a interação entre avaliadores, os testes devem ser realizados em cabines individuais, de preferência com uma boa iluminação e isoladas de ruído exterior (ISO 6658:2005, 2005). A temperatura da sala deve permanecer nos 22 °C com uma humidade relativa de 50 % a 55 %. O número de cabines depende do espaço disponível e do número de provas realizadas. A realização das provas não deverá acontecer nas duas horas a seguir ao almoço. A melhor altura para realizar as provas situa-se entre as 10 h e as 12 h ou no final da tarde. No caso dos fumadores, não deverão fumar nos 30 min a 60 min antes da prova. O

consumo de café forte também é desaconselhado antes das provas sensoriais dado que poderá influenciar as capacidades gustativas durante cerca de uma hora (Teixeira, 2009).

O painel de provadores pode ser formado por avaliadores selecionados, especialistas e pessoas sem conhecimentos na área. Os avaliadores selecionados são pessoas com treino específico para o teste sensorial a realizar. Os especialistas são selecionados e treinados para uma variedade de métodos de análise sensorial. O outro tipo de avaliadores não precisam de passar por uma etapa de seleção ou treino (ISO 6658:2005, 2005). O número de provadores constituintes do painel depende do tipo de teste realizado e das capacidades dos provadores. O número pode variar entre 8 provadores especializados ou até mais de 100 provadores, no caso dos testes realizados aos consumidores (Teixeira, 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo referem-se os materiais e métodos utilizados para a realização deste trabalho. Inicialmente procedeu-se à seleção dos produtos sujeitos às alterações, pela empresa, no início do ano 2018. Posteriormente foi realizada a verificação das alterações no processo de fabrico, nomeadamente na formulação, no tempo de secagem e no tempo de fumagem dos produtos. Por fim, foi feita a análise das implicações das alterações nos parâmetros de qualidade, microbiológicos e químicos. De modo a avaliar o impacto da redução do preço dos produtos observou-se as quantidades de vendas e devoluções dos produtos, em períodos homólogos de 2017 e 2018.

3.1. Seleção e descrição dos produtos

Os produtos escolhidos para análise neste trabalho basearam-se nos seguintes requisitos:

- Produtos pertencentes à categoria de produtos fumados e cozidos, correspondente à categoria com maior quantidade de vendas na empresa;
- Produtos sujeitos a modificações no seu processo de fabrico, no início do ano 2018;
- Planeamento da realização das análises microbiológicas e químicas, no primeiro semestre do ano 2018.

Na Tabela 9 representam-se os 6 produtos selecionados para o trabalho, sendo que 4 são produtos fumados e 2 são produtos cozidos. São também apresentadas as suas principais características e as datas de amostragem para a realização das análises, por uma empresa externa.

Tabela 9. Categoria dos produtos selecionados, data de recolha das amostras para análise e principais características

Produto	Categoria	Recolha das amostras	Características dos produtos		
			Tipo de tripa	Dimensões	
				<i>c/cm</i>	<i>d/cm</i>
Chouriço de vinho	Fumado	janeiro	Natural (tripa de porco)	12	3
Chouriço crioulo	Cozido	fevereiro		8	2,5
Chouriço de carne tradicional	Fumado	fevereiro		17	4
Morcela	Fumado	abril		17	4
Linguiça	Cozido	março	Artificial (tripa de colagénio)	16	2
Chouriço de carne extra	Fumado	abril		13	3,5

c – Comprimento; *d* – diâmetro.

As características detalhadas dos produtos são tidas em conta no seu processamento, bem como a constituição de cada um, e encontram-se especificadas no Anexo B, Tabela B.1.

As principais etapas do processamento destes produtos foram verificadas e divididas em processos antes e após o tratamento térmico (Tabela 10).

Tabela 10. Etapas do processo de fabrico de cada produto selecionado para estudo

Produto	Fases do processo		
	Início	Processo térmico	Final
Chouriço de vinho Morcela Chouriço de carne tradicional Chouriço de carne extra	ABC	ABDELF ABDELF ELF ABELG	IH JKM
Chouriço crioulo Linguíça		DELG ABELG	

A – Pesagem e Picagem; B – Mistura; C – Maturação; D – Hidratação da tripa; E – Enchimento; F – Clipsagem; G – Atar tripa; H – Fumagem; I – Cozedura; J – Arrefecimento; K – Estabilização; L – Detecção de metais; M – Etiquetagem e Embalamento.

Para alguns produtos, a etapa inicial ocorre em duas fases, enquanto outros somente necessitam de uma, como é o caso do chouriço de carne tradicional e o chouriço crioulo. Os restantes produtos selecionados, foram sujeitos a duas fases iniciais de mistura dos ingredientes. A primeira fase corresponde à mistura dos ingredientes cárneos com proteína texturizada e restantes ingredientes da salmoura. A adição dos ingredientes ocorre com a misturadora em constante movimento das pás, até a incorporação de todos os produtos. A segunda fase da mistura ocorre passadas 24 h com a adição dos ingredientes de segunda fase, constituídos por temperos e líquidos. Após a mistura procede-se ao enchimento das tripas, previamente hidratadas, e o fecho das mesmas.

A etapa de processamento térmico consiste no processo de secagem e/ou fumagem. No final, os produtos somente sujeitos a secagem são colocados na câmara de arrefecimento, até se obterem as características definidas para embalamento. No caso dos produtos fumados, devem permanecer na câmara de estabilização, até obterem o peso ideal para poderem passar ao embalamento e etiquetagem. O embalamento pode ser efetuado a vácuo ou em atmosfera modificada, sendo que o chouriço crioulo e a linguíça são embalados exclusivamente a vácuo, e os restantes produtos selecionados, possuem os dois tipos de embalamento. No decorrer do processo, é realizada a deteção, qualquer metal contaminante do produto, que pode ocorrer antes

do enchimento das tripas ou antes do embalamento.

3.2. Verificação das alterações implementadas no processo de fabrico

As alterações nos produtos selecionados foram efetuadas pelo responsável do desenvolvimento do produto na empresa. A empresa pretende avaliar o impacto das alterações na qualidade dos produtos. Para tal, procedeu-se à verificação das alterações na formulação dos produtos e tempos de processamento, presentes nos arquivos e fichas técnicas dos produtos selecionados, de janeiro até maio de 2017, e no seu período homólogo de 2018.

3.2.1. Formulação dos produtos

Para cada formulação dos produtos selecionados, comparou-se a fórmula de 2017 com a de 2018, no que diz respeito às quantidades utilizadas de cada ingrediente e à adição de novos compostos. No caso do chouriço de vinho, em 2018 realizaram-se duas formulações, sendo que, a última (b) colmataria o problema da primeira (a) que gerava produtos com problemas de excesso de sais à sua superfície.

Cada uma das formulações foi dividida em categorias de ingredientes, com o intuito de facilitar a comparação. Neste sentido, as categorias utilizadas são as de carnes, dos líquidos, dos condimentos, das gorduras, dos cereais e dos aditivos. Na categoria de carnes são incluídos todo o tipo de peças de carne de suíno, consoante o tipo de produto. Nos líquidos inclui-se a água, o sangue e o vinho. Os condimentos utilizados podem ser alho, pimenta, louro, cominhos, cravinho ou sal. Em relação às gorduras pode-se utilizar óleo ou oleorresinas. No caso dos cereais consistem em farinha de milho ou trigo. Os aditivos utilizados advêm de várias formulações, sendo as quantidades de utilização especificadas pelos fornecedores (Anexo B, Tabela B.2). Além disso, também se utilizam os aditivos cuja quantidade de utilização está especificada no Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro, e sintetizada na Tabela A.1, do Anexo A. Para cada categoria calculou-se a sua percentagem relativa à quantidade total de cada formulação.

Para completar a informação nutricional dos produtos, observaram-se os resultados das análises nutricionais efetuadas em 2017 e em 2018, ao chouriço de vinho e à morcela, pois estes produtos são os que possuem problemas detetados nas suas devoluções. Observou-se ainda o impacto económico destas alterações nas matérias-primas cárneas, pelo cálculo do custo destas em cada uma das formulações, nos dois períodos, 2017 e 2018.

3.2.2. Secagem

Para verificar as alterações efetuados nos tempos de secagem dos produtos selecionados observaram-se as fichas técnicas de cada produto e os registos do tempo de secagem.

A elaboração de cada um dos produtos selecionados para análise neste trabalho ocorre, pelo menos, uma vez por semana. No final de cada mês, obtêm-se quatro amostras de cada produto, cada uma com o seu tempo de processamento. Tendo sido estudados cinco meses (de janeiro a maio), obtiveram-se 20 amostras dos tempos de secagem no ano de 2018. Os valores referentes a 2017 foram consultados para 20 amostras no período homólogo.

Para comparação destes dados, no que respeita ao tempo de secagem de cada produto, nos dois períodos, realizou-se o cálculo do tempo médio de secagem com temperatura igual ou superior a 60 °C.

3.2.2.1. PERFIL DE TEMPERATURA DURANTE A SECAGEM

A etapa de secagem contém um ponto crítico de controlo, onde se estabelece que o produto deve permanecer a uma temperatura, no núcleo, igual ou superior a 60 °C, durante pelo menos 20 min, com o intuito de garantir a estabilidade microbiológica. Pretendeu-se avaliar se existe o cumprimento deste objetivo, e ainda, verificar o cumprimento dos tempos de cada uma das fases estabelecidas para cada produto, de acordo com as suas características. Para tal, recorreu-se aos dados obtidos pelas sondas de temperatura, presentes no interior da estufa e no interior do produto, acerca da temperatura para cada tempo de secagem, retirados do *software* JUMO. Para cada um destes produtos observaram-se os valores de 4 ensaios e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).

Uma vez que, cada produto possui especificidades diferentes, é necessário um processamento diferente. Neste sentido, cada estufa contém diferentes programas de funcionamento consoante os produtos, representados na Tabela 11. Para observar a evolução da temperatura escolheu-se agrupar os dados de um dos programas e estufas para cada conjunto de produtos. Isto é, para a morcela, os dados são referentes à estufa 1, programa 13, enquanto que para o chouriço de vinho é a estufa 5, programa 5, que também pode ser utilizado para o chouriço de carne tradicional. Para chouriço crioulo, a estufa 2, programa 2, e no caso do chouriço de carne extra e da linguiça a estufa 5 programa 2.

Tabela 11. Número do programa e da estufa para cada produto selecionado, e as respetivas fases de secagem, tempo e temperatura no interior da estufa

Produto	Estufa	Programa	Fases de secagem	
			t_s/h	$T_s/^\circ C$
Chouriço de carne extra Linguiça	1	12	1	60 a 65
	5	2	2,5	72 a 75
	4	3	0,33	65
Chouriço de vinho Chouriço de carne tradicional	1	11	1	60 a 65
	4	3	0,67	75
	5	5	0,33	50
Chouriço crioulo	2	2	2	75
Morcela	1	13	1,25	50 a 55
			0,83	60
	1	14	0,33	80

3.2.3. Fumagem

Os valores dos tempos de fumagem dos produtos selecionados foram obtidos com recurso às fichas técnicas e aos registos presentes nos arquivos da empresa. Com os registos dos tempos de fumagem destes produtos, determinou-se o valor médio para o ano de 2018, de janeiro a maio, pois em 2017 não se registaram estes valores.

Com vista a suprimir a falha no registo desta variável, desenvolveu-se uma aplicação no programa *Microsoft Visual Studio* que registaria a hora de entrada e saída de cada produto e o seu lote. Para além disso, seria também interessante o registo da temperatura de fumagem dos produtos. Neste sentido, contactaram-se 6 empresas da área de aplicações eletrónicas, via email e telefone, com vista a determinar qual o sistema mais adequado e vantajoso a implementar pela empresa.

3.3. Avaliação dos parâmetros de controlo da qualidade

Os parâmetros de controlo da qualidade dos produtos estudados basearam nos resultados das análises microbiológicas e químicas, realizadas numa empresa externa. No ano 2017 e 2018, somente se analisaram estes parâmetros uma vez, em cada ano, para cada produto selecionado.

3.3.1. Análises microbiológicas

A empresa Carnes Landeiro cumpre o plano anual de análises microbiológicas para o controlo de qualidade dos produtos, das matérias-primas, qualidade da água, qualidade do ar, e

ainda a monitorização de superfícies. Durante o período em que decorreu este trabalho, foram acompanhadas todas as recolhas essenciais para realização destas análises.

A fase de recolha das amostras de matérias-primas remete para a escolha aleatória de 5 carcaças de suíno. No caso da recolha de amostras para análise de Enterobacteriaceae ou determinação do número de colónias aeróbias, são recolhidas amostras de 4 pontos diferentes de cada carcaça, isto é, cortam-se quatro pedaços do couro de cada carcaça e repete-se o procedimento para as cinco carcaças analisadas, perfazendo um total de aproximadamente 20 cm². Na recolha das amostras para análise de *Salmonella* spp., utiliza-se uma esponja abrasiva, em pelo menos 100 cm² por ponto de amostragem. A frequência da recolha de amostras para análise deve ser de pelo menos uma vez por semana, sendo que o dia de recolha deve variar todas as semanas. Contudo, no caso da análise de Enterobacteriaceae, a recolha de amostras pode ser realizada quinzenalmente, durante seis semanas consecutivas, se os resultados forem satisfatórios. No caso da amostragem para o teste de *Salmonella* spp., a frequência pode ser apenas quinzenal, quando se verificam resultados satisfatórios durante 30 semanas consecutivas [Regulamento (CE) n.º 1441/2007].

A análise às superfícies de trabalho por meio de uma zaragatoa, foi feita numa superfície com área compreendida entre 20 cm² e 25 cm².

A recolha das amostras da qualidade da água passa pela seleção do número da torneira que se pretende analisar depositando a água num frasco próprio para análise.

Os enchidos são analisados todos os anos, tanto a nível microbiológico como a nível químico. Para além do controlo dos resultados pelo departamento de qualidade da empresa, estes são auditados pelo corpo de inspeção, presente na empresa, com o intuito de avaliar o cumprimento das boas práticas e os requisitos da qualidade.

O plano anual de recolha de amostras para cada um dos produtos no ano de 2017 a 2018 teve em conta o historial de resultados das análises dos últimos anos, com a ausência de resultados insatisfatórios. Os microrganismos analisados nos produtos selecionados em 2017 e 2018 foram a contagem dos microrganismos a 30 °C, dos coliformes totais, de Enterobacteriaceae presuntivas a 37 °C, de *Staphylococcus* coagulase-positiva e a presença de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*.

3.3.2. Análises químicas

As análises químicas realizadas aos produtos no decorrer nos anos de 2017 e 2018 foram relativas à quantidade de nitritos e de fosfatos de todos os produtos selecionados, e ainda, à quantidade de BaP e HAP somente para o chouriço de vinho, por este ser o produto fumado com um menor diâmetro comparativamente aos restantes, e ainda, possuir na sua constituição tripa natural. Estas análises foram realizadas por uma empresa externa, cujo os métodos analíticos, para cada parâmetro, estão referidos na Tabela 12.

Tabela 12. Método analítico realizado pela empresa externa para cada um dos parâmetros químicos

Parâmetro a determinar	Método analítico
Nitritos, expresso em NaNO_2	NP 1846:06
Fosfatos, expresso em P_2O_5	ISO 13730:96
HAP e BaP	–

– Método subcontratado acreditado

3.4. Quantidade de devoluções e de vendas dos produtos

Realização de um estudo de mercado, com objetivo de comparar as quantidades de todas as devoluções e de vendas, quer para todos os produtos fumados como para os produtos selecionados, no decorrer de 2017 e de 2018, através dos dados disponibilizadas pelo departamento contabilístico da empresa.

3.4.1. Devoluções

No decorrer deste trabalho analisaram-se as devoluções à empresa, para cada mês de 2017 e no período de janeiro até agosto para 2018, de todos os produtos fumados. De modo a perceber quais os produtos que apresentavam problemas. Para os meses com maiores quantidades de devoluções, observaram-se os 5 produtos fumados mais devolvidos, nos meses com mais devoluções, tanto para 2017 como em 2018. Além disso, para os produtos fumados, observaram-se os motivos e os destinos destes, desde janeiro até agosto em 2017, e no seu período homólogo de 2018. Já para os produtos selecionados neste trabalho, estudara-se os motivos das devoluções de janeiro a maio de 2017 e no seu período homólogo 2018.

3.4.2. Vendas

Com o intuito de avaliar a redução do preço dos produtos obtida pelas alterações processuais realizadas pela empresa no início do ano de 2018, fez-se uma verificação das

quantidades de vendas nos períodos homólogos de 2017 e 2018, de janeiro a agosto, para todos os produtos fumados, e de janeiro a maio, para os produtos selecionados. Paralelamente, ainda se avaliaram os locais de exportação da empresa, no período de 2017.

3.4.3. Inquéritos à satisfação dos consumidores

De modo a perceber a opinião dos clientes aos diversos produtos da empresa Carnes Landeiro, consultaram-se os resultados dos inquéritos, realizados via email, à satisfação dos consumidores, no ano de 2017.

3.5. Tratamento estatístico de resultados

Para todos valores médios obtidos calcularam-se os seus intervalos de confiança para 95 %. Na comparação entre médias dos dois períodos, 2017 e 2018, utilizaram-se os testes de significância (teste t -Student), e ainda para cada valor médio comparou-se com os valores de referência, definido nas fichas técnicas de cada produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos da realização deste trabalho. A sua estrutura divide-se entre as alterações ocorridas para cada produto a estudar, nomeadamente na formulação, no tempo de secagem e no tempo de fumagem. Depois, é feita a abordagem às implicações das alterações nos parâmetros de controlo, microbiológicos e químicos, e ainda na quantidade de devoluções e vendas.

4.1. Alterações no processamento dos produtos

As alterações nos produtos selecionados, descritos na Tabela 9, deveram-se à redução dos custos de produção e das matérias-primas, uma vez que, os clientes indicavam que a concorrência apresentava preços mais acessíveis. Neste sentido, reduziram-se os tempos do processo de secagem e de fumagem, e procedeu-se ainda à alteração das matérias-primas para outras mais económicas. Os resultados obtidos no que respeita às alterações efetuadas no processamento, representam-se na Tabela 13.

