

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Carlos Miguel Pereira Gonçalves

Processamento de carnes frescas – controlo de processo

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor José Maria Marques Oliveira
e da
Dr^a Bruna Moreira

outubro de 2019

Direitos de Autor e Condições de Utilização do Trabalho por Terceiros

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição Não Comercial
CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à empresa onde efetuei o estágio curricular pela oportunidade concedida. Agradeço a todos os colaboradores com quem interagi e me ajudaram no desenvolvimento do meu trabalho. Em especial, agradeço ao orientador da empresa, Dr.^a Bruna Moreira, e ao orientador de universidade professor José Maria Oliveira, por toda a disponibilidade oferecida para que este projeto corresse da melhor maneira.

Por último, agradeço à minha família e a todos os meus amigos que fizeram parte no meu percurso de universidade, me apoiaram nos bons e maus momentos.

Declaração de Integridade

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Processamento de carnes frescas – controlo de processo

Resumo

O crescente consumo de carne a nível mundial leva cada vez mais à necessidade de criação de gestão de operações mais efetivas e eficientes com vista garantir a conformidade do produto, e ainda a segurança alimentar do mesmo.

Deste modo, nesta dissertação estudou-se de forma aprofundada e crítica todos os processos existentes numa empresa de produção de preparados de carne, com os objetivos de avaliar e quantificar a produtividade dos mesmos, aferir as estratégias de controlo de processo utilizadas, e, por fim, apresentar sugestões de melhoria. Foram estudados, através de rastreios, todas as etapas do processo, nomeadamente a picagem, produção de misturas, e linhas de produção para produtos cárneos frescos e congelados.

A maioria dos processos é realizada de forma manual ou necessita de intervenção humana, pelo que limita a capacidade dos processos e não explora os potenciais de velocidade de processamento dos equipamentos. As perdas de produto no processo são recorrentes. As paragens nas etapas retardam os processos, bem como a existência de fatores externos (como a rastreabilidade e o controlo do alérgenos). O tipo de artigos em produção e o respetivo tipo de embalamento interferem na produtividade das linhas de produção.

Assim se concluiu que o controlo de processo, aliado ao planeamento e à gestão de colaboradores são fundamentais para garantir a coesão de operação entre processos que operam a ritmos distintos.

Palavras-chave: controlo, planeamento, preparado de carne, processo

Fresh meat processing – process control

Abstract

Meat consumption worldwide increasingly leads to the need for more effective and efficient operations management to ensure product compliance and food safety.

Thus, in this dissertation, it was studied in depth and critically all the processes that exist in a meat preparation company, with the objective of evaluating and quantifying their productivity, and gauging the process control strategies used. Finally, suggestions for improvement were made. All stages of the process, including mincing, mixture production, and production lines for fresh and frozen meat products were studied through screening.

Most processes are performed manually or require human intervention, so process capacity is limited and do not exploit the potential processing speed of equipment. Product losses in the process recur. Stops at steps slow down processes as well as external factors (such as traceability and allergen control). The type of products in production and the type of packaging affect the productivity of the production lines.

Hence, it was concluded that process control, combined with planning and management of employees, IS fundamental to ensure the cohesion of operation between processes that operate at different rates.

Keywords: control, planning, process, processed meat products

Índice

Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Índice de Figuras.....	X
Índice de Tabelas.....	XI
Lista de variáveis, abreviaturas e siglas.....	XIII
1. Enquadramento.....	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. A empresa.....	1
1.3. Organização da dissertação.....	2
2. Introdução Teórica.....	3
2.1. Preparados de carne frescas.....	3
2.2. Evolução do consumo de carne.....	4
2.3. Cadeia de valor carne bovino.....	5
2.4. Conceptualização de processo.....	5
2.5. Gestão das Operações.....	7
2.5.1. Planeamento.....	8
2.5.2. Controlo.....	10
2.5.3. Organização.....	10
2.5.4. Liderança.....	11
2.6. Higiene e Segurança Alimentar.....	12
2.6.1. Análise dos Perigos e Controlo dos Pontos Críticos (HACCP).....	13
2.6.2. <i>British Retail Consortium</i> (BRC).....	13
2.6.3. Alergénios.....	14
2.7. Qualidade de produção e de produto.....	15
3. A Secção dos Preparados de Carne da Empresa.....	16
3.1. Planta da secção.....	16
3.2. Artigos produzidos.....	17
3.2.1. Preparados de carne frescos.....	17
3.2.2. Preparados de carne congelados.....	18
3.3. Fluxograma do processo.....	20
3.3.1. Zona de picagem.....	21
3.3.2. Zona de mistura.....	22

3.3.3 Zona dos congelados	23
3.3.4. Zona dos frescos.....	25
3.4. Qualidade e segurança alimentar	26
3.4.1. Pontos críticos de controlo (PCC's).....	26
3.4.2. Conformidade de produto.....	28
3.5. Resíduos gerados.....	28
4. Estudos efetuados	29
4.1. Estudo I – Processo de picagem	29
4.1.1. Metodologias utilizadas no estudo I	31
4.2. Estudo II – Gestão de produção de misturas	32
4.2.1. Metodologias utilizadas no estudo II	32
4.3. Estudo III – Controlo de processo na zona dos frescos.....	34
4.3.1. Metodologias utilizadas no estudo III	35
4.4. Estudo IV – Controlo de processo na zona dos congelados.....	37
4.4.1. Metodologias utilizadas no estudo IV	38
4.5 Análise estatística	40
5. Resultados e discussão	41
5.1. Estudo I – Processo de picagem	41
5.1.1. Avaliação de desempenho da picadora.....	41
5.1.2. Fatores que influenciam o processo de picagem.....	42
5.1.3. Considerações globais do estudo I.....	49
5.2. Estudo II – Gestão de produção de misturas	50
5.3. Estudo III – Controlo de processo na zona dos frescos.....	54
5.3.1. Análise à linha de processamento	54
5.3.2. Embalamento primário.....	57
5.3.3. Etiquetagem	60
5.3.4. Avaliação de perdas.....	63
5.4. Estudo IV – Controlo de processo na zona dos congelados.....	65
5.4.1. Análise à linha de processamento	66
5.4.2. Comparação entre embalamento primário, etiquetagem e paletização	67
5.4.3. Análise de perdas	71
5.5. Estratégia para a gestão de operações.....	77
6. Conclusões.....	81

Referências Bibliográficas.....	82
Anexos.....	84

Índice de Figuras

Figura 1. Preparados de carne existentes no mercado.	3
Figura 2. Evolução anual do consumo de carne, <i>per capita</i> (c_{pc}), em Portugal (à esquerda), e em específico de carne de bovino (à direita)(adaptado de INE, 2019).	4
Figura 3. Diagrama representativo de um processo genérico.	5
Figura 4. Decomposição da duração de uma operação (adaptado de Roldão & Ribeiro, 2007).	7
Figura 5. Princípios da gestão em interação (adaptado de Roldão & Ribeiro, 2007).	8
Figura 6. Planta da secção dos preparados de carne, e respetiva localização da zona de picagem (a amarelo), zona de mistura (a verde), zona dos congelados (a azul) e a zona dos frescos (a vermelho).	16
Figura 7. Tabuleiros de cartão pequenos (à esquerda) e grandes (à direita).	18
Figura 8. Fluxograma de processo da secção de preparados de carne.	20
Figura 9. Ilustração de carne em bloco (à esquerda) e carne em vácuo (direita).	21
Figura 10. Carne picada obtida após a 1.ª picagem (à esquerda), e após a 2.ª picagem (à direita).	21
Figura 11. Crivo utilizado na 1.a picagem (à esquerda) e na 2.a picagem (à direita).	22
Figura 12. “Tapete sem fim” para movimentação dos preparados de carne (à direita) e utilização de braço robotizado para a transferência dos preparados de carne para o túnel de congelação (à esquerda).	24
Figura 13. Equipamento para embalagem SD.	25
Figura 14. Estudos realizados e respetiva zona da secção.	29
Figura 15. Organograma das variáveis avaliadas no estudo I.	30
Figura 16. Organograma dos parâmetros estudados, bem como das etapas do processo em estudo onde os carrinhos se poderão localizar.	33
Figura 17. Organograma das variáveis avaliadas no estudo III.	34
Figura 18. Organograma das variáveis avaliadas no estudo IV.	37
Figura 19. Sequência de etapas a elaborar na zona de picagem.	43
Figura 20. Localização das tarefas a executar durante o processo de picagem.	46
Figura 21. Diagrama temporal para a execução de alguns artigos.	55
Figura 22. Ilustração das perdas na moldagem de almôndegas (à esquerda), e de hambúrgueres (à direita).	63
Figura 23. Segmento de carne retirado aquando da tarefa de mudança de receita.	64
Figura 24. Gráfico representativo da proporção (em percentagem) de massa de preparado de carne produzido de cada receita na massa total de preparados de carne produzidos.	72
Figura 25. Organograma representativo da relação dinâmica entre os pré-requisitos e o processo.	77
Figura 26. Organograma de movimentações de matéria-prima ao longo do processo.	78

Índice de Tabelas

Tabela 1. Listagem dos artigos produzidos na empresa, e respetivos valores de peso nominal (ρ_{nominal}), número de porções por cuvette (n), e peso unitário de uma porção de processado de carne ($m_{\text{porção}}$).....	18
Tabela 2. Tipos de embalamento utilizados para os artigos dos congelados, e respetivas características (Ilustração, descrição e dimensões)	19
Tabela 3. Variáveis avaliadas no estudo I, respetiva descrição e processo de cálculo.....	30
Tabela 4. Lista de parâmetros a considerar no estudo II, e respetiva descrição	33
Tabela 5. Variáveis avaliados no estudo III, respetiva descrição e explicação	34
Tabela 6. Variáveis avaliados no estudo IV, respetiva descrição e explicação	37
Tabela 7. Fórmulas utilizadas para o cálculo da frequência de embalamento primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e), e o tempo de embalamento secundário (t_s) e terciário (t_t).....	38
Tabela 8. Valores médios e respetivo intervalo de confiança de 95 % para o de rendimento de 1.ª picagem (η_1) e 2.ª picagem (η_2), e para a percentagem de perdas na 1.ª picagem(ρ_1) e na 2.ª picagem (ρ_2), para os três ensaios realizados	41
Tabela 9. Valores médios e respetivo intervalo de confiança de 95 % para a taxa de 1.ª picagem (ν_1) e da 2.ª picagem (ν_2), e para o do tempo de consumo de 1 carrinho na 1.ª picagem (t_{c1}) e na 2.ª picagem (t_{c2})	42
Tabela 10. Lista de tarefas realizadas pelos colaboradores na etapa de preparação para a picagem	43
Tabela 11. Tempo necessário para encher 1 carrinho (t) consoante o número de colaboradores (n_{col}), o tipo de carne, e ainda o número de peças em vácuo/carne em bloco colocado no carrinho ($n_{\text{peças}}$).....	44
Tabela 12 . Número de colaboradores, tempo de picagem, número e duração total de paragens breves e de paragens prolongadas, e períodos de funcionamento intermitente, e as receitas processadas no ensaio com respetiva massa de carne	45
Tabela 13. Lista das tarefas a executar pelos colaboradores durante o processo de picagem	46
Tabela 14. Valor médio e respetivo intervalo de confiança de 95 % para do tempo necessário para a picadora debitar um carrinho de carne na 1.ª picagem (t_{d1}) e na 2.ª picagem (t_{d2})	48
Tabela 15 - Valor médio da taxa de consumo de mistura (ν_c), e intervalo com 95 % confiança, para almôndegas e hambúrgueres (na zona dos frescos e na zona dos congelados) e preparado de carne picada (zona dos frescos)	50
Tabela 16. valor médio do tempo de espera de um carrinho (t_w), intervalo com 95 % de confiança relativos ao grupos 1 e 2	55
Tabela 17. Paragens no processo produtivo existentes na zona dos frescos	57
Tabela 18. Valor médio da frequência de embalamento primário ($f_{p,c}$) e intervalo com 95 % de confiança para os artigos almôndegas 48 uni e almôndegas 16 uni	58
Tabela 19. Valor médio da frequência de embalamento primário ($f_{p,1}$) e respetivo intervalo com 95 % de confiança para os artigos preparado de carne picada 0,5 kg, preparado de carne picada 1 kg e preparado de carne picada familiar 1,5 kg.....	59
Tabela 20. Valor médio da frequência de etiquetagem (f_e), do tempo de paragem por congestionamento de cuvetes (t_c) e por obstrução da termosseladora com cuvetes (t_o) e respetivos intervalos com 95 % de confiança para os artigos almôndegas 16 uni, preparado de carne picada 500 g e hambúrguer 500 g.....	61
Tabela 21. Descrição dos três tipos de embalamento primário existentes na zona dos congelados	68

Tabela 22. Valores médios da frequência de embalagem primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e) tempo de embalagem secundário (t_s) e terciário (t_t) respetivo intervalo de confiança de 95 %, para os artigos almôndegas 16 uni, almôndegas 84 uni, hambúrguer 4 uni, hambúrguer 10 uni e hambúrguer 25 uni	68
Tabela 23. Valores médio de proporção de defeitos na massa de mistura ($p_{defeito}$), e intervalo de 95% de confiança para cada receita	74
Tabela 24. Perdas por giveaway (p_{giv}) para cada receita	75
Tabela D1. Agrupação dos tempos de espera (t_w) nos três grupos pré-definidos	86
Tabela E1. Descrição dos cinco níveis de <i>stock</i> para as formulações	87
Tabela E2. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em paletes (Q_p) para a receita F1	88
Tabela E3. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F2	89
Tabela E4. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F3	89
Tabela E5. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F4	90
Tabela E6. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F5	90
Tabela E7. Encomendas ocasionais efetuadas (m_e) pelos clientes da formulação F7	91
Tabela E8. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F7	91
Tabela E9. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F8	92
Tabela E10. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo almôndegas 16 uni da formulação F10	93
Tabela E11. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo almôndegas 84 uni da formulação F10	93
Tabela E12. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo de almôndegas da formulação F11	94
Tabela E13. Encomendas ocasionais efetuadas ($m_{recomenda}$) pelos clientes da formulação F12	94
Tabela E14. Níveis de <i>stock</i> mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para os artigos de almôndegas da formulação F12	95

Lista de variáveis, abreviaturas e siglas

Variáveis

c_c – consumo de carne em Portugal, *per capita*

$f_{p,c}, f_e$ – frequência de embalamento primário e de etiquetagem, respetivamente

$f_{p,i}$ – taxa de embalamento primário independente do número de colaboradores

m_e – encomendas ocasionais efetuadas por um cliente

$m_{porção}$ – peso unitário de uma porção de preparado de carne

η_1, η_2 – rendimento mássico da 1.ª picagem e da 2.ª picagem, respetivamente

n – número de porções por cuvette

$n_{emb. primárias}$ – número de embalagens primárias

n_{col} – número de colaboradores

$n_{emb. secundárias}$ – número de embalagens primárias contidas em uma embalagem secundária

n_{palete} – número de embalagens primárias contidas em uma palete

$n_{peças}$ – número de peças *me vácuo*/carne em bloco colocado no carrinho

ρ_1, ρ_2 – percentagem de perdas na 1.ª picagem e na 2.ª picagem, respetivamente

ρ_{def}, ρ_{eq} – proporção mássica de perdas por defeito e no equipamento, respetivamente

ρ_{giv} – quantidade mássica de *giveaway* em uma porção de preparado de carne

$\rho_{nominal}$ – peso nominal de um artigo

Q_c, Q_m, Q_p – nível de *stock* em caixas, mássico, e em paletes, respetivamente

$t_{amostra}$ – duração da amostra

t_{c1}, t_{c2} – tempo de consumo de 1 carrinho de carne na 1.ª picagem e na 2.ª picagem, respetivamente

t_c, t_o – tempo de paragem sucedida por congestionamento de cuvetes na etiquetagem, e por obstrução da termosseladora com cuvetes, respetivamente.

t_{d1}, t_{d2} – tempo para a picadora debitar 1 carrinho de carne na 1.ª picagem e 2.ª picagem, respetivamente

t_e – tempo de enchimento de um carrinho com carne em bruto

t_s, \hat{t} – tempo de embalamento secundário e terciário, respetivamente

t_w – tempo de espera de 1 carrinho de cuvetes

v_1, v_2 – taxa de picagem de carne na 1.ª picagem e na 2.ª picagem, respetivamente

v_c – taxa de consumo de mistura na etapa de moldagem

Abreviaturas e siglas

AMPSE – Armazém de matérias-primas subsidiárias e embalagens

BOPP – *Bioriented polypropylene* (polipropileno biorientado)

BRC – *British Retail Consortium*

CE/UE – Comunidade/ União Europeia

DGAV – Direção Geral de Alimentação e Veterinária

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FDA – *Food and Drug Administration*

GFSI – Global Food Safety Initiative

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

INE – Instituto Nacional de estatística

PCC – Ponto crítico de controlo

PEAD – Polietileno de alta densidade

PET – *Polyethylene terephthalate* (Tereftalato de polietileno)

PLU – *Price look-up code*

PVP – Preço de venda ao público

QUALFOOD – Base de dados de Qualidade e Segurança Alimentar, Ambiental e HST

SD – *Self Discount*

Expressões em latim

et al. – “e outros”

per capita – “por cabeça”

status quo – “o estado das coisas”

1. Enquadramento

Segundo a *Food and drug administration* (FAO), o consumo de carne tem aumentado nos últimos anos, e acompanhará o crescimento mundial da população. Os processados de carne são o resultado da necessidade de preservar esta matéria-prima e estender o seu tempo de prateleira. Num mercado cada vez mais competitivo, é necessário que as empresas apostem na melhoria dos seus processos produtivos. Produzir mais, com menos recursos e de forma mais rápida e eficiente, são os desafios de hoje para todas as empresas.

Para produzir processados de carne, é necessário a definição de um processo, e proceder ao seu controlo sistemático, de modo a garantir a conformidade do produto, bem como a sua segurança alimentar. É fundamental garantir a qualidade do produto e das operações, de modo a garantir que o consumidor final receba o produto correspondente às suas expectativas.

1.1. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho consistiu no estudo aprofundado de todos os processos existentes na secção de preparados de carne, nomeadamente a sua picagem, a produção de misturas, a moldagem, a etiquetagem, o embalamento de produtos, em fresco e congelados, e ainda a armazenagem de produtos congelados. Com este estudo, pretendia-se quantificar a capacidade dos processo, fontes de desperdício, e caracterizar de forma detalhada as rotinas existentes em cada etapa de processamento. Depois, com o tratamento estatístico dos dados obtidos, pretendia-se avaliar e propor oportunidades de melhoria a implementar na secção. Por fim, era objetivo avaliar a estratégia de gestão das operações utilizadas, definindo os fatores que contribuem e influenciam no ato de planeamento e controlo das operações.

1.2. A empresa

A empresa encontra-se inserida no setor alimentar, sendo responsável pela produção animal, comercialização de gado vivo, abate, comercialização, transformação e distribuição comércio de carnes de bovino. Os produtos elaborados pela empresa são vastos, sendo que incluem carcaças e produtos transformados: peças embaladas a vácuo; carne fatiada embalada em atmosfera protetora e em *skin pack*, ainda, preparados de carne, frescos ou ultracongelados.

A empresa opera essencialmente no mercado nacional, através do comércio tradicional e da moderna distribuição, mas tem sobretudo como grande objetivo alcançar o mercado internacional que tem vindo a dinamizar e a apostar, pretendendo passar a barreira do mercado europeu e africano, onde já trabalha ativamente.

Ao longo do tempo, a empresa tem apostado na inovação tecnológica, permitindo-lhe atingir elevadas produtividades. Atualmente encontra-se certificada pelo referencial BRC *Food*, como estandarte de garantia de segurança alimentar.

1.3. Organização da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos. No primeiro capítulo, “Enquadramento”, são abordados alguns conceitos teóricos existentes na bibliografia, tanto a nível de gestão, controlo e conceptualização de processos, como de higiene e segurança alimentar e qualidade de produto e operações.

No segundo capítulo, “A secção dos preparados de carne”, é abordada toda a secção da empresa responsável pela produção de preparados, desde as suas características até à definição e explicação do fluxograma de processos, planeamento, e parâmetros para garantir a qualidade de produto e segurança alimentar.

No terceiro capítulo, “Estudos Efetuados”, são descritos os estudos desenvolvidos na empresa e definidas as metodologias experimentais para cumprir os objetivos delineados para cada um.

No quarto capítulo, “Resultados e Discussão”, são apresentados e discutidos todos os resultados obtidos após a realização dos estudos realizados no terceiro capítulo.

Por último, nas “Conclusões”, são apresentados os tópicos mais relevantes dos estudos efetuados, e ainda se deixam sugestões e recomendações para a realização de futuros trabalhos.

2. Introdução Teórica

Neste capítulo, são mostradas algumas das informações recolhidas da revisão bibliográfica efetuada, desde o conceito de preparado de carne fresca, avaliação do mercado, concetualização de processo e princípios de gestão de processo, qualidade de produto e de operações, até à segurança e higiene alimentar.

2.1. Preparados de carne frescas

O Regulamento (CE) n.º 853/2004 define **preparado de carne** como “a carne fresca, incluindo carne que tenha sido reduzida a fragmentos, a que foram adicionados outros géneros alimentícios, condimentos ou aditivos ou que foi submetida a um processamento insuficiente para alterar a estrutura das suas fibras musculares e eliminar assim as características de carne fresca”. Também designa **carne fresca** como “a carne não submetida a qualquer processo de preservação que não a refrigeração, a congelação ou a ultracongelação, incluindo carne embalada em vácuo ou em atmosfera controlada”. Por último, define **carne picada** como “carne desossada que foi picada e que contém menos de 1 % de sal”.

Nos dias de hoje, o consumidor possui à sua disposição diversos tipos de preparados de carne. Estes diferem essencialmente na sua estrutura tridimensional, se a carne é ou não picada, condimentos e ingredientes adicionados, e no processo de moldagem. Na Figura 1, consta uma compilação de alguns dos preparados de carne existentes no mercado.



Figura 1. Preparados de carne existentes no mercado.

Para a produção de preparados de carne, apenas pode ser utilizada carne fresca, gorduras que provenham dos músculos esqueléticos, e ainda resíduos da desmancha e aparas (se o preparado de carne não se destinar claramente ao consumo sem ser previamente sujeito a tratamento térmico). O Regulamento (CE) n.º 853/2004 indica que “não pode conter carne separada mecanicamente¹, carne que contenha fragmentos de ossos ou de pele, e ainda carne de cabeça, exceto os masséteres da parte não muscular da linha alba, da região do carpo e do tarso, das aparas raspadas dos ossos e dos músculos do diafragma (salvo se as membranas serosas tiverem sido retiradas)”.

2.2. Evolução do consumo de carne

O estudo do consumo de carne, a sua evolução no tempo e a tendência de mercado, é sempre elemento de maior importância para perspetivar o futuro do sector produtivo e de toda a cadeia de valor (Esteves, 2016). A mudança nas preferências alimentares na população em crescimento e o desenvolvimento económico, aliados à inovação em tecnologia deste setor, aumentam a demanda por produtos de origem animal. A produção mundial de carne aumentará 20 % até 2030, e deverá duplicar até 2050, sobretudo nos países em desenvolvimento (FAO, 2019). Em Portugal, a produção de carne, especificamente do bovino, representa um importante setor de atividade agroindustrial, o qual o consumo de carne tem aumentado progressivamente desde 2015, como demonstra a Figura 2 (INE, 2019).

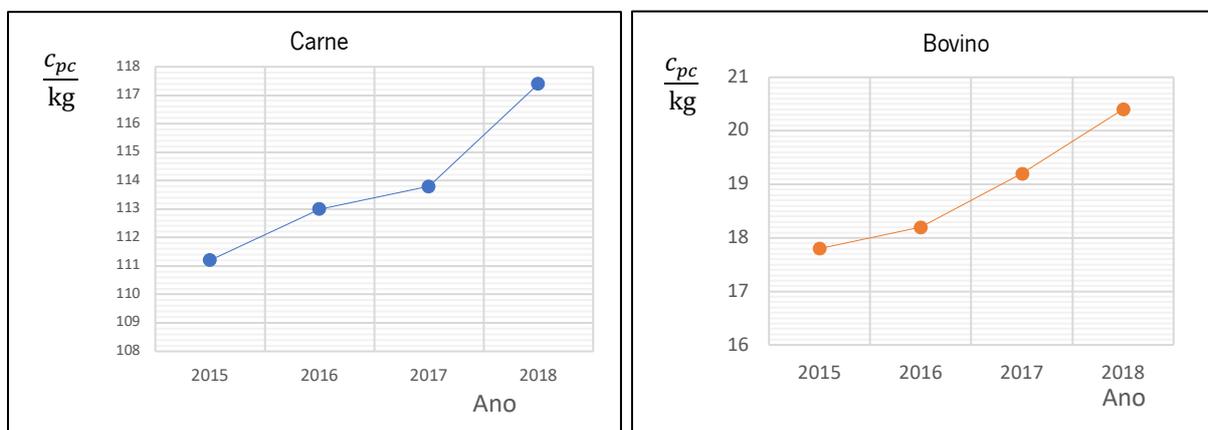


Figura 2. Evolução anual do consumo de carne, *per capita* (c_{pc}), em Portugal (à esquerda), e em específico de carne de bovino (à direita)(adaptado de INE, 2019).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2018, cada habitante de Portugal consumiu, em média, 117,4 kg de carne, dos quais 20,4 kg são carne de bovino. Ao todo, em 2018, o consumo de carne chegou às 1 210 000 t, das quais 194 000 t corresponderam a carne de bovino (INE, 2019).

¹ Carne separada mecanicamente – carne desossada com recurso a equipamentos mecânicos

Nos últimos 20 anos, houve uma grande evolução relativamente aos sistemas de controlo da qualidade da carne fresca, na certificação de processos, no processamento centralizado das carnes e nos processos logísticos. Esta evolução foi conseguida pela incorporação de tecnologia, principalmente de corte e embalagem (Reis, 2018).

2.3. Cadeia de valor carne bovino

Na cadeia de valor de carne de bovino, distingue-se três diferentes setores económicos presentes na elaboração do produto, sendo eles:

- Produção – composto por explorações agrícolas que criam gado bovino;
- Transformação – composto por intermediários que adquirem o gado bovino aos criadores, fazendo eventualmente alguma engorda, o abate dos animais e a desmancha das carcaças;
- Distribuição – composto pela distribuição grossista e pelos comerciantes que vendem o produto final ao consumidor.

Poderão existir situações em que a mesma entidade está presente em mais do que uma fase (nomeadamente na produção e na transformação), mas, no geral, a situação é a descrita atrás, com uma cadeia de produção em três fases separadas. Na cadeia de carne bovina operam vários intervenientes como produtores, matadouros, distribuidores, logística, entre outros, tornando-se esta numa cadeia diversificada e importante na criação de valor (Esteves, 2016).

2.4. Conceptualização de processo

Processo é um conjunto de atividades repetitivas e interdependentes, envolvendo pessoas, equipamentos, procedimentos e informações, com uma entrada e uma saída claramente definidas. Destas atividades obtêm-se resultados quantificáveis (quantidades, prazos, tempos de execução) que representam valor acrescentado (seja em produto ou serviço) para os clientes da empresa ou para a organização (Pires, 2016). A representação de um processo genérico encontra-se na Figura 3.

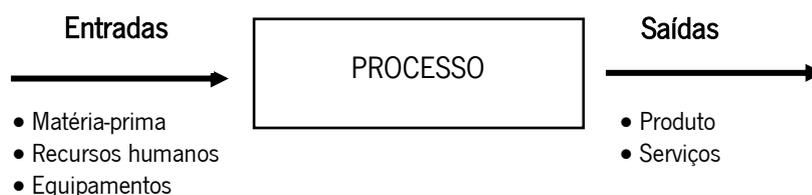


Figura 3. Diagrama representativo de um processo genérico.

No projeto de um processo, é essencial o conhecimento das metas de qualidade do produto, as condições operacionais e a possibilidade de processos alternativos. É importante estabelecer uma relação entre as variáveis do processo e os resultados do produto, e prover sistemas de medição e de controlo que forneçam *feedback* acerca do funcionamento do processo. O processo deverá ser ajustável e flexível face este *feedback*, bem como aos requisitos impostos pelo cliente. Também deverá ser idealizado de modo a reduzir o número de falhas, projetando modelos de confiabilidade e a sua quantificação, para gerar o menor número possível de produtos/serviços não conformes (Juran, 1992).

Por vezes, a cadeia de processo consegue ser tão grande, que a sua gestão se torna complexa. Por isso, procede-se à sua divisão em subprocessos, isto é, a separação em etapas distintas, mas interligadas. Cada subprocesso pode ser associado a uma “caixa preta”, permitindo, portanto, uma flexibilidade no controlo de operações. Passa assim a existir uma metodologia de planeamento de controlo a nível de subprocessos, e, ainda, um planeamento amplo a todo o processo, que deve fazer provisões para a coordenação das interfaces entre eles (Juran, 1992).

Todos os processos possuem uma **capacidade**, isto é a quantidade de produto de qualidade que é possível gerar pela sua aplicação, para alcançar as metas estabelecidas, e gerar os produtos finais. Esta deve ser adequada à procura esperada, evitando-se tanto quanto possível situações de sobrecapacidade ou subcapacidade (Roldão & Ribeiro, 2007). De modo a obter uma perceção mais objetiva da capacidade de um processo, surge a necessidade da sua **quantificação**. Efetua-se uma coleta de dados do processo que, após a sua análise, permite criar diretrizes a nível do seu controlo, para garantir a uniformidade do produto exigida pelos clientes (Juran, 1992).