Tabela 13. Alterações ocorridas nos produtos selecionados no ano de 2017 e em 2018, no número de ingredientes alterados na formulação e na variação/redução dos tempos de secagem (Δt_s) e de fumagem (Δt_f) entre 2017 e 2018, para cada produto

Produto	N.º de ingredientes alterados na fórmula	Δt_s /h	Δt_f /h
Chouriço de vinho	2	0,50	2
Chouriço crioulo	4	1,70	–
Chouriço de carne tradicional	5	0,50	2
Chouriço de carne extra	4	0,70	3
Morcela	6	0,10	3
Linguiça	4	0,70	–

No que diz respeito às matérias-primas, a morcela é dos produtos que apresenta maior número de alterações, com 6 ingredientes alterados da fórmula de 2017 para a 2018. Em relação ao tempo de secagem, o produto com maior redução foi o chouriço crioulo. A redução do tempo de fumagem pode influenciar no sabor e textura dos produtos fumados. A diferença desta variável, de 2017 para 2018, corresponde a 2 h a 3 h.

4.1.1.1. Formulação dos produtos selecionados

A principal alteração nas matérias-primas constituintes dos produtos refere-se aos ingredientes cárneos, utilizados na fórmula. Foi pretendido alterar para matérias mais baratas e disponíveis na empresa, existentes no setor de abate e desmancha de suínos.

4.1.1.1.1. CHOURIÇO DE VINHO

O chouriço de vinho apresentou uma redução de 10 % no custo das matérias-primas cárneas para nova formulação. A alteração nas diferentes categorias, está representada na Figura 21, sendo que a primeira formulação de 2018 se deve à redução dos custos; já a segunda remete para a resolução do problema relacionado com o excesso de sais na superfície deste produto.

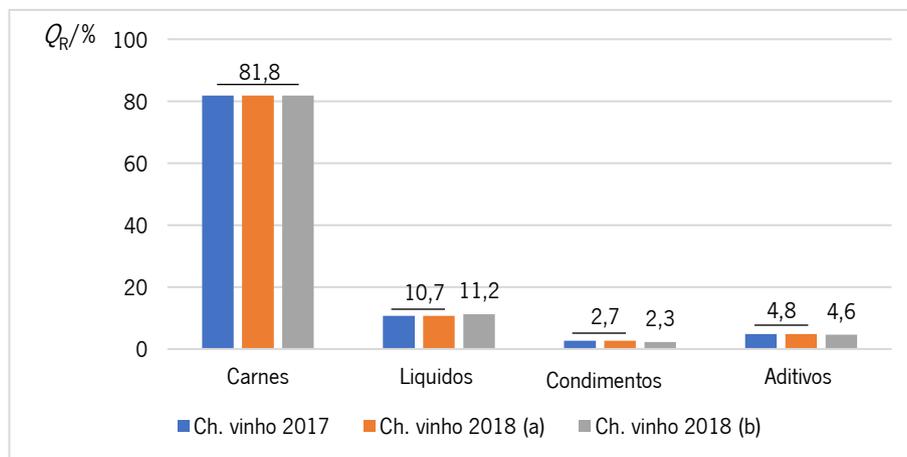


Figura 21. Quantidade mássica relativa (Q_R) de cada categoria, da formulação do chouriço de vinho, em 2017 e em 2018: (a) primeira formulação em 2018 e; (b) última formulação em 2018.

Na categoria das carnes utilizadas, o valor de Q_R nos dois anos, apresenta o mesmo resultado. No entanto, as matérias utilizadas são diferentes, podendo originar produtos com diferentes valores nutricionais. Em relação às restantes categorias, as quantidades dos produtos utilizados em cada uma delas na primeira formulação de 2018 manteve-se igual à formulação de 2017. No entanto, em relação à formulação (a) surgiram alguns problemas nos produtos obtidos. Nas devoluções do chouriço de vinho, os produtos continham grande quantidade de sais, que passam para fora da tripa envolvente, depositando-se na sua superfície. Neste sentido, procedeu-se a uma nova formulação, cujo objetivo era diminuir a quantidade de sais dos produtos e o aumento da quantidade de água. De modo a verificar as implicações das alterações a nível nutricional, na Figura 22 apresentam-se as diferenças dos resultados obtidos na formulação de 2017 relativamente à formulação (b) de 2018.

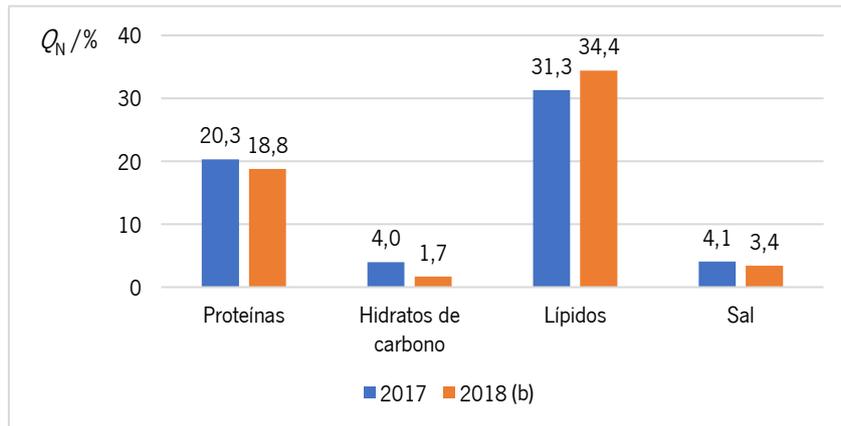


Figura 22. Qualidade mássica nutricional relativa (Q_N) do chouriço de vinho, no ano de 2017 e na formulação (b) de 2018.

Pela observação do resultado da análise nutricional ao produto, nos dois períodos, verifica-se que as alterações proporcionam um produto com menor teor em proteínas e maior teor de lípidos. Em relação à quantidade de sal, denota-se a redução efetuada para resolver o problema descrito anteriormente.

4.1.1.2. CHOURIÇO DE CARNE TRADICIONAL

As alterações na formulação do chouriço de carne tradicional permitiram uma redução de 9 % dos custos das matérias-primas cárneas. Na Figura 23 apresentam-se os resultados das alterações neste produto.

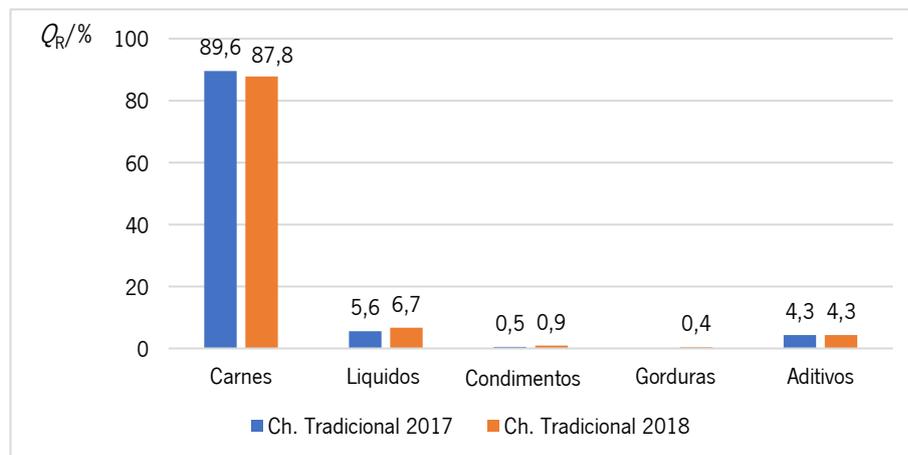


Figura 23. Quantidade mássica relativa (Q_R) de cada categoria, da formulação do chouriço de carne tradicional, em 2017 e em 2018.

As carnes utilizadas mudaram tanto a nível de quantidade como na qualidade. Em relação ao líquido, aumentou-se a quantidade de água e de vinho. Das restantes categorias aumentou-se a quantidade de alho, de pimentão e de óleo. Estes aspetos permitiram melhorar as características sensoriais.

4.1.1.3. CHOURIÇO DE CARNE EXTRA

As alterações nas formulações do chouriço de carne extra permitiram uma redução de 20 % dos custos das matérias-primas à base de carne. A diferença nas duas formulações representa-se na Figura 24.

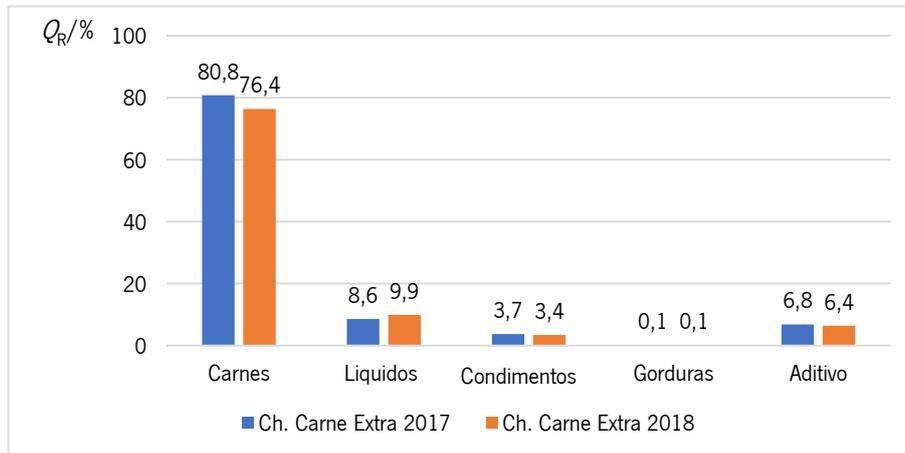


Figura 24. Quantidade mássica relativa (Q_R) de cada uma das categorias, da formulação do chouriço de carne extra, em 2017 e em 2018.

Na categoria de carnes, foram utilizados três produtos diferentes dos usados anteriormente. Quanto à categoria de líquidos, utilizou-se maior quantidade de água e, nos condimentos, reduziu-se a quantidade de sal utilizado. No caso dos aditivos, a alteração deveu-se à redução da quantidade de proteína utilizada na formulação.

4.1.1.4. CHOURIÇO CRIOULO

No caso do chouriço crioulo não se alterou o tipo de produtos cárneos, somente se modificaram as quantidades usadas. Além disso, pretendia-se melhorar a cor deste produto tornando-o mais apelativo aos consumidores. As diferenças entre categorias, de 2017 para 2018, representam-se na Figura 25.

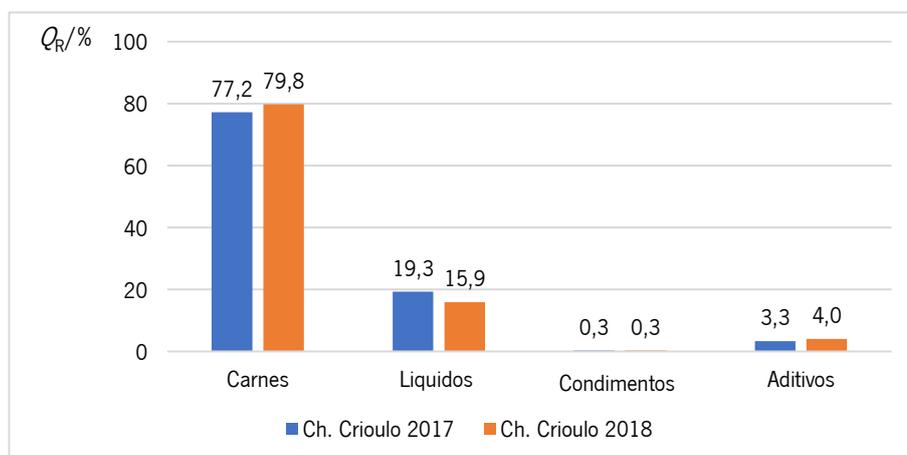


Figura 25. Quantidade mássica relativa (Q_R) de cada uma das categorias, da formulação de chouriço crioulo em 2017 e em 2018.

As principais alterações baseiam-se no aumento do teor relativo de carne utilizada e na redução da água na formulação. Quanto aos aditivos utilizados, a alteração deveu-se à necessidade de adequação da cor do produto, com adição de três ingredientes diferentes dos utilizados anteriormente.

4.1.1.5. LINGUIÇA

No caso da linguiça, com a modificação da categoria das carnes, foi possível uma redução de cerca de 5 % dos custos. Na Figura 26 apresentam-se as diferenças das quantidades relativas das matérias-primas presentes nas duas formulações relativas a cada ano.

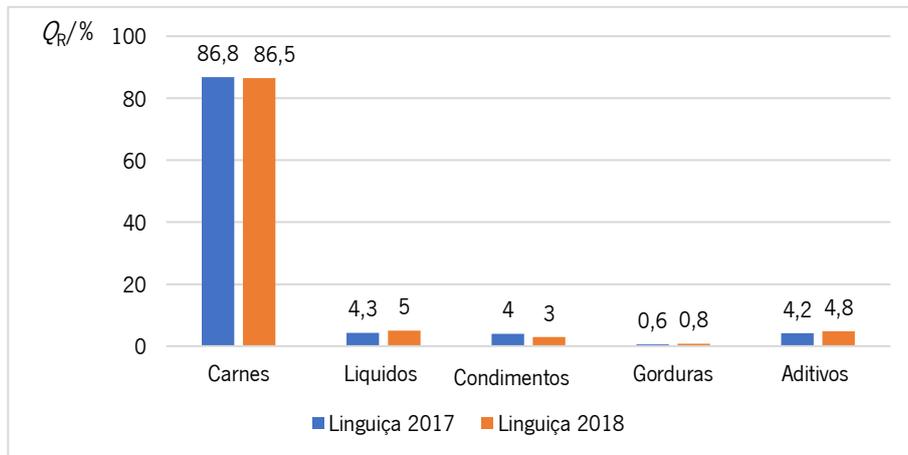


Figura 26. Quantidade mássica relativa (Q_R) dos constituintes das categorias, da formulação de linguiça, em 2017 e em 2018.

O teor relativo da carne é maior em 2017. No entanto, os tipos de produtos utilizados mudaram, passando de barriga sem costela, para outros 3, mais económicos. Em relação às restantes categorias, a quantidade de água utilizada aumentou e no caso dos condimentos, o pimentão foi substituído por outros produtos como alho, louro e noz-moscada. Os teores relativos de aditivos também sofreram alterações.

4.1.1.6. MORCELA

A morcela é um dos produtos com mais alterações nas matérias cárneas utilizadas, e também um dos que maior redução dos custos apresenta comparativamente com os restantes produtos, de 40 %. Na Figura 27 apresentam-se os resultados da comparação das duas fórmulas de cada ano.

Na categoria da carne, a nova fórmula diminuiu a quantidade mássica relativamente a 2017. No entanto, procedeu-se à adição de 3 novos ingredientes mais económicos nesta categoria. Em contrapartida, a quantidade de líquidos aumentou, assim como os condimentos utilizados e a sua quantidade. Os cereais surgem para dar consistência e sabor aos produtos.

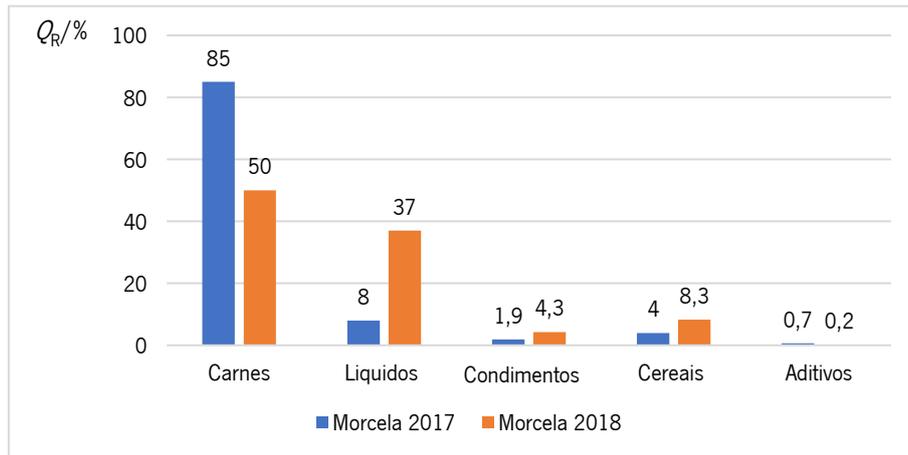


Figura 27. Quantidade mássica relativa (Q_R) de cada categoria, da formulação da morcela, em 2017 e em 2018.

Neste produto existe uma grande diferença em relação à quantidade de carne presente na fórmula anterior. Para além disso, surgiram problemas de contaminação com bolor nos produtos com a nova formulação. Com o intuito de justificar o sucedido, comparou-se o resultado da análise nutricional deste produto, nos dois anos (Figura 28).

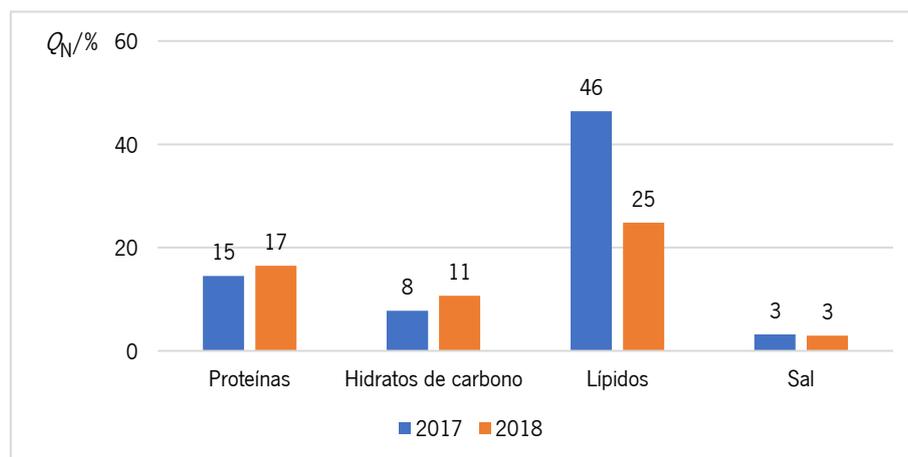


Figura 28. Qualidade mássica nutricional relativa (Q_N) da morcela, em 2017 e em 2018.

Com as alterações induzidas nas fórmulas deste produto, os teores relativos de proteína e de hidratos de carbono do produto aumentaram. No entanto, os lípidos diminuíram comparativamente ao valor de 2017. Neste sentido, torna-se um produto mais apelativo a nível nutricional, pelo conteúdo proteico e pela redução de lípidos. Contudo, a elevada diferença no teor de líquidos adicionados na nova fórmula, e a redução do teor de aditivo, são fatores que podem contribuir para o crescimento microbológico. Além disso, em 2018, ocorre a redução do tempo de secagem neste produto.

4.1.2. Secagem

A etapa de secagem ocorre na estufa elétrica e, pode ou não, ser seguida de um processo de defumação com aparas de madeira, consoante o tipo de produto a tratar. O tempo de secagem de cada um dos produtos deve ter em conta o tipo, a forma, o teor de gordura e o tipo de tripa usada.

Para cada produto é estabelecido um processamento, tendo em conta um aumento gradual da temperatura, para que se evite o endurecimento da superfície, que implicaria dificuldade na saída de água. Além disso é tido em conta um diferencial de temperatura entre a estufa e o interior do produto, para que deste modo ocorra a transferência de massa e de calor entre ambos. O recurso às fichas técnicas dos produtos permitiu obter os valores do tempo de secagem estabelecidos, para cada produto no ano de 2017 e no ano 2018 (Tabela 14).

Tabela 14. Tempo de secagem (t_s) especificado nas fichas técnicas, para cada produto selecionado, em 2017 e em 2018

Produtos	t_s/h	
	2017	2018
Chouriço de vinho	2,5	2,0
Morcela	2,5	2,4
Chouriço de carne tradicional	2,5	2,0
Chouriço de carne extra	4,0	3,3
Linguiça	4,0	3,3
Chouriço crioulo	3,2	1,5

No ano de 2018, os valores estabelecidos para o tempo de secagem, para cada produto, são inferiores aos praticados em 2017. Contudo, o tempo de processamento está relacionado com o tipo de produto que se pretende obter. Os produtos com maior tempo de secagem são o chouriço de carne extra e a linguiça. Este facto deve-se ao revestimento destes, constituído por tripa artificial, mais resistente ao processamento.

Nesta etapa, é importante garantir que a temperatura do núcleo do produto deve permanecer igual ou superior a 60 °C durante pelo menos 20 min, segundo um estudo realizado pela empresa, para determinação dos parâmetros a operar nesta etapa. No entanto, segundo o FSIS, a letalidade dos microrganismos pode ser alcançada atingindo uma temperatura mínima de 60 °C durante um período de tempo de, pelo menos, 12 min (FSIS, 1999).

Com o intuito de verificar o cumprimento do binómio tempo-temperatura estabelecido nesta etapa, recorreu-se aos registos existentes para estes enchidos. Nestes registos, efetuados pelo

operário responsável, apresenta-se a hora de entrada e saída dos produtos, a duração do processamento com temperatura igual ou superior a 60 °C, assim como o número e o programa da estufa utilizada. Com base nos registos desta variável, determinou-se o valor médio do tempo de secagem com temperatura igual ou superior a 60 °C, para cada produto, de janeiro a maio de 2017, e no seu período homólogo de 2018 (Figura 29).

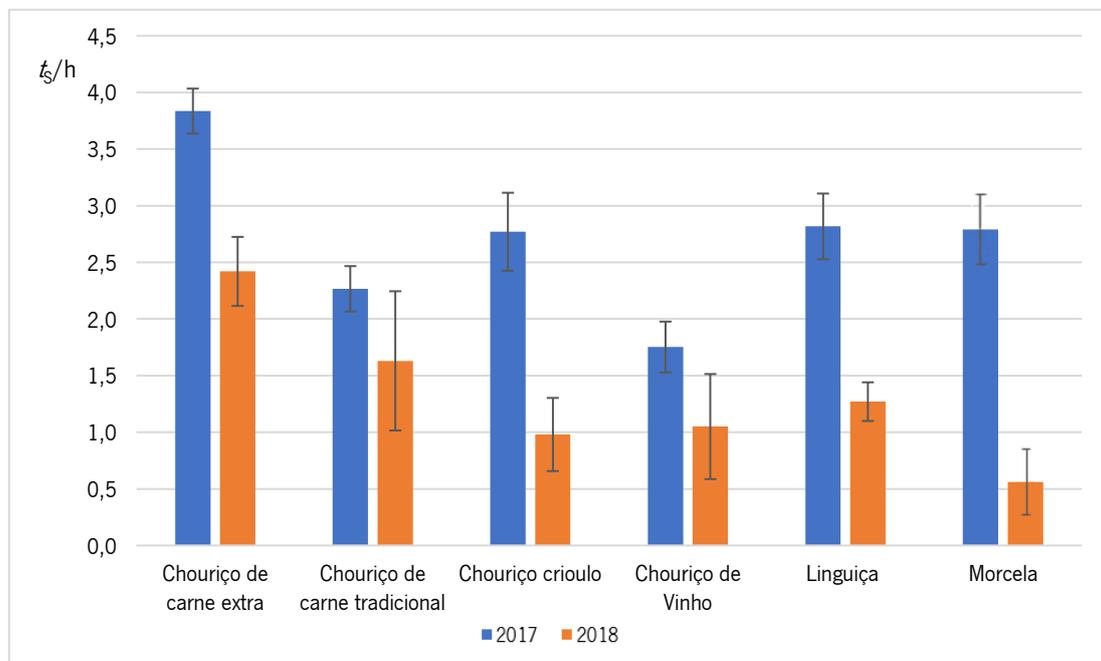


Figura 29. Tempo médio de secagem (ξ_s) com temperatura igual ou superior a 60 °C, para cada um dos produtos selecionados, com o respetivo intervalo de confiança de 95 %.

Os valores de ξ_s diferem significativamente nos dois períodos analisados. No ano de 2017 denota-se maior ξ_s do que em 2018. Em nenhum dos casos se verifica um valor médio inferior a 20 min, sendo que é cumprido o requisito imposto pela empresa, 20 min com temperatura igual ou superior a 60 °C. Para cada um dos produtos, o operário somente os retira quando um alarme indica que o processo já terminou. No entanto, estatisticamente verifica-se que o chouriço de vinho e o chouriço de carne tradicional apresenta maior dispersão nos tempos de secagem que os restantes. Isto indica a variabilidade de valores entre cada amostra.

Evolução da temperatura no processo de secagem

Na etapa de secagem, é necessário garantir a estabilidade e a viabilidade a nível microbiológico dos produtos processados, através da combinação de tempo e temperaturas estabelecidas.

O programa, com os parâmetros de funcionamento de cada estufa, é estabelecido tendo em conta as características do produto e a estabilidade microbiológica. Neste sentido, para cada

produto, verificou-se a evolução da temperatura no decorrer do processo de secagem.

4.1.2.1. MORCELA

No caso da morcela verificou-se a evolução da temperatura média ao longo do tempo, na estufa 1, com o programa 13. Para este produto estão definidas 5 fases de secagem. As duas primeiras consistem em 1,25 h entre 50 °C e 55 °C no interior da estufa, de seguida, 0,83 h a 60 °C e, no final, a 80 °C durante 0,33 h. A evolução da temperatura média no decorrer da secagem deste produto, em quatro utilizações, representa-se na Figura 30.

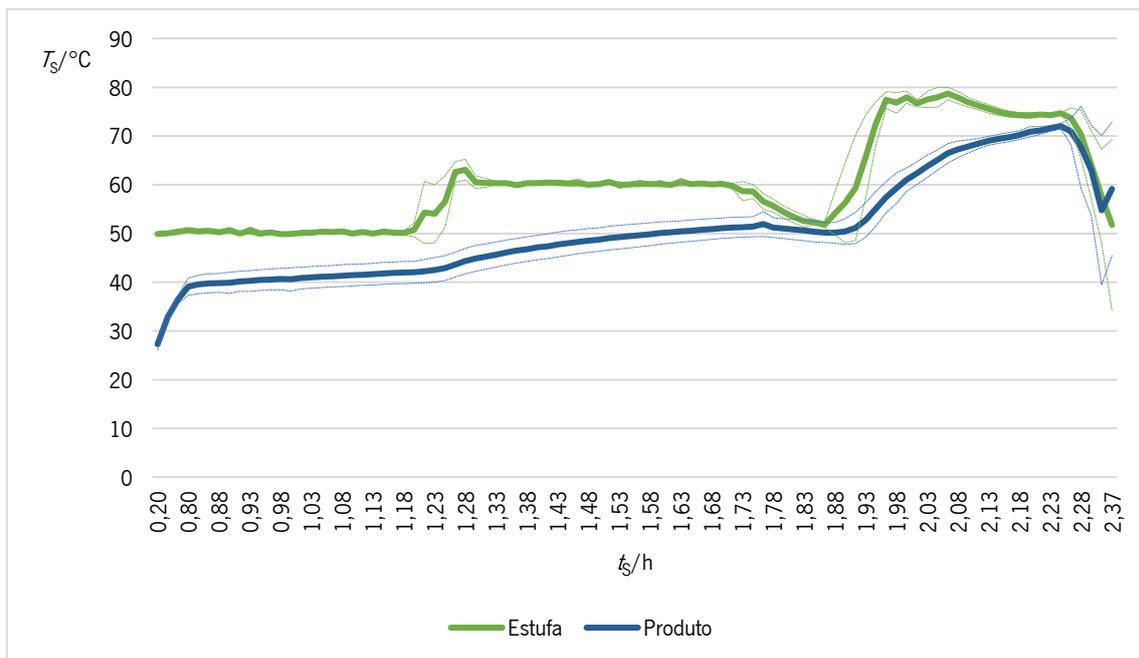


Figura 30. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) da morcela, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).

Nesta estufa, verifica-se o cumprimento do requisito estabelecido de 20 min (0,33 h) a 60 °C. Quanto ao funcionamento das diversas fases do programa específico deste produto, verifica-se o cumprimento do estabelecido para a variação da temperatura no interior da estufa.

Na observação da evolução da temperatura constata-se, em muitas ocasiões, que a sonda se desliga e o programa considera como 0 °C, nesse momento. Este facto explica as várias oscilações representadas na Figura 30. Portanto, esta estufa apresenta alguns problemas que devem ser resolvidos pelos técnicos de manutenção.

4.1.2.2. CHOURIÇO DE VINHO

Um dos programas para a secagem do chouriço de vinho é o 5 na estufa 5, onde se dá a evolução da temperatura no decorrer de 4 etapas: as duas primeiras ocorrerem durante 1 h com a temperatura no interior da estufa entre 60 °C a 65 °C; na fase seguinte, de 0,67 h para 75 °C

e; por fim 0,33 h com uma temperatura de 50 °C. Este programa também é utilizado para o chouriço de carne tradicional. A evolução no interior da estufa e no produto representa-se na Figura 31.

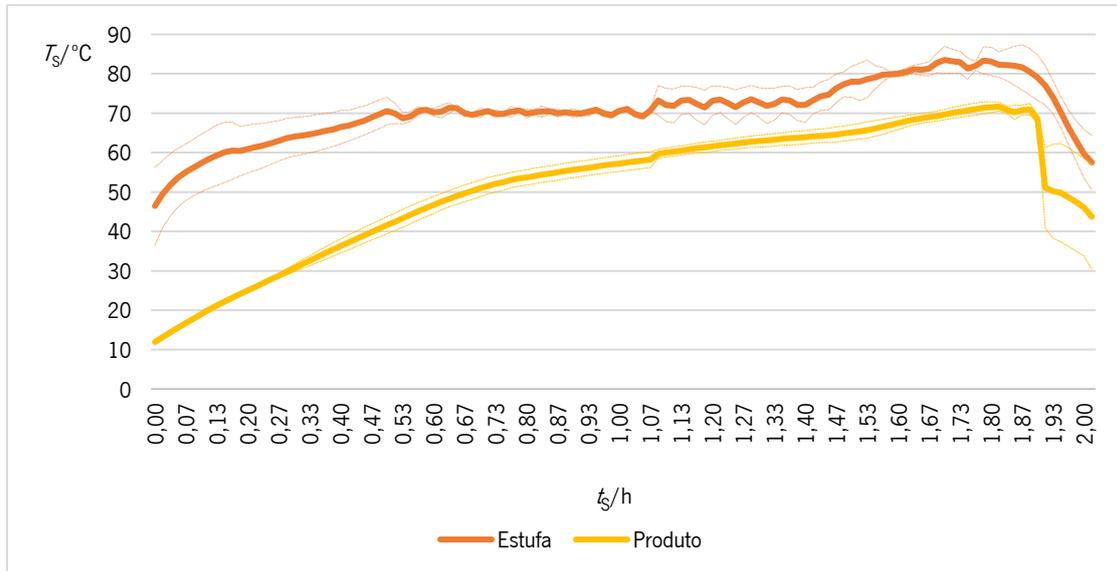


Figura 31. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço de vinho, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).

Na estufa 5, com o programa 5, é cumprido o estabelecido, isto é, o tempo de processamento com temperatura no interior do produto superior a 60 °C. Relativamente à evolução da temperatura no interior da estufa, todas as fases são cumpridas consoante o estabelecido para este produto.

4.1.2.3. CHOURIÇO CRIOULO

O chouriço crioulo é um produto somente sujeito à secagem, onde o essencial é garantir o cumprimento dos parâmetros estabelecidos pela empresa. Na Figura 32 representa-se a evolução da temperatura no decorrer do processamento, no programa 2 da estufa 2.

Este produto é somente submetido a um processo de secagem com o intuito de garantir a sua estabilidade microbiológica, sendo que, posteriormente, antes do consumo, terá de ser cozinhado pelo consumidor. No decorrer do processamento verifica-se o cumprimento do parâmetro de tempo e temperatura de processamento estabelecido.

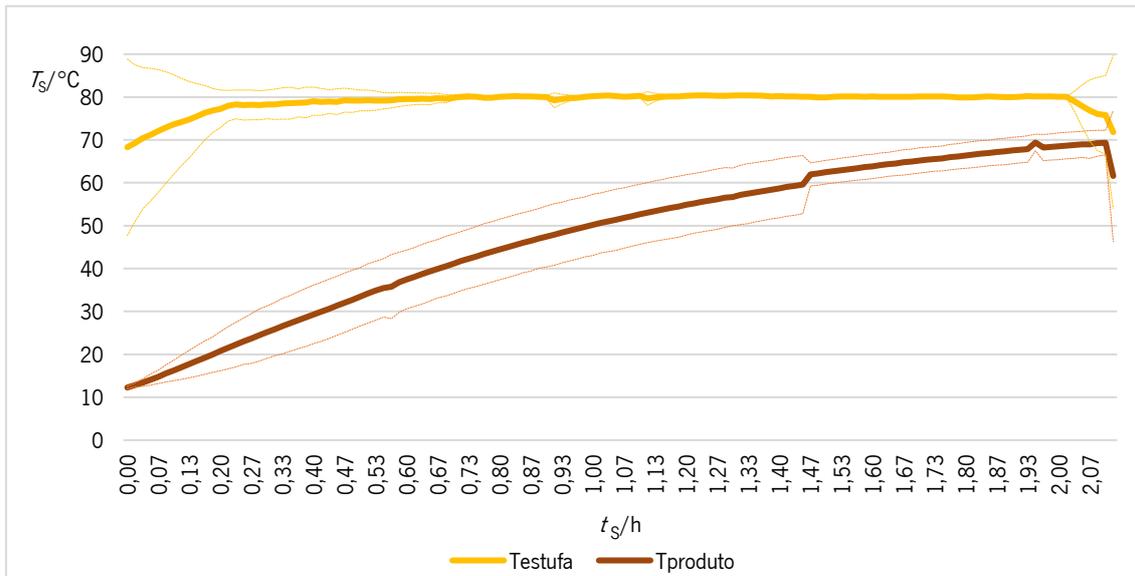


Figura 32. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço crioulo, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).

4.1.2.4. CHOURIÇO DE CARNE EXTRA

Para o chouriço de carne extra utiliza-se a estufa 5, no programa 2 (Figura 33). A primeira etapa corresponde a 1 h com temperatura entre os 60 °C e os 65 °C no interior da estufa; as duas fases seguintes durante 2,5 h, com temperatura de 72 °C a 75 °C e; no final 0,33 h a 65 °C. Este programa também é utilizado no processamento da linguiça.

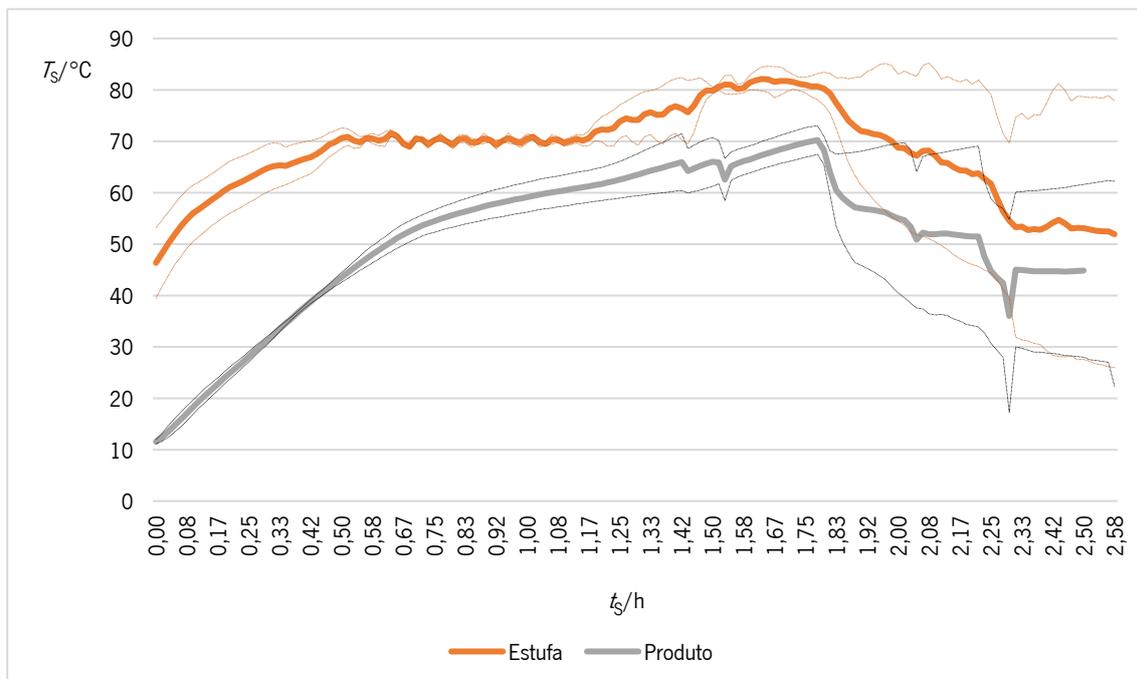


Figura 33. Evolução da temperatura média de secagem (T_s) do chouriço de carne extra, para 4 ensaios, no interior da estufa elétrica e no interior do produto, em 2018 e o respetivo erro associado ($p < 0,05$).

Para este produto, é garantido o binómio estabelecido de tempo-temperatura, com uma evolução gradual da temperatura tanto na estufa como no produto, obtendo-se um gradiente de temperaturas que permite as trocas entre o produto e o ar, no interior da estufa.