No entanto, todos os processos apresentam **variabilidade**, seja ela humana ou não humana (a nível de equipamentos, entre outros). Os seres humanos são propensos a erros, são incapazes de manter 100 % de atenção o tempo todo, de recordar todos os eventos passados, ou de tomar sempre decisões boas, e, por último, variam conforme as suas capacidades pessoais e intelectuais. Por outro lado, os materiais variam conforme as suas propriedades os equipamentos desgastam-se e avariam, e as variações ambientais afetam o desempenho da equipa (Pires, 2016).

A decomposição da duração total de qualquer operação justifica também a existência de variabilidade. Poder-se-ão encontrar períodos de tempo realmente produtivos e outros que não acrescentam qualquer valor, conforme apresentado na Figura 4. Existem tempos de trabalho improdutivos e outros sem qualquer valor acrescentado, como consequências de defeitos de conceção, de especificação do produto e de utilização de maus métodos, ou devido a insuficiências de direção. Por conseguinte, existe a

necessidade de examinar, de maneira crítica e sistemática, os métodos existentes e previstos de execução do trabalho, a fim de os aperfeiçoar e de fazer aplicar métodos de execução mais eficazes e de reduzir custos (Roldao & Ribeiro, 2007).

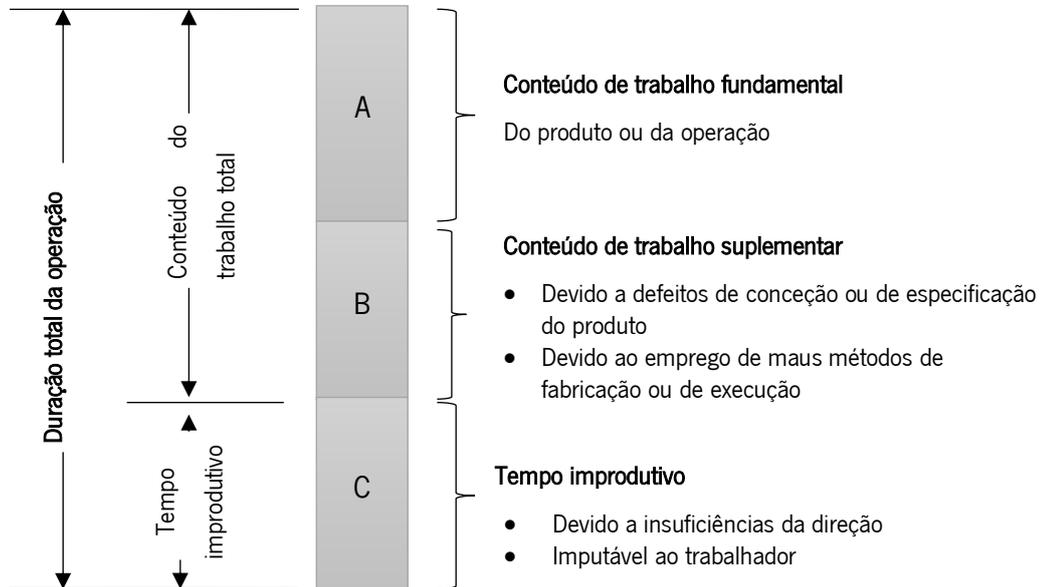


Figura 4. Decomposição da duração de uma operação (adaptado de Roldão & Ribeiro, 2007).

Conforme a variabilidade existente, fala-se de **desempenho** de processos (aquilo que o processo realmente faz), bem como de **eficiência** (relação entre os resultados obtidos e o desempenho). Assim, a variabilidade e a capacidade de qualquer processo é quantificada no desvio padrão (Pires, 2016).

Os processos deverão ser eficazes (capazes de atingir os resultados esperados). No entanto, estes deverão ser financeiramente viáveis, pelo que, por vezes, os processos podem ser sujeitos a metodologias de **otimização**, isto é, de melhoramento do processo com vista aumentar a sua produtividade, rentabilizar os recursos e minimizar os custos associados ou aumentar os lucros (Seborg *et al.*, 2003).

2.5. Gestão das Operações

A gestão impregna-se no quotidiano, estando presente em muito do que nos rodeia. Pode-se considerar a gestão como o processo de administração e coordenação dos recursos de forma eficaz e eficiente de modo a atingir os objetivos da organização. A gestão possui quatro princípios fundamentais (ou funções), que estão interligadas e se autoinfluenciam (Carvalho *et al.*, 2015):

- **Planeamento** – processo de determinar antecipadamente o que deve ser feito e como fazer;
- **Organização** – processo de estabelecer relações formais, entre as pessoas e entre estas e os recursos, para atingir os objetivos propostos;

- **Controlo** – processo de comparação do atual desempenho da organização com os padrões previamente estipulados, apontando eventuais ações corretivas;
- **Liderança** – processo de afetar ou influenciar o comportamento dos outros.

Na Figura 5, pode-se observar a interação entre os quatro princípios. O gestor ou controlador é a pessoa responsável pela aplicação dos quatro princípios fundamentais da gestão (Carvalho *et al.*, 2016).

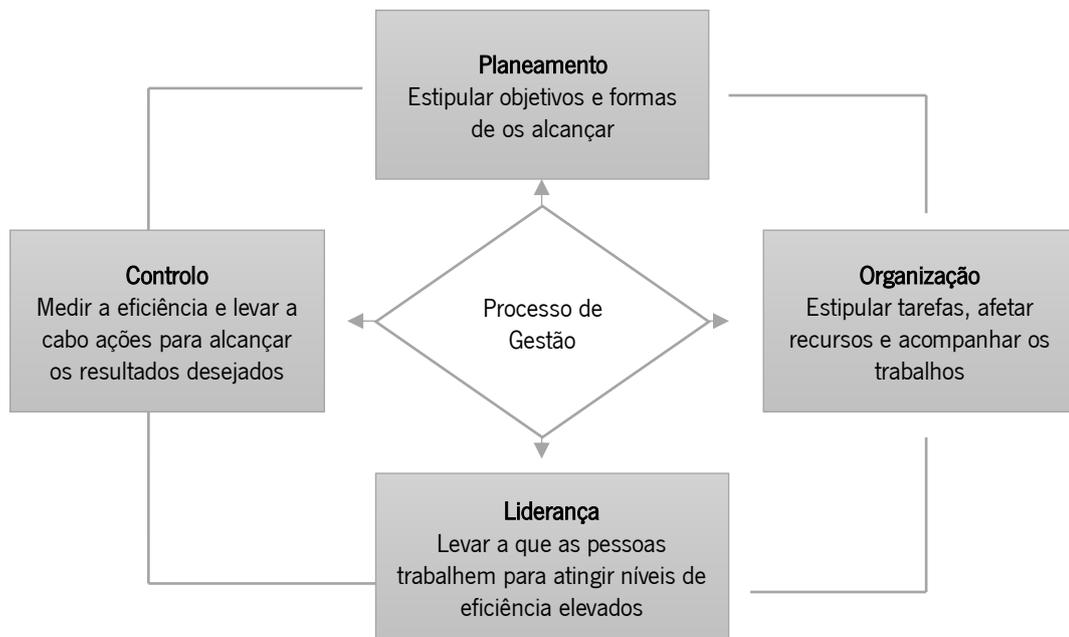


Figura 5. Princípios da gestão em interação (adaptado de Roldão & Ribeiro, 2007).

2.5.1. Planeamento

O planeamento é essencial para a produtividade operacional do processo. A correta aplicação de técnicas de planeamento resulta na redução de custos de manufatura, satisfação das encomendas dos clientes em tempo útil, e, no geral, um melhor controlo sobre toda a área produtiva (Sule, 2008). Tem como principais objetivos (Roldão & Ribeiro, 2017):

- cumprir prazos de entrega;
- reduzir os tempos de fluxo (melhorando a eficiência dos equipamentos);
- reduzir as existências em curso (trabalhos, materiais, matérias-primas, entre outros);
- aumentar a eficiência.

O planeamento de produção determina o “o quê”, “quando”, “como”, “em que quantidade”, e “em que ordem” se deverá produzir para satisfazer as encomendas dos colaboradores, sem *stocks* excessivos ou custos de encomenda em atraso. Também faz uso da capacidade de **agendamento**, isto é, como alcançar

os objetivos impostos no planeamento quando os recursos são limitados, ou então, no caso de os objetivos não poderem ser realizados, estabelecer outros possíveis de serem cumpridos mediante os recursos disponíveis (Sule, 2008). A primeira atitude, no planeamento, consiste em definir prioridades para as ordens de fabrico que se encontram em fila de espera. Posteriormente, deve-se planear o tempo, de maneira a prever o início e o fim de cada operação ou tarefa (Roldão & Ribeiro, 2007).

O planeamento implica pensar o processo como um todo, desde a sua capacidade e respetiva variabilidade, até às encomendas efetuadas pelo cliente, à quantidade em inventário, às avarias e manutenção de equipamentos, à falibilidade humana, *setup time*², à potencial ocorrência de *set-back*³ entre outros. Dever-se-á ter em conta todos estes fatores, de modo a criar um plano de trabalhos eficiente e flexível face aos imprevistos que possam acontecer (Sule, 2008). A flexibilidade do processo, isto é, a capacidade de adaptação e mudança em tempo e variedade aplicada a diferentes situações e objetivos, permite a adaptabilidade do plano face a situações adversas, bem como aprimorar o desempenho da operação pelo simples ato de planear (Roldão & Ribeiro, 2007).

Stocks

O *stock* denomina a quantidade de materiais armazenados por uma empresa. A sua maior vantagem é de servir de amortecedor entre a produção e a procura num dado período de tempo. Permite, por exemplo, procuras mais elevadas que o esperado, entregas que estão atrasadas ou são demasiado pequenas, desacoplar operações existentes, entre outros. Assim, a existência de *stock* torna a tarefa de planeamento mais flexível e as operações mais eficientes e produtivas, reduz os prazos de entrega, melhorando o serviço aos clientes, e aumentando a sua satisfação. No entanto, os *stocks* são muito caros devido a custos associados ao armazenamento, proteção, deterioração, perdas, seguro, empacotamento, administração, roubo, entre outros (Bernard, 1998).

Uma metodologia existente que permite a supressão quase total dos *stocks* é o *Just in time* (produção na hora certa, na atura exata). Esta consiste na produção de produto ou serviço e respetiva entrega somente quando necessário, não existindo qualquer tipo de produto parado em *stock*. Outro dos métodos de planeamento de *stocks* é o *material requirement planning*, no qual a produção de um dado produto se baseia na previsão da procura, que leva por norma à geração de *stock* (Roldão & Ribeiro, 2007).

² *Setup time* – Período de tempo necessário para preparar um dispositivo, máquina, processo ou sistema para que esteja pronto para funcionar ou aceitar um trabalho.

³ *Setback* – Algo que acontece e faz atrasar ou impedir um processo em curso.

2.5.2. Controlo

O objetivo principal do controlo de processo é manter um processo nas condições de operação desejáveis, de forma segura e eficiente, enquanto se satisfaz os requisitos de qualidade de produto e ambientais. Por outras palavras, consiste em avaliar o desempenho real do processo, compará-lo com as metas de qualidade e tomar providências a respeito das diferenças encontradas. Os controlos de processo podem ocorrer em vários estágios de progressão das operações, nomeadamente o controlo da **operação**, controlo do **produto**, **ações corretivas**, e controlo de **instalações** (Seborg *et al.*, 2003).

A finalidade do controlo de **operação** é de tomar a decisão sobre se o processo deve continuar a produzir ou deve ser interrompido. O controlo de **produto** efetua-se depois de uma certa quantidade ter sido produzida, onde o objetivo é decidir se este está ou não em conformidade com as metas de qualidade. Se o processo/produto estiver em conformidade com as metas de qualidade, a decisão será de continuar a produzir. Caso contrário, será parar a operação e adotar uma medida corretiva (Juran, 1992).

A **ação corretiva** consiste no diagnóstico da causa e da provisão de uma solução. Os problemas realmente difíceis de ação corretiva envolvem mudanças esporádicas, para as quais as causas não são óbvias. Em tais casos, o maior obstáculo à restauração do *status quo* é o diagnóstico da causa. Por isso, os projetistas de processo devem prover os meios para ajustar o processo segundo as necessidades, de modo a colocá-lo em conformidade com as metas de qualidade. Esses ajustes são quase sempre necessários no início do processo e também periodicamente durante a sua execução (Juran, 1992).

A maioria dos processos inclui várias instalações físicas, desde equipamentos, instrumentos, ferramentas, entre outros. O maior problema reside no seu desgaste com o tempo, pelo que o controlo de **instalações** é fundamental para averiguar se o equipamento se encontra capaz de cumprir a tarefa com sucesso (Pires, 2016). Em todos estes estágios de controlo, existe a necessidade de se adquirir e analisar os dados para avaliação do desempenho do produto e do processo. Esta necessidade dá origem a ainda outras áreas de planeamento do processo, nomeadamente inspeções e testes, controlo de medição e análise e interpretação dos dados (Pires, 2016).

2.5.3. Organização

A organização consiste no agrupamento de atividades, recursos humanos e recursos físicos, permitindo a sua partilha, sempre de forma a alcançar os objetivos da organização. Os princípios subjacentes são a especialização, a divisão e a organização das tarefas a desempenhar, assim como do seu encadeamento e dos recursos humanos, técnicos e financeiros (Carvalho *et al.*, 2015).

O agrupamento de atividades tanto pode ocorrer no topo da organização, pela divisão em departamentos (financeiro, qualidade, vendas, recursos humanos, entre outros), assim como na linha de processo, pela sua divisão em subprocessos mais simples. Esta subdivisão permite otimizar a capacidade produtiva instalada, bem como melhorar níveis de utilização dos recursos. Além de permitir uma melhor supervisão e especialização técnica, a comunicação de informação técnica flui com mais rapidez. No entanto, a subdivisão retira flexibilização e capacidade de ajustes no processo, e apenas pode ser usada em alguns tipos de produto (Carvalho *et al.*, 2015).

Para além dos seus recursos físicos (instalações e equipamentos) e processos de funcionamento, a empresa terá de dispor de recursos humanos, cujas características, organização e motivação são fundamentais para o seu sucesso. Há, portanto, a necessidade de colocar os colaboradores em postos e funções e delegar tarefas de maneira a tornar o trabalho mais eficaz, cómodo e motivador. Para isso, o chefe de equipa deverá usufruir do talento e capacidades de cada colaborador, polivalência, entre outras valências pessoais, de forma a tirar maior rendimento de cada um (Roldão & Ribeiro, 2007).

Em relação ao *layout* do processo, o posicionamento dos equipamentos e ferramentas deverá ser projetado de modo a possibilitar uma movimentação contínua do produto, preferencialmente em linha de montagem (Sule, 2008). Além disso, deverá estar adaptada aos trabalhadores, de forma a mitigar movimentos desnecessários, evitar esforços inúteis e trajetos em ângulo, alcance fácil de ferramentas e materiais, entre outros (Roldão & Ribeiro, 2007).

2.5.4. Liderança

O conceito de liderança, de uma forma muito geral e abrangente, pode ser entendido como a capacidade de influenciar pessoas de forma a levá-las a empenhar-se e comprometer-se, voluntariamente, com determinados objetivos e metas. A liderança implica a existência de um líder que inspire e envolva o grupo, com a visão e estratégias da organização. O líder deverá fomentar a criação de equipas e o **trabalho em equipa**. Este permite melhorar a forma de realização das atividades, a produtividade, as relações interpessoais dos colaboradores, o nível de comunicação dentro da organização e a qualidade do trabalho desenvolvido. Os colaboradores de uma equipa trabalham de forma conjunta, estruturada e coordenada, para atingir um determinado objetivo. A resolução de problemas a nível organizacional depende cada vez mais do trabalho em equipa. Além disso, precisará de ter boas **capacidades de comunicação** para transmitir a sua visão e “cativar” a sua equipa. Grande parte dos problemas organizacionais ocorre devido a falhas de comunicação (Carvalho *et al.*, 2015).

A **motivação** é o que faz as pessoas se moverem ou agirem de determinada forma ou numa determinada direção. A nível organizacional, é o que leva as pessoas a trabalhar e a dar o seu melhor para que as metas e objetivos da organização sejam cumpridos. O desempenho dos colaboradores é determinante para o sucesso da organização, de tal modo que uma das funções do líder é mantê-los motivados para se envolverem com a sua visão. Individuos motivados serão altamente produtivos, produzindo trabalho de alta qualidade, com elevada eficiência (Carvalho *et al.*, 2015).

2.6. Higiene e Segurança Alimentar

Um género alimentício não pode ser considerado um alimento com qualidade se não for garantida a sua segurança alimentar. A carne é considerada um excelente meio de cultura para os microrganismos, pois apresenta fatores intrínsecos e extrínsecos que favorecem o seu crescimento, sendo alguns destes a alta atividade de água, a temperatura, o pH, e o elevado teor de nutriente (Reis, 2018). Portanto, os preparados de carne não deverão conter microrganismos nem toxinas e metabolitos em quantidades que representem um risco inaceitável para a saúde humana [Regulamento (CE) n.º 2073/2005].

O Regulamento (CE) n.º 178/2002, de 28 de janeiro, refere que é objetivo da legislação alimentar assegurar um nível elevado de proteção de saúde pública, e define os requisitos de segurança dos géneros alimentícios. Por outro lado, deverá ser assegurada a sua rastreabilidade⁴ e a correta aplicação da rotulagem. Os operadores das empresas do sector alimentar devem assegurar que todos os produtos de origem animal por si colocados no mercado ostentem uma marca de salubridade ou uma marca de identificação [Regulamento (CE) n.º 853/2004].

A rotulagem dos produtos alimentares destina-se a garantir que os consumidores dispõem de informação completa sobre o conteúdo e composição, a fim de proteger a sua saúde e os seus interesses. Alguns géneros alimentícios são objeto de mais do que uma regulamentação específica, como os organismos geneticamente modificados, os alimentos alergénios, os alimentos destinados aos bebés lactentes ou ainda bebidas diversas (QUALFOOD, 2019).

O Decreto-Lei n.º 113/2006, de 12 de junho, estabelece as regras de execução, na ordem jurídica nacional, do Regulamento (CE) n.º 852/2004, de 29 de abril, relativo à higiene dos géneros alimentícios.

⁴ Rastreabilidade: capacidade de detetar a origem e de seguir o rasto de um género alimentício, de um alimento para animais, de um animal produtor de géneros alimentícios ou de uma substância, destinados a ser incorporados em géneros alimentícios ou em alimentos para animais, ou com probabilidades de o ser, ao longo de todas as fases da produção, transformação e distribuição [Regulamento (CE) n.º 178/2002, de 28 de janeiro].

2.6.1. Análise dos Perigos e Controlo dos Pontos Críticos (HACCP)

A operacionalização dos sistemas de garantia da qualidade, de auditoria e de controlo de processos industriais é realizada através do Sistema HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*), como exigido pelo Regulamento (CE) n.º 852/2004, de 29 de abril. Este é um sistema que permite identificar, avaliar e controlar os perigos significativos com a finalidade de obter a inocuidade dos alimentos (*Codex Alimentarius*, 2003).

O sistema HACCP baseia-se numa análise sistemática da segurança do alimento desde a receção das matérias-primas até à utilização do produto final, introduzindo metodologias preventivas baseadas em 7 princípios. Os requisitos do sistema HACCP deverão tomar em consideração os princípios do *Codex Alimentarius*. O Comunicado (CE) n.º 2016/C 278/01 contém orientações sobre a implementação e manutenção de um sistema de segurança alimentar baseado nos princípios do HACCP [Regulamento (CE) n.º 852/2004].

2.6.2. *British Retail Consortium* (BRC)

Originalmente desenvolvida e publicada em 1998, a Norma BRC tem sido desde então atualizada, de modo a refletir o mais recente pensamento em segurança alimentar. Este referencial encontra-se direcionado para os fornecedores de alimentos dos grandes retalhistas do Reino Unido, sendo, no entanto, atualmente, utilizada a nível mundial. A norma BRC é reconhecida pela *Global Safety Food Initiative* (GFSI) (BRC, 2018).

A BRC foi desenvolvida para especificar os critérios de segurança, e a qualidade e operação alimentar que devem ser postos em prática numa empresa de produção de produtos alimentares, de modo a que esta cumpra as obrigações relativas à conformidade legal e à proteção do consumidor. Esta norma encontra-se atualmente na 8.ª edição, publicada em agosto de 2018, que entrou em vigor no dia 1 de fevereiro de 2019. Esta edição da norma foca-se no incentivo à segurança e defesa alimentares, na ampliação dos requisitos de monitorização ambiental, na maior clareza dos requisitos das zonas de produção de alto risco, de cuidados especiais e de cuidados especiais relativos ao ambiente e nas unidades de fabrico de alimentos para animais domésticos, bem como em assegurar a aplicabilidade global e o *benchmarking* da GFSI. Foi também criado um módulo voluntário adicional para os produtos comercializados — *trade goods* — (BRC, 2018).

Neste referencial encontram-se descritos os requisitos fundamentais, que se referem a sistemas que são cruciais para o estabelecimento e realização de uma operação eficaz de qualidade e segurança alimentar.

Alguns deles são:

- Compromisso da direção de topo e melhoria contínua (1.1);
- Plano de segurança alimentar – HACCP (2);
- Gestão de fornecedores de matérias-primas e embalagens (3.5.1);
- Ações corretivas e preventivas (3.7);
- Rastreabilidade (3.9);
- Limpeza e higiene (4.11);
- Gestão de alergénios (5.3);
- Controlo de operações (6.1);
- Rotulagem e controlo de embalagem (6.2);

2.6.3. Alergénios

Nas últimas décadas, a prevalência de alergias alimentares tem aumentado significativamente, sendo, por isso, consideradas um problema de saúde pública e um alvo de grande preocupação mundial. Em todo o mundo, estima-se que cerca de 2 % a 4 % da população adulta, e 6 % a 8 % da população jovem, sofra de algum tipo de alergia alimentar (Costa *et al.*, 2012).

Dado que a única forma de os consumidores conseguirem controlar as alergias/intolerâncias alimentares é evitando o consumo do género alimentício que causa a reação adversa, as alergias/intolerâncias alimentares não devem constituir apenas uma preocupação para o indivíduo alérgico/intolerante, mas também para aqueles envolvidos no fornecimento e na preparação de alimentos, como é o caso da indústria alimentar. Assim, deverão ser fornecidas informações sobre a presença de aditivos alimentares, auxiliares tecnológicos e outras substâncias ou produtos com efeitos alérgicos ou de intolerância cientificamente comprovados [Regulamento (CE) n.º 1169/2011].

A legislação em vigor na União Europeia, relativa aos alergénios alimentares, está disposta no Regulamento (UE) n.º 1169/2011, de 25 de outubro. O Regulamento de Execução (UE) n.º 828/2014, de 30 de julho, enuncia os requisitos de prestação de informações aos consumidores sobre a ausência ou presença reduzida de glúten nos géneros alimentícios. Mais recentemente entrou em vigor o Decreto - Lei n.º 26/2016, de 9 de junho, que tornou obrigatório a indicação das substâncias que podem causar alergias ou intolerâncias nos géneros alimentícios não pré-embalados.

2.7. Qualidade de produção e de produto

Segundo a ISO 9000, a qualidade é um conjunto de características inerentes (propriedades diferenciadoras) que satisfazem os requisitos (necessidades ou expectativas que são expressas de forma implícita ou obrigatória) (ISO 9001, 2015). A aposta na qualidade permite o aumento dos lucros, e maior fidelidade de clientes e um mercado mais estável. Os clientes não mudam de fornecedor quando estão satisfeitos com o produto ou serviço que lhes é fornecido. A produtividade aumenta se existirem menos desperdícios e os processos forem otimizados. Nas duas últimas décadas os consumidores têm tido um papel fundamental no processo de melhoria global da qualidade (Juran & de Feo, 2010).

Quando se fala de qualidade de produto, refere-se diretamente às propriedades que o caracterizam. Com base nisto, define-se qualidade como (Juran & de Feo, 2010):

- O grau de excelência de uma coisa;
- A totalidade das características que satisfazem as necessidades;
- O grau com que um conjunto de características intrínsecas satisfaz requisitos;
- Adequação ao uso.

Assim sendo, a qualidade de produto possui inúmeras dimensões, desde o desempenho, a fiabilidade, a conformidade, a durabilidade, a serviço pós-venda, a segurança, a estética, entre outras (Pires, 2016). O cumprimento destas dimensões visa a satisfação do cliente. Esta é alcançada quando as características do produto correspondem às necessidades do cliente. A insatisfação do produto tem a sua origem nas não-conformidades e nos defeitos, e é a razão pela qual os clientes reclamam. O maior impacto está nos custos incorridos para se refazer o trabalho anterior para a tender às reclamações do cliente, e assim por diante. As deficiências são fontes de insatisfação dos clientes (Juran, 1992).

Deste modo, a qualidade de produto pode assumir duas vertentes (Juran & De Feo, 2010):

- **qualidade de conceção ou de projeto** – quanto melhores as características (fiabilidade, estética, nível de desempenho, entre outros) maior a qualidade;
- **Qualidade de conformidade** – quanto menos deficiências e maior conformidade com as especificações do produto, melhor qualidade.

Os dois conceitos são diferentes. Pode haver um alto nível de qualidade de conceção e um baixo nível de qualidade de conformidade, e o contrário também é possível. Deste modo, torna-se necessário haver uma gestão estratégica da qualidade, ou seja, um processo estruturado para o estabelecimento de metas de qualidade a longo prazo nos níveis mais altos da organização.

3. A Secção dos Preparados de Carne da Empresa

Neste capítulo, é descrita toda a zona destacada para a produção dos preparados de carne na empresa, incluindo a descrição da planta da secção, do fluxograma do processo, e explicação das várias etapas. Enumeram-se os artigos produzidos pela secção, bem como algumas características dos mesmos. Explicita-se também como são planeados os trabalhos, a gestão de lotes, e ainda os parâmetros de qualidade definidos para garantir a conformidade e segurança alimentar do produto final.

3.1. Planta da secção

Nesta secção, ocorrem todas as etapas do processo necessárias para a produção de preparados de carne frescos e congelados. O espaço divide-se em 4 zonas: zona de picagem, zona de mistura, zona dos frescos e zona dos congelados.

Na **Figura 6**, encontra-se a planta da secção, bem como a distribuição das quatro zonas pelo espaço.

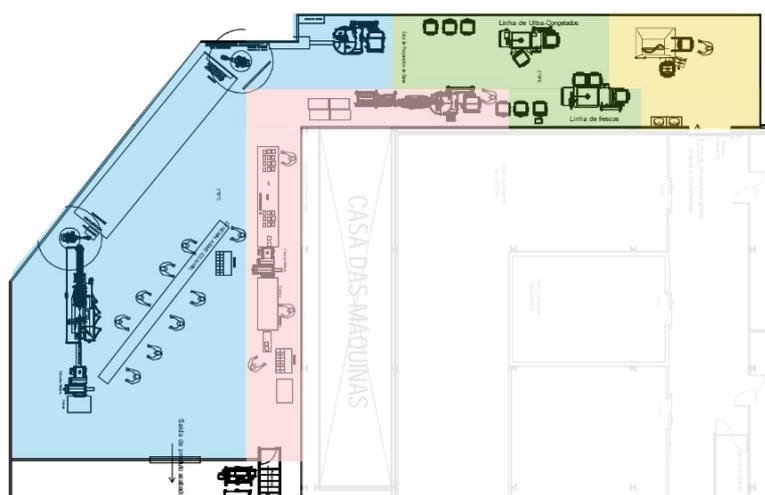


Figura 6. Planta da secção dos preparados de carne, e respetiva localização da zona de picagem (a amarelo), zona de mistura (a verde), zona dos congelados (a azul) e a zona dos frescos (a vermelho).

A secção dos picados encontra-se à pressão atmosférica, e à temperatura de 5 °C. De acordo com Regulamento (CE) n.º 853/2004, de 30 de abril, as salas de preparação e de acondicionamento/embalagem das carnes, durante as operações, devem estar a uma temperatura ambiente máxima de 12 °C. Todos os espaços foram dimensionados de modo a evitar a contaminação da carne e respetivos produtos, permitindo o andamento contínuo das operações, e garantindo a separação entre os diferentes lotes de produção.

Apesar de não pertencerem à secção dos preparados de carne, existem outros espaços utilizados pelos colaboradores, que estão relacionados com os percursos produtivos, nomeadamente:

- 1 câmara de refrigeração – para apoio à produção em que a carne destinada às produções diárias é reservada;
- 2 câmaras de congelação – uma para armazenamento e conservação da carne, e outra para produto intermédio⁵;
- AMPSE (Armazenamento de matérias-primas subsidiárias e embalagens) – local onde são guardados todos os ingredientes utilizados, material subsidiário e embalagens; esta separação de armazenagem de carne e matérias-primas é exigida pelo Regulamento (CE) n.º 853/2004, com a finalidade de estas últimas não representarem uma fonte de contaminação.

3.2. Artigos produzidos

Atualmente, a empresa produz três tipos de preparados de carne: preparado de carne picada, almôndegas e hambúrgueres. Estas gamas de produtos têm grande variabilidade, conforme a sua tipologia/características, tendo em conta as especificações internas e dos clientes.

A empresa produz 19 receitas/formulações diferentes, das quais 13 para preparados de carne congelados (codificadas de F1 a F13) e 6 para preparados de carne frescos (codificadas de F14 a F19). A cada artigo pode estar associada uma ou mais receitas, conforme os requisitos dos clientes. As formulações podem conter uma mistura variada de ingredientes, desde soja, pão ralado, pão ralado integral, preparados de especiarias, fibra de trigo, cebola tostada, água, sal e aditivos. Os aditivos utilizados encontram-se dentro das normas impostas pelo Regulamento (CE) n.º 1333/2008, de 16 de dezembro, relativo aos aditivos alimentares. Por motivos de sigilo empresarial, não são reveladas as composições de cada formulação.

3.2.1. Preparados de carne frescos

Nos preparados de carne frescos, são produzidos 4 artigos de almôndegas, 8 artigos de preparado de carne picada, e 9 artigos de hambúrguer. Na Tabela 1, encontra-se uma lista com alguns artigos produzidos.

⁵ Produto Intermédio – qualquer preparado de carne (seja almôndegas, hambúrguer ou preparado de carne picada) que não foi embalado.

Tabela 1. Listagem dos artigos produzidos na empresa, e respectivos valores de peso nominal (ρ_{nominal}), número de porções por cuvette (n), e peso unitário de uma porção de processado de carne ($m_{\text{porção}}$)

Artigo	$\rho_{\text{nominal}} / \text{g}$	n	$m_{\text{porção}} / \text{g}$
Almôndegas 15 uni	375	15	25
Almôndegas 48 uni	1 200	48	25
Preparado de Carne picada 400 g	400	1	400
Preparado de Carne picada 500 g	500	1	500
Preparado de Carne picada 1 kg	1 000	2	500
Preparado de Carne picada familiar	1 500	3	500
Hambúrguer 400 g	400	4	100
Hambúrguer 500 g	500	4	125

As cassetes utilizadas para o embalagem primário são de tereftalato de polietileno (PET) e as suas características morfológicas, cor, e dimensões variam conforme o artigo. No entanto, consoante as dimensões das cassetes utilizadas, os artigos subdividem-se em dois grupos:

- artigos de dimensões reduzidas, que utilizam cassetes a rondar os $(20 \times 12,5 \times 3,5) \text{ cm}^3$;
- artigos de dimensões superiores, que utilizam cassetes de $(25 \times 20 \times 4) \text{ cm}^3$ ou $(30 \times 23 \times 4) \text{ cm}^3$.

Os artigos Almôndegas 48 uni, Preparado de carne picada 1 kg, Preparado de carne picada familiar, classificam-se como artigos de dimensões superiores. Os restantes artigos consideram-se artigos de dimensões reduzidas. O embalagem secundário é feito em tabuleiros de cartão pequenos $(38 \times 28 \times 15) \text{ cm}^3$ e em tabuleiros de cartão grandes $(57 \times 32 \times 13) \text{ cm}^3$, conforme o artigo. Estes dois tabuleiros encontram-se ilustrados na Figura 7.



Figura 7. Tabuleiros de cartão pequenos (à esquerda) e grandes (à direita).

3.2.2. Preparados de carne congelados

Nos processados de carne congelados são produzidos 16 artigos de almôndegas e 20 artigos de hambúrguer. Os artigos variam conforme os clientes. As almôndegas podem ter pesos unitários de 25 g e 30 g, e os hambúrgueres têm 80 g, 100 g, 120 g e ainda 160 g. O número de porções em cada embalagem também é variável, e o respetivo peso nominal varia conforme o peso unitário da porção almôndega/hambúrguer. Neste sentido, dada a quantidade e variabilidade encontrada nos artigos, estes são divididos conforme o número de porções em cada embalagem:

- Almôndegas 16 uni (16 porções em cada embalagem);
- Almôndegas 84 uni (84 porções em cada embalagem);
- Almôndegas SD (8 porções em cada embalagem);
- Almôndegas a granel (aproximadamente 4 kg);
- Hambúrguer 4 uni (4 porções em cada embalagem);
- Hambúrguer 10 uni (10 porções em cada embalagem);
- Hambúrguer 25 uni (25 porções em cada embalagem);
- Hambúrguer SD (3 porções em cada embalagem);
- Hambúrguer a granel (aproximadamente 6 kg).

Na empresa, utilizam-se vários tipos de embalagem para os congelados. Na Tabela 2, encontram-se especificadas os tipos de embalagens utilizados, dimensões e para que artigos são utilizados. O embalamento secundário efetua-se em caixas de cartão estilo americano, de dimensões $(30 \times 25 \times 20)$ cm³ ou $(32 \times 28 \times 15)$ cm³, conforme o tipo de artigo. Para os artigos Almôndegas 84 uni e Hambúrguer 25 uni não se efetua embalamento secundário, colocando-se a embalagem primária diretamente na palete.

Tabela 2. Tipos de embalamento utilizados para os artigos dos congelados, e respetivas características (Ilustração, descrição e dimensões)

Tipo de embalamento	Ilustração	Descrição	Dimensões	Artigos embalados
Self Discount (SD)		Embalagem de filme BOPP ^[1]	(20×15) cm ²	Almôndegas SD Hambúrguer SD
Granel		Embalamento em saco PEAD ^[2] , colocado em caixa de cartão estilo americano	$(30 \times 25 \times 20)$ cm ³	Hambúrgueres a granel
			$(32 \times 28 \times 15)$ cm ³	Almôndegas a granel
Cartão		Embalagem de cartão; colocação de autocolante na zona frontal	$(33 \times 23 \times 8)$ cm ³	Almôndegas 84 uni; Hambúrguer 25 uni
		Embalagem de cartão	$(18,5 \times 12 \times 4)$ cm ³	Hambúrguer 4 uni
			$(17,5 \times 12 \times 8)$ cm ³	Hambúrguer 10 uni
		embalamento no tabuleiro de cartão (à esquerda) e colocação deste em embalagem de cartão	$(16 \times 14 \times 4,5)$ cm ³	Almôndegas 16 uni

[1] BOPP – *bioriented polypropylene* (polipropileno biorientado)

[2] PEAD – polietileno de alta densidade

3.3. Fluxograma do processo

A produção de preparados de carne segue uma sequência específica de etapas, consoante o tipo de preparado que se pretenda obter. Neste sentido, na Figura 8 encontra-se o fluxograma de todas as etapas de processo da secção dos preparados de carne, distribuídas pelas suas quatro zonas.

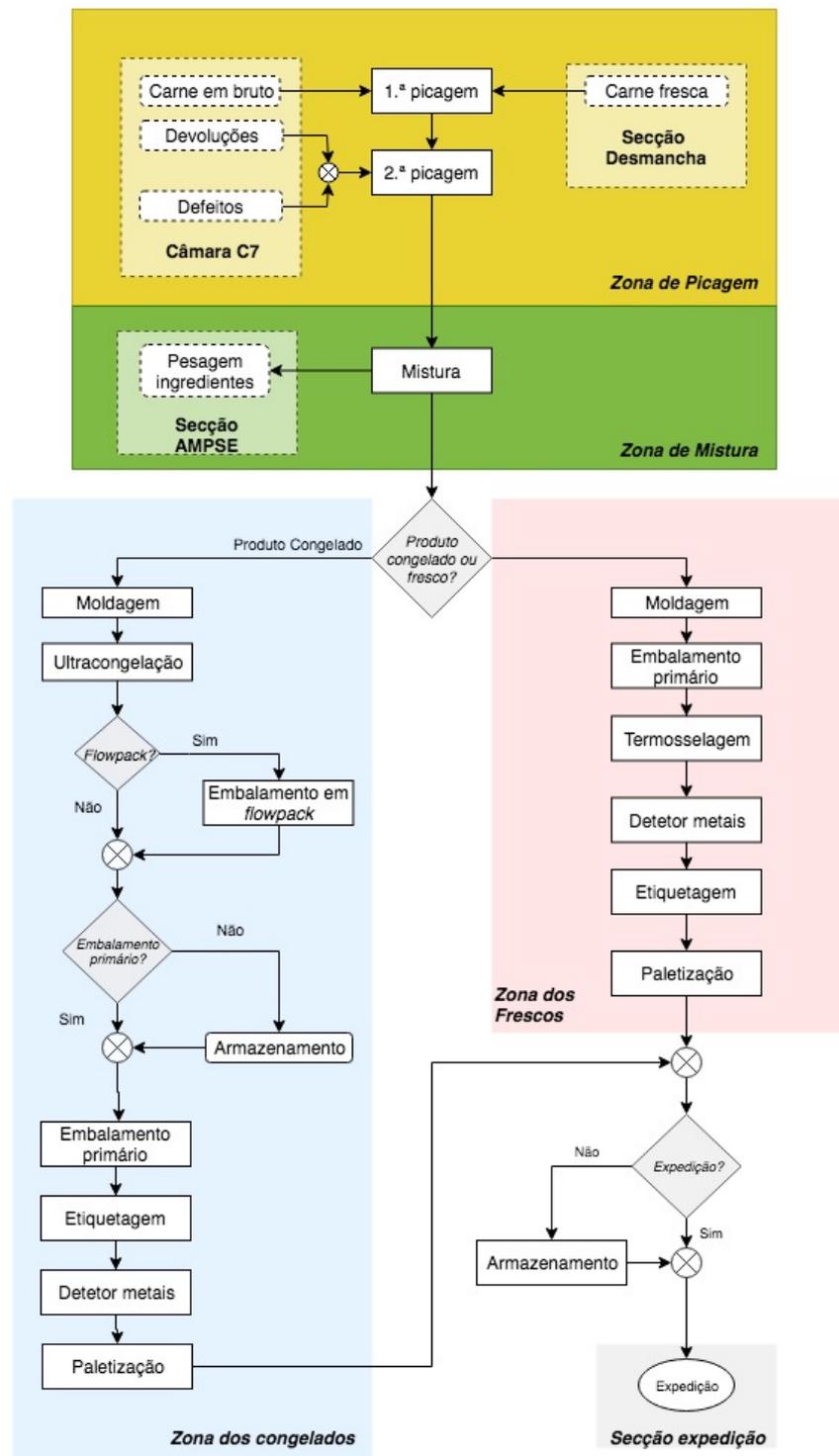


Figura 8. Fluxograma de processo da secção de preparados de carne.

3.3.1. Zona de picagem

Atualmente, a picagem da carne processa-se em duas etapas distintas: a 1.^a picagem e a 2.^a picagem. Estas efetuam-se numa picadora industrial, com capacidade para picar até 4,5 t/h. A carne a ser picada na 1.^a picagem denomina-se **carne em bruto**. A carne em bruto subdivide-se em duas categorias: carne em bloco e carne em vácuo. Na Figura 9, encontram-se ilustrados estes dois tipos de carne em bruto. A “carne em bloco” consiste em blocos maciços de carne congelada, constituídos por aparas de carne provenientes da secção de corte fino, e/ou gordura. A “carne em vácuo” engloba carne congelada, previamente embalada em vácuo, nomeadamente *trimming* (aparas de carne) e peças de carne magra. Existe ainda outra fonte de carne em bruto, nomeadamente *trimming* fresco proveniente da secção da desmancha.



Figura 9. Ilustração de carne em bloco (à esquerda) e carne em vácuo (direita).

A 1.^a picagem consiste na picagem da carne em bruto num picado com 13 mm de espessura, ilustrado na Figura 10. Este último é picado novamente, na 2.^a picagem, obtendo-se fios de carne picada com 5 mm de espessura, ilustrada na Figura 10. Na 2.^a picagem, podem ser picados os defeitos⁶ recolhidos no embalamento (ou seja, reprocessamento) bem como a carne proveniente de devoluções de produtos.



Figura 10. Carne picada obtida após a 1.^a picagem (à esquerda), e após a 2.^a picagem (à direita).

⁶ Defeitos – todo o produto não conforme obtido nas linhas de produção.

Os crivos utilizados na 1.^a picagem e na 2.^a picagem encontram-se ilustrados na Figura 11. Na 2.^a picagem, é ainda utilizado um separador de cartilagens à saída da picadora. A separação ocorre por grau de dureza, onde as porções mais rígidas, nomeadamente as cartilagens, os ossos, e as articulações são removidas da restante carne picada.



Figura 11. Crivo utilizado na 1.a picagem (à esquerda) e na 2.a picagem (à direita).

Em termos de condições de operação, deve-se garantir que a temperatura dos carrinhos de carne em bruto, após a 1.^a picagem e a 2.^a picagem se encontre entre os $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e os $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante todo o processo, tanto a carne em bruto como a carne picada são acondicionados em carrinhos de aço inoxidável de $(55 \times 55 \times 40)\text{ cm}^3$. Estes têm capacidade para acondicionar carne até 150 kg.

Antigo processo de picagem

O processo de picagem utilizado atualmente entrou em vigor em março de 2019. O processo anterior consistia na realização de apenas uma picagem (utilizando os crivos que permitem uma espessura dos fios de carne de 5 mm), precedida pelo corte da carne em bruto numa guilhotina. O processo de picagem foi alterado, pois além do esforço e do tempo tomado a cortar a carne em bruto na guilhotina, o crivo utilizado quebrava com frequência, levando na maioria das vezes à compra de um novo.

3.3.2. Zona de mistura

Após a 2.^a picagem, segue-se a etapa de mistura. Os carrinhos de carne são pesados previamente, consoante as formulações das receitas a produzir. Recorre-se a uma balança analítica específica para a pesagem de carrinhos, com um alcance de 400 kg. Após a sua pesagem, são introduzidos na mistura. A empresa encontra-se dotada de duas misturadoras, uma com volume de 300 L e outra de 600 L.

Dependendo da formulação, à carne são adicionados os ingredientes e mistura-se ainda água, com o recurso a um doseador automático. A soja e a cebola frita, como se apresentam de forma granulada, são sujeitas a uma etapa prévia de hidratação. A hidratação consiste na adição de água, que repousa um determinado tempo, de modo a que a soja e a cebola a absorvam.

Os ingredientes são pesados no AMPSE por um colaborador com formação específica para essa função. É fundamental garantir a utilização correta dos ingredientes, e as proporções dos mesmos, com o intuito de garantir a conformidade do produto. A empresa estabeleceu também um procedimento para a ordem de pesagem dos ingredientes que deve ser cumprida, reduzindo assim a possibilidade de contaminação cruzada. Depois de pesados, são acondicionados em sacos plástico, dentro de caixas plásticas devidamente identificadas com um código de formulação, por receita.

Depois, ocorre a etapa de mistura propriamente dita. O tempo de mistura depende da receita a produzir, mas no geral varia entre 5 min e 7 min. Em termos de parâmetros de qualidade, a temperatura da água adicionada deverá rondar 1 °C a 5 °C, enquanto que a temperatura da mistura deverá estar entre -4 °C e os 2 °C.

3.3.3 Zona dos congelados

No caso de a mistura produzida anteriormente se destinar à produção de preparados de carne congelados, esta segue para a zona dos congelados. Primeiramente ocorre a etapa de **moldagem**, que consiste na formação tridimensional do preparado de carne em si. Esta etapa efetua-se de forma automática, com o recurso a uma enchedora acoplada a um equipamento de moldagem, que pode ser alterado conforme o preparado de carne a produzir.

O operador responsável procede à transferência da massa resultante da mistura para o funil da enchedora. De seguida, procede à seleção do molde e à pré-seleção do peso dos produtos, de acordo com a instrução de trabalho, tendo em conta a sua natureza. O ritmo de produção varia consoante o tipo de processado de carne, rondando o número de porções entre as 150 min⁻¹ e as 300 min⁻¹ no caso das almôndegas, e entre as 150 min⁻¹ e as 200 min⁻¹ no caso dos hambúrgueres. Quando se efetua uma mudança de receita, procede-se a uma remoção prévia de um segmento de carne equivalente a 1 m de comprimento, a fim de evitar contaminações cruzadas entre receitas.

Seguidamente ocorre a etapa de **ultracongelação**. Após a moldagem, o preparado de carne é movido com recurso a dois “tapetes sem fim”, e transferidos para o túnel de congelação com o auxílio de um braço robotizado, como ilustrado na Figura 12. Este é dotado de uma calha com capacidade para 10 hambúrgueres. A velocidade de funcionamento do braço robotizado é ajustada automaticamente conforme a velocidade de moldagem.

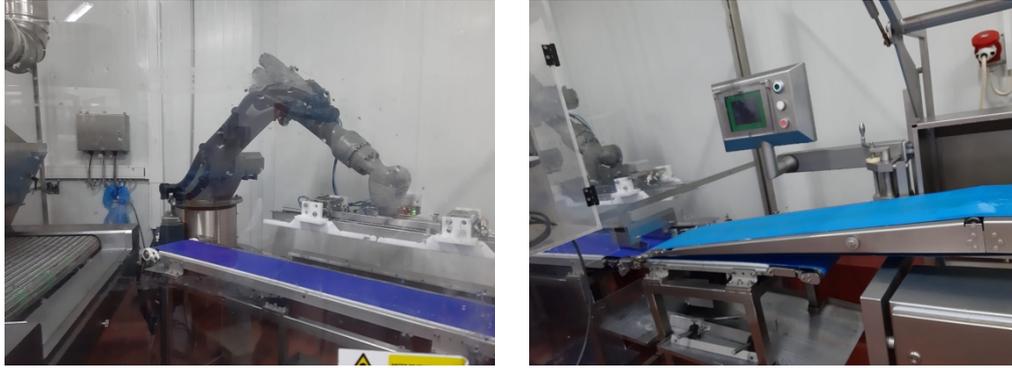


Figura 12. “Tapete sem fim” para movimentação dos preparados de carne (à direita) e utilização de braço robotizado para a transferência dos preparados de carne para o túnel de congelação (à esquerda).

A programação das condições de operação do túnel de ultracongelação (temperatura no interior do túnel e tempo de residência) é efetuada de acordo com a especificação técnica, tendo em conta a natureza do produto, e a cadência de produção ajustada ao planeamento produtivo. É utilizado um dos três binómios de tempo de residência e temperatura no interior do túnel: 6,5 min e $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5,5 min e $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 min e $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. O preparado de carne deverá sair do túnel com uma temperatura inferior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após a ultracongelação, os preparados de carne deverão seguir para a câmara de congelação para se proceder à sua estabilização térmica. Previamente, as almôndegas são colocadas diretamente do túnel de ultracongelação para caixas de plástico, envolvidas num saco plástico protetor (armazenamento intermédio). No caso de hambúrgueres, estes são colocados num saco plástico para depois ser colocado em caixa de cartão. Excecionalmente, por existência de avaria, e até à sua resolução, pode-se começar a produzir para ser embalado logo após ultracongelação.

A maioria dos hambúrgueres segue para a etapa de **embalamento em *flowpack***. Os hambúrgueres são colocados manualmente numa calha, e são envolvidos automaticamente em película de plástico. Estes são descarregados numa caixa de plástico, podendo seguir diretamente para o embalamento primário ou para armazenamento na câmara de congelação. Os restantes hambúrgueres, que não são embalados em *flowpack*, são armazenados na câmara de congelação em saco PEAD, para as encomendas que exigem embalamento a granel ou embalamento em SD.

Posteriormente, segue-se a etapa de **embalamento primário**, que consiste na colocação manual dos preparados de carne em embalagem de cartão. A única exceção reside no embalamento SD, que é auxiliado por um equipamento especializado neste tipo de embalamento, ilustrado na Figura 13. O processo de colocação do preparado de carne dentro da embalagem é manual, sendo esta selada automaticamente e descarregada em uma caixa de plástico.



Figura 13. Equipamento para embalamento SD.

Segue-se a etapa de **etiquetagem**, onde as embalagens de cartão são seladas e colocadas num “tapete sem fim”, onde passam por um sensor digital em que é litografada a data de validade e o lote na embalagem – *inkjet*. Cada uma das embalagens passa pelo **detetor de metais** (utilizado com o intuito de detetar corpos estranhos metálicos nos preparados de carne), seguindo-se, por fim, a **paletização**. Esta etapa compreende o embalamento secundário (colocação da embalagem primária em caixas de cartão), e ainda a colocação das caixas de cartão em paletes, segundo especificação do cliente (madeira ou plástico), onde é colocada a etiqueta logística. Por fim, este produto é enviado diretamente para a seção de expedição, ficando a cargo desta a responsabilidade das etapas subsequentes, e então é armazenada na câmara de congelação.

3.3.4. Zona dos frescos

No caso de a mistura produzida anteriormente ser destinada à produção de preparados de carne frescos, esta segue para a zona dos frescos. Esta zona destina-se para a produção dos artigos considerados frescos, nomeadamente almôndegas, preparado de carne picada e hambúrgueres.

Primeiramente, ocorre a etapa de **moldagem**, que é realizada com os mesmos equipamento e as mesmas metodologias que na zona dos congelados. Apenas difere no ritmo de produção, pois a etapa seguinte, o **embalamento primário**, é efetuado de forma manual, e consiste na colocação do preparado de carne em cuvette. O ritmo de produção é variável, mas o número de porções não ultrapassa as 80 min^{-1} , no caso dos hambúrgueres, 50 min^{-1} , no caso de preparado de carne picada, e 200 min^{-1} , no caso das almôndegas. Seguidamente, ocorre a **termosselagem**, que tem como objetivo selar a cuvette com filme de plástico termosselável, em atmosfera protetora. Este processo efetua-se numa termosseladora, com capacidade de termosselagem (número de ciclos) até aos 10 min^{-1} , sendo

termosseladas seis cuvetes em cada ciclo. A atmosfera protetora é constituída por uma mistura de oxigénio e de dióxido de carbono, numa proporção volumétrica de 70:30, respetivamente.

O operador responsável verifica e programa previamente os seguintes parâmetros: temperatura, pressão e concentração do gás. Programa igualmente a máquina etiquetadora, colocando o PLU⁷ do artigo, bem como o lote e a data. Os restantes dados estão associados ao PLU. O produto, ao passar na termosseladora, é encaminhado em tapete para a balança e é imediatamente etiquetado. Neste percurso passa no detetor de metais. As cuvetes etiquetadas são colocadas em embalagem secundária, e estas colocadas em paletes. Por fim, o produto devidamente paletizado é enviado diretamente para a seção de expedição, ficando a cargo desta a responsabilidade das etapas subsequentes.

3.4. Qualidade e segurança alimentar

Cabe ao departamento de qualidade garantir que todos os parâmetros de qualidade e medidas de segurança alimentar exigidas pela regulamentação em vigor e pela norma BRC, Versão 8, sejam corretamente cumpridas. Para tal, encontram-se definidos procedimentos, instruções de trabalho e rotinas devidamente validadas, desde o cumprimento de variáveis de controlo (temperaturas, pressão de gás, entre outros), controlo de alergénios, conformidade de produto, rastreabilidade, higienização e limpeza, e ainda pontos críticos de controlo. Todos estes procedimentos deverão estar devidamente documentados e agrupados em um manual de segurança e qualidade dos alimentos (BRC Versão 8).

Os procedimentos utilizados para garantir a rastreabilidade, o controlo de alergénios, e a higienização e limpeza encontram-se explícitos no Anexo A, no Anexo B e no Anexo C, respetivamente.

3.4.1. Pontos críticos de controlo (PCC's)

A aplicação do sistema HACCP a todo o processo produtivo levou à definição de dois pontos críticos de controlo: a etapa de **termosselagem em atmosfera protetora** e o **detetor de metais**. Foram definidos limites críticos que permitem identificar claramente se o processo está dentro ou fora de controlo, bem como delinear um procedimento de monitorização para assegurar a manutenção dos limites críticos.

⁷ PLU – *Price look-up code* - um sistema de números que identificam exclusivamente produtos a granel vendidos em grossistas e supermercados.

Termosselagem em atmosfera protetora

A embalagem em atmosfera protetora é uma técnica utilizada para prolongar a vida útil de produtos alimentares frescos ou minimamente processados. Esta técnica consiste na substituição do ar ambiente em redor dos produtos a embalar por uma mistura gasosa com uma composição adequada aos produtos alimentares em causa. Deste modo a qualidade inicial dos produtos pode ser prolongada uma vez que é retardada a sua degradação natural (Dalla Rosa, 2019).

De entre os gases autorizados para esta aplicação, a empresa utiliza os seguintes:

- Dióxido de carbono (E290) – é o gás mais eficaz no atraso do desenvolvimento microbiano (fungos e bactérias); ao dissolver-se nos líquidos e gorduras contidos nos produtos alimentares, reduz assim o seu pH. Esta dissolução pode originar o colapso das embalagens;
- Oxigénio (E948) – necessário para manter a coloração da carne vermelha (oxi-mioglobina) e nas frutas e vegetais para controlar a sua respiração.

Na termosseladora, a pressão do gás deverá rondar 100 kPa (1 bar) a 300 kPa (3 bar), a pressão de enchimento da cuvette deverá encontrar-se entre 15 kPa (0,15 bar) e 111,5 kPa (1,115 bar), e a temperatura da soldadura deverá estar entre 120 °C e 131 °C. A nível de produto final, a soldadura deverá estar perfeita, sem fissuras, e a cuvette deverá ter alguma pressão quando apertada. É ainda averiguada se de alguma forma a cuvette foi violada, e ainda a medição de gases. São executados controlos diários que visam averiguar a conformidade da mistura dos gases no interior das cuvetes.

Detetor de metais

No **detetor de metais** são efetuados testes ao equipamento, pela introdução propositada de materiais à base de metal de várias dimensões, com o intuito de testar se o equipamento se encontra ou não em bom funcionamento. A validação dos Detetores de Metais deve ter em conta os potenciais metais a considerar numa indústria, considerando amostras recolhidas e potenciais falhas, como por exemplo, agulha originada da pistola de pinos, agulha de origem veterinária, esfera, *clip*, penso rápido com tira de metal, entre outros. O tamanho dos padrões utilizados na monitorização dos detetores de metais tem por referência a norma FDA, de tamanho < 7 mm, valor este estabelecido como limite para matérias estranhas indicativas de risco à saúde humana. Além disso, os metais são representativos, no seu tipo, pois incluem: metais ferrosos, não ferrosos e inox.

3.4.2. Conformidade de produto

Além das medidas de segurança alimentar, é necessário garantir que o produto final cumpre um leque de características que o define, desde a **rotulagem**, o **embalamento** e o **controle metrológico**.

A **rotulagem** do produto final deve conter informações que permitam o manuseio, a exposição, o armazenamento e a preparação segura dentro da cadeia de suprimento de alimentos ou pelo cliente. Atualmente, a empresa aplica um processo para verificar se a rotulagem do produto final contém as informações corretas, nomeadamente o lote, a data de validade, os ingredientes, e outros dados relevantes contidos no rótulo.

A **embalagem** do produto deve ser apropriada para o uso pretendido e deve ser armazenada sob condições para evitar a contaminação e minimizar a deterioração (BRC, 2019). O departamento de qualidade delineou um processo para controlar o embalamento, verificando se este foi executado de maneira correta, e se o produto nele contido se encontra devidamente embalado.

O **controle metrológico** é efetuado para averiguar se a embalagem contém o peso correto de preparado de carne, bem como para avaliar se o preparado se encontra com a morfologia correta, sem qualquer defeito. Este deverá respeitar a Portaria n.º 1198/91, de 18 de dezembro.

3.5. Resíduos gerados

Em toda a secção, geram-se resíduos sólidos, líquidos e gasosos que deverão ser sujeitos a etapas posteriores. A manipulação dos resíduos deverão respeitar as normas que constam na Diretiva (UE) 2018/851, de 30 de maio, e o Decreto-lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, relativo à gestão de resíduos.

Os Subprodutos de Categoria 1 são acondicionados e armazenados em contentores específicos, devidamente identificados para Subprodutos M1, numa câmara independente de outros produtos. São expedidos uma vez por semana ou sempre que necessário. Estes subprodutos são marcados com tinta termorresistente, própria para efetuar a sua desnaturação.

Os Subprodutos de Categoria 3, como os ossos e gorduras têm um encaminhamento através de contentores específicos, e armazenados em câmara específica para Subprodutos e são expedidos diariamente. Todos os subprodutos são encaminhados juntamente com a documentação obrigatória e encaminhados para uma unidade de tratamento de subprodutos, devidamente licenciada.

4. Estudos efetuados

Cada uma das quatro zonas da secção dos preparados de carne foi alvo de estudo com o intuito de avaliar os fatores que influenciam a produtividade, na zona respetiva e em toda a secção, bem como avaliar as estratégias de gestão existentes entre etapas e entre as quatro zonas. Por fim, procurou-se oportunidades de melhoria a implementar na secção. Neste sentido, foram elaborados quatro estudos, onde cada um se encontra afeto a uma zona da secção (Figura 14). Os objetivos de cada estudo, respetiva descrição, bem como as metodologias e materiais utilizados para a sua execução estão discriminados no subcapítulos seguintes.

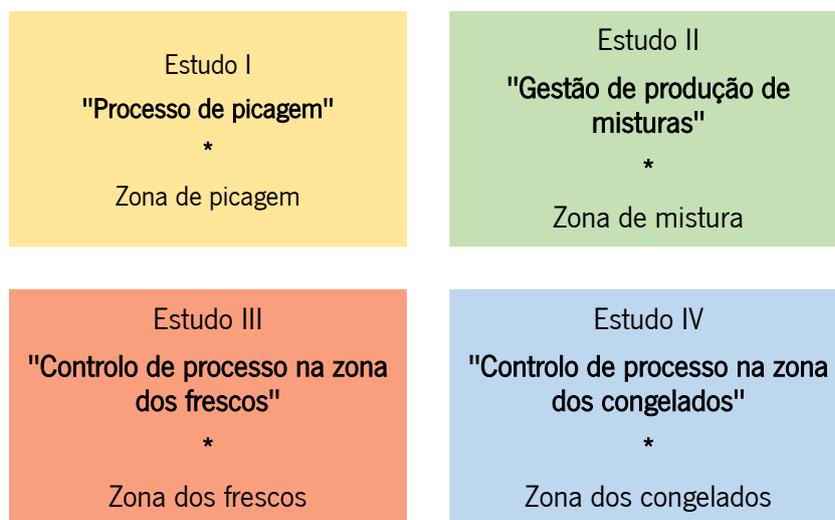


Figura 14. Estudos realizados e respetiva zona da secção.