A nível da temperatura no interior da estufa, a segunda fase não tem a duração estabelecida previamente, influenciando também a última fase de processamento, que deveria começar mais tarde.

Pela observação da evolução da temperatura no interior das estufas elétricas de todos os produtos, denota-se a existência de falhas na leitura de valores pelas sondas de temperatura. Neste sentido, procedeu-se à consulta das folhas de manutenção e calibração dos equipamentos, nomeadamente das estufas elétricas. Segundo o plano anual de calibração dos aparelhos e equipamentos, por uma equipa externa, as estufas elétricas continham certificado de aprovação do seu funcionamento, após a manutenção realizada pelos técnicos.

4.1.3. Fumagem

O processo de fumagem serve principalmente para originar o sabor e a textura características dos produtos fumados. Este processo tem em conta o tipo de tripa e a composição de cada produto. Neste sentido, cada produto tem um determinado tempo estabelecido para o processo de fumagem.

No processo de fumagem existem alterações a nível da redução da carga microbiana, e de a_w , que contribuem para o efeito preservante desta etapa. Na Tabela 15 representam-se os valores da análise, antes e após o processo, num chouriço somente sujeito à etapa de fumagem, até se obter as características pretendidas de cor e sabor dos produtos fumados.

Tabela 15. Atividade da água (a_w) e concentração dos microrganismos a 30 °C, como unidades formadoras de colónias (UFC), para o chouriço, antes e após a fumagem

Parâmetros	Chouriço	
	Sem fumagem	Com fumagem
a_w	0,952	0,946
Contagem microrganismos 30 °C, UFC/g ⁻¹	1,38×10 ³	7,02×10 ¹

Com esta etapa de processamento ocorre a redução de a_w e redução dos microrganismos presentes no produto. No final da fumagem os produtos passam por uma etapa de estabilização, onde são mantidos a uma temperatura igual ou inferior a 16 °C, com uma humidade relativa

de 65 %, num determinado período de tempo específico consoante o que se pretende.

No fumeiro, o tempo de fumagem não necessita de ser muito extenso, pois grande parte do conteúdo de água do produto já evaporou durante a secagem. Através das fichas de técnicas dos produtos obtiveram-se os valores do tempo de fumagem para os dois anos de estudo, representados na Tabela 16.

Tabela 16. Tempo de fumagem (t_f) estabelecido para cada um dos produtos selecionados, no ano de 2017 e de 2018

Produtos	t_f/h	
	2017	2018
Chouriço de vinho	8	6
Morcela	7	6
Chouriço de carne tradicional	8	6
Chouriço de carne extra	15	12

O chouriço de carne extra destaca-se como o produto com maior tempo de fumagem, devido ao revestimento mais resistente comparativamente aos outros. Os restantes produtos, como o chouriço de vinho, morcela e chouriço tradicional são constituídos por tripa natural, sendo considerando o mesmo tempo para a penetração do fumo nestes produtos.

O processo de fumagem não é termicamente controlado. Durante a noite, nos fumeiros não existe a reposição de lenha e, neste período de tempo, a temperatura diminui ligeiramente. Durante o dia, os parâmetros de temperatura e velocidade do ar ficam encarregues ao operário responsável pela reposição de lenha na fogueira, controlo do fluxo de ar que passa nas portas dos fumeiros, e ainda reposição e disposição dos produtos do fumeiro. Neste último passo, o operário deve registar numa folha específica a hora de entrada e saída de cada um dos produtos. Com estes registos foi possível determinar o tempo médio de fumagem, de janeiro a maio de 2018, representado na Figura 34.

Na comparação dos valores médios de t_f para cada produto, com o valor obtido das fichas técnicas de 2018, não se vislumbram variações significativas entre estes valores, exceto no caso do chouriço de vinho.

A observação dos registos permitiu verificar a existência de algumas falhas de anotação dos produtos e do tempo de duração do processo de fumagem. Neste sentido, uma aplicação informática poderia ajudar no registo dos produtos sujeitos a fumagem. Para além disso, alguns produtos têm de ficar mais tempo até obter as características pretendidas. Assim, a diferença dos valores do tempo em cada um dos produtos pode variar muito, conforme a temperatura a que

estiveram sujeitos. Como no processo de fumagem não existe controlo e/ou registo da temperatura do fumeiro, é frequente ocorrerem variações no tempo de operação, para cada produto neste.

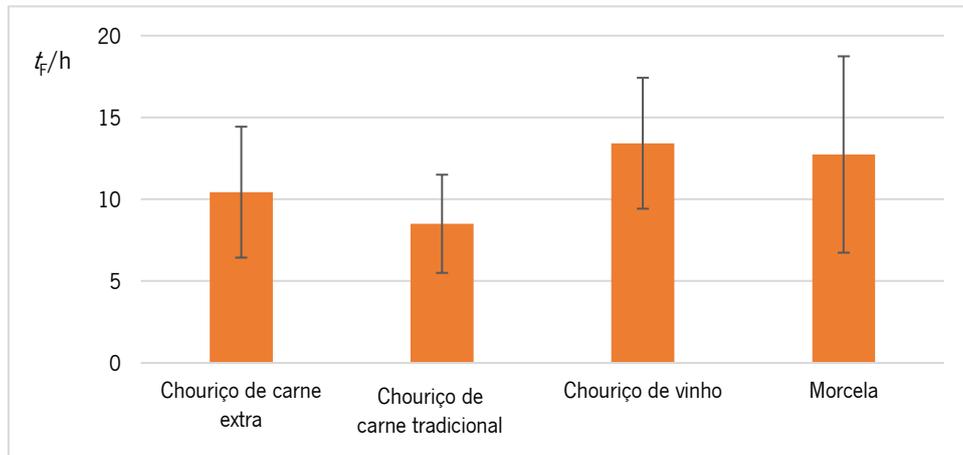


Figura 34. Tempo médio de fumagem (t_f) em 2018, dos produtos selecionados, e o respetivo intervalo de confiança para 95 %.

A aplicação informática colmataria as falhas nos registos dos produtos e da duração do processo e, além disso, permitiria voltar a repor o tempo no caso em que este não estivesse com as características pretendidas. Os códigos utilizados permitiriam construir uma aplicação em C# (C Sharp), no programa *Microsoft Visual Studio*. A aplicação informática (Figura 35) funcionaria quando o operário deslocasse os produtos para o fumeiro e preenchesse os campos com o número de fumeiro, o produto e o seu lote para ficar registado o início do processo.

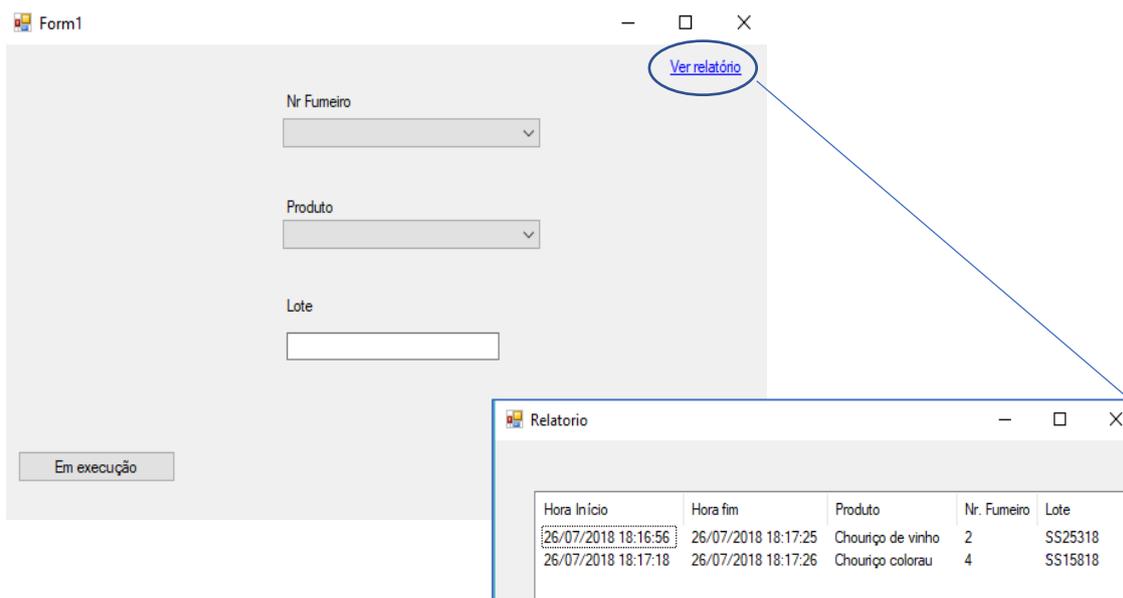


Figura 35. *Print-screen* da página inicial da aplicação com os campos número do fumeiro, produto colocado no interior do fumeiro, o respetivo lote e o relatório do registo diário, até aquele momento.

No final do processamento, retiram-se os produtos do fumeiro e deixam de estar em execução, ficando registado num relatório, o dia, o produto, o lote e tempo de entrada e saída do produto do fumeiro. A utilização desta aplicação, em conjunto com um mecanismo de registo de controlo da temperatura, permitiria saber mais sobre esta etapa e como a controlar.

Mecanismos de registo e de controlo do processamento térmico

As etapas do processamento dos produtos devem ser controladas para verificação do funcionamento dos equipamentos e cumprimento dos parâmetros que garantem a integridade dos produtos.

O processo de secagem efetuado em estufas elétricas é controlado por sondas colocadas nos produtos e no interior da câmara. Estas permitem registar os valores de temperatura e de humidade relativa no decorrer do procedimento. Após o registo, é necessário fazer a verificação dos parâmetros requeridos, através da averiguação do tempo e da temperatura de processamento de cada lote de produtos.

Na fumagem, a temperatura e o fluxo de fumo são controlados pelo operador responsável pelos fumeiros, através do tipo de madeira que utiliza e da abertura dos respiradouros presentes nas portas. No decorrer do processo, somente se regista manualmente a hora de entrada e de saída do lote de produtos dos fumeiros. Neste processo, considera-se que a temperatura no decorrer do período de fumagem se mantém a 50 °C, não sendo verificada a evolução desta ao longo do tempo. Sendo a temperatura um dos parâmetros importantes devido à possível formação de HAP e à perda de peso dos produtos, seria interessante um sistema de registo dos valores da evolução desta ao longo do tempo.

Posto isto, a implementação de sistema de controlo da temperatura nos fumeiros seria uma mais-valia para a empresa. Existem diversas alternativas que devem ser avaliadas de acordo com os custos associados à instalação. Neste sentido, as hipóteses podem ser relacionadas com a implementação de um sistema por uma empresa externa, ou ainda, a construção de um sistema básico, pelo responsável da informática na empresa.

A implementação do sistema de registo da temperatura inclui o sistema de montagem e manutenção do equipamento. As diferentes empresas da região com esta função possuem diferentes preços. Após contacto via email e telefónico, escolheu-se a proposta economicamente vantajosa. A empresa propôs um registador de temperatura juntamente com um *software* de gestão e armazenamento dos registos pelo preço de 783,70 €, sem incluir a manutenção e os portes de envio dos aparelhos.

No caso de um sistema mais simples, que permita observar a evolução da temperatura, seria necessário um sensor da temperatura com ligação ao computador, que permitisse armazenar a informação consoante o tipo de produto, o dia e a hora de processamento (Figura 36). Todo este processo poderia ser implementado pelo responsável informático presente na empresa. O equipamento necessário seria um sensor, um microcontrolador e um programa de receção de dados no computador.

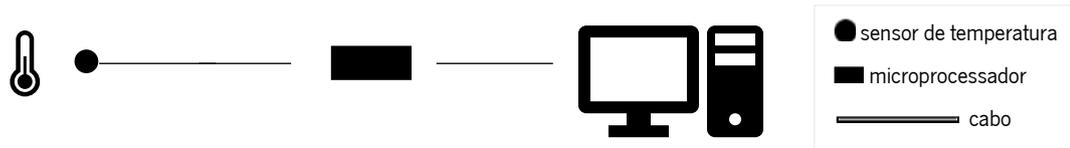


Figura 36. Representação esquemática do sistema construído na empresa.

O registo das temperaturas, durante o processamento, efetua-se por um sensor de temperatura, cujo o objetivo é transmitir a informação detetada ao circuito de leitura. Existem diferentes tipos de sensores conforme a gama de temperaturas, a linearidade e a precisão. Os sensores mais comuns são os termístores, os termopares e os termorresistores. Na Tabela 17 evidenciam-se as diferentes características de cada um.

Tabela 17. Diferentes tipos de sensores e respetivas características, e intervalo de temperaturas (T) de funcionamento de cada um dos tipos (adaptado de Thomazini *et al.*, 2007)

Tipo de sensor	Descrição	$T/^\circ\text{C}$
Termístores	Dispositivos semicondutores elétricos que alteram a sua resistência elétrica com a variação da temperatura. Exemplos: sensores NTC e PTC	20 a 125
Termopares	Dispositivo constituído pela junção de dois metais quando expostos à variação da temperatura gera-se tensão elétrica proporcional à variação da temperatura. Exemplos: sensores do tipo T, J, E	-200 a 2300
Termorresistores	Dispositivos constituídos por resistências térmicas de platina, que variam a resistência em função da temperatura. Exemplos: sensores PT-100 e PT-1000	Até 500

Sendo a gama de temperaturas estabelecidas para o fumeiro entre 45 °C e 90 °C, todo o tipo de sensor seria adequado para a utilização pretendida (Sikorski *et al.*, 2014). Tendo em conta

o preço os sensores, os mais baratos são os termopares; no entanto aqueles que apresentam maior precisão de leitura e facilidade de instalação são as termorresistências (PT-100) (Intorobotics, 2015), pois a presença de platina proporciona uma maior estabilidade e exatidão para elevadas temperaturas, durante maior período de vida (Thomazini *et al.*, 2007). O preço deste equipamento varia conforme o fabricante, sendo o mais rentável o apresentado na Tabela 18.

Tabela 18. Características da termorresistência, nomeadamente, modelo e a gama de temperaturas (T) de funcionamento e preço (p)

Fabricante	Modelo	$T/^\circ\text{C}$	$p/€$	Referência
DFRobot	PT-100	55 a 125	10,05	(DFRobot-Drive the future, 2018)

O microcontrolador possui periféricos de entrada e saída de informação, um processador com capacidade de ser programado com funções específicas, e ainda, a capacidade de armazenamento de dados. Este equipamento serve especialmente para controlar pequenos sistemas essenciais para sistemas de simples programação.

A indústria dos microcontroladores possui uma vasta gama de diferentes tipos de produtos com diversas características. As duas grandes empresas de fabrico de microcontroladores são a *Microchip* e a *Texas Instruments* (Lima, 2014). Na Tabela 19, representam-se as características de um dos microcontroladores de cada empresa.

Tabela 19. Características dos microcontroladores, incluindo a memória, a corrente de operação (CO), e o respetivo preço (p)

Fabricante	Modelo	$CO/(\mu\text{A}/\text{MHz})$	Memória	$p/€$	Referência
<i>Microchip</i>	PIC16F1713	32	512 bytes	1,19	(Microchip, 2018)
<i>Texas Instruments</i>	MSP430F133	280	256 bytes	5,41	(Texas Instruments, 2018)

Das sugestões apresentadas, aquela com mais baixo preço e menor corrente de operação, isto é, a quantidade de corrente elétrica que o aparelho suporta, corresponde à empresa da *Microchip*. Apesar de sediada nos Estados Unidos da América, possui distribuição para Portugal.

Após a instalação e monitorização do equipamento de recolha dos valores de temperatura do fumeiro ao longo do tempo, o computador recebe os dados e guarda-os numa base de dados. Uma aplicação retira da base de dados, lê os valores e apresenta-os num *software*, juntamente com o gráfico da evolução destes parâmetros ao longo do tempo.

No interior do fumeiro, a temperatura varia consoante a zona em que se está a medir. Este facto deve-se à existência de 2 fogueiras nas extremidades que defumam todo o espaço. Neste sentido a localização do sensor no fumeiro representa-se na Figura 37.

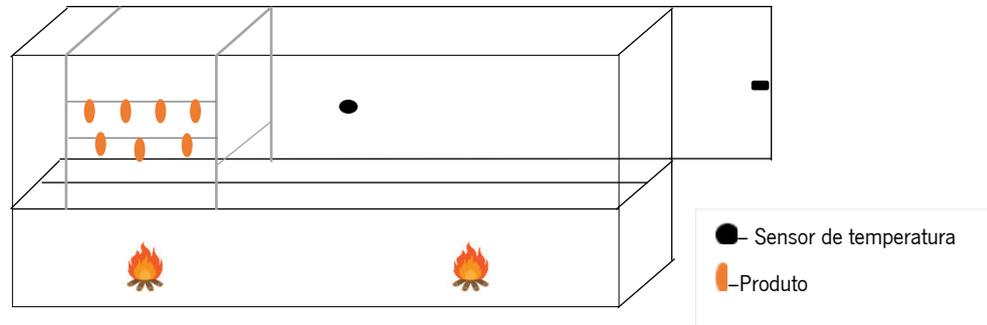


Figura 37. Representação esquemática dum fumeiro e a possível localização do sensor no seu interior.

Tendo em conta o gradiente de temperatura no interior do fumeiro, existe a rotação da posição dos carrinhos, que suportam os produtos, para que aqueles que estão por cima da fogueira passem de zonas mais afastadas para zonas próximas desta. Para a implementação de um sistema de verificação da temperatura, a localização do sensor seria entre as fogueiras e a meio da parede onde são colocados os carrinhos.

Os custos totais deste sistema mais simples para verificação da temperatura no interior do fumeiro, representam-se na Tabela 20.

Tabela 20. Lista dos componentes utilizados no sistema com especificação das quantidades e o preço (p)

Equipamento	Quantidade	$p/€$
Sensor	5	10,05
Microprocessador	1	1,19
Total		51,44

O valor deste sistema mais simples apresenta-se mais económico comparativamente ao sistema implementado por uma empresa exterior.

4.2. Implicações das alterações nos produtos seleccionados

4.2.1. Análises microbiológicas

Os parâmetros microbiológicos analisados para os produtos seleccionados descritos no capítulo 3 (Tabela 9), apresentam-se na Tabela 21. Estes possuem valores de concentração satisfatórios, aceitáveis e insatisfatórios. O limite máximo admissível (LMA) corresponde ao valor máximo aceitável, isto é, o valor antes de obter uma concentração insatisfatória, o que significaria

a contaminação do produto.