4.1. Estudo I – Processo de picagem

A produção de qualquer preparado de carne, seja fresco ou ultracongelado, inicia-se com a picagem da carne destinada a cada formulação, daí a necessidade do seu estudo detalhado. Por outro lado, a direção da empresa modificou o processo de picagem em março de 2019 (ver subcapítulo 3.3.1), levando à mudança de rotinas e de metodologias de trabalho. Deste modo, surgiu a necessidade de realização de um estudo com vista a avaliação da nova rotina de picagem, da sua eficiência em termos de taxas de utilização e de performance, capacidade do processo, bem como identificar melhorias a implementem a curto e longo prazo. Este estudo subdivide-se em duas partes:

- **Avaliação de desempenho da picadora** – Cada equipamento possui características de funcionamento próprias, podendo operar com diferentes rendimentos e produtividades, sob certas condições previamente definidas. Assim, o mote desta parte consistiu na avaliação

da eficiência de operação do equipamento, pela determinação do rendimento de picagens e percentagem de perdas, e o ritmo de picagem;

- **Fatores que influenciam o processo de picagem** – Consistiu no estudo de fatores que interferem no desempenho de picagem, bem como na descrição das tarefas realizadas pelos colaboradores, e, ainda, na comparação entre a 1.^a picagem e a 2.^a picagem.

As variáveis estudadas encontram-se descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Variáveis avaliadas no estudo I, respetiva descrição e processo de cálculo

Variável	Descrição	Processo de cálculo
η_1	rendimento mássico da 1. ^a picagem	Quociente entre a massa da carne que sai após a 1. ^a picagem e a massa de carne em bruto que entra na picadora
η_2	rendimento mássico da 2. ^a picagem	Quociente entre a massa da carne que sai após a 2. ^a picagem e a massa da carne que sai picada da picadora após a 1. ^a picagem
p_1	percentagem de perdas na 1. ^a picagem	quociente entre a massa de perdas na 1. ^a picagem e a massa de carne em bruto que entra na picadora
p_2	percentagem de perdas na 2. ^a picagem	Quociente entre a massa de perdas na 2. ^a picagem e a massa da carne que sai picada da picadora após a 1. ^a picagem
v_1	Taxa de picagem, na 1. ^a picagem	Quociente entre a massa de carne em bruto que entra na picadora e a duração da 1. ^a picagem
v_2	Taxa de picagem, na 2. ^a picagem	Quociente entre a massa da carne que sai picada da picadora após a 1. ^a picagem e a duração da 2. ^a picagem.
t_{c1}, t_{c2}	tempo para a picadora consumir 1 carrinho de carne na 1. ^a picagem e na 2. ^a picagem, respetivamente	Quociente entre o tempo de picagem e o número de carrinhos descarregados na picadora durante o tempo de picagem
t_{d1}, t_{d2}	tempo de descarga de um carrinho com carne picada na 1. ^a picagem e na 2. ^a picagem, respetivamente	Contabilização do tempo com recurso a um cronómetro
t_e	Tempo necessário para encher um carrinho com carne em bruto	

O organograma representativo do estudo, que inclui as variáveis, encontra-se na Figura 15.

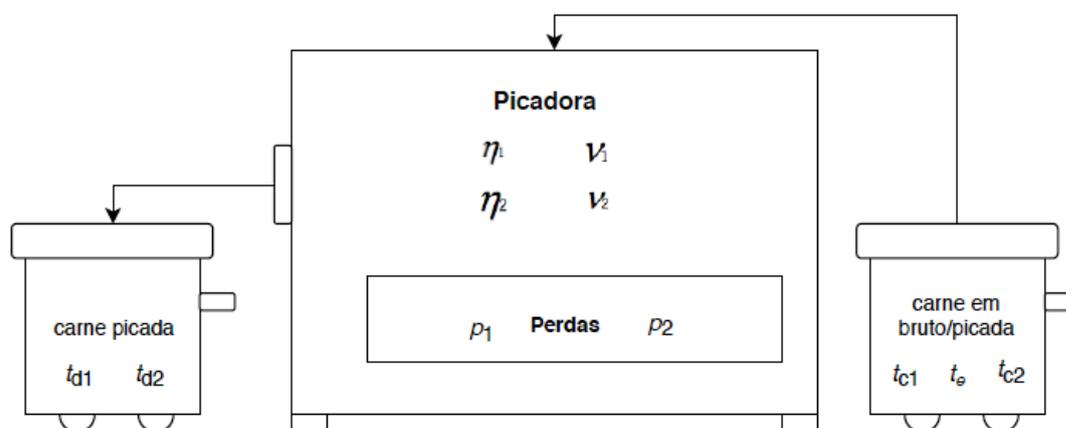


Figura 15. Organograma das variáveis avaliadas no estudo I.

4.1.1. Metodologias utilizadas no estudo I

O **rendimento mássico de picagem e a percentagem de perdas** foi avaliado numericamente pelas variáveis η_1 , η_2 , ρ_1 , e ρ_2 . Para tal, foram realizados 3 ensaios, onde cada um englobou a execução da 1.^a picagem e da 2.^a picagem, das seguintes receitas (e respetivas massas de carne) :

- Ensaio 1 – F16 + F17 – (89,3 + 954,4) kg;
- Ensaio 2 – F16 + F17 + F18 – (167,0 + 292,0 + 983,0) kg;
- Ensaio 3 – F8 + F17 – (226,4 + 1295,1) kg.

Em todos os ensaios, para todos os carrinhos utilizados, pesou-se o conjunto “carrinho + carne” antes e após a 1.^a picagem, e após a 2.^a picagem, e anotou-se a receita afeta a cada um. A massa de carne dentro do carrinho corresponde à diferença entre o conjunto “carrinho + carne” e a massa do carrinho. No fim da 1.^a e da 2.^a picagens, pesou-se ainda as perdas nos equipamentos, nomeadamente as cartilagens e a carne retida no “sem fim” da picadora. Apontou-se a hora de início e de fim da 1.^a picagem e da 2.^a picagem, e contabilizou-se o tempo de mudança de crivos. A duração da 1.^a picagem e da 2.^a picagem é obtida pela diferença entre a hora de fim e de início. Apontou-se também a hora à qual a manutenção foi notificada para proceder à mudança dos crivos, bem como à hora a que a mesma chegou à zona de picagem.

O **ritmo de picagem** foi avaliado numericamente pelas variáveis v_1 , v_2 , t_{c1} e t_{c2} . Para tal, realizaram-se 6 ensaios. Cada ensaio englobou a execução da 1.^a picagem e da 2.^a picagem, nos quais se apontou as respetivas horas de início e de fim, e o número de carrinhos descarregados na picadora. Efetuou-se a picagem de carne das seguintes receitas (e respetivas massas de carne):

- Ensaio 1 – F7 + F15 + F16 + F17 – (17,48 + 76,1 + 800,03 + 268,3) kg;
- Ensaio 2 – F16 + F17 – (89,3 + 954,4) kg;
- Ensaio 3 – F16 + F17 + F18 – (167,0 + 292,0 + 983,0) kg;
- Ensaio 4 – F3 + F7 – (725,8 + 214,0) kg;
- Ensaio 5 – F10 – 701,24 kg;
- Ensaio 6 – F16 + F17 – (172,0 + 1508,6) kg.

O restantes procedimentos são equivalentes aos utilizados na determinação das variáveis correspondentes ao rendimento mássico de picagem e à percentagem de perdas.

Para a determinação dos **fatores que influenciam o processo de picagem**, foi efetuado um rastreio durante uma manhã de produção, que consistia em apontar todas as ações dos colaboradores, e as respetivas horas de início e de fim das ações. Compilou-se e descreveu-se todas as tarefas realizadas pelos colaboradores em todo o processo de picagem. Na preparação para a 1.^a picagem, anotou-se o

tempo necessário para encher um carrinho com carne em bruto (t_e), consoante o tipo de carne em bruto, o número de peças de carne e o número de colaboradores. Para a **comparação entre a 1.ª picagem e a 2.ª picagem**, foram realizados 4 ensaios, 2 para cada uma, onde se apontaram os seguintes parâmetros:

- Hora de início e de fim (e a partir daqui calculou-se duração da picagem);
- Receitas em produção, a ordem de picagem e respetiva massa de carne;
- Número e duração de paragens;
- Número de colaboradores a operar na picadora e respetivas funções.

Foi ainda analisado o tempo de descarga de um carrinho com carne picada que sai da picadora, sem qualquer tipo de paragem nem períodos de funcionamento intermitentes, para a 1.ª picagem (t_{d1}) e para a 2.ª picagem (t_{d2}). Para tal, selecionaram-se 10 amostras em períodos de produção aleatórios, onde se contabilizou em cada carrinho o tempo necessário para o encher com carne picada, sem qualquer paragem ou período de funcionamento intermitente.

4.2. Estudo II – Gestão de produção de misturas

Na etapa de “produção de misturas” são produzidas as misturas que seguirão para o processo de moldagem, tanto na zona dos congelados, como para a zona dos frescos. Pretendeu-se, com este estudo, entender como se gere esta zona, rotinas adotadas pelos colaboradores, determinar a taxa à qual são consumidas as misturas nas zonas dos frescos e dos congelados (v_c), e encontrar aspetos a melhorar. A nível experimental, foram estudados 5 parâmetros, listados e descritos na Tabela 4.

4.2.1. Metodologias utilizadas no estudo II

Foi efetuado um rastreio durante 4 dias consecutivos (dia 1 corresponde ao primeiro dia da semana), no qual foram apontados todas as ações dos colaboradores (e a respetiva hora de início e de fim), o número de carrinhos em utilização e em que tarefa/etapa se encontram, a receita da carne/mistura contida nos carrinhos, e a massa de carne em cada carrinho.

Para o cálculo da taxa de consumo de misturas (v_c) executou-se um total de 47 ensaios para a zona frescos (7 para almôndegas, 26 para preparado de carne picada e 14 para hambúrguer) e 52 ensaios para a zona dos congelados (9 para almôndegas e 43 para hambúrgueres). A receita utilizada na zona dos frescos foi F17, e F1 na zona dos congelados. Apontou-se a hora a que cada carrinho é introduzido na enchedora, bem como a massa de mistura nele contido. O parâmetro v_c foi calculado pelo quociente entre a massa de mistura contida no carrinho e o tempo de consumo de mistura (calculado pela diferença entre a hora de entrada do carrinho em estudo e a hora de entrada do carrinho seguinte).

Tabela 4. Lista de parâmetros a considerar no estudo II, e respetiva descrição

Parâmetros	Descrição
Tarefa/etapa	<p>Foram consideradas 8 etapas/tarefas, nas quais os carrinhos podem estar envolvidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparação para picagem, que compreende o enchimento de carrinhos com carne em bruto a serem utilizados na 1.^a picagem; • 1.^a picagem e 2.^a picagem; • Mistura no Misturador 1 e no Misturador 2; • Moldagem na zona dos Frescos e na zona dos Congelados; • Outros, que pode englobar outras tarefas, tais como a hidratação da soja e cebola tostada. <p>No caso de os carrinhos não se encontrarem a ser utilizados, consideraram-se ainda mais 2 etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armazenagem na câmara de refrigeração; • Carrinhos em <i>standby</i>, isto é, carrinhos com carne ou mistura que estão parados na zona da picagem, mistura, ou então de moldagem. <p>No caso de os carrinhos se encontrarem vazios e inutilizados, sem qualquer função ou tarefa aparente, atribui-se o nome de carrinhos inutilizados.</p>
Carrinhos	<p>Atualmente, existem 28 carrinhos na zona de picagem. São estes que percorrerão algumas ou todas as etapas/tarefas existentes. Os carrinhos podem estar essencialmente em dois modos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Em utilização</i>, isto é afetos a uma determinada etapa do processo; • <i>Inutilizados</i>, onde não estão a ser utilizados.
Tempo	Permite localizar os outros 4 parâmetros numa linha temporal, facilitando a sua gestão e a deteção de anomalias e aspetos negativos.
Receita	Cada receita possui os seus próprios ingredientes, e condições/tempo de mistura.
Massa	Permite quantificar o conteúdo em mistura ou carne dentro dos carrinhos.

Estes parâmetros, bem como as etapas onde os carrinhos se podem encontrar durante o processo estão ilustrados na Figura 16.

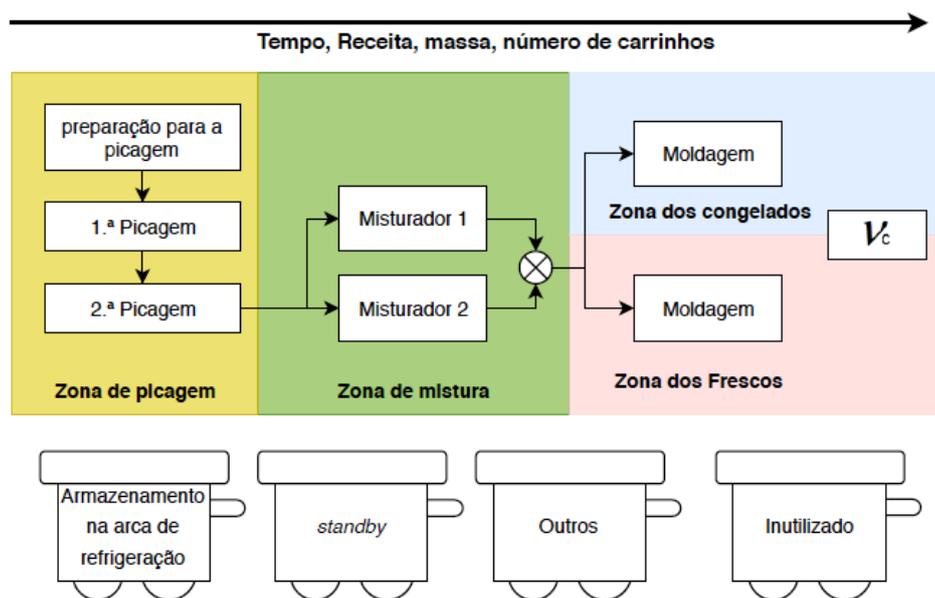


Figura 16. Organograma dos parâmetros estudados, bem como das etapas do processo em estudo onde os carrinhos se poderão localizar.

4.3. Estudo III – Controlo de processo na zona dos frescos

O estudo III teve como objetivo principal examinar a linha de produção da zona dos frescos, nomeadamente as rotinas das etapas de processo, das respetivas tarefas executadas, e ainda os tempos de produção de preparados de carne frescos. O estudo dividiu-se em 4 partes:

- **Análise da linha de processamento** – onde se estudou de forma genérica todo o processo, e quais os fatores limitantes;
- **Embalamento primário** – descrição do processo em diferentes preparados de carne, e estudo de fatores que influenciam a frequência de embalagem primário, nomeadamente as paragens inerentes ao processo;
- **Etiquetagem** – descrição do processo em separado para os artigos de dimensões reduzidas e para os artigos de dimensões superiores, e estudo de fatores que influenciam a frequência de etiquetagem, nomeadamente as paragens inerentes ao processo;
- **Análise de perdas** – avaliação de todas as perdas de produto verificadas na linha de produção, e análise crítica no que toca às suas implicações para o consumidor e para a empresa.

As variáveis estudadas encontram-se descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Variáveis avaliadas no estudo III, respetiva descrição e explicação

Variável	Descrição	Explicação
t_w	Tempo de espera de cuvetes em carrinho	Após o acondicionamento do produto nas respetivas cuvetes, as mesmas são colocadas num carrinho de suporte de embalagens sendo transferida para a zona da etapa seguinte: termoselagem em atmosfera protetora. Esta variável estuda o tempo em que as cuvetes ficam em <i>standby</i> (após o embalamento)
$f_{p,c}$	Frequência de embalagem primário	Número de cuvetes embaladas por um colaborador por unidade de tempo
$f_{p,l}$		Número de cuvetes embaladas por unidade de tempo, independente do número de colaboradores
f_e	Frequência de etiquetagem	Número de cuvetes etiquetadas por unidade de tempo
t_o	Tempo de obstrução	Tempo de paragem sucedido por obstrução da termoseladora com cuvetes
t_c	Tempo de congestionamento	Tempo de paragem sucedido por congestionamento de cuvetes na etiquetagem

O organograma representativo das variáveis encontra-se na Figura 17.

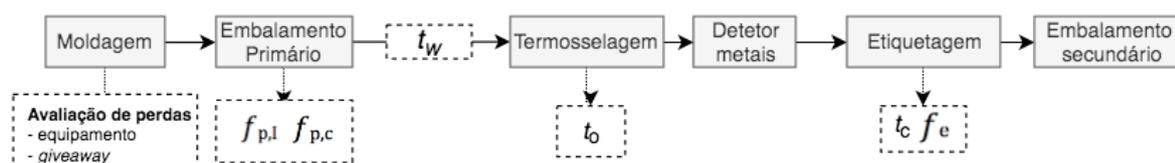


Figura 17. Organograma das variáveis avaliadas no estudo III.

4.3.1. Metodologias utilizadas no estudo III

Para a **análise da linha de processamento**, realizou-se um rastreamento a toda a linha produtiva durante um dia de produção (8 h), onde se apontou o tempo de início e de fim de cada etapa do processo (embalamento primário, e etiquetagem), o tipo de artigo em processo e a respectiva quantidade produzida (em número de cusetes), número de pessoas, e o número e duração de paragens. Com estes dados, construiu-se um diagrama de produção, onde se alocaram os artigos em produção numa linha temporal.

Para o cálculo do tempo de espera de cusetes em carrinho (t_w), recolheram-se 20 amostras distribuídas por seis artigos, A, B, C, D, E e F, codificados da seguinte maneira:

- A – Almôndegas 48 uni;
- B – Almôndegas 15 uni;
- C – Preparado de carne picada 500 g;
- D – Preparado de carne Picada familiar;
- E – Preparado de carne Picada 1 kg;
- F – Hambúrguer 500 g.

Para cada amostra, apontou-se o tempo inicial, que se contabiliza a partir do momento em que o carrinho se encontrava completo com cusetes, e o tempo final onde o carrinho com cusetes foi reintroduzido na etapa de termoselagem. O valor de t_w é calculado pela diferença entre o tempo inicial e o tempo final.

O estudo do **embalamento primário** foi efetuado em separado para cada preparado de carne. Para os artigos de almôndegas, determinou-se a frequência de embalagem primário ($f_{p,c}$), e para os artigos de preparado de carne picada e de hambúrgueres, determinou-se a frequência de embalagem primário independente do número de colaboradores ($f_{p,i}$). Para ambas as variáveis, estudaram-se os mesmos 6 artigos para determinação de t_w , e recolheu-se 36 amostras, distribuídas do seguinte modo:

- Artigo A – 5 amostras;
- Artigo B – 6 amostras;
- Artigo C – 11 amostras;
- Artigo D – 4 amostras;
- Artigo E – 6 amostras;
- Artigo F – 6 amostras.

Para cada amostra, apontou-se o tempo inicial, considerado a partir do momento em que se começaria a encher um novo carrinho, e o tempo final, no qual o carrinho de suporte de cusetes ficaria completo, ou então no fim da produção do artigo. A diferença entre o tempo final e o tempo inicial providencia a duração temporal da amostra. Neste intervalo de tempo, apontou-se o número de colaboradores a operar, o número de cusetes embaladas, o número de paragens, o tempo e o motivo da paragem. A

variável $f_{p,c}$ é calculada pelo quociente entre o número de cuvetes e o produto entre a duração da amostra e o número de colaboradores. A variável $f_{p,l}$ é calculada pelo quociente entre o número de cuvetes e a duração da amostra.

O estudo da etapa de **etiquetagem**, foi subdividido em cuvetes de dimensões reduzidas e em cuvetes de dimensões superiores. Para as cuvetes de dimensões reduzidas, calculou-se a frequência de etiquetagem (f_e). Para tal, recolheram-se 15 amostras, distribuídas pelos 3 artigos estudados:

- Almôndegas 16 uni – 5 amostras;
- Preparado de carne picada 500 g – 4 amostras;
- Hambúrguer 500 g – 6 amostras.

Para cada amostra, apontou-se o tempo inicial, considerado a partir do momento em que se começaria o processo de termosselagem, e o tempo final, no qual o conteúdo de um carrinho de suporte de embalagens tinha sido totalmente escoado. A diferença entre o tempo final e o tempo inicial providencia a duração temporal da amostra. Neste intervalo de tempo, apontou-se o número de colaboradores a operar, o número de cuvetes etiquetadas, número de cuvetes danificadas, o número de paragens, tempo de paragem, e ainda o motivo para que a paragem tenha acontecido. O valor de f_e é calculado pelo quociente entre o número de cuvetes e a duração temporal da amostra.

De modo a contabilizar a influência das paragens, determinou-se o tempo de paragem por congestionamento de cuvetes (t_c) e por obstrução da termosseladora com cuvetes (t_o). Para a variável t_c , anotou-se o tempo inicial, considerado a partir do qual a etapa de etiquetagem interrompeu as suas operações devido a uma acumulação de cuvette, e o tempo final, contabilizado no momento em que foi retomado o seu funcionamento. Para a variável t_o , anotou-se o tempo inicial, considerado a partir do qual iniciou a obstrução da termosseladora com cuvetes termosseladora, e o tempo final, contabilizado no momento em que a termosseladora retomou o processamento, após o problema de congestionamento de cuvetes ser resolvido.

Para os artigos de dimensões superiores, efetuou-se um rastreio do percurso das cuvetes, onde foram apontados os processos em que as respetivas cuvetes seriam reintroduzidos, o número de cuvetes, o artigo em linha de processo, e ainda a duração inicial e final de cada processo.

Por fim, para a **avaliação de perdas**, anotou-se todo o tipo de perdas (por defeitos e no equipamento) e procedeu-se à sua pesagem. Para a determinação do *giveaway* das almôndegas, recolheram-se 20 porções, pesaram-se e calculou-se a média aritmética dos pesos obtidos de todas as amostra. O *giveaway* calcula-se pela diferença entre o valor médio e o valor de referência (25 g).

4.4. Estudo IV – Controlo de processo na zona dos congelados

O estudo IV teve como objetivo principal examinar a linha de produção da zona dos congelados, nomeadamente as rotinas das etapas de processo, das respetivas tarefas executadas, e, ainda, os tempos de produção de preparados de carne frescos. O estudo dividiu-se em 3 partes:

- **Análise à linha de processamento** – estudou-se de forma genérica todo o processo, e determinou-se os níveis de *stock* de produto intermédio para cada formulação;
- **Comparação entre embalagem primário, etiquetagem e paletização** – os artigos produzidos na zona dos congelados possuem diferentes embalagens, que, por conseguinte, acabam por influenciar a produtividade nas três etapas enunciadas. Por isso, foram avaliados, para vários artigos, os fatores que as influenciam;
- **Análise de perdas** – avaliação de todas as perdas de produto verificadas na linha de produção (perdas por defeito, no equipamento e por *giveaway*), e análise crítica relativa às suas implicações para o consumidor e para a empresa.

As variáveis estudadas encontram-se descritas na Tabela 6.

Tabela 6. Variáveis avaliadas no estudo IV, respetiva descrição e explicação

Descrição	Explicação	Descrição
$f_{p,c}$	Frequência de embalagem primário	Número de embalagens de cartão embaladas por um colaborador por unidade de tempo
t_s	Tempo de embalagem secundário	Tempo necessário para um colaborador encher uma caixa de cartão com as embalagens primárias
t_t	Tempo de embalagem terciário	Tempo necessário para um colaborador fazer completar uma paleta com as embalagens secundárias
f_e	Frequência de etiquetagem	Número de embalagens etiquetadas por um colaborador por unidade de tempo
ρ_{eq}	Perdas no equipamento	Proporção mássica de perdas no equipamento de moldagem
ρ_{def}	Perdas por defeito	Proporção de perdas de produto intermédio por defeito
ρ_{giv}	Perdas por <i>giveaway</i>	Quantidade mássica de <i>giveaway</i> em uma porção de preparado de carne

Na Figura 18, encontra-se representado o organograma das variáveis.

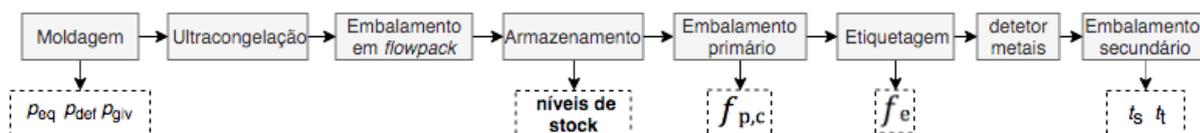


Figura 18. Organograma das variáveis avaliadas no estudo IV.

4.4.1. Metodologias utilizadas no estudo IV

Para a **análise à linha de processamento**, realizou-se um rastreio a toda a linha produtiva onde se apontou o tempo de início e de fim de cada etapa do processo, o tipo de artigo em processo e a respetiva quantidade, e ainda número de pessoas a operar na zona em cada etapa do processo.

Para a **comparação entre o embalamento primário, etiquetagem e paletização**, calcularam-se 4 variáveis: frequência de embalamento primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e), tempo de embalamento secundário (t_s) e terciário (t_t). As fórmulas utilizadas para o cálculo de $f_{p,c}$, f_e , t_s e t_t na Tabela 7. Para as variáveis t_s e t_t , é efetuada uma extrapolação a partir do valor de $f_{p,c}$.

Tabela 7. Fórmulas utilizadas para o cálculo da frequência de embalamento primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e), e o tempo de embalamento secundário (t_s) e terciário (t_t)

Variável	$f_e, f_{p,c}$	t_s	t_t
Equação	$\frac{n_{emb.primárias}}{t_{amostra} \times n_{col}}$	$(f_{p,c} \times n_{emb.secund.})^{-1}$	$(f_{p,c} \times n_{palete})^{-1}$

Legenda: $n_{emb.primárias}$ – número de embalagens primárias; n_{col} – número de colaboradores; $n_{emb.secundárias}$ – número de embalagens primárias contidas em uma embalagem secundária; n_{palete} – número de embalagens primárias contidas em uma palete; $t_{amostra}$ – duração da amostra.

Para determinar $f_{p,c}$, recolheram-se 36 amostras, distribuídas por 5 artigos:

- almôndegas 16 uni – 10 amostras;
- almôndegas 84 uni – 4 amostras;
- hambúrguer 4 uni – 4 amostras;
- hambúrguer 10 uni – 8 amostras;
- hambúrguer 25 uni – 10 amostras.

Para cada amostra, apontou-se o tempo inicial, considerado a partir do momento em que se começaria a encher a primeira embalagem primária do respetivo artigo, e o tempo final, contabilizado aquando do embalamento da última embalagem primária. A diferença entre o tempo final e inicial providencia a duração da amostra. Neste intervalo de tempo, apontou-se o número de colaboradores a operar e o número de embalagens produzidas. Para os artigos almôndegas 84 uni e hambúrguer 25 uni, não foi calculado t_s , pois este não existe para estes artigos.

Para o cálculo de f_e foram recolhidas 20 amostras, distribuídas pelos seguintes artigos:

- almôndegas 16 uni – 3 amostras;
- almôndegas 84 uni e hambúrguer 25 uni – 5 amostras (dada a natureza do embalamento, foram analisados em conjunto);
- hambúrguer 4 uni – 5 amostras;
- hambúrguer 10 uni – 7 amostras.

Para cada amostra, apontou-se o tempo inicial, considerado a partir do momento em que se começaria a etiquetar a 1.ª embalagem, e o tempo final correspondente à etiquetagem da última embalagem. A diferença entre o tempo final e o tempo inicial providencia a duração temporal da amostra. Neste intervalo de tempo, apontou-se o número de colaboradores a operar, e o número de embalagens etiquetadas.

Na análise das **perdas no equipamento**, determinou-se a proporção, em massa, das perdas existentes em relação às mistura de todas as receitas processadas (ρ_{eq}). Recolheram-se 13 amostras, onde se apontou a massa de perdas, bem como as receitas e respetiva massa, e o tipo de preparado de carne produzido. O valor de ρ_{eq} é calculado pelo quociente entre a massa de perdas e o somatório da massa de mistura de todas as receitas processadas. Para a avaliação global da produção de misturas dos congelados, conjugaram-se as treze amostras, e somou-se as massas de mistura utilizada em cada receita. A proporção mássica de receita processada na zona dos congelados corresponde ao quociente entre a massa de mistura produzida e a massa total de mistura de todas as receitas.

Na análise das **perdas por defeitos**, determinou-se a proporção, em massa, das perdas existentes por defeitos em relação à massa de preparado de carne efetuada por lote (ρ_{def}). Para tal, recolheram-se 54 amostras distribuídas pelas seguintes receitas:

- F1 – 17 amostras;
- F2 – 4 amostras;
- F3 – 5 amostras;
- F4 – 3 amostras;
- F6 – 2 amostras;
- F7 – 5 amostras;
- F9 – 1 amostra;
- F10 – 10 amostras;
- F11 – 2 amostras;
- F12 – 5 amostras.

Em cada amostra, apontou-se o lote, a receita, a massa de mistura produzida a massa total de perdas por defeitos Esta informações foram retiradas da base de dados da empresa. O valor de ρ_{def} calcula-se pelo quociente entre a massa total de perdas por defeitos e massa de mistura produzida no lote.

Na análise das **perdas por giveaway**, determinou-se o *giveaway* mássico existente em uma unidade de processado de carne, por lote (ρ_{giv}). Recolheram-se 24 amostras distribuídas pelas seguintes receitas:

- F1 – 6 amostras;
- F2 – 3 amostras;
- F3 – 3 amostras;
- F4 – 1 amostra;

- F7 – 2 amostras;
- F8 – 1 amostra;
- F10 – 5 amostras;
- F11 – 1 amostra;
- F12 – 2 amostras.

Em cada amostra, apontou-se o lote, a receita, o tipo de preparado de carne, respectivo peso de referência unitário, o número de embalagens embalada por lote, as quantidades segregadas por lote para reprocessamento, e a ainda as perdas por defeitos e no equipamento. O valor de ρ_{giv} calculou-se pela seguinte sequência de cálculos:

- 1) Determinou-se o número total de unidades de preparados de carne utilizados para embalar as embalagens respetivas ao lote, obtido pelo produto entre o número de embalagens e o número de porções dentro da embalagem;
- 2) Calculou-se o peso teórico de preparado de carne necessário para o embalamento, obtido pelo produto entre o número total de unidades de preparado de carne utilizado para embalamento e o peso unitário do preparado de carne;
- 3) Ao valor calculado em 2), subtraiu-se a massa de mistura utilizada no lote, as perdas por defeitos e no equipamento, obtendo-se o balanço mássico entre a mistura teoricamente necessária, e a efetivamente utilizada;
- 4) Calculou-se ρ_{giv} pelo quociente entre o balanço mássico determinado no ponto 3), e a massa de mistura utilizada no lote.

4.5 Análise estatística

Neste estudo, foi executado um teste estatístico, o teste t de *student*, para amostras emparelhadas, tipo bicaudal, para um intervalo com 95 % de confiança.

5. Resultados e discussão

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos dos quatro estudos realizados. Os resultados de cada um são discutidos individualmente.

5.1. Estudo I – Processo de picagem

Os resultados e respetiva discussão para o estudo I encontram-se subdivididos em duas partes. A primeira corresponde “Avaliação do desempenho da picadora” e a segunda “Fatores que influenciam o processo de picagem”.

5.1.1. Avaliação de desempenho da picadora

Rendimento mássico de picagem e perdas

Na Tabela 8, encontram-se os valores alusivos ao rendimento mássico da picagem e perdas verificadas da 1.^a picagem e da 2.^a picagem, para os três ensaios realizados.

Tabela 8. Valores médios e respetivo intervalo de confiança de 95 % para o de rendimento de 1.^a picagem (η_1) e 2.^a picagem (η_2), e para a percentagem de perdas na 1.^a picagem (ρ_1) e na 2.^a picagem (ρ_2), para os três ensaios realizados

Parâmetros	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
η_1 /%	99,72±0,13	99,67±0,11	99,78±0,11
η_2 /%	99,04±0,13	99,60±0,12	99,22±0,10
ρ_1 /%	0,24±0,04	0,22±0,03	0,18±0,03
ρ_2 /%	0,96±0,04	0,49±0,03	1,06±0,04

Pela análise da Tabela 8, é possível concluir que, independentemente de ser a 1.^a picagem ou a 2.^a picagem, a picadora opera de forma eficiente a nível de funcionamento mecânico, visto que o rendimento da picagem é superior a 99 % em todos os casos. Os valores de η_1 e de η_2 não alcançaram o valor máximo de rendimento (100 %), pois a diferença reflete-se nos valores de ρ_1 e de ρ_2 , respetivamente.

Além disso, verificou-se uma maior quantidade de perdas na 2.^a picagem do que na 1.^a picagem. Esta comparação foi corroborada pelo teste *t de student* (com um *p-value* de 0,046). Na prática, verifica-se que, na 1.^a picagem, existem perdas associadas à retenção de carne no “sem fim” da picadora (que ronda 1,4 kg), bem como possíveis restos de carne que tenham caído no piso decorrentes do processo. Por outro lado, a 2.^a picagem engloba o mesmo tipo de perdas que a 1.^a picagem, bem como as perdas associadas à separação da cartilagem da carne picada, na picadora. Estas últimas perdas são variáveis,

e diferem consoante o tipo de peças de carne que se esteja a picar (pois existem peças com mais cartilagem, e outras com menos), e do estado de funcionamento do separador de cartilagem (por vezes, este fica obstruído, não separando portanto a cartilagem da carne). Sugere-se um estudo sobre o separador de cartilagem – adequação do modo de funcionamento e/ou melhoria estrutural deste separador – e a sua relação com o tipo de peças de carne que se estejam a picar, de modo a se conseguir prever a quantidade de cartilagens numa picagem. Neste seguimento, a empresa começou por elaborar uma instrução de trabalho que prevê as porções de aparas que não deverão ser incluídas, aquando da desossagem das carcaças e/ou do corte das carnes para a secção dos preparados de carne, nomeadamente tendões, sujidades, cartilagens, nervos e membranas. Se este controlo for eficientemente cumprido, reduzir-se-á a quantidade destas porções na carne destinada à picagem, resultando no aumento do rendimento da 2.ª picagem.

Ritmo de picagem

O ritmo de picagem traduz-se numericamente na taxa de picagem e no consumo de um carrinho com carne a ser picada. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Valores médios e respetivo intervalo de confiança de 95 % para a taxa de 1.ª picagem (v_1) e da 2.ª picagem (v_2), e para o do tempo de consumo de 1 carrinho na 1.ª picagem (t_{c1}) e na 2.ª picagem (t_{c2})

$v_1 / (\text{kg min}^{-1})$	$v_2 / (\text{kg min}^{-1})$	t_{c2} / s	t_{c1} / s
$58,1 \pm 6,6$	$45,9 \pm 10,1$	181 ± 38	105 ± 21

Pela análise da Tabela 9, constatou-se que o valor médio de v_1 é superior ao valor médio de v_2 em $6,2 \text{ kg min}^{-1}$, e que o valor médio de t_{c2} é superior ao valor médio de t_{c1} em 76 s. Ambas as diferenças foram corroboradas pelo teste t de *student*, com um *p-value* de 0,043 e de 0,009, respetivamente. Portanto, os carrinhos de carne são consumidos mais rapidamente na 1.ª picagem, sendo por consequência a respetiva taxa de picagem superior. Os resultados indicam a existência de fatores externos (além das características mecânicas da picadora) que interferem na velocidade de picagem, em específico retardam a 2.ª picagem. Estes são estudados na segunda parte do estudo.

5.1.2. Fatores que influenciam o processo de picagem

Os resultados obtidos na primeira parte do estudo motivaram a realização da análise detalhada dos fatores que influenciam o processo de picagem, em todas as etapas e tarefas existentes na zona de picagem, incluindo o os fatores que provocam o retardamento da 2.ª picagem.

Após a realização da segunda parte do estudo, verificou-se que a picagem em si pressupõe a execução das seguintes etapas: preparação para picagem; montagem dos crivos, e mudança dos crivos entre picagens; 1.^a Picagem; 2.^a picagem. Estas etapas seguem a linha de processo representada na Figura 19. Cada etapa é descrita e discutida individualmente.

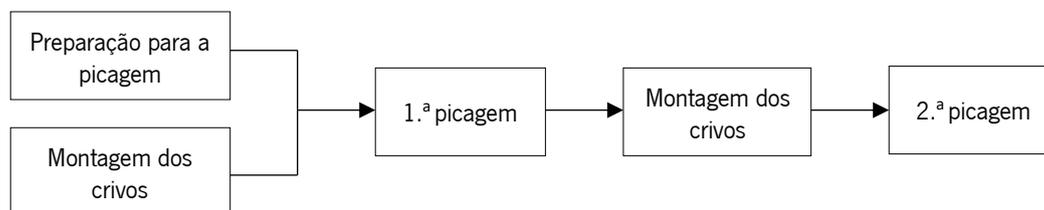


Figura 19. Sequência de etapas a elaborar na zona de picagem.

A etapa de **preparação para a picagem** engloba todas as tarefas precedentes às picagens, realizadas pelos colaboradores da zona dos picados. Na Tabela 10, é possível encontrar uma lista de tarefas mais relevantes que os colaboradores executam, e a respetiva descrição. Todas estas tarefas são realizadas manualmente.

Tabela 10. Lista de tarefas realizadas pelos colaboradores na etapa de preparação para a picagem

Tarefas	Descrição
Transferência de paletes de carne para a câmara de refrigeração	Na câmara C7, é colocada a carne a ser utilizada nas produções planeadas, onde sofre uma descongelação superficial.
Recolha de paletes de ingredientes do elevador	Os ingredientes que compõem cada receita são previamente pesados numa outra seção da empresa, o AMPSE. E são expedidos para a zona produtiva com o auxílio de um elevador. Os operadores procedem ao levantamento dos ingredientes, para dar início à sua preparação.
Remoção das etiquetas identificativas de caixa de carne em bruto	Os colaboradores retiram as etiquetas de caixa onde a carne em bruto está acondicionada (com informações sobre o lote e o tipo de carne), colam em uma folha de papel, para proceder posteriormente à “picagem informática” dos lotes de carne, associando ao lote da formulação que foi utilizada.
“Picagem informática” dos lotes	Procede-se à associação informática dos lotes de carne utilizada em cada lote de produto produzido.
Enchimento dos carrinhos com carne em bruto	Esta tarefa engloba a abertura de peças de carne e/ou de <i>trimming</i> embalados em vácuo, e de carne em bloco que são descarregados nos carrinhos destinados às etapas de picagem.

O enchimento dos carrinhos com carne em bruto é condicionado por vários fatores, nomeadamente o número de colaboradores, o tipo de carne em bruto (peças a vácuo ou carne em bloco) e o respetivo

tamanho das peças. Na Tabela 11, encontra-se uma lista com valores de tempo necessário para encher os carrinhos com carne em bruto (t_e) consoante os fatores enunciados.

Tabela 11. Tempo necessário para encher 1 carrinho (t) consoante o número de colaboradores (n_{col}), o tipo de carne, e ainda o número de peças em vácuo/carne em bloco colocado no carrinho ($n_{peças}$)

$*t_e$ /min	n_{col}	Tipo de carne em bruto	$n_{peças}$
11,6	1	vácuo	29
5,8	2	vácuo	31
5,6	2	vácuo	31
5,2	2	vácuo	27
11,0	2	bloco	7
1,2	2	bloco	5
2,0	1	bloco	5
2,4	1	bloco	5
2,7	1	bloco	5

*erro associado à determinação do tempo de 1 s

Pela análise da Tabela 11, é possível estabelecer uma correlação entre t_e e o tipo de carne. O enchimento de 1 carrinho com carne em bloco dura cerca de 5 vezes menos do que o enchimento de um carrinho com peças em vácuo, onde o número de colaboradores é igual a 2. O facto de a carne em bloco ser maior do que a peça em vácuo permite a ocupação de um maior volume do carrinho, e, portanto, obter valores de t_e inferiores. Além disso, a abertura de uma peça em bloco apenas implica a remoção do saco azul que o envolve. Contudo, a abertura da embalagem em vácuo implica abrir o saco do vácuo (filme retrátil) com uma faca, rasgá-lo em toda a superfície da peça de carne e, apenas depois, colocar a peça dentro do carrinho. Portanto, a abertura de uma peça em bloco acaba por ser mais rentável.

Verifica-se também que t_e é menor quanto maior for o número de colaboradores. No geral, independentemente do tipo de carne em bruto, quando o número de colaboradores duplica, o valor de t_e é reduzido para a metade.

A etapa de **montagem dos crivos** para início de produção realiza-se às 7:00 da manhã pela equipa de manutenção. Engloba a verificação do estado de todas as peças de trabalho e a substituição de algumas se necessário, e a sua posterior colocação/montagem na picadora. Esta etapa não interfere na rotina de trabalho dos colaboradores da zona de picagem, visto que a picagem apenas começa a partir das 7:30, sempre após a preparação para a picagem.

A **mudança dos crivos** consiste na troca dos mesmos entre picagens, podendo incluir a limpeza do “sem fim”. Durará 5 min se somente for feita substituição de crivos. Durará pelos 10 min se for retirado o “sem-fim” da picadora para a sua limpeza, isto é, remoção de quantidade residual de carne e gorduras

nele contido. Por vezes, outras peças dos crivos podem ser sujeitas a limpezas com água, de modo a que a sua colocação na picadora seja mais efetiva e correta. A grande diferença é que não existe um elemento da manutenção destacado na zona de picagem pronto para a mudança dos crivos a qualquer altura. Por isso, eles têm de ser contactados para se deslocarem até à zona de picagem para procederem à dita tarefa. Neste sentido, a equipa de manutenção tanto pode chegar ao local em 3 min, como demorar 10 min, pelo que, se não forem contactados com antecedência, ocorrerão atrasos na picagem. Deste modo, definiu-se que a equipa de manutenção deverá ser contactada com 10 min de antecedência (ou quando faltarem cinco carrinhos para o término da picagem) de forma a evitar atrasos na realização do trabalho planeado. Esta ação apenas tem efeitos significativos entre a 1.^a picagem e a 2.^a picagem, pois, após esta última não existe carne em bruto pronta para picar, pelo que a manutenção tem margem de manobra para efetuar a mudança dos crivos.

A 1.^a picagem e a 2.^a picagem foram alvo de comparação, com o intuito de tentar aferir quais os fatores que fazem retardar a última picagem (como verificado na primeira parte do estudo). Na Tabela 12 encontram-se os resultados obtidos no estudo efetuado.

Tabela 12 . Número de colaboradores, tempo de picagem, número e duração total de paragens breves e de paragens prolongadas, e períodos de funcionamento intermitente, e as receitas processadas no ensaio com respetiva massa de carne

<p style="text-align: center;">Ensaio 1 – 1.^a Picagem</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 colaboradores • Tempo de picagem: 21 min e 46 s • 8 paragens breves (2 min e 30 s) • 2 paragens prolongadas(1 min e 35 s + 1 min e 22 s) • 2 períodos de funcionamento intermitente (2 min e 19 s) <p>Receitas:F12 +F14 + F16 + F17 (17,4 + 76,2 + 800,0 + 268,4) kg</p>	<p style="text-align: center;">Ensaio 2 – 2.^a Picagem</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 colaboradores • Tempo de picagem: 38 min e 26 s • 2 paragens Breves (20 s) • 4 paragens prolongadas(12 min e 46 s) • 4 períodos de funcionamento intermitente (13 min e 26 s) <p>Receitas: F12 + F14 + F16 + F17– (17,48 + 76,2 + 800,0 + 268,4) kg</p>
<p style="text-align: center;">Ensaio 3 – 1.^a Picagem</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 colaboradores • Tempo de picagem: 10 min e 16 s • 2 paragens Breves (52 s) • 0 paragens prolongadas • 1 períodos de funcionamento intermitente (56 s) <p>Receitas: F1 (701,4 kg)</p>	<p style="text-align: center;">Ensaio 4 – 2.^a Picagem</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 colaboradores • Tempo de picagem: 24 min e 18s • 2 paragem breve (1 min e 18 s) • 1 paragens prolongadas(1 min e 4 s) • 2 períodos de funcionamento intermitente (5 min e 42 s) <p>Receitas: F1 + F17 (701,4 + 803,4) kg</p>

Um dos fatores que influencia no tempo de picagem é o número de colaboradores, e, por consequência, as tarefas que terão de executar na picadora. O processo de picagem propriamente dita engloba 3 tarefas fundamentais, descritas na Tabela 13.

Tabela 13. Lista das tarefas a executar pelos colaboradores durante o processo de picagem

Picagem	Descrição
Descarregamento dos carrinhos na picadora	O colaborador engata o carrinho num elevador que os faz subir e descarregar para dentro da picadora.
Mudança de carrinhos	A carne picada cai no carrinho que, depois de completo, é trocado por outro vazio pelo colaborador. O carrinho completo é colocado noutra zona, ficando a aguardar pela etapa seguinte do processo.
Controlo do fluxo de carne dentro da picadora	A picadora é dotada de um sensor que, quando deixa de detetar carne, interrompe imediatamente o seu funcionamento. Por isso, cabe ao colaborador garantir que a picadora está sempre provida de carne pronta a picar. O colaborador também se serve de uma pá para remover possíveis fragmentos de carne que fiquem presos nas paredes da picadora. Quando não existe mais carne para picar, e o sensor não deteta carne, o colaborador pode operá-la manualmente de forma a expelir toda a carne remanescente no exterior.

A localização física onde as respetivas etapas são realizadas encontra-se na Figura 20.

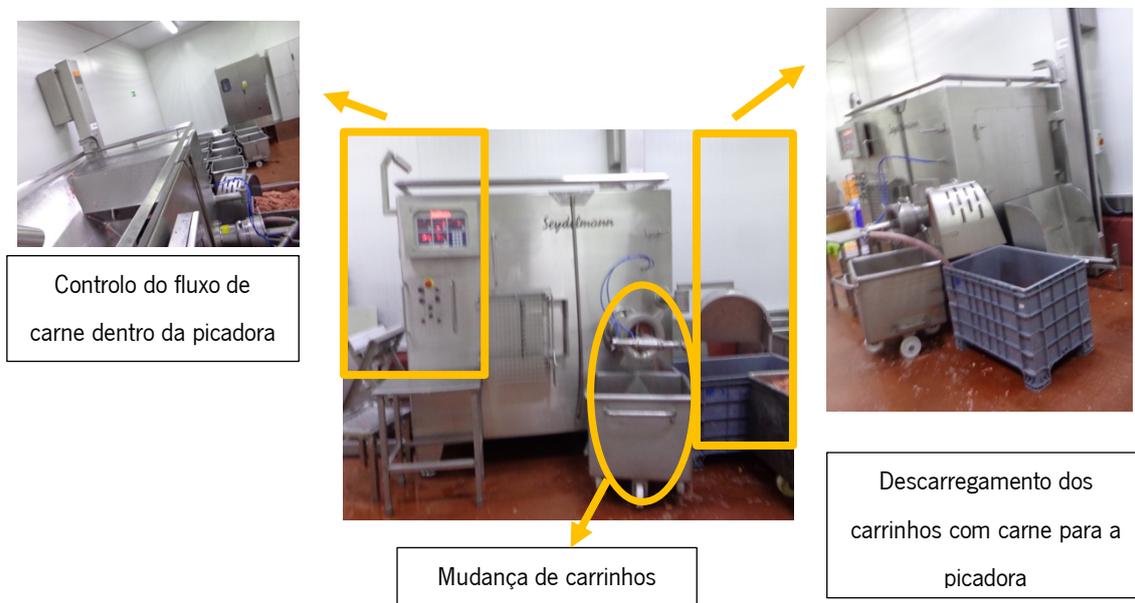


Figura 20. Localização das tarefas a executar durante o processo de picagem.

Para um processo contínuo, é fundamental ter uma pessoa a executar cada uma destas três funções, ou seja, 3 colaboradores, com distribuição equitativa das tarefas. Na prática, quando operam 3 pessoas na picadora, o processo não é interrompido, exceto quando esta fica com muita pouca carne para picar. Assume-se que, portanto, com 3 pessoas a operar, a picadora funciona em contínuo.

No entanto, quando apenas trabalham apenas 2 colaboradores na picadora, um deles assume duas tarefas, ou então há interajuda entre os dois, que executam as tarefas de forma intermitente. A nível prático, dois colaboradores não são capazes de dar vazão à velocidade de picagem, levando a paragens intermitentes e prolongadas, e, desta maneira, a um processo descontínuo. O número de paragens

dependerá das características motoras de cada pessoa. Uma pessoa mais ágil consegue-se mover mais rápido entre tarefas, levando a menos paragens. Uma pessoa mais lenta move-se mais devagar entre tarefas, levando a mais paragens.

Pela Tabela 12, verificou-se que o tempo de picagem, independentemente de ser a 1.^a ou a 2.^a picagem, é influenciado pela existência de dois tipos de paragens: as paragens breves e as paragens prolongadas. As **paragens breves** (paragens inferiores a 1 min) normalmente acontecem quando apenas estão dois colaboradores a operar na picadora, pois como estes não conseguem dar vazão às tarefas todas, acabam por interromper o funcionamento da mesma. Por vezes, mesmo com 3 colaboradores, acontece uma paragem, pois um deles que pode estar a executar outras tarefas, nomeadamente a etapa seguinte do processo (elaboração de misturas), acabando portanto por comprometer a sua tarefa na picadora. Este último caso acontece no ensaio 4. O número de paragens breves será tendencialmente maior quando apenas operam 2 colaboradores. As **paragens prolongadas** (superiores a 1 min) apenas acontecem por motivos específicos, como para receber instruções de superiores (chefe de secção, técnica de qualidade, diretor geral), por possíveis situações de contaminação que têm de ser prontamente mitigadas, adiantar a etapa de mistura para que as etapas de moldagem não fiquem sem misturas para moldar, entre outros.

No entanto, o número de colaboradores e de paragens breves e prolongadas não justificam o facto de a **1.^a picagem** ser mais rápida do que a **2.^a picagem** (como comprovado na Tabela 12). Esta diferença justifica-se com base no **tempo de funcionamento intermitente**, isto é, duração de tempo no qual a picadora opera de forma intermitente, ou seja, por sucessivas picagens e interrupções consecutivas. A sua existência é explicada por três fatores:

- A picadora possui um **sensor** que controla o funcionamento dos parafusos “sem-fim”. Quando este deixa de detetar carne, toda a picagem para. Por isso, um dos colaboradores move manualmente a carne para a zona onde se cruzam os parafusos “sem-fim”, de modo a retomar o seu funcionamento, e assim sucessivamente;
- **Rentabilização da carne** dentro da picadora após a 2.^a picagem, isto é, os colaboradores fazem com que a carne de cada carrinho seja picada na sua totalidade e que fique o mínimo possível nos parafusos “sem-fim”. O objetivo é garantir que a carne destinada a cada receita é escoada para a receita em causa, de modo a para garantir a rastreabilidade do bloco cárneo;
- **Massa de carne a ser picada por receita** – Quando se processam grandes massas de carne (1.^a picagem F1, F17, a partir de 400 kg), os tempos de funcionamento intermitentes são mais curtos, além de que permite uma picagem menos descontínua, portanto com menos paragens.

Quando se processam pequenas quantidades de massa de carne (F12, F14, F16, até 200 kg), os tempos de intermitência tornam-se maiores, acumulando-se ao longo do tempo. Em consequência, o processo de picagem da carne torna-se descontínuo, levando a múltiplas paragens, sejam elas breves ou prolongadas, com maior destaque na 2.^a picagem, onde os colaboradores se certificam que a carne é picada o quanto possível.

Hipoteticamente, caso não houvesse qualquer tipo de paragem, fosse ela breve ou prolongada, nem qualquer tipo de funcionamento intermitente, o tempo que a picadora levaria a debitar um carrinho de carne na 1.^a picagem (t_{d1}) seria igual ao tempo que a picadora levaria a debitar um carrinho de carne na 2.^a picagem (t_{d2}). Esta hipótese foi testada, e os resultados obtidos encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Valor médio e respetivo intervalo de confiança de 95 % para do tempo necessário para a picadora debitar um carrinho de carne na 1.^a picagem (t_{d1}) e na 2.^a picagem (t_{d2})

t_{d1} /s	t_{d2} /s
71± 7	69± 6

Após uma primeira abordagem, pela Tabela 14, verificou-se que o valor médio de t_{d1} é superior ao valor médio de t_{d2} em 2 s. No entanto, o teste *t* de *student* indica que os valores não são diferentes, (com um *p-value* de 0,653). Além disso, em condições ideais, sem qualquer tipo de paragem breve ou prolongada, ou períodos de funcionamento intermitente, t_{d1} seria igual a t_{c1} , e t_{d2} igual a t_{c2} . No entanto, os valores de t_{c1} e t_{c2} são superiores, refletindo portanto os tempos de paragem, sejam elas breves ou prolongadas, seja período de funcionamento intermitente.

Estas observações reforçam a ideia de que são os fatores externos que influenciam os tempos de picagem, e não a picadora em si. A picadora funciona de forma contínua, desde que sejam satisfeitas as condições de operação ótimas. A zona de picagem da picadora terá de estar sempre preenchida com carne, de maneira a que o sensor não interrompa a operação. A picadora não foi projetada para a picagem de massas de carne inferiores a 200 kg. Em modo contínuo, a picadora pode debitar carne picada a uma taxa de 120 kg min⁻¹, dependendo da velocidade programada. Apesar do funcionamento intermitente ser induzido por um sensor que faz parte da picadora, é sempre o colaborador que induz as condições de operação da máquina e, quando as condições ótimas não são garantidas, a picadora não opera de forma eficiente. Por isso, a picadora deverá operar quando se pretende picar quantidades de carne superiores a 400 kg, de modo a obter um trabalho mais produtivo e com menos paragens.

5.1.3. Considerações globais do estudo I

O crescimento comercial que a empresa tem sentido leva a que estejam em linha de produção cada vez mais receitas. Muitas delas são encomendadas em quantidades reduzidas. Isto gera um maior número de mudanças nos processos de fabrico, que leva a paragens produtivas, não sendo o mais adequado para as características da picadora. Uma paragem tem sempre como consequência um novo arranque e este é sinónimo de quebra e de tempos mortos, isto é, sem produção. Outro fator muito importante, e que está intimamente relacionado com as paragens pela diversidade de receitas aprovadas, é a rastreabilidade do bloco cárneo. Quantas mais receitas forem produzidas no dia, mais paragens terá a picadora que sofrer para garantir que a carne em bruto, separada para cada receita, é escoada na totalidade, garantindo uma adequada separação para a entrada de nova formulação.

O planeamento diário, para além de ter em conta os alérgenos alimentares e a separação de espécies, deve ter em conta esta realidade, de forma a minimizar as paragens consecutivas. No entanto, a existência de apenas uma picadora para fazer as 2 picagens, variabilidade de receitas e quantidades associadas, gestão de alérgenos e rastreabilidade, não se compadece com o trabalho em regime contínuo para o qual a picadora está preparada. Por último, o facto de muitas das tarefas serem realizadas de forma manual propicia a geração de erros (podendo pôr em causa o plano de produção previsto para o dia) e a quebra de produtividade. A adoção de práticas como o *poka yoke*⁸ pode contribuir para a mitigação de erros humanos.

A zona de picagem deverá ser melhorada a nível de equipamentos e de procedimentos, para aumentar a capacidade de produção, reduzir os tempos de paragem e mitigar contaminação cruzada de alérgenos. Uma estratégia expansionista de crescimento deverá ser planeada pelos responsáveis da empresa de modo a acompanhar o crescimento comercial da zona de picados. A empresa planeia, a longo prazo, a montagem de um posto de trabalho na zona produtiva, que permita a gestão *in loco* de todo o processo produtivo associado à picagem, de modo a otimizar a tarefa de “picagem informática” de lotes. Os colaboradores fariam a leitura com um leitor de código de barras todas as etiquetas identificativas de caixa de carne em bruto, evitando despender tempo para a sua remoção da caixa para posterior leitura. A associação dos lotes de carne à formulação utilizada seria executada na hora.

⁸ *Poka yoke* – dispositivo à prova de erros, destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos. Este conceito faz parte do Sistema Toyota de Produção e foi desenvolvido primeiramente por *Shigeo Shingo*, a partir do princípio do "não-custo" (Farinha, 2015).

5.2. Estudo II – Gestão de produção de misturas

A etapa de produção de misturas funciona como um elo de ligação entre a zona de picagem e as zonas dos frescos e dos congelados. Cada zona tem os seus *timings* de trabalho que deverão ser respeitados para garantir o funcionamento coeso de toda a secção dos picados. Por isso, a zona de mistura terá de ser adequadamente gerida de maneira a satisfazer o planeamento definido das três zonas, e a não interferir nos seus ritmos produtivos.

Tanto a zona dos frescos como a zona dos congelados possuem os seus ritmos de consumo de misturas. Em condições ótimas, as misturas deveriam ser consumidas no menor tempo possível, de maneira a disponibilizar carrinhos para a zona de picagem e de mistura, bem como para aliviar a quantidade de misturas contidas em carrinhos em *standby*. Deste modo, elaborou-se a Tabela 15, na qual se encontram discriminados os valores médios da taxa de consumo de mistura contida num carrinho (v_c), para todos os preparados de carne frescos e congelados produzidos pela empresa.

Tabela 15 - Valor médio da taxa de consumo de mistura (v_c), e intervalo com 95 % confiança, para almôndegas e hambúrgueres (na zona dos frescos e na zona dos congelados) e preparado de carne picada (zona dos frescos)

	Frescos			Congelados	
	Almôndegas	Hambúrguer	Preparado de carne picada	Almôndegas	Hambúrguer
v_c / (kg min ⁻¹)	3,0 ± 1,2	9,0 ± 3,1	10,7 ± 1,8	19,9 ± 3,0	17,7 ± 2,0

Pela análise da Tabela 15, verifica-se que as misturas destinadas ao preparados de carne congelados são consumidos a uma taxa relativamente superior, comparativamente com aquelas destinadas à zona dos frescos. Os resultados obtidos podem ser explicados com base nas tarefas a realizar após a moldagem:

- Na zona dos frescos, ocorre o acondicionamento manual em cuvetes de todos os artigos. A variabilidade existente nos valores de v_c , entre os preparados de carne congelados, relaciona-se com o modo de embalagem os artigos nas respetivas cuvetes, e será analisado no Estudo III – Controlo de processo na zona dos congelados;
- Na zona dos congelados, os artigos sofrem um encaminhamento robotizado para o túnel de ultracongelação criogénico sendo, no final, acondicionados em caixas – armazenagem intermédia – ou acondicionados na *flowpack*, e posteriormente armazenados em câmara de congelação. O sistema robotizado na linha dos congelados leva a um trabalho de modo contínuo que não é possível no acondicionamento manual em cuvette.