Tabela 21. Parâmetros microbiológicos analisados nos produtos selecionados e respetivo *LMA*

Parâmetro microbiológico	<i>LMA</i>	Referência
Microrganismos a 30 °C	N.A	(HPA, 2009)
Coliformes totais	$UFC < 100 \text{ g}^{-1}$	(HPA, 2009)
Enterobacteriaceae presuntivas a 37 °C	$UFC < 10^4 \text{ g}^{-1}$	(Gilbert <i>et al.</i> , 2000)
<i>Staphylococcus</i> coagulase-positiva	$UFC < 10^4 \text{ g}^{-1}$	(HPA, 2009)
<i>Salmonella</i> spp.	Ausência em 25 g	(Regulamento (CE) n.º 2073/2005)
<i>Listeria monocytogenes</i>	$UFC < 100 \text{ g}^{-1}$	(Regulamento (CE) n.º 2073/2005)

N.A – Não aplicável; *UFC* – Unidades Formadoras de Colónias.

A contagem de microrganismos a 30 °C não é um parâmetro com *LMA* definido para os produtos fumados. Este parâmetro microbiológico inclui microrganismos aeróbios mesófilos capazes de indicar a qualidade do alimento relativamente às condições de processamento e/ou armazenamento.

Os valores elevados da concentração de microrganismos a 30 °C, podem ser indicadores de procedimentos de higienização inadequados. Neste sentido, os resultados das análises, expressos como unidades formadoras de colónias (*UFC*), não devem ser superiores a 10^6 g^{-1} . Caso não se verifique esta condição, pode significar a predominância de determinado tipo de microrganismos. Valores na ordem de 10^9 g^{-1} podem indicar a deterioração dos alimentos por bactérias lácticas, valores entre 10^7 g^{-1} e 10^8 g^{-1} por bactérias Gram-negativas e valores mais baixos, na ordem de 10^6 g^{-1} a 10^7 g^{-1} , por leveduras (HPA, 2009). Para este parâmetro microbiológico, para 2017 e 2018, os produtos selecionados neste trabalho apresentam os valores representados na Figura 38.

Todos os produtos apresentam valores inferiores a 10^6 g^{-1} , assegurando a sua qualidade microbiológica face às alterações implementadas em 2018. O produto que apresenta maior quantidade de microrganismos a 30 °C é morcela, com 10^6 g^{-1} . Este produto é um dos que maior quantidade de microrganismos apresenta em 2018. Este facto indica que as alterações neste produto, nomeadamente no tempo de processamento, e ainda, o aumento do teor de líquido nele contido, interfere com a_w , favorecendo o crescimento dos microrganismos.

O chouriço crioulo de 2017 apresenta-se como o segundo produto com valores mais elevados de *UFC*, de $7,20 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$. Este produto somente pode ser consumido depois de cozinhado pelo consumidor, daí possuir um prazo de validade curto, pois é mais perecível

comparativamente aos restantes produtos. A quantidade de aditivos adicionados à nova formulação de 2018 permitiu, em parte, reduzir a quantidade de microrganismo presentes.

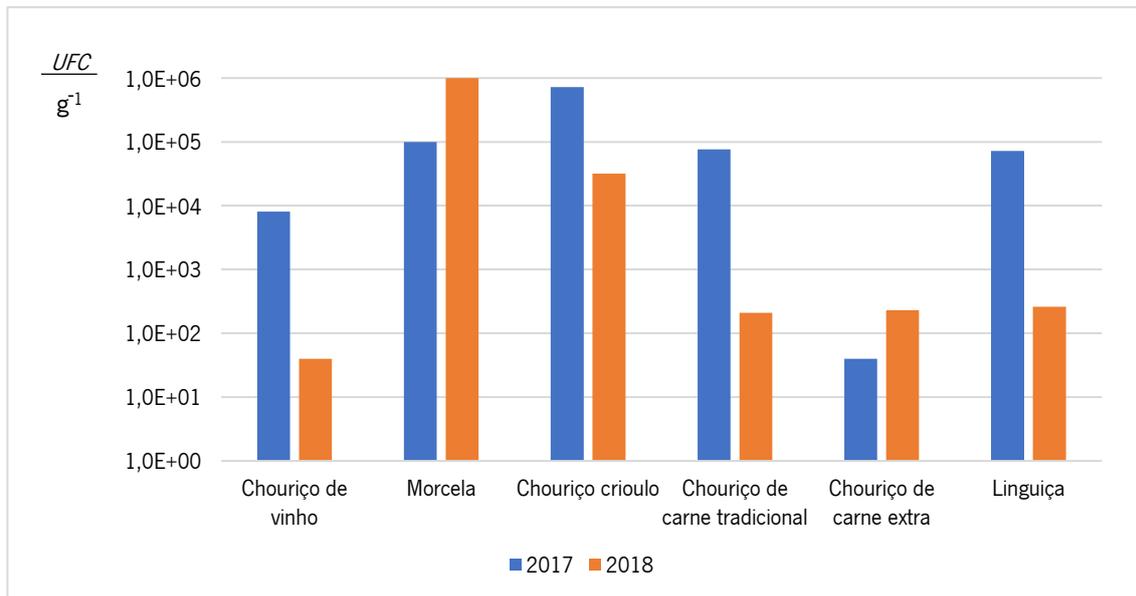


Figura 38. Concentração de microrganismos a 30 °C, como *UFC*, para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018.

Os coliformes são indicadores de contaminação fecal dos produtos. Neste grupo de microrganismos também se inclui, entre outros, a *Escherichia coli*. Para os produtos analisados, os resultados obtidos representam-se na Figura 39.

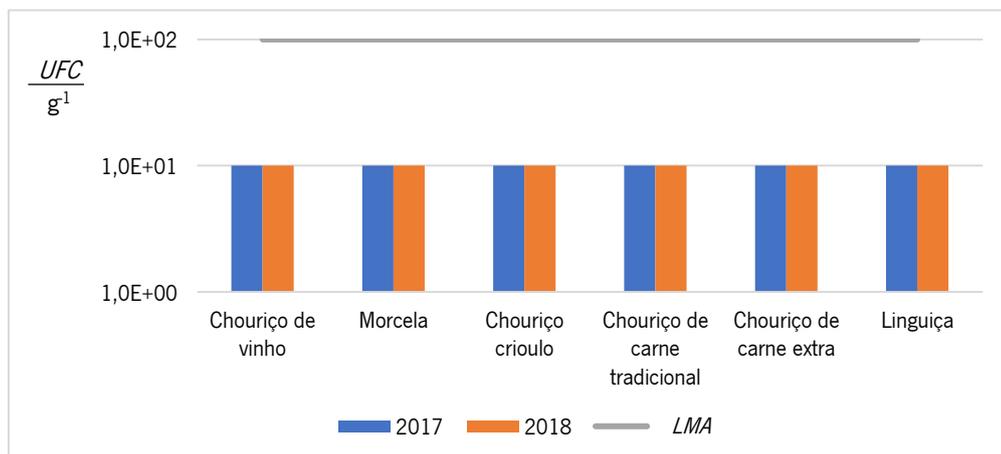


Figura 39. Concentração de coliformes totais, como *UFC*, para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018, e respetivo *LMA*.

Todos os produtos contêm valores inferiores a *LMA* referenciado para este tipo de microrganismos. Este facto indica que os parâmetros de higiene e segurança são garantidos nos produtos selecionados.

A análise à concentração de Enterobacteriaceae permite a verificação da quantidade presente de colónias desta família, nomeadamente dos géneros *Escherichia* e *Yersinia*, entre outras, associadas a intoxicações alimentares. A análise realizada corresponde à contagem de Enterobacteriaceae presuntivas a 37 °C, devendo *LMA* ser inferior a 10^4 g^{-1} (Figura 40).

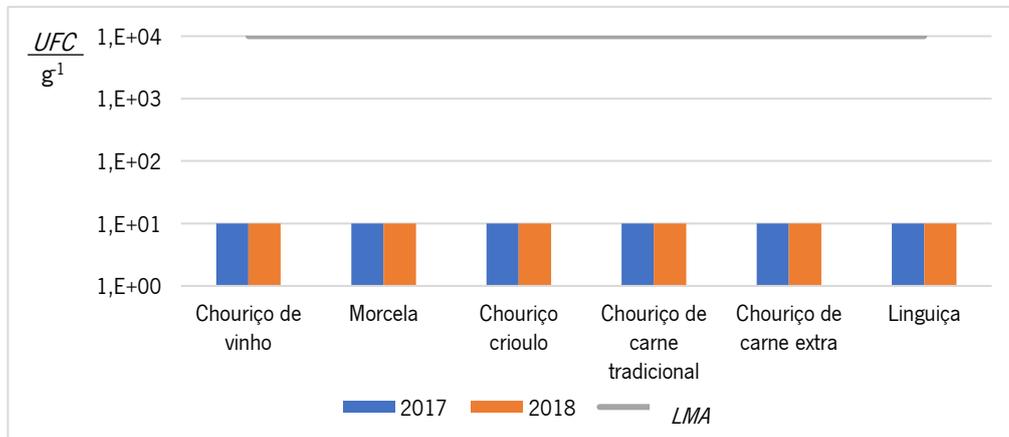


Figura 40. Concentração de Enterobacteriaceae presuntivas a 37 °C, como *UFC*, para cada um dos produtos selecionados em 2017 e em 2018 e respetivo *LMA*.

Para este parâmetro microbiológico, todos os produtos apresentam valores inferiores a *LMA*. Neste sentido, todas as condições de higienização e manipulação dos produtos foram realizadas corretamente.

Outro parâmetro microbiológico analisado remete para a contagem de *Staphylococcus* coagulase-positiva. Os microrganismos pertencentes ao género *Staphylococcus* apresentam diversos índices de patogenicidade, capazes de provocar infeções nos humanos. O valor de *LMA* para este microrganismo é 10^4 g^{-1} . Os resultados das análises, nos dois anos, para este microrganismo representam-se na Figura 41.

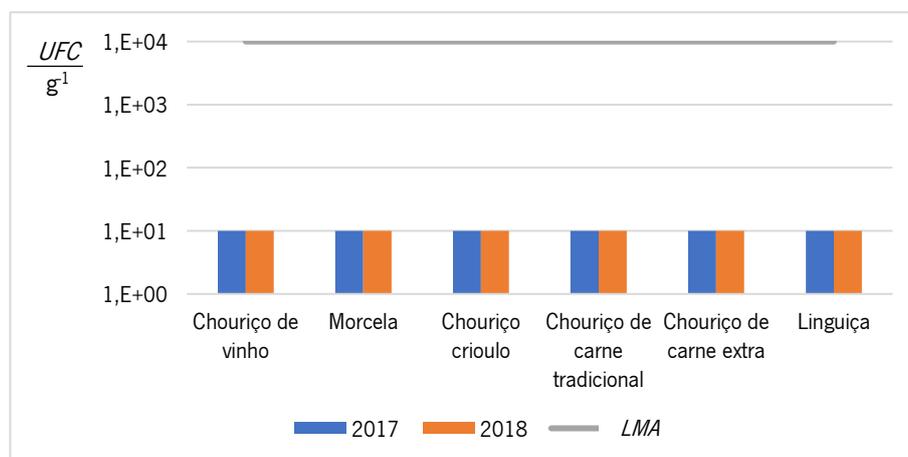


Figura 41. Concentração de *Staphylococcus* coagulase-positiva, como *UFC*, para cada um dos produtos selecionados, em 2017 e em 2018, e respetivo *LMA*.

Todos resultados obtidos para os produtos selecionados são inferiores ao valor máximo admitido, o que indica boas condições de manipulação do alimento por parte dos colaboradores.

Quanto à pesquisa de *Salmonella* spp. e de *Listeria monocytogenes*, em todos os produtos analisados os resultados constataram a sua ausência em 25 g de produto.

A redução do tempo de processamento dos produtos não causou impacto negativo nos resultados. Estes continuaram satisfatórios no que respeita aos critérios microbiológicos. Assim, em termos microbiológicos, estes produtos podem ser aceites com a redução efetuada do tempo de processamento.

Caso os resultados não fossem satisfatórios devia-se proceder a medidas corretivas, de modo a impedir a repetição da contaminação nos períodos seguintes. Estas medidas podem consistir na modificação dos procedimentos ou nas medidas de controlo da higiene dos alimentos [Regulamento (CE) n.º 2073/2005].

4.2.2. Análises químicas

Os resultados das análises químicas requeridas para este trabalho, consistiram na determinação das concentrações de nitritos, de fosfatos e de HAP, presente nos produtos em estudo. O limite máximo (*LM*) de cada parâmetro está definido no Anexo A, Tabela A.3, de acordo com os valores presentes no Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro, e no Regulamento (UE) n.º 835/2011, 19 de agosto .

Os nitritos possuem efeitos antioxidante e antimicrobiano, e ainda permitem o desenvolvimento da cor dos produtos. No entanto o nitrito residual quando reage com as animas secundárias, a temperaturas elevadas e baixo pH, forma N-nitrosaminas, conhecidas como compostos cancerígenos. Neste sentido, o valor *LM* aceite, expresso como NaNO_2 , para os produtos à base de carne transformada é de 150 mg/kg. Na Figura 42, representam-se os resultados das análises aos produtos, para este composto, em 2017 e em 2018.

Em relação à concentração de NaNO_2 presente nos produtos, em nenhum dos casos o valor é superior ao *LM* estabelecido. No entanto, em 2018, a concentração contida no chouriço crioulo é superior aos restantes produtos, devido aos ajustes na quantidade de aditivos utilizados na sua formulação.

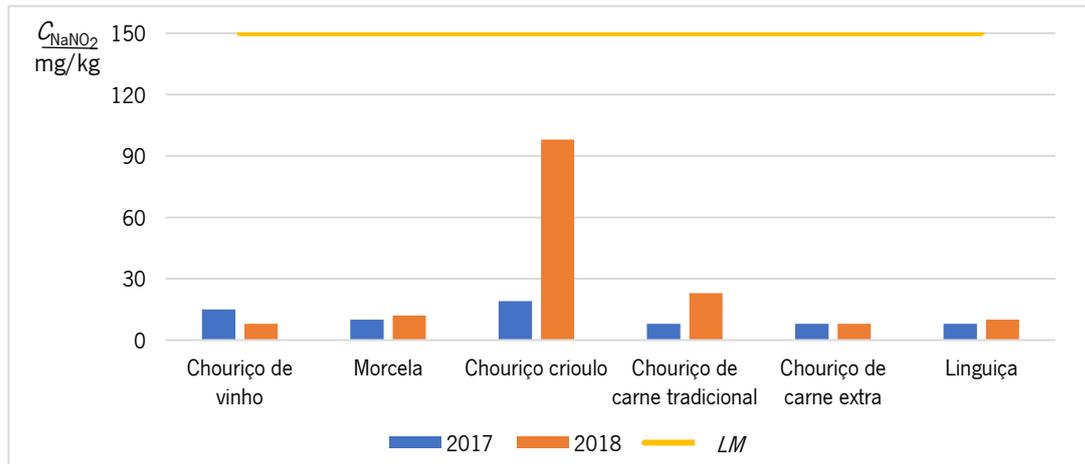


Figura 42. Concentração de nitrito, expressa como nitrito de sódio (C_{NaNO_2}), em 2017 e em 2018, e respetivo LM .

Os fosfatos utilizam-se no processamento das carnes pelas suas características emulsionantes, estabilizantes de gorduras e proteínas, e ainda, como agentes de acidificação. Na formulação de produtos cárneos são permitidos os fosfatos monossódicos, monopotássicos, dissódicos, dipotássicos, e também o pirofosfato ácido de sódio (Aditivos e Ingredientes, 2012). Segundo o Regulamento n.º 1129/2011, 11 de novembro, a concentração máxima passível de constituir os produtos é de 5 g/kg, expressa em P_2O_5 . Os resultados das análises à quantidade de fosfato nos produtos de 2017 e 2018 representa-se na Figura 43.

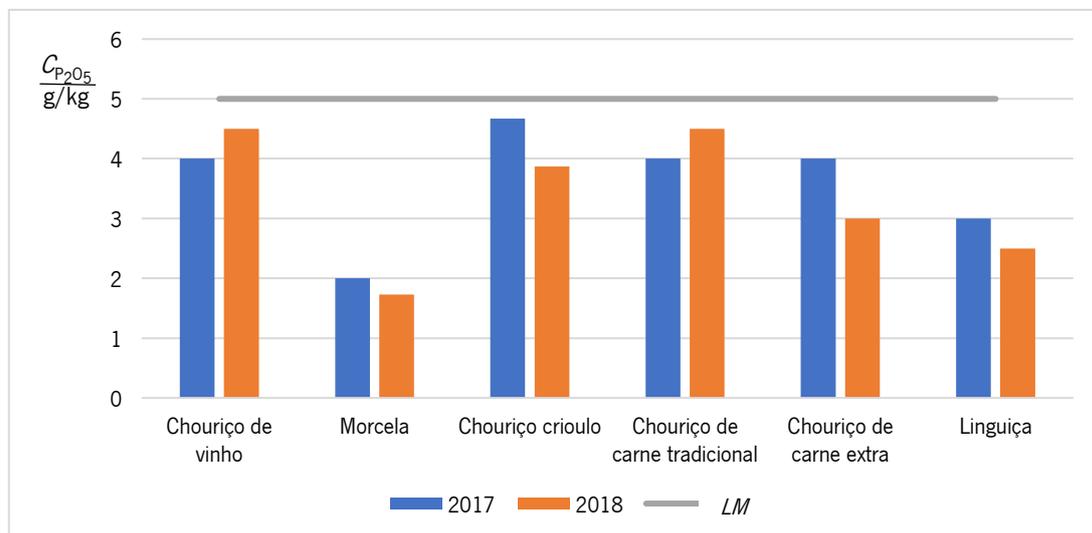


Figura 43. Concentração de fosfato, expressa como pentóxido de fósforo ($C_{P_2O_5}$), em 2017 e em 2018, e respetivo LM .

As concentrações de fosfatos nos produtos selecionados para a realização deste trabalho apresentam valores inferiores a LM permitido por lei. Este parâmetro indica conformidade na quantidade de fosfatos utilizados em cada fórmula, consoante a especificação do fornecedor, perante os diferentes tipos de formulações de aditivos utilizados.

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) podem contaminar os alimentos durante o processo de fumagem, pois ocorre o contacto direto entre os produtos de combustão e os alimentos. O limite máximo da concentração de HAP nos produtos sujeitos a fumagem, segundo o Regulamento (UE) n.º 835/2011, 19 de agosto, é de 2 µg/kg, para BaP, e de 12 µg/kg, para o somatório de BaP, BaA, BbF e CHR. Na Figura 44 apresentam-se os resultados para o chouriço de vinho em 2017 e em 2018.