A zona dos congelados acaba por consumir as misturas em menos tempo relativamente à zona dos frescos, pelo que, para que a linha dos congelados seja rentável e opere de forma contínua, será necessário garantir uma maior quantidade de misturas em *standby*, de modo a acompanhar o processo robotizado. Na prática, como as primeiras misturas produzidas são destinadas à zona dos frescos, estas acabam por ser mantidas em *standby* dentro dos carrinhos por períodos de tempo desde 1 h até 5 h. Colocar-se-ia a hipótese de produção das misturas nesta linha ser efetuada de modo faseado durante o dia, mas acontecia que comprometeria a zona dos congelados, na medida em que criaria conflito com a gestão de produção, acabando por comprometer toda a organização do processo, pela produção massiva, e pelo trabalho contínuo que esta linha exige.

Deste modo, torna-se preponderante a sincronização entre as zonas de picagem e de mistura com as zonas dos congelados e dos frescos. Para alcançar esta sincronia, torna-se necessário o conhecimento dos fatores que influenciam a produção de misturas, os quais se listam a seguir:

- Rotinas da zona dos frescos e dos congelados;
- Adiantamento de tarefas/etapas para o dia seguinte;
- Número de carrinhos;
- Alergénios;
- Utilização da carne de porco;
- Número de colaboradores a operar nas zonas de picagem e mistura;
- Sincronia e capacidade de *multitasking* entre colaboradores.

Rotinas da zona dos frescos e dos congelados

A zona dos frescos inicia os trabalhos às 8:00. O processo de embalamento adjacente à moldagem é feito manualmente, por isso é necessário garantir, de alguma forma, que não existam qualquer tipo de atrasos na produção de misturas para esta zona. Para tal, a produção das primeiras misturas do dia destina-se à zona dos frescos. A exceção a esta rotina verifica-se no planeamento dos produtos sem alérgénios e isentos de glúten, que serão discutidos mais à frente neste capítulo.

Relativamente à produção para a linha dos congelados, além de todo o processo de moldagem ser robotizado, os colaboradores a ela afetos a ela iniciam o trabalho às 9:30 pelo que o planeamento diário tem em conta esta diferença horária para com a linha dos frescos. Desta forma, o planeamento de produção para a zona dos congelados torna-se mais ajustável relativamente às exigências de produção da zona dos frescos.

Adiantamento da tarefa de “preparação de picagem”

Adiantar a tarefa de “preparação de picagem” para o dia seguinte possibilita um arranque da linha de congelados e/ou frescos mais eficiente nas primeiras horas do dia produtivo, pelas 8:00 (caso 2.^a picagem) ou pelas 9:00 da manhã (1.^a picagem e preparação de picagem). Desta maneira, rentabiliza - se o resto do dia de trabalho. No entanto, apenas pode ser realizada com a ressalva de os carrinhos estarem devidamente higienizados e limpos.

De forma rentabilizar ainda mais o dia produtivo, sugere-se o adiantamento da 1.^a e 2.^a picagens, ou até da preparação da mistura. No entanto, a realização deste adiantamento carece de testes microbiológicos, com o intuito de averiguar se existe a propensão de multiplicação de microrganismos patogénicos na carne picada e/ou na mistura. O adiantamento de uma mistura feita para o dia seguinte, permitiria que a zona dos frescos inicie o dia de trabalho à hora normal, e providenciaria uma pequena margem de manobra para os colaboradores da zona de picagem e de mistura para finalizarem as misturas. O adiantamento da 2.^a picagem no dia anterior permitiria que no arranque do dia seguinte se produzam misturas de formulações sem alergénios. O facto de o processos de mistura apenas necessitar de um colaborador, e este não necessitar de estar o tempo todo junto da misturadora, tornaria possível executar a preparação para picagem e também a 1.^a picagem ao mesmo tempo.

Número de carrinhos

Os carrinhos condicionam tanto a carne (seja ela picada ou em bruto) como as misturas. O seu número limitado pode condicionar a gestão de produção, em especial na zona de picagem. Por norma, os carrinhos escasseiam, pois encontram-se em *standby*, preenchidos com misturas destinados à zona dos frescos (relacionado com o tempo de consumo de misturas), ou com carne, seja picada ou por picar. Portanto, a capacidade de adiantar misturas ou picagens de carne ou enchimento de carrinhos com carne em bruto dependerá da quantidade de carrinhos disponíveis. Estas tarefas/etapas apenas se realizarão no caso de os carrinhos estarem disponíveis. À empresa, recomenda-se a compra de cerca de 8 carrinhos, tanto para permitir adiantar tarefas para o dia seguinte, como para produzir uma maior quantidade de misturas.

Por outro lado, o número de carrinhos utilizados aumenta após a 1.^a picagem, desde 1 até 4, consoante a massa de carne que se está a picar. Este fator faz reduzir a quantidade de carrinhos vazios disponíveis. O número de carrinhos acaba por reduzir após a 2.^a picagem, entre 1 a 4, conforme a massa de carne que se está a picar. Durante a 1.^a picagem, os colaboradores não encham o carrinho na sua totalidade

com carne picada, sob pena de transbordar. A carne que sai picada da 1.^a picagem tem mais tendência a transbordar, do que propriamente na 2.^a picagem, onde a carne picada sai com mais consistência e, portanto, os colaboradores acabam por encher o carrinho para além do seu limite de preenchimento.

Alergénios

Existem várias receitas que contêm alergénios, nomeadamente glúten, soja e lácteos. De maneira a garantir a segurança alimentar, não poderá haver cruzamento de alergénios. Idealmente, para esta especificidade de produtos, as indústrias alimentares deveriam dispor de instalações e equipamentos diferentes. No entanto, muitas são as vezes em que estes são usados no processamento de produtos alimentares com formulações distintas. Apesar de existirem equipamentos dedicados a cada tipo de preparado de carne, tais como as enchedoras e a moldadora de hambúrgueres, existem, no entanto, equipamentos que são partilhados pelas 2 linhas, como é o caso das misturadoras e da moldadora de almôndegas. Desta forma, uma gestão adequada da utilização destes equipamentos e instalações é um ponto fulcral na prevenção da contaminação cruzada e o planeamento de produção reflete isso mesmo.

As receitas sem alergénios e isentas de glúten são aplicados a produtos ultracongelados e, como tal, são obrigatoriamente as primeiras a serem produzidas no dia. Este fator pode condicionar o fornecimento de misturas para a zona dos frescos, pois as misturadoras são partilhadas. A empresa definiu que, todas as terças-feiras, o arranque do dia corresponderia à produção desta gama de produtos.

Utilização de carne de porco

A contaminação cruzada por diferentes espécies, apesar de não colocar em causa a saúde do consumidor final, é um aspeto a ter em consideração pois trata-se da autenticidade dos produtos comercializados. A Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) permite apenas a contaminação cruzada de ADN de espécies de animais diferentes até 1 %, que corresponde a contaminações fortuitas e involuntárias. Neste sentido a empresa tem medidas implementadas que visam minimizar possíveis contaminações cruzadas entre espécies diferentes: no planeamento, as formulações que contêm suíno são as últimas a serem produzidas.

Número de colaboradores a operar nas zonas de picagem e mistura

A rapidez com que se realiza o processo de picagem e de mistura depende do número de colaboradores a operar. Como verificado no estudo I – Processo de Picagem – , em condições ótimas são necessárias três pessoas a operar na zona de picagem, de maneira a esta decorrer com menor número de

descontinuidades possíveis. Na zona de mistura, em condições ótimas, deverá estar somente uma pessoa a realizar as mesmas. Inclui-se na etapa de mistura, a pesagem de carne a introduzir na misturadora em conjunto com a mistura dos ingredientes constituintes de cada receita. Portanto, em condições ideais, deverão estar um total de 4 pessoas nas zonas de picagem e de mistura, de modo a agilizar o processo e, assim, o trabalho decorrer de forma eficaz.

Quando operam 3 pessoas na zona de picagem, é possível obter uma execução eficiente, dependendo do tipo de colaborador e da sua capacidade de *multitasking*. No caso se serem 2 colabores, inevitavelmente ocorrerão falhas na execução de tarefas, seja da zona de picagem ou da zona de misturas, que acabarão por retardar as etapas subsequentes, nomeadamente as etapas de moldagem da zona dos frescos e da zona dos congelados.

Distribuição de tarefas e capacidade de *multitasking* entre colaboradores

Dado que na maioria das vezes, apenas se encontram dois ou três colaboradores nas zonas dos picados e da mistura, os colaboradores terão de executar pelo menos duas tarefas ao mesmo tempo, de modo a não comprometer os *timings* produtivos das etapas subsequentes. A adequada divisão de tarefas e interligação entre essas e colaboradores, incluindo pausas e gestão de equipamentos, aliada à capacidade de *multitasking* de colaboradores, permite rentabilizar o tempo e tornar os processos das zonas de picagem e congelados mais eficiente. Deste modo, as linhas de congelados e/ou frescos terem as suas massas de mistura necessárias sem qualquer atraso.

5.3. Estudo III – Controlo de processo na zona dos frescos

A apresentação e discussão dos resultados obtidos no estudo III – controlo de processo na zona dos frescos – encontra-se dividida em quatro secções. Numa primeira secção, explana-se a linha de processamento em si, onde se analisam todas as etapas do processo. Numa segunda secção, analisa - se especificamente a etapa de embalamento, e na terceira a etapa de etiquetagem. Por fim, na quarta secção, analisam-se as perdas existentes na zona dos frescos.

5.3.1. Análise à linha de processamento

Após o estudo da zona dos frescos, concluiu-se que esta pode ser dividida em dois conjuntos de etapas que funcionam em simultâneo e de forma independente, cada uma a seu ritmo:

- **Parte 1** – Moldagem → Embalamento primário;

- **Parte 2** – Termosselagem → Detetor metais → Etiquetagem → Paletização.

A linha de processamento foi avaliada com maior detalhe. Para tal, elaborou-se o diagrama presente na Figura 21, referente a um dia produtivo da zona dos frescos.

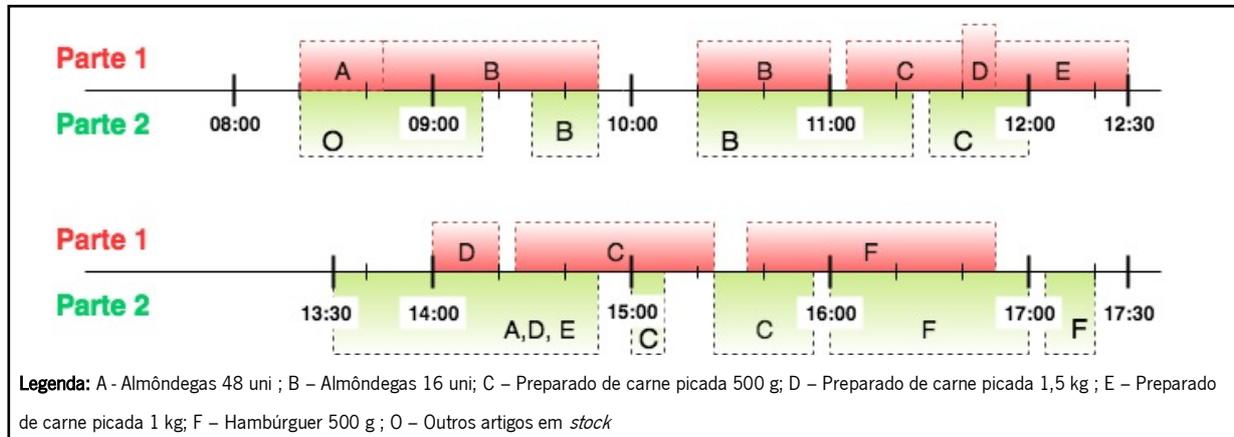


Figura 21. Diagrama temporal para a execução de alguns artigos.

Pela análise da Figura 15, verifica-se a existência de um desfasamento temporal entre a produção de um dado artigo na parte 1, e o seu processamento na parte 2. Por outras palavras, para um mesmo artigo, a parte 1 e a parte 2 não iniciam ao mesmo tempo. A parte 2 somente tem início depois de se ter iniciado o processamento na parte 1 (e em alguns casos acabado).

Estas duas partes conseguem operar em simultâneo e de forma independente, pois entre estas é gerada um *stock intermédio*. Ou seja, após o processo de embalagem, o colaborador coloca as cuvetes em carrinhos (com capacidade para 220 cuvetes), que aguardam até serem introduzidos na fase seguinte do processo, isto é, a termosselagem. Os carrinhos possuem então um **tempo de espera** até serem reintroduzidos na linha de processamento.

Tempo de espera

Os valores de tempo de espera (t_w) obtidos foram agrupados em dois grupos, os quais podem ser encontrados no Anexo D. Para cada grupo, foi então calculado o valor médio de t_w e respetivo intervalo com 95 % de confiança, os quais se encontram discriminados na Tabela 16.

Tabela 16. valor médio do tempo de espera de um carrinho (t_w), intervalo com 95 % de confiança relativos ao grupos 1 e 2

Grupos	t_w /min
1	135 ± 100
2	10 ± 3

Pela Tabela 16, verifica-se que os valores médios de t_w do grupo 1 é superior ao valor médio de t_w do grupo 2 em 125 min, e em 10 min (diferença corroborado pelo teste *t* de *student* (com *p-value* de 0,029).

No grupo 1, são incluídos os artigos t_w que são sujeitos a paragens prolongadas (a partir de 20 min), nomeadamente por acumulação do tempo na hora do lanche, reuniões ocasionais entre os colaboradores e o chefe de secção, ou ainda por problemas em equipamentos que levam à paragem de uma ou mais etapas do processo produtivo. Por último, incluem-se no grupo 1 todos os artigos que são termosselados noutra secção da empresa. A secção dos preparados de carne não é autónoma para a termosselagem de cuvetes de grandes dimensões [(25×20×4) cm³ e (30×23×4) cm³], como é caso das cuvetes correspondentes aos artigos A, D e E. A termosseladora apenas tem capacidade para termosselar cuvetes de dimensões reduzidas (20×12,5×3,5) cm³, ou seja dos artigos B, C e F. Por isso, e de maneira a não interferir no ritmo produtivo dessa secção, foi definido pela direção que as cuvetes de grandes dimensões seriam termosseladas a partir das 13:30. Consoante a quantidade diária de cuvetes a termosselar, estas estarão sujeitos a valores de t_w entre 60 min e 300 min.

No restante dia produtivo, os valores de t_w adotam o grupo 2, onde os carrinhos, quando completos, aguardam até serem inseridos novamente na linha de processamento, sem qualquer interrupção prolongada. Tanto na parte 1 como na parte 2 constataram-se a existência de três tipos de paragens no processo produtivo, nomeadamente paragens inerentes ao processo, não planeadas e previstas. Estas encontram-se compiladas na Tabela 17.

Limitações do processo

Os tempos de produção de ambas as partes são limitadas por etapas que são executadas de forma manual. Na parte 1, a moldagem, considerada um processo automático, é limitada pelo embalamento efetuado de forma manual. Por outro lado, como são produzidos os três tipos de preparados de carne todos os dias, o planeamento de produção deverá ser elaborado de maneira a reduzir ao mínimo o número de trocas do equipamento de moldagem.

Na parte 2, a velocidade da termosseladora é limitada pela especificidade da rotulagem do artigo em andamento (ver explicação no ponto etiquetagem), e, ainda, pela paletização, efetuada de modo manual. Além disso, a etapa de termosselagem existente na zona dos frescos condiciona as rotinas de produção, na medida em que esta apenas tem capacidade para termosselar cuvetes de dimensões reduzidas. As cuvetes de dimensões superiores são termosseladas noutra secção da empresa, e depois etiquetados na secção dos preparados de carne.

Deste modo, foram estudados ao pormenor as etapas do processo que limitam o seu desempenho, ou seja, o embalamento primário e a etiquetagem.

Tabela 17. Paragens no processo produtivo existentes na zona dos frescos

	Parte 1	Parte 2
Paragens Inerentes ao processo		
Troca de equipamentos de moldagem	entre os artigos B e C, e entre C e F	-
Transporte das paletes com o produto acabado para a secção de expedição	-	No fim de cada artigo
Reposição consumíveis na área produtiva (cuvetes, filmes termosseláveis, embalagens, etiquetas, entre outros)	Durante a produção	Durante a produção
Paragens planeadas		
Pausa para refeições (almoço/lanche)	entre as 10:00 e as 10:20, e entre as 12:30 e as 14:00	entre as 10:00 e as 10:20; entre as 12:00 e as 13:30
Programação informática de equipamentos	[1]	[2]
Formação de colaboradores	Não ocorreu	Não ocorreu
Paragens não planeadas		
Problemas técnicos/avarias nos equipamentos	Entre as 14:20 do artigo D e as 14:25 do artigo C	[3]
Reunião entre colaboradores e o chefe de secção	9:50 e as 10:00	Não ocorreu

[1] Ajuste de pesos das porções de preparado de carne na enchedora.

[2] Quando se muda de artigo e cliente, tem que se programar a etiquetadora com os novos dados de *Price Look Up* (PLU 's) e preço de venda ao público (PVP 's). Acontece entre artigos diferentes.

[3] Incluem-se a obstrução da termosseladora com cuvetes e o congestionamento de cuvetes na etiquetagem.

5.3.2. Embalamento primário

A etapa anterior ao embalamento (moldagem), varia conforme o tipo de processado de carne em produção, pois são utilizados diferentes equipamentos de moldagem. Por isso, a apresentação dos resultados relativos ao embalamento destes três tipos de processados de carne são efetuados em separado.

Almôndegas

No embalamento de almôndegas, após estas serem formadas na etapa de moldagem, são distribuídas numa superfície de metal. A partir daqui, os colaboradores selecionam manualmente as almôndegas conformes, e colocam-nas dentro da cuvette. O número de colaboradores a operar no embalamento é variável. Depende do número de cuvetes necessárias, que aumenta nos dias em que existem mais encomendas e em situações de promoções. Portanto, o número de cuvetes embaladas num dado intervalo de tempo é proporcional ao número de pessoas. Para este processado de carne, avaliou-se a frequência de embalamento primário ($f_{p,c}$) para dois artigos diferentes. Os resultados obtidos encontram - se discriminados na Tabela 18.

Tabela 18. Valor médio da frequência de embalagem primário ($f_{p,c}$) e intervalo com 95 % de confiança para os artigos almôndegas 48 uni e almôndegas 16 uni

Artigo	$f_{p,c}$ /min ⁻¹
almôndegas 48 uni	0,40 ± 0,13
almôndegas 16 uni	2,3 ± 0,6

Pela análise da Tabela 18, verificou-se que o valor médio de f_p do artigo almôndegas 16 uni é cerca de 6 vezes superior ao valor médio de $f_{p,c}$ do artigo almôndegas 48 uni (diferença corroborada pelo teste *t* de *student* com *p-value* de 0,002). Um dos fatores justificativos para os resultados obtidos relaciona-se diretamente com a **embalagem em si**. As embalagens do artigo almôndegas 48 uni possuem o tripó das almôndegas das embalagens do artigo almôndegas 16 uni, o que acaba por se traduzir em um maior tempo de embalagem. Além disso, o embalagem do artigo almôndegas 48 uni exige um trabalho adicional de organizar as almôndegas nas cuvetes, cenário este que não se verifica nas embalagens de 16 uni, dado que estas embalagens apresentam saliências para colocar as almôndegas. O processo acaba, portanto, por ser simplificado nas embalagens do artigo almôndegas 16 uni.

No entanto, e dada a natureza manual do embalagem de almôndegas, o grande fator que influencia o valor de $f_{p,c}$ relaciona-se com a **experiência do colaborador no embalagem**. O colaborador, além de ter de colocar o produto dentro da cuvette, tem de escolher almôndegas conformes, rejeitar as defeituosas, e em alguns casos moldar manualmente as almôndegas de maneira a que estas fiquem esféricas e, deste modo, conformes. Um colaborador com experiência consegue escolher as almôndegas conformes com mais eficiência, e, desta forma a embalar com maior rapidez. Por outro lado, um colaborador com menos experiência selecionará as almôndegas conformes e colocá-las-á mais devagar, levando ao retardamento do embalagem. Por isso, quando se recruta novos colaboradores, é preciso ter em conta a sua adaptação ao processo de embalagem, bem como avaliar se a pessoa possui um tendência para se ajustar ao ritmo de embalagem.

Portanto, os resultados apresentados refletem o **fator humano presente na etapa de embalagem**. O número de cuvetes embaladas por unidade de tempo depende diretamente do número de pessoas, além da sua experiência e disposição. Ocasionalmente, outro dos fatores que poderá retardar o valor de $f_{p,c}$ relaciona-se com o desempenho do equipamento de moldagem. Quando este se encontra com problemas, o embalagem é forçado a parar mais vezes e debita maior quantidade de almôndegas com defeito, levando a maior tempo de escolha ou moldagem manual.

Preparado de Carne picada

O embalamento de preparado de carne picada é efetuado somente por dois colaboradores. O preparado de carne picada sai da etapa de moldagem em porções de 0,5 kg. Um dos colaboradores recolhe as porções de preparado de carne picada e coloca-as em cuvetes. O outro recolhe as cuvetes preenchidas, e deposita-as nos carrinhos. Portanto, o número de colaboradores acaba por ser um fator limitante do processo, dado que apenas existe espaço disponível para uma pessoa na recolha das porções de preparado de carne picada.

Para este processado de carne, avaliou-se a frequência de embalamento primário ($f_{p,1}$) para os artigos preparado de carne picada 0,5 kg, preparado de carne picada 1 kg, e preparado de carne picada familiar. Os resultados obtidos encontram-se discriminados na Tabela 19.

Tabela 19. Valor médio da frequência de embalamento primário ($f_{p,1}$) e respetivo intervalo com 95 % de confiança para os artigos preparado de carne picada 0,5 kg, preparado de carne picada 1 kg e preparado de carne picada familiar 1,5 kg

<i>Artigo</i>	$f_{p,1} / \text{min}^{-1}$
Preparado de carne picada 500g	17 ± 4
Preparado de carne picada 1 kg	9 ± 3
Preparado de carne picada familiar 1,5 kg	7 ± 2

Pela análise da Tabela 19, verifica-se que o valor médio de $f_{p,1}$ do artigo preparado de carne picada 500 g é cerca do dobro das embalagens de preparado de carne picada 1 kg, devido ao facto de estas últimas conterem o dobro da carne. Portanto, seria de inferir que o valor médio de $f_{p,1}$ do artigo preparado de carne picada familiar 1,5 kg fosse 3 vezes inferior ao valor médio de $f_{p,1}$ do artigo preparado de carne picada 500 g. O sucedido deve-se ao facto de o artigo preparado de carne picada familiar 1,5 kg ser de peso variável, ao passo que os restantes dois artigos são de peso fixo. As cuvetes de peso fixo exigem, por parte do colaborador, um controlo mais rigoroso da massa das porções de preparado de carne picada que saem da moldagem, porque é necessário confirmar que a massa da porção coincide com a indicação de peso fixo etiquetado na embalagem. Por outro lado, as cuvetes de peso variável não exigem um controlo tão rigoroso, levando a um funcionamento menos descontínuo.

Este tipo de controlo leva na maior parte dos casos a interrupções no processo de embalamento. Durante um dia de produção, nos momentos de embalamento de preparado de carne picada:

- tempo de paragem médio de 1 min e 45 s, resultando num total de tempo parado de 35 min;
- em cada período de 18 min, ocorre uma interrupção.

Portanto, o valor de $f_{p,1}$ do preparado de carne picada depende do número e respetivo tempo de paragens, que acaba por se refletir nos intervalos de confiança. É impossível garantir um funcionamento

contínuo da moldagem. No entanto, estas paragens são fundamentais para garantir qualidade do produto e a satisfação dos clientes da empresa e do consumidor final.

Hambúrguer

O embalamento de hambúrguer é semelhante ao embalamento de preparado de carne picada. Por norma, atuam três colaboradores nesta etapa. Um colaborador recolhe os hambúrgueres da moldadores, outro coloca discos de plástico entre os hambúrgueres, e um terceiro colaborador recolhe as cuvetes para o carrinho. À semelhança do sucedido no embalamento de preparado de carne picada, o processo é limitado pelo número de pessoas.

Para este processado de carne, avaliou-se o valor de $f_{p,l}$ somente para o artigo hambúrguer 500 g, obtendo-se o valor médio de $(17 \pm 3) \text{ min}^{-1}$. Apenas se verificou uma paragem de 2 min para acerto dos pesos dos hambúrgueres, funcionando no resto do tempo de forma contínua. Ainda assim, neste artigo podem existir interrupções semelhantes às constatadas nos artigos de preparado de carne picada. No entanto, a quantidade de paragens será inferior, dado que há uma menor tendência para a geração de produtos não conformes.

5.3.3. Etiquetagem

As cuvetes com o processado de carne são reintroduzidas manualmente na **Parte 2** por um colaborador, são termosseladas e movidas por tapetes rolantes, passam pelo detetor de metais, até alcançarem a etapa de etiquetagem. O processo de etiquetagem é semiautomático, isto é, a etiquetadora coloca a etiqueta na cuvette, e posteriormente os colaboradores aplicam um ou dois autocolantes, mediante o tipo de artigo. No fim de linha, encontra-se um colaborador a efetuar a recolha de cuvetes para tabuleiros de cartão, e a colocá-los na palete.

Portanto, dado a diferença na linha de processo entre os artigos de dimensões reduzidas e de dimensões superiores, os resultados obtidos são apresentados e discutidos em separado. Recomenda-se, em futuros estudos, a realização de mais ensaios e a recolha de mais amostras que abrangem todos os artigos produzidos na secção dos frescos.

Artigos de dimensões reduzidas

A realização do estudo permitiu constatar que a frequência de etiquetagem (f_e) é condicionada pelas **paragens de processo**. Estas podem ocorrer por três motivos:

- **obstrução da termosseladora com cuvetes** – acontece quando as cuvetes ficam presas à saída da termosseladora, acabando por levar à sua obstrução e, deste modo, à paragem da linha de produção para resolver o problema. A variabilidade de cuvetes e as respetivas dimensões, alinhamento das guias constituintes da termosseladora, alinhamento do encaminhador das embalagens já termosseladas e velocidade da cadeia são fatores para a obstrução verificada;
- **congestionamento de cuvetes no fim de linha**, onde os colaboradores no fim de linha não conseguem dar vazão às cuvetes que chegam da termosseladora, forçando a paragem de toda a linha produtiva. Relaciona-se diretamente com as especificações dos clientes, que, para além da etiqueta frontal, exigem também a presença de outros autocolantes/rótulos em zonas diferentes do cuvetizado. Como padronizado, apenas a etiqueta frontal é colocada pela máquina. Os restantes autocolantes são colocados de forma manual, acabando por atrasar e parar a linha de produção, e por deslocar mais colaboradores para esta etapa;
- **Reposição de termofilme na termosseladora**, sendo uma paragem inerente ao processo necessária de ser executada para continuar a termosselagem de cuvetes.

Os resultados obtidos para f_e , para o tempo de paragem por congestionamento de cuvetes (t_c) e por obstrução da termosseladora com cuvetes (t_o) encontram-se na Tabela 20.

Tabela 20. Valor médio da frequência de etiquetagem (f_e), do tempo de paragem por congestionamento de cuvetes (t_c) e por obstrução da termosseladora com cuvetes (t_o) e respetivos intervalos com 95 % de confiança para os artigos almôndegas 16 uni, preparado de carne picada 500 g e hambúrguer 500 g

Artigo	f_e /min ⁻¹	t_c /min	t_o /min
almôndegas 15 uni	14 ± 2	1,8 ± 0,8	2,4 ± 1,7
Preparado de carne picada 500g	17 ± 5	1,1 ± 2,6	inexistente
hambúrguer 500g	20 ± 3	1,2 ± 0,9	inexistente

Pela Tabela 20, verifica-se que o valor médio de f_e do artigo hambúrguer 500 g é superior em 3 min⁻¹ em relação ao artigo preparado de carne picada 500 g (o teste t de *student* indica que estes dois valores não são diferentes, com *p-value* de 0,216), e em 6 min⁻¹ relativamente ao artigo almôndegas 15 uni (diferença corroborada pelo teste t de *student* com *p-value* de 0,001). Por sua vez, o artigo almôndegas 15 uni é inferior ao artigo preparado de carne picada 500 g em 3 min⁻¹ (o teste t de *student* indica que estes dois valores não são diferentes, com *p-value* de 0,243).

Seria expectável que, como as cuvetes apresentam dimensões reduzidas, f_e fosse independente do tipo de artigo de dimensões reduzidas. No entanto, a ocorrência de paragens provoca a variação dos valores de f_e . Em específico para o artigo almôndegas 15 uni, a as paragens por obstrução da termosseladora

com cuvetes fazem reduzir o valor de f_e . Na prática, acontece que este artigo utiliza uma cuvette com uma morfologia irregular, e com uma altura diferente da dos restantes artigos, levando a uma má termoselagem e à sua retenção dentro da termoseladora. Ocorre assim a sua obstrução e consequente danificação de cuvetes na termoseladora. Por cada 220 cuvetes, são danificadas entre 1 a 7 unidades. Para minimizar estes problemas deve-se ter em conta a formação e experiência das pessoas afetas ao processo de etiquetagem. Quanto maior a experiência maior a probabilidade de preparação e adequação física da termoseladora aos diferentes artigos. Por outro lado, a verificação e alinhamento constante dos componentes responsáveis pelo encaminhamento das cuvetes deve fazer parte do plano de manutenção preventiva da empresa. Caso não tivessem ocorrido as paragens, o valor de f_e do artigo almôndegas 15 uni seria semelhantes aos dos restantes artigos.