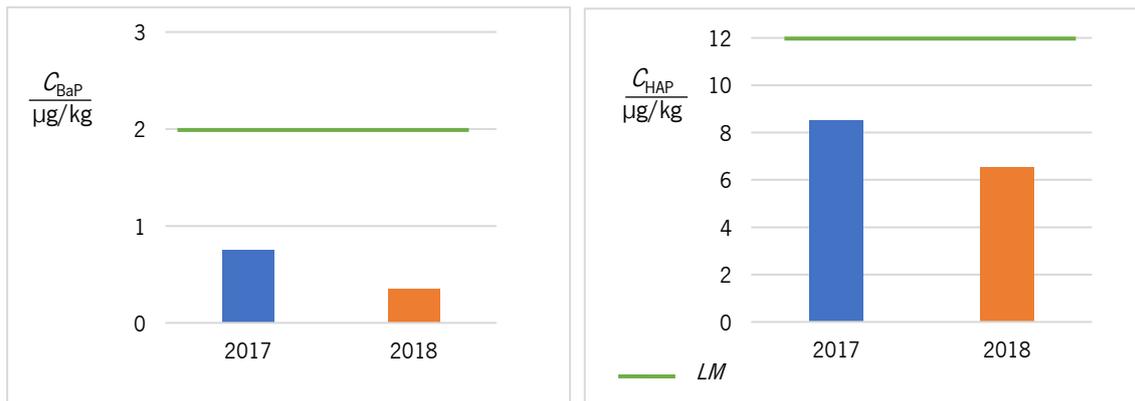


Figura 44. Concentração de BaP (C_{BaP}) e de HAP (C_{HAP}) do chouriço de vinho, em 2017 e em 2018, e respetivo LM .

O chouriço de vinho é um dos produtos selecionados com menor diâmetro comparativamente com os restantes fumados. Para além disso, como possui uma tripa natural, permite uma maior adesão e penetração das partículas do fumo no produto do que a tripa artificial. Neste produto, as concentrações de BaP e de HAP apresentam uma redução de 2017 para 2018. Este facto deve-se à diminuição do tempo de processamento no fumeiro, que implica um menor tempo de exposição aos compostos libertados durante o processo. Em nenhum dos anos a concentração dos parâmetros ultrapassa LM .

4.2.3. Devoluções

A devolução dos produtos inicia-se com a reclamação dos clientes, via email, como o intuito de fazer retornar os produtos não-conformes. Os motoristas descolam-se ao estabelecimento e preenchem uma nota de devolução com a indicação da identificação dos clientes e dos produtos recolhidos, assim como os motivos da devolução, como representado no Anexo B, Figura B.1. Posteriormente, na empresa, o responsável pela qualidade verifica os pesos e os lotes dos produtos devolvidos, assim como o motivo de devolução, decidindo qual o destino a dar-lhes. Na fase final, a nota de devolução transita para o departamento contabilístico, com o intuito de proceder à atualização do sistema e enviar uma nota de crédito ao cliente. Na Figura 45 representa-se a quantidade de devoluções de todos os produtos fumados, ao longo dos meses de

2017 e 2018.

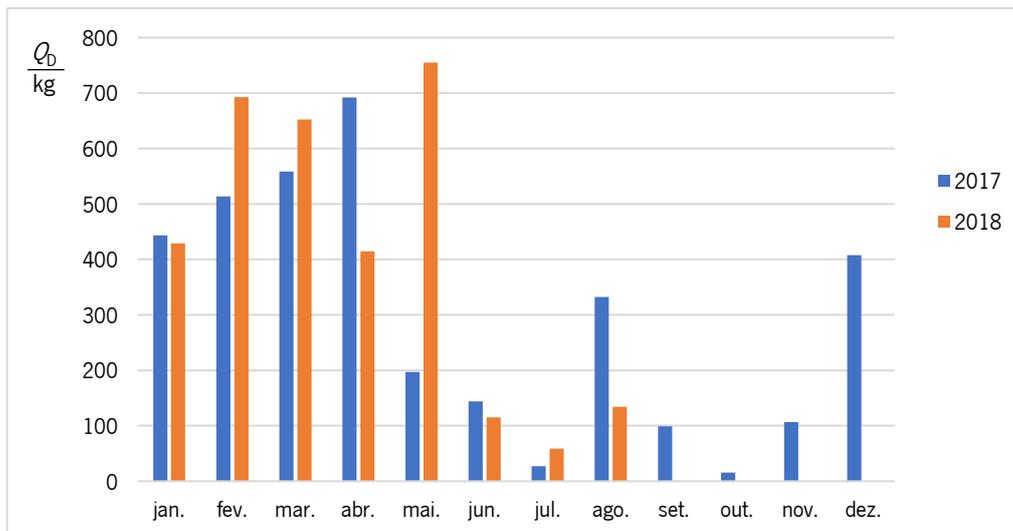


Figura 45. Quantidade de devoluções dos produtos fumados (Q_b) pelos clientes no período de 2017 e 2018.

Os primeiros meses de 2017 e de 2018 detiveram maiores quantidades de produto devolvido comparativamente com os últimos 6 meses do ano. Os meses com maiores quantidades devolvidas foram maio e fevereiro, em 2018. Para o ano 2017 foi o mês de abril. Para perceber os resultados, torna-se importante verificar quais os produtos que apresentaram problemas nestes meses. Os principais produtos devolvidos em abril no ano de 2017, representam-se na Figura 46.

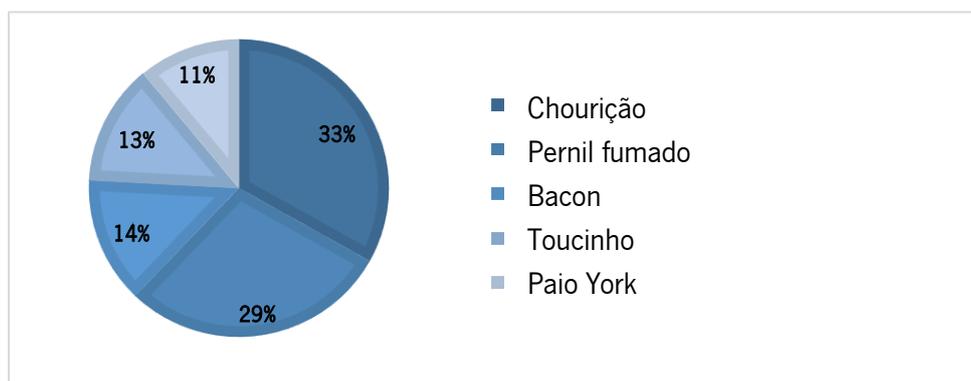


Figura 46. Principais produtos fumados devolvidos no mês de abril de 2017.

Em 2017, os produtos devolvidos no mês com maior quantidade, foram constituídos por produtos embalados a vácuo. Estes, devido à sua estrutura, apresentam dificuldades em selar por completo a embalagem, com possibilidade de entradas de ar, ao longo do tempo. Para além disso, o mau manuseamento dos produtos, pelos operários, permite que estes desembalem mais facilmente.

Em 2018 existem dois meses com destaque no que respeita à quantidade de produtos devolvidos, nomeadamente, fevereiro e maio, representados na Figura 47 e na Figura 48.

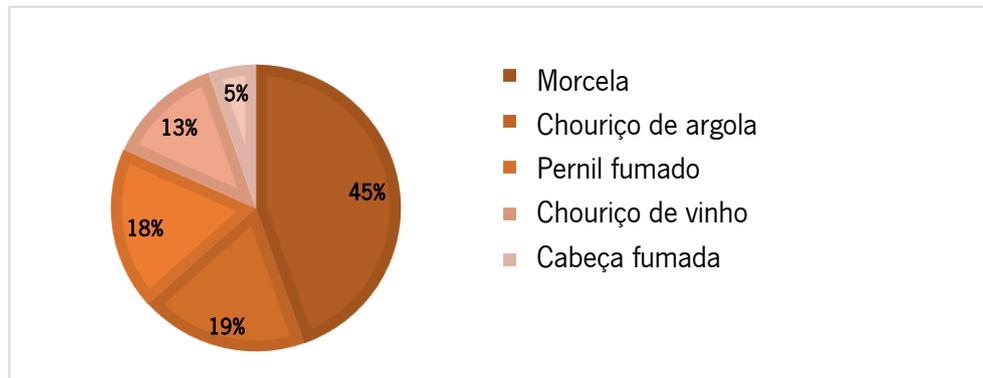


Figura 47. Principais produtos fumados devolvidos no mês de fevereiro de 2018.

Em fevereiro de 2018 verifica-se a existência de grandes devoluções dos produtos processados como a morcela e chouriço de vinho que estão relacionados com o processo de fabrico, que voltam a ser referidas nos meses seguintes.

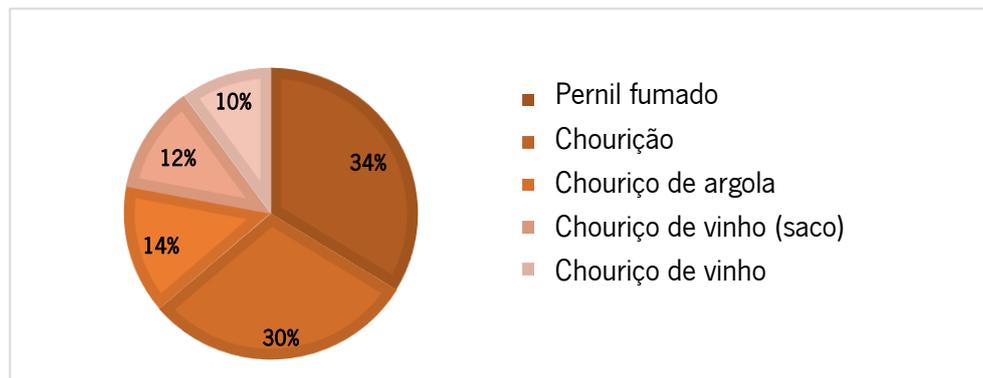


Figura 48. Principais produtos fumados devolvidos no mês de maio em 2018.

Em maio de 2018, os produtos devolvidos remetem para o pernil e o chouriço, devido à sua estrutura e método de embalagem. E ainda, para o chouriço de vinho e chouriço de argola, sendo que a constituição e o processo de fabrico deste último são iguais ao do chouriço de vinho, com alteração apenas do formato do produto.

No geral, em 2018, os produtos com problemas são os que têm uma estrutura mais complexa, como o pernil e a cabeça, e por isso apresentam problemas de embalagem. Também ocorrem problemas em produtos como a morcela e o chouriço de vinho. Estes problemas relacionam-se com a sua nova formulação e/ou com o tempo de processamento.

Os motivos das devoluções dos produtos podem incluir falhas no processo de encomenda, como por exemplo, produto diferente do solicitado, quantidade diferente da solicitada, código de

barras errado, etiquetas ou rótulos não legíveis e preço diferente do definido. Além disso, pode-se incluir problemas com origem no processo de fabrico, nomeadamente, perda de vácuo, produtos com bolor, com salitre ou excesso de gordura. O motivo das devoluções dos produtos fumados, de janeiro a agosto 2017 e no período homólogo de 2018, representa-se na Figura 49.

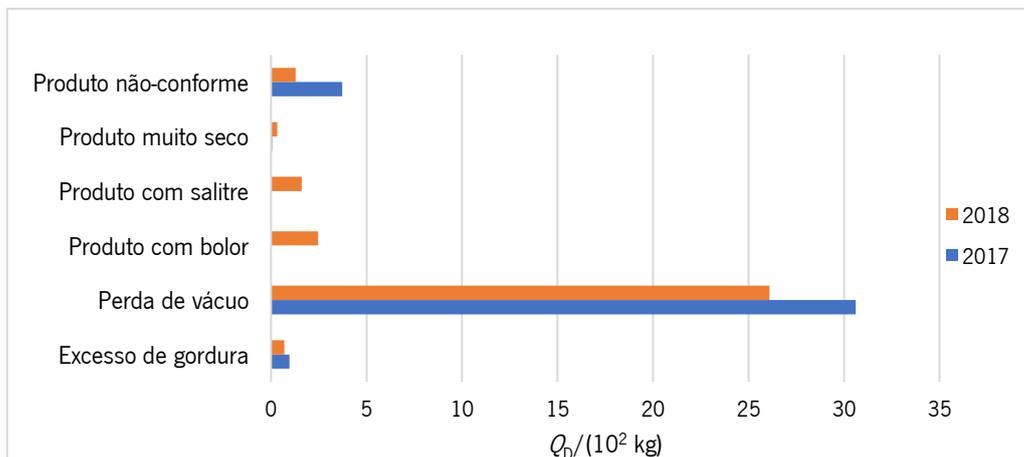


Figura 49. Quantidade de devoluções de fumados (Q_D), para cada motivo, no mesmo período homólogo de 2017 e de 2018.

Os principais problemas dos produtos devolvidos, remetem para o processo de embalamento. Os produtos a vácuo devem ser retificados, no sentido de confirmar a selagem do plástico, a total eliminação do ar na embalagem e o cuidado do manuseio deste tipo de produtos. Em 2018 denota-se a existência de novos problemas nos produtos relacionados com contaminação, excesso de sais (salitre), ou ainda alterações nas características dos produtos. A salitre evidencia-se quando os produtos expostos a temperaturas entre 0 °C e 4 °C ficam com a superfície preenchida com sais.

Após a receção dos produtos devolvidos é necessário decidir o destino a dar-lhes. Estes podem voltar a entrar como *stock* em armazém, ser destruídos ou até mesmo ser utilizados como matérias-primas (Figura 50).

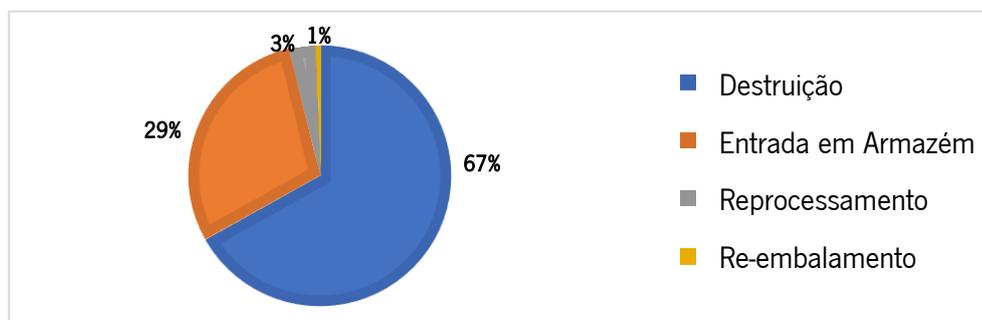


Figura 50. Destino dos produtos devolvidos no ano de 2017.

O destino a dar aos produtos devolvidos fica ao encargo do responsável pela qualidade. Aqueles que apresentarem bolores são destruídos.

No caso dos produtos devolvidos em 2018, os destinos não estão todos especificados. Neste sentido, observando somente os valores de 2017, a maioria dos produtos foi destruída por a maioria apresentar contaminação microbiológica. Somente aqueles produtos que possuem salitre ou são muito secos é que podem ser novamente embalados ou reprocessados.

Devoluções dos produtos selecionados

De modo a perceber quais os problemas dos produtos selecionadas neste trabalho, verificaram-se as quantidades devolvidas de cada um comparativamente com a vendida, de janeiro a maio de 2017 e no seu período homólogo de 2018, para cada motivo (Tabela 22).

Tabela 22. Motivo e quantidade de devoluções relativa à quantidade vendida (Q_{br}), para cada um dos produtos selecionados, durante os cinco primeiros meses dos anos de 2017 e de 2018

Produto	Principais problemas	$Q_{br}/\%$	
		2017	2018
Chouriço de carne extra	Perda de Vácuo	0,19	0,05
Chouriço de carne tradicional	Perda de Vácuo	2,69	1,82
Chouriço de vinho	Perda de vácuo	0,71	1,19
	Produto com salitre	0	0,03
Linguiça	Perda de Vácuo	0,45	0,10
Chouriço crioulo	Perda de Vácuo	0,22	0,09
Morcela	Perda de Vácuo	0,22	0,91
	Produto com bolor	0	3,15

Os produtos com problemas diferentes, e preocupantes, são a morcela e o chouriço de vinho. No caso do chouriço de vinho a nova formulação permitiu colmatar o problema encontrado nestes produtos, no início de 2018. A morcela é um produto com elevada probabilidade de contaminação microbiológica, derivada dos constituintes presentes na sua formulação, ou pelas alterações nas etapas de processamento ou ainda o embalamento utilizado.

Após identificar os problemas destes produtos, controlaram-se os registos da evolução da temperatura na estufa elétrica, usada para o processamento da morcela. Comparou-se ainda a formulação do ano 2017 com a do presente ano 2018, para identificar o problema associado ao produto.

A principal alteração na formulação da morcela remete para a quantidade de carne presente no produto, e ainda, a quantidade de líquido, constituído por sangue e água. Neste sentido, será

necessário mais tempo de processamento para evaporar a quantidade de água suficiente para gerar um valor de a_w que garanta o impedimento do crescimento de microrganismos.

De modo a analisar a melhor solução para o problema deste produto seria necessário implementar modificações na temperatura e tempo de secagem e, depois, averiguar as alterações nele ocorridas, durante o seu prazo de validade. Para tal, seria necessário proceder à avaliação dos efeitos no valor de a_w , no pH, na evolução da cor, na oxidação lipídica e realizar análises microbiológicas e sensoriais, incluindo a apreciação do produto pelos consumidores.

Para a nova formulação da morcela, poderiam ser implementados ajustes no processamento ou nas matérias utilizadas. Quanto ao tratamento térmico aplicado, este pode ser de 2 min a 70 °C, segundo estudo realizado por Pereira *et al.* (2017). Assim poder-se-ia garantir a redução do microrganismo patogénico psicotrófico vegetativo mais resistente ao calor, nomeadamente, *Listeria monocytogenes*. Já para garantir a redução dos esporos de *Clostridium botulinum*, o tratamento seria de 10 min a 90 °C (Pereira, J. A., 2017). No que diz respeito ao embalamento deste produto, segundo Cachaldora *et al.* (2013), o ideal seria em atmosfera modificada, sem oxigénio, somente com 20 % de azoto e 80 % de dióxido de carbono, pois permite a inibição do crescimento de microrganismo e retardamento da oxidação lipídica.