Por outro lado, verificou-se que a diferença de t_c entre os artigos preparado de carne picada 500 g e hambúrguer 500 g é de 0,1 min, enquanto que o valor de t_c de almôndegas 16 uni é superior em 0,7 min e 0,6 min em relação aos artigos preparado de carne picada 500 g e hambúrguer 500 g, respetivamente. No entanto, o teste t de *sudent* revela que os valores não são estatisticamente diferentes (com *p-value* de 0,514, 0,349 e 0,972, respetivamente). As paragens por congestionamento são comuns em todos os artigos. Em todos artigos avaliados neste estudo, colocaram-se dois autocolantes na cuvette. Possivelmente, se fosse colado um autocolante ou até nenhum, o valor de t_c poderia ser relativamente menor. No entanto, não foram realizados estudos que comprovem esta tendência, pelo que se recomenda, num futuro estudo, comparar os valores de t_c entre artigos com o número de autocolantes diferentes.

O facto de parte da etapa de etiquetagem ser manual, reduz a capacidade de processamento da termoseladora. Deste modo, seria pertinente a implementação de um sistema automático para a colocação dos autocolantes, bem como a implementação do filme pré-impresso que com a maior brevidade possível. Assim, mitigar-se-ia o trabalho manual existente na etapa de etiquetagem, e explorar-se-ia o potencial da termoseladora, aumentando deste modo a taxa de etiquetagem. A empresa ficaria apetrechada de uma linha de processamento capacitada para receber encomendas maiores ou de novos clientes, sem comprometer o seu bom funcionamento.

Artigos de dimensões superiores

Os artigos de dimensões superiores possuem uma rotina de termoselagem fora da secção dos picados. O seu embalamento ocorre durante a manhã, entre as 08:00 e as 12:30, seguido da termoselagem efetuada a partir das 13:30, na secção de corte fino. A eficácia do processo de termoselagem dependerá

diretamente do número de pessoas a introduzir cuvetes na termosseladora, bem como a recolher cuvetes para caixas no fim da termosselagem ou no fim de linha

A etiquetagem é efetuada na secção dos preparados de carne, e tanto pode ocorrer após a termosselagem, e aqui o processo terminaria por voltas das 15:00 (até cerca de 250 cuvetes, dependendo do número de pessoas na linha), ou então poderá ocorrer no fim do dia produtivo, ou no início do dia seguinte (produto em *stock*).

5.3.4. Avaliação de perdas

Na zona dos frescos, poderão ocorrer perdas de dois tipos: **perdas no equipamento** e **perdas por *giveaway***. Não se incluem as perdas por defeitos de má moldagem, pois, sendo que o embalamento decorre no momento a seguir à moldagem, todos os defeitos gerados são prontamente reprocessados, reintroduzindo-se novamente na enchedora para se transformar em produto acabado.

Perdas no equipamento

No equipamento, existem vários tipos de perdas significativas a ter em conta. Uma das perdas reside nos resíduos de carne que ficam retidos nas tubagens interiores da enchedora e da moldadora. Em regra, podem ficar retidos até 3 kg de carne. Outra das perdas verificadas situa-se na zona de corte da moldadora. Estas perdas acontecem no processo de fabrico de almôndega e de hambúrgueres, as quais se encontram ilustradas na Figura 22.



Figura 22. Ilustração das perdas na moldagem de almôndegas (à esquerda), e de hambúrgueres (à direita).

Como se pode observar na Figura 16, as perdas na moldagem de almôndegas localizam-se nas lâminas de corte de almôndegas. Acontece que, após múltiplos movimentos, as lâminas de corte arrastam consigo pequenas porções de carne que acabam por se acumular ao longo de toda a superfície. Estas perdas podem chegar aos 4 kg, dependendo da massa de mistura a processar. Por outro lado, as perdas

na moldagem dos hambúrgueres concentram-se na zona inferior do equipamento. No momento de corte, os hambúrgueres são pulverizados com água de maneira para facilitar a moldagem. Ao mesmo tempo, parte desta água dissolve pequenos fragmentos de carne, que acabam por cair na zona inferior da moldadora. Estas perdas não ultrapassam os 2 kg, dependendo da massa de mistura a processar.

Outra das perdas verificadas acontece quando se muda de receita no mesmo equipamento. O departamento de qualidade definiu a remoção de um segmento de carne equivalente a 1 m de comprimento, a fim de evitar contaminações cruzadas entre receitas. Este segmento de carne não pode ser reutilizado, assumindo-se portanto como resíduo que seguirá para a câmara dos subprodutos. Na Figura 23, encontra-se um exemplo de segmento de carne retirado aquando da substituição de receita.



Figura 23. Segmento de carne retirado aquando da tarefa de mudança de receita.

Perdas por *giveaway*

No estudo realizado, para uma almôndega com um peso de referência de 25,0 g, obteve-se um valor médio do conjunto amostral de $(24,9 \pm 1,7)$ g. Obteve-se então um *giveaway* negativo de 0,1 g. No entanto, o fator preocupante reside no intervalo de confiança, que permite, em 95 % dos casos, pesos unitários de almôndegas entre 23,3 g e 26,6 g, o qual se justifica pela existência de erros aleatórios⁹. Esta dispersão agrava-se quando se evolui para a análise do peso do produto acabado em cuvette, originando discrepâncias relativamente superiores ou inferiores.

Foi reportado por colaboradores e chefes de secção que o equipamento foi alvo de várias reparações, fruto da discrepância de massas de almôndegas obtidas e perdas excessivas originadas. Estas reparações consistiam em trocas de peças por parte da manutenção, assim como da requisição de técnicos dotados neste tipo de equipamentos. Após as intervenções, a produção de almôndegas defeituosas tinha sido reduzida com sucesso. Contudo, após um intervalo de tempo de uma semana a um mês, o equipamento voltaria a debitar almôndegas defeituosas e desmesuradas em termos de peso.

⁹ Erros aleatórios: tipo de erros normalmente insignificantes, com causa impossível de identificar, provocam a dispersão aleatória dos dados nas medidas repetidas, e não podem ser eliminados (mas podem ser minimizados)

A empresa tem tido a preocupação de minimizar estas ocorrências e avarias constantes nesta máquina. O facto é que, até à data, não se encontrou a razão explicativa para os sucessivos problemas da moldadora. Este diagnóstico encaixa na existência de erros aleatórios na produção de almôndegas, isto é, causa impossíveis de identificar, provoca a causa de dispersão de resultados, mas pode ser minimizado, sem nunca ser possível a sua eliminação.

Ou seja, a empresa possui um equipamento que a longo prazo deitará problemas na conformidade das almôndegas que nunca serão resolvidos em definitivo. Este problema leva a perdas produtivas excessivas verificadas pelo balanço de massas e paragens constantes para acertos de peso líquido dado a sua instabilidade. A empresa incorrerá num círculo vicioso de o equipamento avariar, chamar um técnico para tentar resolver o problema. O máximo que este faz é remediar o problema, gerar um clima de o problema finalmente estar resolvido, mas passado algum tempo, ocorre novamente a avaria, e aqui o processo retomará. O incumprimento dos critérios de controlo de peso estabelecidos na Portaria n.º 1198/91, de 18 de dezembro, implica a respetiva sanção, com multas entre 250 € e 15 000 €, como previsto no Decreto-Lei n.º 199/2008, de 8 de outubro.

Neste sentido, recomenda-se, aos responsáveis da empresa, a aquisição de um novo equipamento de moldagem de almôndegas, bem como na implementação de metodologias de TPM¹⁰, porque a longo prazo, todos os pequenos custos de reparo se acumulam até o seu somatório alcançar o preço de compra da peça de equipamento, acrescentando ainda a probabilidade de perda de clientes por reclamações sucessivas e/ou perdas abruptas de carne para o consumidor.

A perdas torna-se um dos grandes desafios da indústria alimentar, pela sua complexidade e o constante desafio em garantir que todo o produto produzido esteja em conformidade com as especificações definidas pelo cliente. Em futuros estudos, recomenda-se o estudo de *giveaway* num lote inteiro, no qual seja analisado o balanço entre o produto reprocessado por peso inferior e por sobrepeso, e a identificação de fatores que influenciam essas variações.

5.4. Estudo IV – Controlo de processo na zona dos congelados

A apresentação e discussão dos resultados obtidos no estudo IV encontra-se dividida em três secções. Numa primeira secção, explana-se a linha de processamento em si, onde se analisam todas as etapas

¹⁰ TPM – *Total process maintenance*: metodologias que visam maximizar a performance dos equipamentos, através da gestão de funcionamento, reparação e intervenções, geração de ordem de intervenção programando e mantém um histórico de reparações e operações realizadas em um determinado equipamento (Farinha, 2015).

do processo. Na segunda secção, efetua-se uma comparação entre as etapas de embalagem primário, etiquetagem e paletização. Por último, na terceira secção, são analisadas as perdas existentes no processo.

5.4.1. Análise à linha de processamento

Após o estudo na linha dos congelados, concluiu-se que esta pode ser dividida em dois conjuntos de etapas que funcionam em simultâneo e de forma independente:

- **Parte 1** – moldagem → ultracongelação → acondicionamento;
- **Parte 2** – embalagem → etiquetagem → detetor de metais → paletização.

Entre as duas partes é gerado um *stock* de produto intermédio, que possibilita a operação simultânea e independente das duas partes. Além disso, permite a satisfação das encomendas dos clientes em tempo útil, e facilita a tarefa de planeamento das operações. A encomendas dos clientes não são fixas, pelo que a existência de *stocks* mínimos funciona como “amortecedor” entre a procura e a produção efetiva (Bernard, 1998). Neste sentido, torna-se essencial a definição de níveis de *stock* de produto intermédio, de forma a não comprometer a ordem de trabalhos da parte 2. Estes níveis providenciam informação do tipo de encomendas possíveis de satisfazer, a quantidade de perdas massivas por defeito que *stock* consegue resistir. Estes encontram-se definidos para cada formulação no Anexo E, bem como os procedimentos utilizados para o seu cálculo.

Parte 1

A parte 1 caracteriza-se pela produção do produto intermédio. Esta parte arranca com a moldagem. O preparado de carne moldado percorre uma série de 3 tapetes “sem fim”, até serem movidos para o túnel de congelação com o recurso a um braço robotizado. São então ultracongelados, e acumulam-se no fim de linha do túnel de congelação, onde são acondicionados manualmente em caixas.

A velocidade de funcionamento dos equipamentos é ajustável. A formadora de hambúrgueres pode moldar porções com uma frequência entre as 100 min⁻¹ e as 200 min⁻¹. Por norma, a frequência de moldagem ronda as 170 min⁻¹. Portanto, por hora, será possível processar cerca de 1000 kg de mistura e gerar cerca de 10100 hambúrgueres. A formadora de almôndegas pode moldar porções com uma frequência até às 300 min⁻¹. No entanto, pré-definiu-se a frequência de moldagem para 280 min⁻¹. Portanto, por hora, será possível processar cerca de 450 kg de mistura, e gerar cerca de 18 000 almôndegas.

Parte 2

A parte 2 caracteriza-se pelo embalagem do produto não acabado produzido na parte 1. Consideram-se todos os tipos de embalagem, sejam em *flowpack* e embalagem de cartão (embalamento primário), caixa (embalamento secundário) e palete (embalamento terciário). Após a ultracongelção, apesar de os preparados de carne saírem “congelados”, estes apresentam tendência para se deformarem com maior facilidade. Por isso, estes seguem para a câmara de congelação para sua estabilização. Excepcionalmente, por existência de avaria nos equipamentos, até resolução da mesma, pode-se começar a embalar os preparados de carne logo após ultracongelção.

No caso dos hambúrgueres, a maioria das encomendas efetuadas à empresa exigem o embalagem em *flowpack*, salvo encomendas excepcionais a granel onde este pode ou não ser necessário. Em tempos, este processo era totalmente automatizado, onde os hambúrgueres que saíam do túnel de congelação eram movidos com o auxílio de um braço robotizado para o equipamento de embalagem em *flowpack*. Atualmente, efetua-se manualmente, onde um colaborador coloca os hambúrgueres na calha. A este ritmo, verifica-se uma frequência de embalagem de $(36 \pm 1) \text{ min}^{-1}$. Este valor contempla todas as paragens existentes, nomeadamente: no fim de linha, a troca de caixas cheias de hambúrgueres embalados em *flowpack*, por caixas vazias; encravamento do equipamento, que exige o seu concerto imediato de maneira a continuar a etapa de embalagem; buscar outras caixas de hambúrgueres não embalados em *flowpack* para embalagem. No entanto, o equipamento de *flowpack* tem capacidade para embalar até 200 hambúrgueres por minuto. Deste modo, a colocação de mais um ou dois colaboradores a operar neste equipamento poderia duplicar ou até triplicar a quantidade de hambúrgueres embalados.

5.4.2. Comparação entre embalagem primário, etiquetagem e paletização

O ritmo de processamento da parte 2 (embalamento primário, etiquetagem e a paletização) dependerão do artigo em linha de produção, bem como das suas características de embalagem. Deste modo, procedeu-se à comparação das três etapas para alguns artigos produzidos pela empresa.

O embalagem primário engloba todos os tipos embalagem efetuados até à etapa de etiquetagem. Dependendo do artigo a embalar, distinguem-se de três tipos de embalagem primário dos processados de carne na secção dos congelados (granel, SD e embalagem de cartão), os quais se encontram descritos na Tabela 21.

Tabela 21. Descrição dos três tipos de embalagem primário existentes na zona dos congelados

Tipo de embalagem	Descrição
granel	Nas encomendas de hambúrgueres e almôndegas a granel, o embalagem consiste na colocação de hambúrgueres/almôndegas em saco azul, que, por sua vez, se coloca em caixa de cartão estilo americano. Cada caixa destas pode conter entre 4 kg e 8 kg de produto intermédio. Dado que estas encomendas apenas são efetuadas ocasionalmente, não foi efetuado qualquer registo de tempo de embalagem para este artigo. O hambúrguer pode ou não ir embalado em <i>flowpack</i> , dependendo do tipo encomenda.
SD	Cada saquinho SD contém 3 hambúrgueres, e no caso das almôndegas 8 unidades. A tarefa é executada somente por um colaborador, que consegue fazer entre 4 a 8 embalagens por minuto, independentemente do artigo em embalagem. Neste artigo, tendo em conta a análise das encomendas está definido o embalagem 2 vezes por semana, um dia para cada artigo.
Embalagem de cartão	Tipo de embalagem mais utilizado. O seu embalagem é realizado em zona própria. No caso dos hambúrgueres, realiza-se previamente o acondicionamento em <i>flowpack</i> para depois se proceder à colocação das unidades na embalagem.

As etapas seguintes, etiquetagem e paletização, são realizadas em simultâneo com o embalagem primário. Ambas são efetuadas de forma manual, pelo que a rapidez com que cada uma é efetuada é proporcional ao número de colaboradores em linha. Torna-se crucial a distribuição correta dos colaboradores por todas as etapas do processo, a fim de obter uma maior produtividade. De forma a compará-las, determinou-se a frequência de embalagem primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e), e tempo de embalagem secundário (t_s) e terciário (t_t). Estes valores encontram-se discriminados na Tabela 22.

Tabela 22. Valores médios da frequência de embalagem primário ($f_{p,c}$) e de etiquetagem (f_e) tempo de embalagem secundário (t_s) e terciário (t_t) respetivo intervalo de confiança de 95 %, para os artigos almôndegas 16 uni, almôndegas 84 uni, hambúrguer 4 uni, hambúrguer 10 uni e hambúrguer 25 uni

Artigo	$f_{p,c}/\text{min}^{-1}$	f_e/min^{-1}	t_s/min	t_t/min
almôndegas 16 uni ⁽¹⁾	$2,0 \pm 0,5$	$12,3 \pm 0,8$	5,9	468
almôndegas 16 uni ⁽²⁾	$15,2 \pm 5,0$			
almôndegas 84 uni	$0,6 \pm 0,1$	$5,5 \pm 2,1$	-	300
hambúrguer 25 uni	$0,7 \pm 0,1$			
hambúrguer 10 uni	$2,1 \pm 0,4$	$10,3 \pm 1,2$	3,7	268
hambúrguer 4 uni	$6,4 \pm 1,6$			
		$11,3 \pm 0,7$	2,5	160

(1) colocação das almôndegas em cuvette branca

(2) colocação das cuvetes na embalagem de cartão

De um modo geral, para todos os artigos, verifica-se que quanto maior a quantidade de porções a colocar na embalagem, menor será o valor médio de $f_{p,c}$ associado ao artigo. No entanto, não implica que t_s e t_t variem nas mesmas proporções na etapa de paletização. Esta depende do tipo de embalagem secundário e terciário de cada artigo.

Comparando os artigos correspondentes ao preparado de carne hambúrguer, o valor médio de f_p do artigo hambúrguer 4 uni é cerca de três vezes superior ao artigo hambúrguer 10 uni, e seis vezes, em relação ao artigo hambúrguer 25 uni, e por sua vez, o valor médio de $f_{p,c}$ do artigo hambúrguer 10 uni é cerca de três vezes superior ao artigo hambúrguer 25 uni. As diferenças verificadas foram todas corroboradas pelo teste *t de student* (com *p-value* de 0,0035, 0,0001 e 0,002, respetivamente). Na prática, verifica-se que $f_{p,c}$ diminui com o aumento do número de unidades a colocar dentro da embalagem. Quantas mais porções se colocar na embalagem, mais tempo tomará para completar o embalamento de uma embalagem, e mais difícil será a organização dos hambúrgueres na embalagem. Este fator reflete-se no embalamento secundário e terciário. O artigo hambúrguer 4 uni é aquele que toma menor valor, seguido do artigo hambúrguer 25 uni e artigo hambúrguer 10 uni. Estes dois últimos conseguem ser relativamente próximos, pois as dimensões superiores da embalagem primária do artigo hambúrguer 25 uni dispensam embalamento secundário. A embalagem primária do artigo hambúrguer 25 uni é colocada diretamente na palete.

Quando comparados os valores médios de $f_{p,c}$ dos artigos respetivos às almôndegas, constata-se que o embalamento do artigo almôndegas 16 uni é realizado de maneira diferente dos restantes. Enquanto que os outros artigos apenas se coloca as porções dentro da embalagem de cartão, no artigo almôndegas 16 uni o embalamento executa-se em duas partes: numa primeira parte, pela colocação das almôndegas num tabuleiro de cartão, e numa segunda pela colocação do tabuleiro na embalagem de cartão. Estas duas partes são realizadas em separado, pelo que apenas se avança para a segunda parte quando a 1.ª parte se encontra perto de ser concluída. Ainda assim, o valor médio de $f_{p,c}$ é inferior no artigo almôndegas 84 uni, pois a contagem de 84 almôndegas é mais demorada do que 16 almôndegas, e é mais propício a erros de embalamento por má contagem. Este último fator influenciará o peso líquido da embalagem, logo necessita de mais atenção e controlo na sua execução. No entanto, constata-se que o valor de t do artigo almôndegas 16 uni é inferior ao do artigo hambúrguer 25 uni em 160 min. O artigo almôndegas 84 uni dispensa embalamento secundário, pois é utilizada uma embalagem primária maior, acabando por reduzir $f_{p,c}$.

Além do embalamento em si do produto, existe todo um outro leque de tarefas que necessitem de serem executadas, e que fazem retardar a linha produtiva. Estas englobam a colocação das embalagens com o preparado de carne na zona de etiquetagem, buscar mais embalagens e/ou mais produto intermédio para continuar o embalamento. Por exemplo, para o artigo hambúrguer 10 uni, caso não existissem estas tarefas, $f_{p,c}$ poderia alcançar 3 min^{-1} . No entanto, estas tarefas não podem ser ignoradas. Por

isso, uma adequada organização/providenciamento dos consumíveis necessários para a zona produtiva é fundamental para evitar paragens sucessivas a repor material.

Pela análise da Tabela 22, verifica-se que f_e para os artigos almôndegas 16 uni, hambúrgueres 4 uni, e hambúrguer 10 uni rodam entre 10 min^{-1} e $12,5 \text{ min}^{-1}$. O teste estatístico confirma que os valores de f_e não são diferentes entre os três artigos (com *p-value* de 0,254 entre os artigos almôndegas 16 uni e hambúrguer 4 uni, de 0,067 entre os artigos almôndegas 16 uni e hambúrguer 10 uni, e de 0,192 entre os artigos hambúrguer 4 uni e hambúrguer 10 uni). Nesta etapa, as caixas são fechadas com o auxílio de uma máquina coladora com cola quente, o colaborador precede à colocação das embalagens individuais na etiquetadora onde é litografada a data de validade e o lote na embalagem (*inkjet*). A exceção a isto reside nos artigos almôndegas 84 uni e hambúrguer 25 uni. A embalagem primária utilizada é de cartão, pelo que o fecho é efetuado pelo encaixe das abas no corpo da caixa, e é selada pela etiqueta com a informação de lote e validade. Para além desta etiqueta, é colocado um rótulo autocolante na face da embalagem com as restantes informações do produto. Para os artigos almôndegas 16 uni, hambúrguer 10 uni e hambúrguer 4 uni, a etiquetagem é limitada a duas pessoas. Já o artigo hambúrguer 25 uni e almôndegas 84 uni pode ser efetuado por mais que dois colaboradores, sendo que duas colocam as caixas no tapete “sem fim” para as etapas posteriores, e os restantes colaboradores colocam os autocolantes nas caixas nos postos onde efetuam o embalamento.

Considerações finais

O carácter manual destas três etapas condiciona a produtividade da parte 2 da linha dos congelados, dependendo da disposição e motivação do colaborador para executar as tarefas e o embalamento. A produtividade individual é variável conforme o colaborador, inclusive a prática e a experiência no posto ditará uma maior (ou menor) frequência de embalamento e de etiquetagem. No entanto, a etapa limitante é o embalamento primário.

Torna-se imprescindível a organização dos colaboradores por todos os postos necessários, tirando proveito das suas potencialidades e talentos. Em condições ideais, seriam necessários 16 colaboradores de forma a operar com a máxima eficácia e produtividade em todas as etapas:

- 1 colaborador no embalamento SD;
- 1 colaborador no embalamento em *flowpack*;
- 1 colaborador a recolher hambúrgueres e/ou almôndegas do túnel de congelação para caixas;
- 1 colaborador a colar embalagens para o embalamento primário;
- 8 colaboradores no embalamento primário;

- 2 colaboradores na etiquetagem;
- 2 colaboradores na paletização.

No entanto, a empresa não se encontra dotada deste número de trabalhadores, pelo que a gestão e o ajuste dos *timings* para a realização das etapas torna-se fundamental, no sentido de obter uma produção eficiente. Para tal, torna-se fulcral o planeamento de produção, não só para o dia inteiro, mas também para toda a semana. A gestão *on time* de colaboradores na zona dos congelados permite a realização de todas as etapas com eficiência, e, deste modo, satisfazer as encomendas dos clientes em tempo útil.

5.4.3. Análise de perdas

As perdas existentes interferem nos balanços mássicos efetuados, e em termos de planeamento, estas deverão ter sido em conta, de maneira a não comprometer a satisfação dos clientes. Deste modo, estes três tipos de perdas foram avaliados em separado (no equipamento, por defeito e por *giveaway*), de modo a averiguar a sua influência nos balanços mássicos finais.

Perdas no equipamento

O equipamento utilizado na zona dos congelados para a moldagem é igual ao equipamento utilizado na etapa de moldagem na zona dos frescos, pelo que as perdas no equipamento são semelhantes às verificadas na zona dos frescos. Uma outra perda característica na zona dos congelados reside no local de transição do preparado de carne para o túnel de ultracongelção, que está relacionado com a calibração do robô. Este por vezes pode não encaminhar devidamente o produto, e ocorrer:

- Queda de produto no piso;
- Deformação total ou parcial do preparado de carne, provocado pela própria calha do robô, levando à dispersão dos fragmentos por todo o local de transição, nomeadamente nos tapetes “sem fim”, piso, na entrada do túnel, na calha do robô, entre outros;
- Desalinhamento do produto no tapete “sem fim”, que, quando a própria calha pega no produto, o deforma.

Deste modo, torna-se fundamental garantir a calibração do robô de modo a mitigar este tipo de perdas. No geral, as perdas na zona dos congelados rondam 12 kg a 48 kg. Por conseguinte, o valor médio de perdas em relação à massa de mistura processada (p_{eq}) ronda $(0,65 \pm 0,19) \%$, com um intervalo de 95 % de confiança. A razão pela qual se verifica a amplitude de massa de perdas possível (36 kg) relaciona-se com a quantidade de preparado de carne produzida em cada receita. Na Figura 24,

encontra-se um gráfico representativo da proporção entre a massa de preparado de carne produzida em cada receita, e a massa total de todas as receitas.

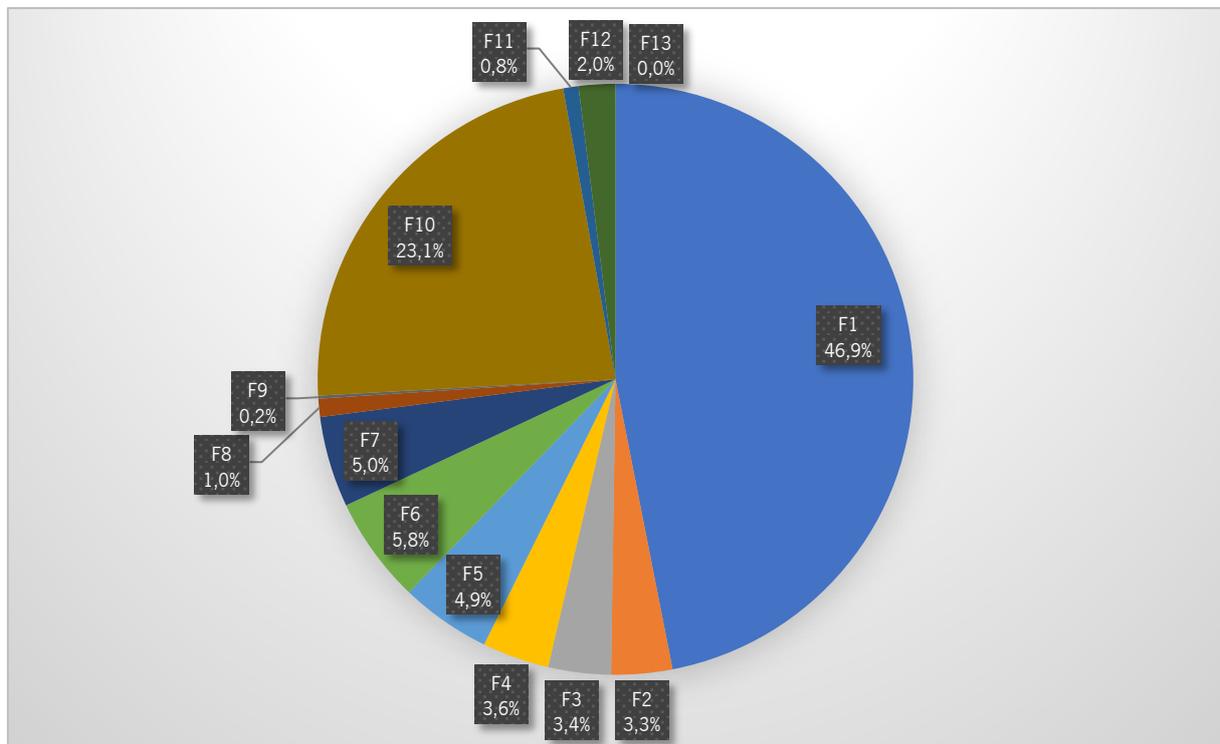


Figura 24. Gráfico representativo da proporção (em percentagem) de massa de preparado de carne produzido de cada receita na massa total de preparados de carne produzidos.

Pela Figura 24, constata-se que cerca de 74 % da produção é relativa à moldagem de hambúrgueres, dos quais 47 % correspondem à receita F1. Os restantes 26 % correspondem à moldagem de almôndegas, dos quais 23 % correspondem à receita F10. Traduzindo em valores de massa, as produções de mistura para hambúrgueres da receita F1 podem ir desde os 1 900 kg até aos 4 200 kg, enquanto que as produções de mistura para almôndegas da receita F10, não sendo tão predominantes como nos hambúrgueres podem ir desde os 900 kg até aos 3 100 kg. Para as restantes receitas, a massa de mistura produzida rondará entre 300 kg e 1200 kg, podendo excepcionalmente alcançar os 1 800 kg.