Para a avaliação da estabilidade da morcela no decorrer do tempo de validade são especificados os resultados obtidos por Cachaldora *et al.* (2013). Para este tipo de produto, a análise de 99 amostras, obteve um valor médio do pH de $4,72 \pm 0,02$ e de a_w de $0,869 \pm 0,020$. Relativamente à cor do produto, não existem alterações no decorrer do armazenamento pois a presença do nitrito na sua formulação contribui para a durabilidade deste parâmetro. Em relação à oxidação lipídica, ocorre mais rapidamente quando o produto é embalado em atmosfera modificada com composição de oxigénio presente.

4.2.4. Vendas

As alterações nos produtos podem permitir uma maior margem de manobra dos preços de venda. Deste modo, cria-se maior competitividade perante outras empresas de produtos semelhantes. Este facto pode contribuir para um aumento do número de vendas, e ainda a possibilidade de exportação.

A quantidade de venda dos produtos fumados na empresa varia consoante a época do ano, conforme representado na Figura 51.

Em 2017, os meses com maior quantidade de produtos vendidos foram fevereiro e agosto.

Estas alturas são propícias para o consumo deste tipo de produtos. No primeiro caso remete para época do carnaval e, no segundo, para a chegada dos emigrantes e turistas ao país. Em agosto de 2018, a quantidade vendida apresentou-se inferior à de 2017, isto porque nessa altura houve exportações para a Bélgica e República Checa. Em 2018, o mês de janeiro foi o que registou a maior quantidade de fumados vendida, até ao momento. Neste mês deu-se a exportação de produtos para o Brasil e Espanha, que contribuíram para um aumento das vendas relativamente ao mesmo período de 2017.

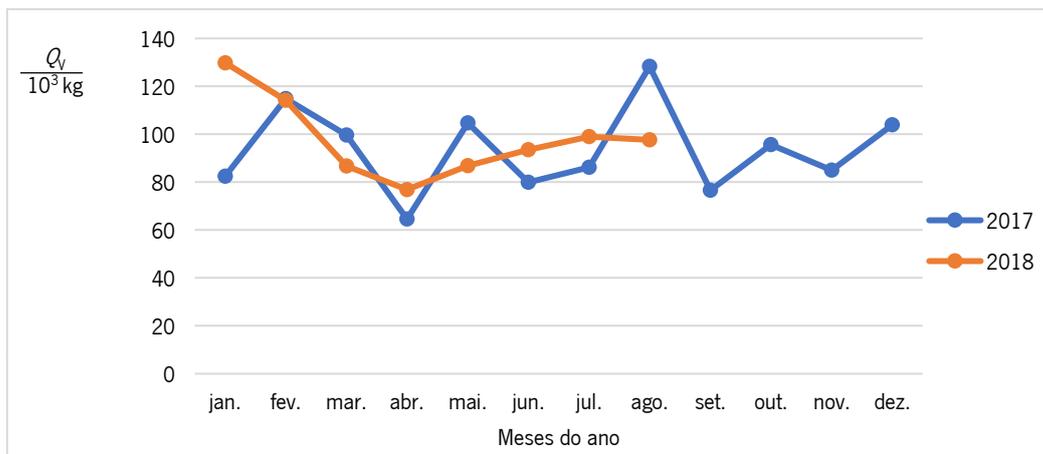


Figura 51. Quantidade de produtos fumados vendidos (Q_v) no decorrer do ano de 2017 e em 2018.

A exportação de produtos é um fator importante para a divulgação do nome da empresa e, conseqüente, para o aumento da quantidade vendida. Ao longo do ano de 2017, os locais de exportação são os que mostram na Figura 52.

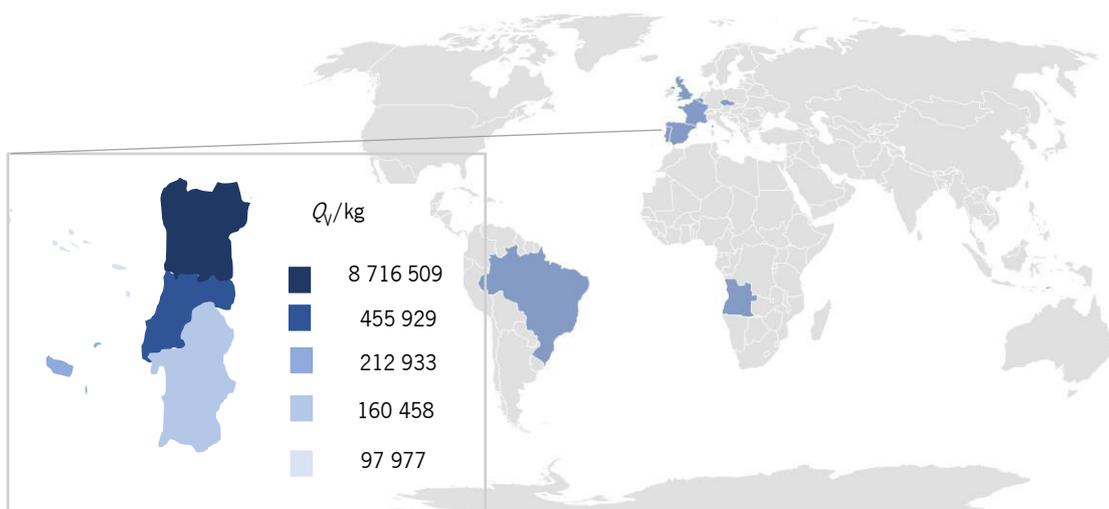


Figura 52. Locais de exportação em 2017 e quantidade de produtos vendidos, (Q_v), nas principais zonas de Portugal.

Em 2017, os locais com maior exportação foram Espanha, Timor e Cabo Verde. Já em Portugal, a zona com maior quantidade de vendas é o Norte, pois a empresa situa-se nesta zona facilitando-se o transporte dos produtos e uma maior divulgação destes.

No caso dos produtos selecionados para análise neste trabalho, as quantidades vendidas, de janeiro até maio, para o ano de 2017 e 2018 representam-se na Figura 53.

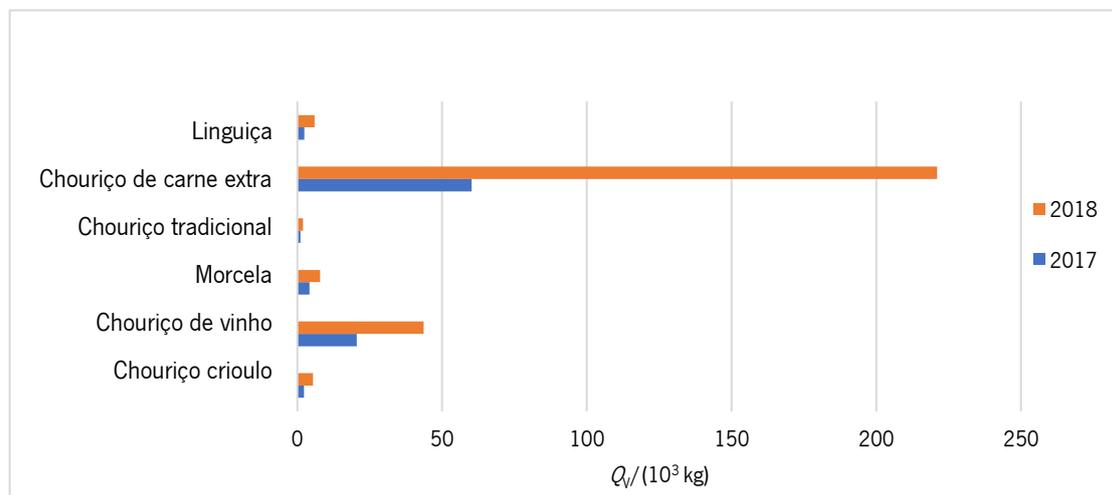


Figura 53. Quantidades dos produtos selecionados vendidos, (Q_v), no decorrer dos cinco primeiros meses de 2017 e de 2018.

No geral, os produtos selecionados apresentam maiores vendas em 2018, de janeiro até maio, do que no período homólogo de 2017. Este facto demonstra que as alterações efetuadas proporcionaram a redução do preço de venda, permitindo um maior poder de compra pelos clientes. Os produtos selecionados mais vendidos são o chouriço de carne extra e o chouriço de vinho, tanto em 2017 como em 2018.

4.2.5. Inquéritos à satisfação dos consumidores

A consulta dos resultados dos inquéritos à satisfação dos consumidores, relativos ao ano de 2017, permitiu inferir acerca da opinião dos clientes perante os produtos desta empresa. Nestes, abordam-se questões relacionados com o marketing, a prestação de serviços, o atendimento aos clientes, a qualidade dos produtos, o tratamento das reclamações e o nível de satisfação dos clientes, tal como representado na Tabela C.1, do Anexo C. No entanto, para este trabalho, somente se observaram as perguntas relacionadas com o produto e a qualidade dos mesmos.

Os resultados das respostas dos consumidores a cada pergunta do inquérito representam-se na Figura 54.

Nas perguntas relativas à quantidade do produto, aquela com menor pontuação remete

para a qualidade do material de embalagem, isto porque, existem muitos produtos que chegam desembalados ao cliente pela perda de vácuo ou falhas no embalamento. Este problema ainda permanece no ano 2018 segundo os dados dos motivos das devoluções.

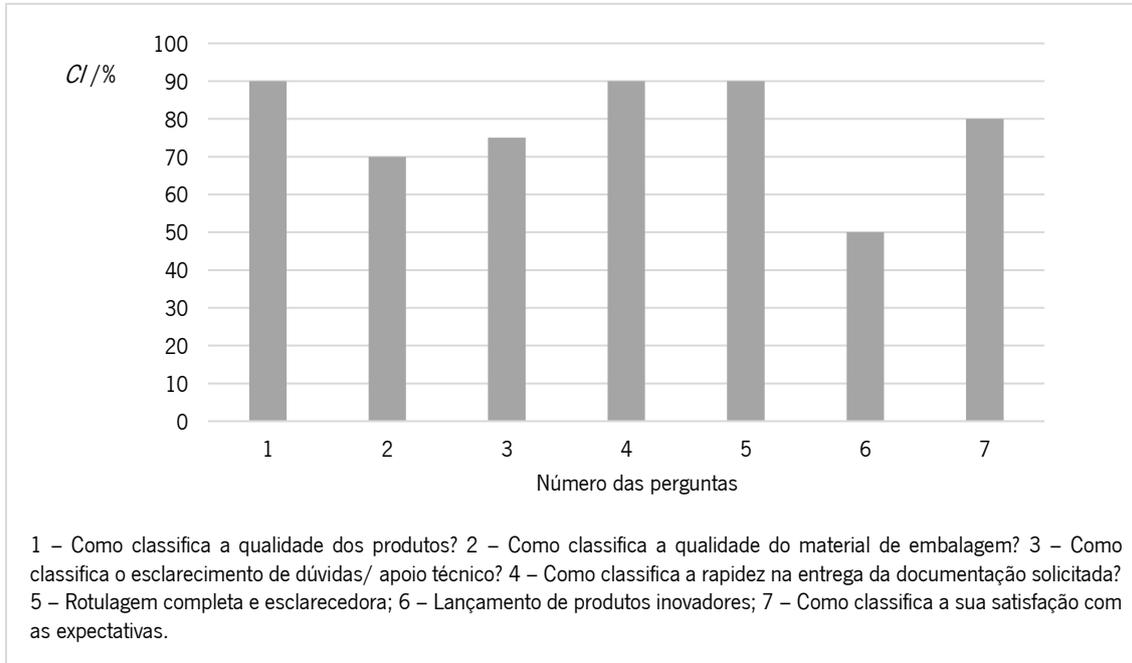


Figura 54. Classificação dos inquéritos (CI) para cada pergunta, realizados aos consumidores, no decorrer de 2017.

Em relação ao produto, propriamente dito, a falta de lançamento de produtos inovadores para o mercado é apontada com um ponto fraco desta empresa. No entanto, a rotulagem esclarecedora, a qualidade dos produtos e a rapidez nas respostas aos clientes destacam-se como pontos fortes, com 90 % da classificação.

5. Considerações Finais

5.1. Conclusões

Neste trabalho pretendeu-se avaliar o impacto das alterações, ocorridas no início de 2018, nas matérias-primas e na etapa de secagem e fumagem de 6 enchidos, nomeadamente chouriço de vinho, chouriço de carne tradicional, chouriço crioulo, linguiça, morcela e chouriço de carne extra.

As alterações nas matérias-primas dos produtos deveram-se à modificação por outras mais baratas, e ainda, a resolução de alguns dos problemas que ocorriam, nomeadamente a salitre. A alteração das matérias cárneas utilizadas, nos produtos selecionados, permitiu uma redução desde 5 % a 40 % do custo, relativamente ao ano anterior. No caso das alterações no tempo de secagem, foi garantido o cumprimento do parâmetro de tempo mínimo que garante a estabilidade microbiológica dos produtos. No entanto, denotam-se algumas falhas no funcionamento das sondas de leitura da temperatura das estufas elétricas. No processo de fumagem o registo da temperatura no fumeiro é possível através da construção de um novo sistema, económico e acessível.

As implicações das alterações efetuadas foram avaliadas pelo cumprimento dos limites estabelecidos para os parâmetros microbiológicos e químicos. O resultado das análises microbiológicas, indicaram a conformidade destes parâmetros com os (limites máximos admissíveis) *LMA*. Também os resultados dos parâmetros químicos, realizados aos produtos selecionados, apresentaram-se inferiores ao limite máximo legal.

O estudo de mercado incidiu na quantidade de devoluções e vendas, e ainda nos resultados dos inquéritos aos consumidores. Denotam-se problemas no embalamento dos produtos fumados, e em especial, problemas de contaminação na morcela. A quantidade de vendas aumentou em 2018, de janeiro a maio, comparativamente com o seu período homólogo, pois a redução do preço proporcionou maior disponibilidade aos clientes para aderir aos produtos fumados selecionados neste trabalho. Os inquéritos aos clientes apontaram o embalamento e a pouca inovação nos produtos da empresa, como pontos de possíveis melhorias da parte desta empresa.

5.2. Sugestões e recomendações

Para tornar a avaliação das alterações efetuadas nos produtos credível, seria vantajoso a execução de análises sensoriais, sempre que existam alterações e que estas fiquem registadas e documentadas. Para além disto, de modo a tornar o produto mais seguro, seria útil também realizar análises aos produtos sempre que ocorram alterações a nível do tempo de processamento e das quantidades de aditivos utilizados. Todas estas tarefas poderiam estar a cargo de um departamento de inovação/desenvolvimento de produto, que neste momento seria encarregue de assegurar uma nova formulação da morcela, assim como, o tempo de processamento e condições de embalagem, que assegure a estabilidade do enchido.

No caso da análise sensorial para os produtos alterados, o método utilizado poderia ser discriminativo, nomeadamente o teste triangular. Esta prova utiliza-se com um número reduzido de pessoas no painel de provadores e serve essencialmente para identificar pequenas diferenças entre amostras, ideal no caso da redução de custos dos produtos.

Para um melhor controlo do processo de produção e melhoria do produto obtido seria vantajoso o investimento em tecnologias de controlo e verificação do funcionamento dos equipamentos. Em especial, dever-se-ia dar atenção às estufas elétricas e máquinas de embalagem a vácuo. Além disso, seria de todo aconselhável apostar na sensibilização dos operadores para a fragilidade dos produtos embalados, que evitaria a perda de alguns produtos por mau manuseamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aditivos e Ingredientes. (2012). Função dos fosfatos em alimentos. Obtido 29 de Julho de 2018, de http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/185.pdf
- Andrée, S., Jira, W., Schwind, K. H., Wagner, H., e Schwägele, F. (2010). Chemical safety of meat and meat products. *Meat Science*, *86*, 38–48. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.04.020
- Belitz, H.-D., Grosch, W., e Schieberle, P. (2009). Meat. In *Food Chemistry* (4.ª ed., pp. 563–616). DOI:10.1007/978-3-540-69934-7
- Carnes Landeiro. (2018). Carnes Landeiro- o sabor tradicional. Obtido 3 de Março de 2018, de <http://www.carneslandeiro.pt/>
- Codex Alimentarius. (2003). Food and Agriculture Organization, 1–56. DOI:10.1016/j.apmr.2006.12.037
- Dave, D., e Ghaly, A. E. (2011). Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques : A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *6*(4), 486–510.
- Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro. (2017). Relativo à qualidade da água destinada ao consumo humano. *Diário da República*.
- DFRobot – Drive the future. (2018). TMP100 Temperature Sensor Module. Obtido 4 de Setembro de 2018, de <https://www.dfrobot.com/product-835.html>
- ESAC – Escola Superior Agrária de Coimbra. (2000). Segurança alimentar de produtos cárneos tradicionais. Obtido 3 de Março de 2018, de http://www.esac.pt/noronha/manuais/seguranca_alimentar_produtos_c.pdf
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Meat Consumption. Obtido 31 de Janeiro de 2018, de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/background.html>
- FDA – Food and Drug Administration. (2012). *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins* (2.ª ed.). DOI:10.1016/S1872-2040(10)60451-3
- Fernández-López, J.; Sayas-Barberá, E.; Muñoz, T.; Sendra, E.; Navarro, C.; Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Effect of packaging conditions on shelf-life of ostrich steaks. *Meat Science*, *78*, 143–152. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.09.003
- Freixanet, L. (2000). Additives and ingredients in the manufacture of whole muscle cooked meat products. In *Metalquímica* (1.ª ed., pp. 27–40).

- FSIS - Food Safety Inspection Service. (1999). Compliance guidelines for cooling heat-treated meat and poultry products (Stabilization). *Performance standards for the production of certain meat and poultry products*, 64(3), 732–749.
- Gilbert, R., Louvois, J., Donovan, T., Little, C., e Al., E. (2000). Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable disease and public health / PHLS*, 3(3), 163–167.
- Grau, R., Andres, A., e Barat, J. M. (2014). Principles of Drying. In *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (2.ª ed., pp. 31–38). DOI:10.1002/9781118522653.ch5
- Heinz, G. et al. (2007). *Meat processing technology for small to medium scale producers*. Obtido de <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/AI407E00.htm#Contents>
- Honikel, K.-O. (2012). Meat and Meat Products. *Encyclopedia of industrial chemistry*, 22, 335–351. DOI:10.1002/14356007.e16
- HPA – Health Protection Agency. (2009). *Guidelines for Assessing the Microbiological Safety of Ready-to-Eat Foods Placed on the Market*. Health Protection Agency. London: Health Protection Agency.
- IARC – International Agency for Research on Cancer. (1986). IARC monographs programme on the evaluation of carcinogenic risks to humans. *Supplement 7*, 49(1), 17–34.
- IARC – International Agency for Research on Cancer. (2018). List of classifications. Obtido 2 de Outubro de 2018, de <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/>
- Intorobotics. (2015). How to pick the best temperature sensor for your Arduino project. Obtido 4 de Setembro de 2018, de <https://www.intorobotics.com/pick-best-temperature-sensor-arduino-project/>
- ISO 6658:2005. (2005). Sensory Analysis, Methodology - General Guidance, 28.
- ISO 8589:2007. (2010). Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms, 24.
- Jansen, W., Grabowski, N., Gerulat, B., e Klein, G. (2016). Food Safety Hazards and Microbiological Zoonoses in European Meat Imports Detected in Border Inspection in the Period 2008 – 2013. *Zoonoses and Public Health*, 63(2016), 53–61. DOI:10.1111/zph.12204
- Kemp, S., Hollowood, T., e Hort, J. (2008). *Sensory Evaluation - A Practical Handbook*. Wiley-Blackwell.
- Ledesma, E., Rendueles, M., e Díaz, M. (2014). Benzo (a) pyrene penetration on a smoked meat product during smoking time. In *Food Additives & Contaminants: Part A* (pp. 37–41). London: Taylor & Francis. DOI:10.1080/19440049.2014.949875

- Ledesma, E., Rendueles, M., e Díaz, M. (2015). Characterization of natural and synthetic casings and mechanism of BaP penetration in smoked meat products. *Food Control*, *51*(1881), 195–205. DOI:10.1016/j.foodcont.2014.11.025
- Ledesma, E., Rendueles, M., e Díaz, M. (2016). Contamination of meat products during smoking by polycyclic aromatic hydrocarbons : Processes and prevention. *Food Control*, *60*, 64–87. DOI:10.1016/j.foodcont.2015.07.016
- Lima, J. E. L. (2014). *Sistema de comunicação e controlo para hidroponia*. Universidade do Minho. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/34363>
- Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C., e Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, *97*(2), 197–206. DOI:10.1016/j.meatsci.2014.02.003
- Liu, M. N., Callahan, J. A., e Solomon, M. (1957). Meat products, processed meat ingredients. Em D. Othmer e R. E. Kirk (Eds.), *Encyclopedia of Chemical Technology* (pp. 1–15).
- López-Bote, C. (2017). Chemical and Biochemical Constitution of Muscle. In *Lawrie's Meat Science* (pp. 99–158). DOI:10.1016/B978-0-08-100694-8.00004-2
- Love, J. D., e Pearson, A. M. (1970). Lipid Oxidation in Meat and Meat Products - A Review 1. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *48*(9), 547–548. DOI:<https://doi.org/10.1007/BF02544559>
- Marcos, C., Viegas, C., Almeida, A., e Guerra, M. (2016). Portuguese traditional sausages : different types , nutritional composition, and novel trends. *Journal of Ethnic Foods*, *43*(2), 1–10. DOI:10.1016/j.jef.2016.01.004
- McMillin, K. W. (2017). *Advancements in meat packaging*. *Meat Science*. Elsevier Ltd. DOI:10.1016/j.meatsci.2017.04.015
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., e Carr, B. T. (2007). Sensory Attributes and the Way We Perceive Them. In *Sensory evaluation techniques* (5.ª ed., pp. 7–24). CRC Press LLC. DOI:10.1201/9781439832271.ch2
- Microchip. (2018). PIC16F1713. Obtido 29 de Agosto de 2018, de <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F1713>
- Nørrung, B., e Buncic, S. (2008). Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Science*, *78*(1–2), 14–24. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.07.032
- Pereira, J. A., Ferreira-Dias, S., Dionísio, L., Patarata, L., e Matos, T. J. S. (2017). Application of Unsteady-State Heat Transfer Equations to Thermal Process of Morcela de arroz from

- Monchique Region, a Portuguese Traditional Blood Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), 1–7. DOI:10.1111/jfpp.12870
- Pereira, J. A., Silva, P., Matos, T. J. S., e Patarata, L. (2015). Shelf life determination of sliced portuguese traditional blood sausage-morcela de arroz de monchique through microbiological challenge and consumer test. *Journal of Food Science*, 80(3), M642–M648. DOI:10.1111/1750-3841.12782
- Purslow, P. P. (2017). The Structure and Growth of Muscle. In *Lawrie's Meat Science* (8.ª ed., pp. 49–97). DOI:10.1016/B978-0-08-100694-8.00003-0
- Regulamento (CE) n.º 1441/2007, 5 de dezembro. (2007). Relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. *Journal Oficial da União Europeia*, 12–29.
- Regulamento (CE) n.º 1881/2006, de 19 de dezembro. (2006). Teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 5–24.
- Regulamento (CE) n.º 2073/2005, 15 de novembro de 2005. (2005). Critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 1–26.
- Regulamento (UE) n.º 1129/2011, de 11 de novembro. (2011). Estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares. *Jornal Oficial da União Europeia*, 25.
- Regulamento (UE) n.º 1151/2012, de 21 de novembro de 2012. (2012). Regimes de qualidade dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 29.
- Regulamento (UE) n.º 835/2011, 19 de agosto. (2011). Teores máximos de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos presentes nos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 4–8.
- Santos, C., Gomes, A., e Roseiro, L. C. (2011). Polycyclic aromatic hydrocarbons incidence in portuguese traditional smoked meat products. *Food and Chemical Toxicology*, 49(9), 2343–2347. DOI:10.1016/j.fct.2011.06.036
- Sikorski, Z. E., e Sinkiewicz, I. (2014). Principles of Smoking. In *Handbook of Fermented Meat and Poultry: Second Edition* (pp. 39–45). DOI:10.1002/9781118522653.ch6
- Sikorski, Z. E., e Sinkiewicz, I. (2014). Smoking- Tradicional. *Encyclopedia of Meat Sciences* (Vol. 3, pp. 321–327). DOI:10.1016/B978-0-12-384731-7.00227-0
- Sousa, C. (2012). *Laboratórios de microbiologia alimentar – Os desafios actuais e futuros*. Universidade de Lisboa.
- Teixeira, L. V. (2009). Análise Sensorial Na Indústria De Alimentos. *Revista do Instituto de Latic. «Cândido Tostes»*, 64, 12–21.

- Texas Instruments. (2018). MSP430F133. Obtido 27 de Agosto de 2018, de <http://www.ti.com/product/MSP430F133/description>
- Thomazini, D., e Albuquerque, P. U. B. (2007). *Sensores Industriais- Fundamentos e Aplicações*. (Editora Érica, Ed.) (4ª ed.). São Paulo.
- Toldrá, F. (2010). *Handbook of Meat Processing* (Wiley-Blac). (1ª ed.) USA. DOI:10.1002/9780813820897
- Vaclavik, V., e Christian, E. (2007). Meat, Poultry, Fish and Dried Beans. In *Essentials of Food Science* (3.ª ed., pp. 23–42).
- Vandendriessche, F. (2008). Meat products in the past , today and in the future. *Meat Science*, 78, 104–113. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.10.003
- Vaz-Velho, M. (2003). Smoked Foods/Production. In *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (2.ª ed., pp. 5302–5309).
- Venturini, Anna Cecilia; Contreras-Castillo, Carmen Josefina; Faria, J. A. F. (2009). Revisão : sistemas de embalagem para carne bovina fresca em atmosfera modificada. *Journal of Food Technology*, 12, 128–137. DOI:10.4260/BJFT20095508
- Xiong, Y. L. (2012). Nonmeat Ingredients and Additives. In *Handbook of Meat and Meat Processing* (2.ª ed., pp. 573–588). CRC Press. DOI:doi:10.1201/b11479-39

ANEXOS

- A – Dados da legislação relativa aos produtos cárneos;
 - B – Informações dos produtos selecionados;
 - C – Inquérito à satisfação dos clientes e nota de devolução dos produtos.
-

Anexo A – Dados da legislação relativa aos produtos cárneos

O processo de fabrico dos produtos na Carne Landeiro respeita o cumprimento dos parâmetros normativos, nomeadamente as quantidades de aditivos utilizados nas formulações dos produtos à base de carne, especificados na Tabela A.1. E ainda, os limites máximos de microbiológicos e contaminantes químicos, Tabela A.2 e Tabela A.3, respetivamente.

Tabela A.1. Limite máximo (*LM*) de utilização de cada aditivo permitido no processamento de carne e em produtos cárneos
(adaptado de Regulamento (UE) n.º 1129/2011)

Categoria	Número E	Designação	<i>LM</i> /(mg/kg)
Antioxidante	E 300	Ácido L-ascórbico	q.s. ^a
	E 301	L-ascorbato de sódio	q.s. ^a
	E 315	Ácido eritórbico	500
	E 316	Eritorbato de sódio	500
Emulsionante	E 338 – E 452	Ácido fosfórico, Di, tri e polifosfatos	5000
Intensificador de sabor	E 621	Glutamato monossódico	q.s. ^a
	E 627	Guanilato dissódico	500
	E 631	Inosinato dissódico	500
Conservante	E 214 – E 219	Ácido sórbico, p-hidroxibenzoatos	1000
	E 200 – E 203	Ácido sórbico	1000
	E 210 – E 213	Ácido benzóico	500
	E 249 – E 250	Nitritos	100
	E 251 – E 252	Nitritos	150
Corantes ^b	E 100	Curcumina	20
	E 120	Cochonilha	100
	E 160	Caroteno	20
	E 162	Vermelho beterraba	q.s. ^a

^a – (*quantum satis*) – composto sem nível máximo especificado; deve-se utilizar as quantidades necessárias para atingir os objetivos, sob boas práticas de fabrico.

^b – Unicamente aplicado em invólucros comestíveis.

Tabela A.2. Limites microbiológicos satisfatórios e insatisfatórios presentes na carne e preparados de carne (adaptado do Regulamento (CE) n.º 1831/2003, de 5 de dezembro)

Categoria dos alimentos	Microrganismo	Unidades	Limites		Fase do processo em que se aplica	Medidas em caso de resultado insatisfatório
			<i>m</i>	<i>M</i>		
Preparado de carne	<i>Escherichia coli</i> ,	$\frac{UFC}{g^1}$	500	5000	Fim do processo de fabrico	Melhoria da higiene na produção e da seleção e/ou origem das matérias-primas
Carcaças de suíno	Enterobacteriaceae		2,0	3,0	Carcaça após preparação, mas antes de refrigeração	Melhoria da higiene no abate e reexame das modalidades de controlo dos processos
	Número de colónias aeróbias		4,0	5,0		
	<i>Salmonella</i> spp.	$\frac{UFC_{MLD}}{cm^2}$	Ausência em 400			
Carcaças de bovino	Enterobacteriaceae		1,5	2,5		
	Número de colónias aeróbias		3,5	5,0		
	<i>Salmonella</i> spp.		Ausência			

UFC – Unidades Formadoras de Colónias;

UFC_{MLD} – Unidades Formadoras de Colónias (média logarítmica diária);

m – Limite satisfatório;

M – Limite insatisfatório.

Tabela A.3. Limites máximos (*LM*) para os diferentes contaminantes da carne e produtos à base de carne

Compostos	Contaminantes		<i>LM</i>	Referência
Metais Pesados	Chumbo		0,10 mg/kg	Regulamento (CE) n.º 1881/2006
	Cádmio		0,050 mg/kg	
Hidrocarbonetos clorados (por massa de gordura)	Dioxinas	Bovino	3,0 pg/g	
		Suíno	1,0 pg/g	
	Dioxina + PCB sob forma de dioxina	Bovino	4,5 pg/g	
		Suíno	1,5 pg/g	
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	BaP		2,0 µg/kg	Regulamento (UE) n.º 835/2011
	Somatório de BaP, BaA, BbF e CHR		12,0 µg/kg	

Anexo B – Informações dos produtos selecionados

Os produtos apresentam constituição e metodologias de fabrico diferentes entre eles, originando prazos de validade distintos, especificados na Tabela B.1. Na formulação deste utilizam-se diferentes combinações de aditivos especificadas pelos fornecedores, com o intuito de facilitar o processo de formular os produtos (Tabela B.2).

Tabela B.1. Constituintes e validade (Val) dos produtos selecionados

Produtos	Constituintes	Val/d
Chouriço de vinho 	Carne, gordura, hemoglobina, sal, vinho, proteína de soja, proteínas do leite, dextrose, lactose, sacarose, amido, especiarias, emulsionantes, antioxidantes e conservantes	180
Chouriço de carne tradicional 	Carne de suíno, sal, vinho, dextrose, especiarias, emulsionantes, antioxidantes e conservantes	180
Chouriço de carne extra 	Carne e gordura de suíno, sal, proteína de soja, dextrose, especiarias (pimentão, alho, pimenta), óleo vegetal, oleoresina de pimentão, açúcar, emulsionante, antioxidante, conservante.	180
Morcela 	Carne e gordura de suíno fresca, hemoglobina, farinha de milho, sal, especiarias, emulsionantes, dextrose, sacarose, antioxidantes e conservantes	90
Linguiça 	Carne e gordura de suíno, sal, proteína de soja, dextrose, especiarias (pimentão, alho, pimenta), óleo vegetal, oleoresina de pimentão, açúcar, emulsionante, antioxidante, conservante	180
Chouriço crioulo 	Carne, gordura, água, sal, proteína de soja, dextrose, especiarias, emulsionantes, açúcar, antioxidantes, intensificador de sabor, aroma, corante, conservante	60

Tabela B.2. Formulações de aditivos utilizados nos produtos selecionados com a devida constituição e a especificação de utilização cedida pelo fornecedor (E_F)

Ingrediente	Constituição	E_F /%
<i>Chouriço Mix.</i>	Proteína de soja, dextrose, estabilizantes (E 451), antioxidantes (E 301), açúcar e extratos de especiarias	4,60 ^a
<i>Tocos Combi</i>	Cloreto de sódio, dextrose, estabilizante (E 451), antioxidante (E 331, E 301)	6,12 ^a
<i>Cond. Salsicha</i>	Cloreto de sódio, especiarias (pimenta, noz-moscada), dextrose, antioxidante (E 331, E 316), intensificador de sabor (E 621) e corante (E 120)	2,50 a 3,50 ^a
<i>Nitricure 6</i>	Cloreto de sódio e conservante (E 120)	0,15 a 0,25 ^b

^a – Relativo à quantidade de carne utilizada na fórmula.

^b – Relativo à massa total da mistura.

Anexo C – Inquérito à satisfação dos clientes e nota de devolução dos produtos

A empresa possui documentos que são disponibilizados aos clientes como forma de aceder às suas preferências e reclamações. Neste sentido realiza anualmente um inquérito à satisfação dos mesmos, com o questionário representado na Tabela C.1. Além disso, disponibiliza a nota de devolução no momento de reclamação de algum produto, Figura C.1.

Tabela C.1. Inquérito da avaliação da satisfação dos clientes da empresa

QUESTÕES	PONTUAÇÃO				
	Mau	Fraco	Satisfaz	Bom	Excelente
Marketing					
Confiança na marca					
Diversidade da Gama de Produtos					
Imagem dos produtos					
Comunicação das inovações da Landeiro					
Considerações Gerais dos Serviços					
Cumprimento da Higiene e Regras de Transporte					
Cumprimento de prazos de entrega					
Satisfação das encomendas					
Flexibilidade em situações extraordinárias / urgentes					
Comercial					
Disponibilidade e presença do Comercial					
Acompanhamento do Negócio / Resolução de problemas					
Identificação de oportunidades e construção de propostas adequadas					
Apresentação e postura dos motoristas					
Atendimento ao Cliente – Resposta Telefónica					
Tempo de Espera					
Qualidade do Atendimento					
Produto					
Rotulagem completa e esclarecedora					
Lançamento de produtos inovadores					
Satisfação com as expectativas					
Qualidade					
Qualidade dos produtos					
Qualidade do Material de Embalagem					
Esclarecimento de Dúvidas / Apoio Técnico					
Rapidez na entrega de documentação solicitada					
Tratamento de Reclamações					
Rapidez na resposta às reclamações					
Nível de satisfação global					
Nível de satisfação global					
Pontos Fortes:			Pontos Fracos:		
N.º CLIENTE: _____ NOME: _____ DATA: ____/____/____					

Carnes Landeiro o sabor tradicional - desde 1977 -		Nota de Devolução		N.º	
Rua de Landeiro - Silveiros - Barcelos Apartado 11 - EC Nine - 4776-909 NINE www.carneslandeiro.pt - geral@carneslandeiro.pt Telf. +351 252 960 100 - Fax. +351 252 961 061				Data: __/__/__	
CLIENTE N.º _____ V/N CONTRIBUINTE _____ FACTURA N.º _____ VENDEDOR: _____ LOCAL DE CARGA: MORADA DO CLIENTE				N.º Contribuinte: 500 687 617 Sociedade Anónima - Matrícula C.R.C. de Barcelos N.º 500687617 Capital Social 2.500.000 Euros	
DEVOLUÇÃO		LOCAL DE DESCARGA: SILVEIROS - BARCELOS			
PRODUTO	QUANT.	LOTE	MOTIVO		
			<input type="checkbox"/> Produto Diferente do Solicitado <input type="checkbox"/> Quantidade Diferente da Solicitada <input type="checkbox"/> Validade Curta <input type="checkbox"/> Código de Barras Errado <input type="checkbox"/> Etiquetas/Rótulos não legíveis <input type="checkbox"/> Perda de Vácuo <input type="checkbox"/> Produto Não Conforme : _____ <input type="checkbox"/> Preço Diferente do Definido <input type="checkbox"/> Outro : _____		
OBS.:					
VEÍCULO		Matrícula : __-__-__			
Cliente	Data	Motorista	Data	Enc. Armazém	Data
	__/__/__		__/__/__		__/__/__
Tip. Serra - Oliveira, Fonseca & Silva, Lda. - Cert. 300204588 V. N. Fomaldão - Enx. Au. por Desp. Ministerial de 88/01/88		Destino: <input type="checkbox"/> Destruição <input type="checkbox"/> Reprocessamento <input type="checkbox"/> Entrada em Armazém		Resp. Qualidade e Ambiente / Data _____ __/__/__	
P.02-11 (V1.5)					

Figura C.1. Nota de devolução dos produtos da empresa fornecida aos clientes. 1 – Identificação do cliente; 2 – Descrição dos produtos devolvidos; 3 – Motivo da devolução dos produtos; 4 – Identificação do veículo de transporte e 5 – Destino dos produtos devolvidos.