Quando se produziu a receita F1 e F10, obteve-se um valor médio de p_{eq} de $(0,48 \pm 0,22) \%$ e $(0,81 \pm 0,23) \%$, respetivamente. Ou seja, o valor médio de p_{eq} respetivo à produção da receita F10 consegue ser quase o dobro de quando se produz a receita F1, diferença esta corroborada pelo teste t de *student* (com p -value de 0,040). Esta diferença é justificada pelas perdas específicas existentes na produção das almôndegas e dos hambúrgueres. Na moldagem de almôndegas, as perdas mais

significativas encontram-se na acumulação de mistura nas lâminas de corte do equipamento de moldagem. esta acumulação é tanto maior quanto maior for a massa de mistura a moldar. Na moldagem de hambúrgueres, as perdas significativas residem na remoção de segmento de carne após a mudança de receita a processar. Estas perdas serão tanto maiores quanto o número de receitas a processar, que implica um maior número de trocas, e desta maneira maior número de segmentos de carne removidos. Este facto agrava-se quando se transita de misturas com cor semelhante, que motiva a remoção de uma maior quantidade de segmento de mistura (perto de 8 kg). A grande vantagem destas perdas é que estas podem ser mitigadas, consoante a massa de mistura a processar. Ou seja, quanto maior a massa de mistura, menor o valor de ρ_{eq} .

No futuro, recomenda-se a produção do menor número de receitas por dia (uma ou duas receitas), em quantidades superiores a 1 000 kg. Recomenda-se também uma adequada montagem e controlo da calibração por parte da manutenção, e também a formação e sensibilização dos colaboradores para tomarem ações no caso de o robô estar a fazer defeitos.

Perdas por defeitos

As perdas por defeitos podem ocorrer em várias fases do processo:

- Etapa de moldagem, na medida em que o mesmo não se encontre calibrado, levando à moldagem de produto não conforme. Este fator acontece com mais incidência nas almôndegas. As facas de corte deverão ser ocasionalmente trocadas, de modo a prevenir a geração de produto não conforme;
- Local de transição para o túnel de congelação. Aqui, quando o robô pega no preparado, este pode deformá-los e golpeá-los se não estiver adequadamente afinada e alinhada ou mesmo se apresentarem alguma anomalia estrutural. No túnel de congelação, especificamente na produção de hambúrgueres, acontece por vezes que, quando o robô os deposita no interior, estes podem-se desalinhar e amontoar parcialmente em cima dos outros e encostar à parede do túnel, levando também à sua deformação;
- No fim da linha de produção, e especificamente no caso dos hambúrgueres, estes podem ser deformados no embalamento em *flowpack*, na medida em que a peça de corte do plástico (mordaça) da *flowpack* poderá cortar o hambúrguer em vez do saco plástico individual;
- Acondicionamento na caixa C4, quando estes se encontram fora das arcas congeladoras por algum tempo a aguardar finalização de processo manual em *flowpack*. Este trabalho efetuado em contínuo através da colocação automática pelo robô gera muito menos defeitos pois tem

menos manipulação e, por conseguinte, não experimenta tanta quebra da cadeia de frio como no processo manual por ser mais rápido.

As perdas por defeitos poderão rondar desde 1 kg até 50 kg, motivando o estudo da produção de cada formulação, de forma a avaliar os fatores que motivam a discrepância de massa de defeito. Assim, determinou-se a proporção de defeitos na massa de mistura de lote processado (ρ_{def}) para cada formulação. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 23.

Tabela 23. Valores médio de proporção de defeitos na massa de mistura ($\rho_{defeito}$), e intervalo de 95% de confiança para cada receita

Receita	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
$\rho_{def} / \%$	0,53±0,14	1,48±0,99	1,20±0,55	0,79±0,57	-	1,28±0,44	0,86±0,20	-	-	0,72±0,24	1,40±0,52	1,67±0,39	-

Pela Tabela 23, verifica-se que as formulações F8, F9 e F13 não apresentam qualquer valor de ρ_{def} , pois são formulações raramente produzidas, pelo que não existem dados suficientes para prosseguir com um tratamento mais detalhado. O valor de ρ_{def} varia conforme as formulações, nunca ultrapassando os 2,5 % em condições normais de produção (isto é, sem qualquer tipo de paragem grosseira).

Por outro lado, pela Tabela 23, verifica-se que existe um grupo de formulações em que o valor médio de ρ_{def} ronda os 0,5 % a 0,9 %, nomeadamente F1, F4, F7 e F10. As restantes formulações possuem valores médios de ρ_{def} superior a 1,2 %. O teste *t* de *student* confirmou que estes dois grupos de valores de ρ_{def} são efetivamente diferentes (com *p-value* de 0,037). Estas quatro formulações possuem a particularidade de conterem ingredientes responsáveis pela ligação da massa, nomeadamente as fibras e a soja. Estes têm como características a retenção de água e a emulsificação de gordura, que asseguram a estabilidade dos produtos. Os restantes artigos, não contendo este ingrediente, deformam-se com maior facilidade. Apesar de F11 e F12 conterem fibras e soja, o maior valor de ρ_{def} justifica-se com o exposto na discussão de perdas por *giveaway*.

No entanto, devido à falta de dados, não é possível averiguar qualquer tendência de existência de maiores perdas por defeitos em almôndegas ou em hambúrgueres. Seria necessário um número maior de amostras, associado a um rastreio permanente aos equipamentos de moldagem, que permita obter resultados mais precisos, e uma avaliação mais pormenorizada.

Perdas por *giveaway*

As perdas por *giveaway* foram quantificadas como sendo o desvio de peso ao valor referência de uma unidade de preparado de carne (ρ_{giv}). Na Tabela 24, encontra-se os resultados obtidos de *giveaway* para

cada receita. Dado que não se recolheu um número suficiente de amostras, não se calculou o valor médio para cada receita.

Tabela 24. Perdas por *giveaway* (ρ_{giv}) para cada receita

Formulação	Preparado de carne	ρ_{giv} / g
F3	Hambúrguer	-7,03
F2	Hambúrguer	-5,73
F2	Hambúrguer	-5
F7	Hambúrguer	-3,37
F7	Hambúrguer	-2,89
F1	Hambúrguer	-2,74
F3	Hambúrguer	-2,58
F10	Almôndegas	-0,91
F10	Almôndegas	-0,8
F1	Hambúrguer	-0,44
F12	Almôndegas	-0,25
F10	Almôndegas	-0,12
F4	Hambúrguer	0,02
F1	Hambúrguer	0,34
F10	Almôndegas	0,35
F2	Almôndegas	0,59
F10	Almôndegas	0,73
F12	Almôndegas	0,78
F1	Hambúrguer	0,98
F1	Hambúrguer	1,38
F1	Hambúrguer	2,56
F8	Hambúrguer	2,86
F2	Hambúrguer	5,44
F3	Hambúrguer	7,05

Pela Tabela 24, verifica-se que os valores de *giveaway* variam entre -7,03 g e 7,05 g, consoante a receita. Os resultados obtidos não fornecem uma ideia da dispersão dos valores de ρ_{giv} em cada unidade de preparado de carne, mas sim um valor médio de *giveaway* por unidade de processado de carne existente no lote. Por isso, em estudos futuros recomenda-se a realização de um controlo metrológico a cada unidade de processado de carne, com a finalidade de avaliar a dispersão de pesos das almôndegas, assim como dos hambúrgueres.

No caso das almôndegas, o grande fator que potencia a existência de *giveaway* reside no funcionamento do equipamento de moldagem, como foi discutido no subcapítulo 5.3.4. No entanto, no caso dos hambúrgueres, constata-se a existência de dois grupos distintos que seguem um padrão específico:

- O grupo 1, que contém as formulações F1+ F4, onde os valores de ρ_{giv} variam entre - 2,74 g e 2,50 g;
- O grupo 2, que contém as formulações F2, F3, F7, F8, onde os valores de ρ_{giv} se situam nos intervalos -7,03 g a -2,89 g, e 2,86 g a 7,05 g.

O fator diferenciador nos dois grupos reside na composição da receita em si, especificamente nas quantidades de carne, de água, e de ingredientes responsáveis pela ligação das massas. As formulações do grupo 1 contêm uma proporção de água-ingredientes no rácio de 1,58 kg de água por 1 kg de ingredientes, e uma proporção de mistura-água de, aproximadamente 4,10 kg de mistura para 1 kg de água. Nos ingredientes, encontra-se as fibras e a soja, que são responsáveis pela retenção de água e emulsificação de gordura que asseguram a estabilidade dos produtos (Fontan & Rebouças, 2011). Estas proporções utilizadas, bem como o ingrediente soja providenciam os parâmetros ótimos para o planeamento de elaboração de futuras receitas.

Apesar de F7 e F12 possuírem estes ingredientes, esta formulação contém uma maior quantidade de água, traduzindo-se numa proporção de água-ingredientes 2,83 kg/kg, e numa proporção de mistura-água de apenas 2,78 kg/kg. O acréscimo de água diminui a robustez, sendo mais suscetível ao surgimento de *giveaway*, especialmente porque na moldagem, os hambúrgueres são pulverizados com água, que neste caso acaba por remover uma pequena porção do hambúrguer. Como esta formulação contém mais água, a remoção de fragmentos é facilitada, causada pela diminuição da robustez e consistência do hambúrguer. As restantes formulações do grupo 2 não contêm soja no conjunto de ingredientes. As proporções mistura-água são acima de 10 kg/kg, e em específico para a formulação F2 e F3, a proporção água-ingredientes ronda 0,7 kg/kg.

Portanto, as proporções nas quais os ingredientes, a carne, a água, a gordura e a soja são adicionados, podem modificar parâmetros como a viscosidade e a massa volúmica. Atendendo a que a massa volúmica da soja ronda $774,9 \text{ kg m}^{-3}$ a 811 kg m^{-3} , e que a densidade relativa do músculo é de 1,0, e a da gordura de 0,8, a proporção em que estes componentes são adicionados provocam variações na massa volúmica da mistura, bem como na robustez e na consistência do preparado de carne. Esta alteração, juntamente com uma má calibração do equipamento, resulta na amplitude de *giveaway* verificada no estudo. Dada a potencial alteração da massa volúmica das formulações, prevê-se a necessidade de ajustamento dos parâmetros de comando do equipamento consoante as diferentes formulações. A temperatura da mistura também interfere na viscosidade na mistura, pelo que é necessário o seu controlo.

Dado que o estudo das perdas por *giveaway* não é mote do estudo IV, não se avaliou ao pormenor a influência das proporções dos ingredientes no *giveaway* do preparado de carne. No entanto, este estudo abre portas para a realização de outro direcionado para esta temática, o qual poderão ser avaliadas as

proporções dos ingredientes em cada receita, a sua influência nas perdas por *giveaway*, e são calculados ao parâmetros como a massa volúmica e a viscosidade.

5.5. Estratégia para a gestão de operações

Desde a entrada de matéria-prima até à saída do produto final, existe um conjunto de pré-requisitos que interatuam de forma constante e dinâmica. Esta relação encontra-se explicitada na Figura 25.

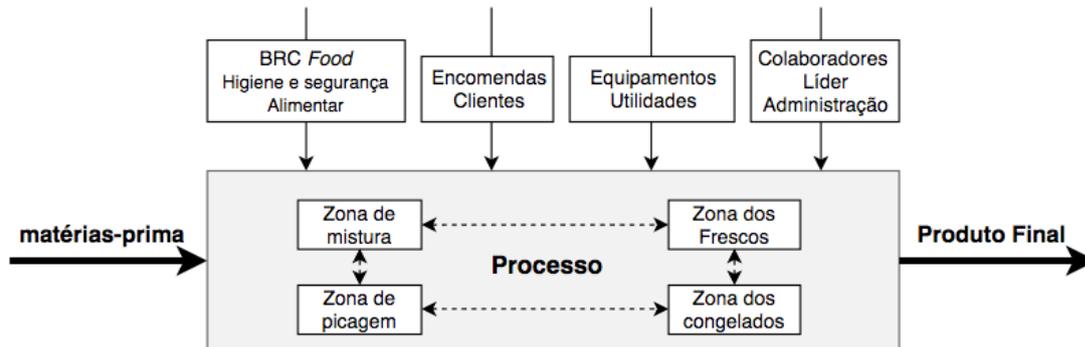


Figura 25. Organograma representativo da relação dinâmica entre os pré-requisitos e o processo.

Todas as quatro zonas da secção de preparados de carne necessitam de operar em sincronia de maneira a não comprometerem a sua ordem e ritmo de trabalhos. Todas as etapas terão de cumprir os requisitos exigidos pelo referencial BRC *Food*, bem como garantir a qualidade e segurança do produto final.

Todo este esquema dinâmico necessita de uma equipa coesa, motivada e orientada por um líder que os deverá guiar segundo os objetivos e exigências definidos pela administração. O erro humano é inevitável, assim como a existência de avarias nos equipamentos, levando à existência de variabilidades no processo e a desempenhos distintos. Por isso, o planeamento deverá estender-se ao longo prazo, isto é para toda a semana, com o intuito de colmatar estas variabilidades no processo. As encomendas dos clientes têm de ser entregues dentro do prazo estipulado, sob pena de incorrer em prejuízo para a empresa (deterioração de relação com o cliente, multas, sanções, até à perda de cliente). O controlo de processo terá de garantir que a execução de trabalhos siga o plano delineado anteriormente, e em caso de desvios e situações adversas, adaptar o plano e/ou implementar medidas corretivas e/ou resolver o problema. No anexo F, encontra-se algumas práticas de planeamento atualmente adotadas pela empresa.

O grande inconveniente relaciona-se com o facto de estas quatro zonas possuírem capacidades de processo variáveis e diferentes, que impede que toda a secção opere em uníssono. Por isso, a chave para o controlo de operações bem sucedido reside no planeamento prévio dos trabalhos e na organização

dos equipamentos e das tarefas das 4 zonas. Cabe a líder ou chefe de secção criar estratégias de planeamento e rotinas de controlo que permitam mitigar este desfasamento de capacidades de processamento, de modo a obter toda uma linha de processamento coesa e síncrona. A Figura 26 mostra o trajeto de produção de preparados por todas as etapas e todas as movimentação (manual e automática), desde o ponto de matéria-prima até ao produto final.

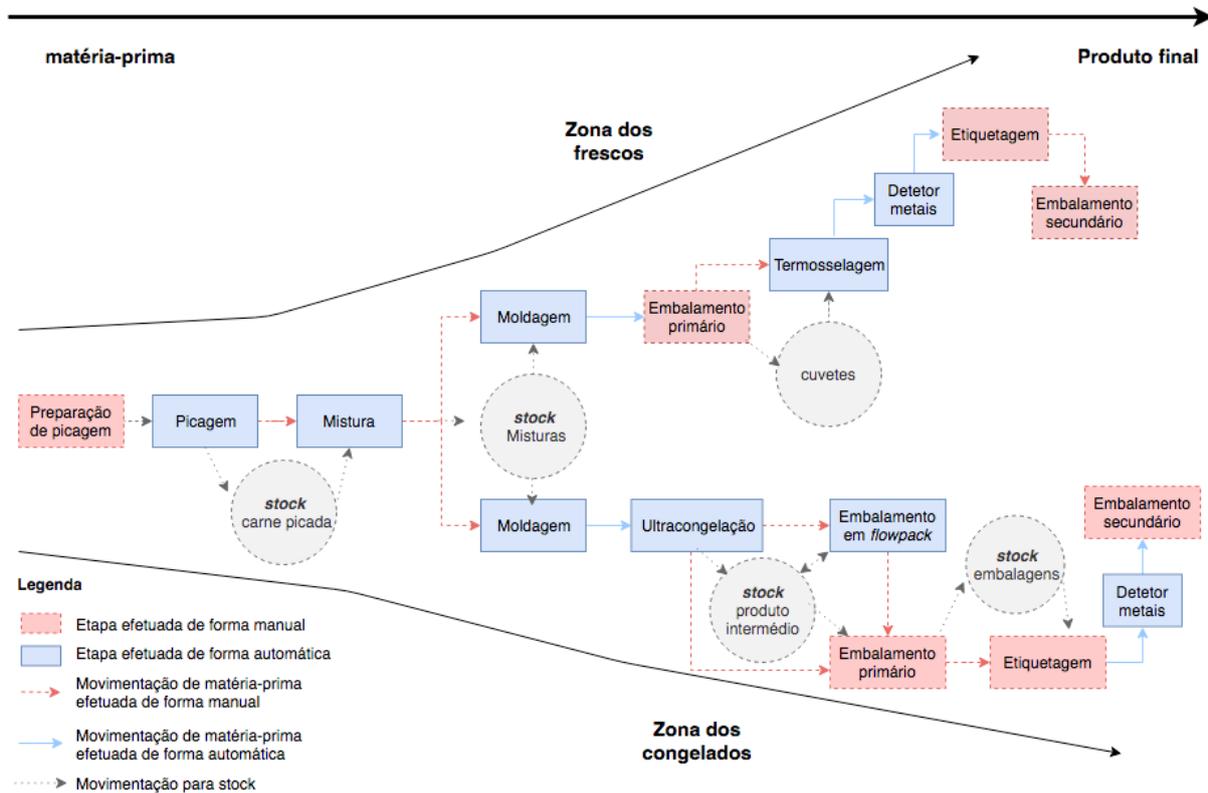


Figura 26. Organograma de movimentações de matéria-prima ao longo do processo.

A particularidade de toda a secção reside no facto de muitas das etapas dos processos, bem como na deslocação de matérias-primas entre etapas, serem realizadas de forma manual. Por consequência, diminui o desempenho dos equipamentos, tornando o processo menos produtivo. O líder ou chefe de secção terá de garantir que os seus colaboradores operem de forma empenhada e organizada, e deverá explorar os seus talentos, de maneira a tirar o melhor proveito deles, e que todo o processo opere de forma coesa e síncrona. Os colaboradores deverão ter capacidade de *multitasking* para cumprir a ordem de trabalhos e garantir que os mesmos sejam efetuados dentro das especificações. O existência de *stocks* permite amortecer a diferença de ritmos entre duas etapas.

A zona dos frescos tem potencial para ser quase totalmente automatizada, caso o embalamento primário e a etiquetagem fossem também automáticos. Libertaria os recursos humanos utilizados no

embalamento primário e etiquetagem para outras tarefas da secção, e o controlo em si seria realizado de uma forma mais automatizada e precisa.

Stocks

A existência de ***stocks*** intermédios permite o acerto de sincronia entre duas etapas. Ou seja, no fim de uma etapa, geram-se matérias-primas que se acumulam até serem utilizadas na etapa seguinte. Esta estratégia funciona como amortecedor de ritmos entre duas etapas:

- a etapa antecedente adianta o processamento porque a capacidade da etapa seguinte é superior (verifica-se na entre a etapa de embalagem primário e de etiquetagem, a ultracongelação e o embalagem primário);
- permitir funcionamento simultâneo e síncrono entre duas etapas (acontece entre a picagem e a mistura, pois existe a necessidade de produzir sob uma certa ordem que evite a contaminação cruzada de alergénios);
- margem de manobra em situações de avaria de equipamentos (a etapa anterior deixa de produzir, mas a etapa seguinte continua a operar por um período de tempo enquanto houver *stock* disponível, e durante o qual o equipamento terá de ser arranjado).

O grande inconveniente com os *stocks* são os seus custos associados (armazenamento, deterioração, perdas, entre outros). Além disso, ocupam espaço, levando à limitação do seu uso.

Ordem de produção

Seja em que zona for, deverá ser definida uma ordem de produção, com o intuito de haver uma progressão no trabalho elaborado. As etapas de picagem e de mistura operam em simultâneo e em sincronia. As formulações produzidas deverão seguir uma ordem que não comprometa a etapa de moldagem das zonas dos frescos e congelados bem como evitar a contaminação cruzada de alergénios entre formulações.

A ordem terá de ter em conta que o embalamento na zona frescos ocorre no mesmo dia de produção da mistura, por ser um produto fresco. Por isso, a etapa de mistura terá de garantir que a zona dos frescos possui misturas disponíveis para moldagem no início do turno.

Por outro lado, dada a existência de *stocks* entre a ultracongelação e o embalamento primário da zona dos congelados, a produção de misturas para a etapa de moldagem bem como a ordem de embalamento permitem ordens de produção independentes, e, por consequência, a definição de planos de trabalho maleáveis e adaptáveis a situações que ocorram na secção.

Aplicação de metodologias LEAN

Resumidamente, as metodologias LEAN¹¹ exigem a eliminação sistemática do desperdício e a criação de valor, otimização de fluxos e redução de custos, através de procedimentos simples e de fácil acesso a todos. O produto deverá percorrer o mínimo trajeto possível até à sua expedição. Este deverá evitar reprocessamentos, que se traduzem em custos adicionais, e ter somente um produto em linha em cada etapa do processo. Além disso, a empresa deverá evitar ao máximo desperdício, isto é, todas as atividades que a organização realiza e que não acrescentam valor à mesma. Não é reconhecido pelo cliente como valor e resulta no aumento de custo e de tempo.

¹¹ Metodologias LEAN – O conceito surge pela primeira vez no Japão após a 2.ª guerra mundial, pela criação sistema unificado de alta produtividade e qualidade superior, o Sistema de Produção Toyota (TPS). O sucesso da Toyota foi tal que em 2007 alcançou o patamar de topo da indústria automóvel a destronar da primeira posição geral a *General Motors*, que desde 1930 era classificada como a maior empresa do setor (Farinha, 2015).

6. Conclusões

Neste trabalho pretendeu-se estudar de forma detalhada os processos associados às quatro zonas da secção dos preparados de carne: zona de picagem, zona de mistura, zona dos frescos e zona dos congelados.

O planeamento e o controlo de processo e o planeamento são fundamentais para garantir o funcionamento síncrono e coeso de todas as etapas, assim como a gestão de pessoas por todas as tarefas. As quatro zonas, inclusive alguns dos processos apresentam ritmos de trabalho distintos. Muitos processos são realizados manualmente, acabando por limitar o funcionamento dos equipamentos. Para tal, geram-se *stocks* intermédios de matéria-prima e de produto intermédio que permitam colmatar as diferenças de ritmos produtivos, e por consequência o seu funcionamento independente e simultâneo. Além disso, as constantes avarias e falhas de funcionamento dos equipamentos levam a paragens sucessivas do processo e à geração constante de perdas por defeitos e por *giveaway*.

Na zona de picagem, apesar de a picadora, em termos mecânicos, operar de forma eficiente, (rendimentos superiores a 99,5 %), esta apresentou maior desempenho na 1.^a picagem do que na 2.^a picagem, dada as paragens intermitentes existentes nesta última.. A zona de picagem terá que operar sistematicamente em sincronia com a zona de mistura, com os mesmos colaboradores. O tempo de consumo de misturas na zona dos congelados é inferior relativamente ao consumo de mistura nos frescos. O tipo de artigos em linha, e o respetivo tipo de embalagem, interfere na produtividade da linha de produção, tanto na zona dos congelados, como na zona dos frescos. Em ambas as partes, o embalagem primário é a etapa limitante, pelo que devera ser perspicazmente gerida. A linha dos frescos tem potencial para ser quase toda automatizada, caso a transição das cuvetes com produto não acabado entre a etapa de moldagem e a termosselagem se torne mecanizada.

Recomenda-se a realização de um estudo acerca do controlo metroológico de todos os artigos que a secção produza, com vista a aferir a quantidade efetiva em perdas e avaliar conformidade dos produtos expedidos. Além disso, sugere-se ainda um estudo alusivo às formulações elaboradas, com vista a definição de uma relação entre as perdas verificadas e o seu conteúdo em ingredientes.

Referências Bibliográficas

- Bernard, P. (1998). *Integrated Inventory Management*. Library os Congress Cataloging.
- British retail consortium. (2018). *Norma Global para a segurança dos alimentos*. Versão 8.
- Carvalho, L. C., Bernardo, M. D., Sousa, I. D., & Negas, M. C. (2015). *Gestão das Organizações: Uma abordagem Integrada e prospetiva*. Lisboa: Edições Sílabo, 2.^a edição.
- Codex Alimentarius. (2003). *FAO/WHO Food Standards*.
- Costa, J., Mafra, I., & Oliveira, M. (2012). *Alergénios Alimentares: o que são, o que provocam e como detetá-los?* Lisboa: Edições Sílabo, 1.^a edição.
- Decreto-Lei n.º 199/2008. de 8 de outubro de 2008. Condições gerais de comercialização dos produtos pré - embalados. *Diário da República*, 133-136.
- Esteves, M. P. (2016). *O Consumo de carne bovina em portugal no contexto da sua cadeia de valor: os casos de carne alentejana DOP e carne em modo de produção Biológico*. Dissertação em Mestrado em Engenharia Zootécnica/Produção Animal). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa.
- FAO – *Food and Agriculture Organization (2019). Agriculture and Consumer protection Department*. Obtido de Food And Agriculture Organization: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/home.html> (consultado a 2 de Setembro de 2019).
- Farinha, L. S. (2015). *Lean manufacturing – Uma História de Sucesso em Portugal*. Dissertação de Mestrado em Auditoria e Análise Financeira. Escola superior de Gestão de Tomar.
- Fontan, R. D., Rebouças, K. H., Verissimo L. A., Machado, A. (2011). Influência do tipo de carne, adição de fosfato e proteína texturizada de soja na perda de peso por cocção e redução do tamanho de hambúrgueres. *Alim. Nutr.* 22, 429 – 434.
- INE – Instituto nacional de estatística (2019). *Consumo de carne per capita por tipo de carnes*. Obtido de Instituto Nacional de Estatística: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000211&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt (acedido em 29 de maio de 2019).
- Instituto Português de qualidade. (2015). *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos (ISO 9001:2015)*.
- Juran, J. (1992). *A Qualidade desde o Projeto: Os novos passos para o planeamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo: Pioneira Editora.

- Juran, J., & De Feo, J. (2010). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill.
- Dalla Rosa, M. (2019). Packaging Sustainability in the Meat Industry. Chap. 9. Charis M. Galanakis, *Sustainable Meat Production and Processing*. Academic Press, 1.^a edição.
- Pires, A. R. (2016). *Sistemas de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Edições Sílabo, 2.^a edição.
- Portaria n.º 1198/91, de 18 de dezembro de 1991. Regulamento do controlo metrológico das quantidades dos produtos pré-embalados. *Diário da república*, 6681-6684.
- QUALFOOD. (2019). *Rotulagem, apresentação e publicidade dos géneros alimentícios*. Obtido de Base de dados de Qualidade e segurança alimentar, ambiental e HST: <http://www.qualfood.com/rotulagem/legislacao/rotulagem-apresentacao-e-publicidade-dos-generos-alimenticios> (acedido a 2 de setembro de 2019)
- Regulamento (CE) n.º 1169/2011, de 25 de Outubro de 2011. Prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios,. *Jornal Oficial da União Europeia*, 18-64.
- Regulamento (CE) n.º 178/2002, de 28 de Janeiro de 2002. os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Regulamento (CE) n.º 2073/2005, de 15 de Novembro de 2005. Critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. 1-26.
- Regulamento (CE) n.º 852/2004, de 29 de Abril de 2004. higiene dos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, 1-54.
- Regulamento (CE) n.º 853/2004, de 29 de Abril de 2004. estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal. *Jornal Oficial da União Europeia*, 22-82.
- Reis, A. S. (2018). *Qualidade e Segurança Alimentar no setor das Carnes*. Relatório (Relatório de Estágio do Mestrado em Engenharia Alimentar) - Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Coimbra , Coimbra.
- Roldão, V. S., Ribeiro, J. S. (2007). *Gestão das operações: Uma Abordagem integrada*. Lisboa: Monitor - Projetos e Edições, Lda., 1.^a edição.
- Seborg, D., Edgar, T., & Mellichamp, D. (2003). *Process Dynamics and Control*. London: Willey, 2.^a edição.
- Sule, D. (2008). *Production Planning and Industrial Scheduling*. New York: CRC Press, second edition.

Anexos

	página
Anexo A – Medidas utilizadas para garantir a rastreabilidade	85
Anexo B – Medidas utilizadas para controlo de alergénio	85
Anexo C – Procedimentos utilizados para higienização e limpeza	86
Anexo D – Valores brutos do tempo de espera.....	86
Anexo E – Níveis de <i>stock</i>	87
Anexo F – Práticas de planeamento	95

Anexo A – Medidas utilizadas para garantir a rastreabilidade

A norma BRC exige que a organização seja capaz de rastrear todos os lotes de produtos, de matérias-primas (incluindo embalagens primárias) e dos seus fornecedores, passando por todas as etapas de processamento e envio aos seus clientes e vice-versa (BRC, 2018). A empresa possui um sistema de rastreabilidade documentado projetado para a manter em todos os processos das instalações. A rastreabilidade é garantida com a gestão de lotes e rotulagem.

Gestão de lotes

A abertura informática de lotes é efetuada na zona de picagem e de mistura. Todos dos dias, é atribuído um lote para cada receita produzida. Cada lote contém ainda informações como o dia de produção, a carne e ingredientes utilizados (inclusive os lotes de cada ingrediente). Estes são inseridos através da picagem informática do código de barras das respetivas etiquetas de caixa de carne e de ingredientes. Posteriormente, na etapa de etiquetagem, o lote colocado na embalagem primária, secundária e de expedição corresponde ao lote àquele previamente na zona de picagem.

Rotulagem

A identificação de matérias-primas (incluindo embalagem primária), produtos intermediários, materiais parcialmente utilizados, produtos acabados e materiais pendentes de investigação deve ser adequada para garantir a rastreabilidade (BRC, 2018).

As caixa de carne em bruto utilizada contém uma etiqueta de caixa, com informações sobre o lote, país de criação, abate e desmancha, dia de congelação, massa e descrição do conteúdo, número de peças, e ainda a validade. Inclusive, cada peça acondicionada em vácuo contém uma etiqueta de peça com todas as informações referidas anteriormente. Cada caixa de ingredientes contém uma etiqueta com o nome da receita, lote de produção da mesma data de produção e validade, e a massa de mistura final a qual a respetiva caixa se destina. Ambas as etiquetas possuem um código de barras que permite a introdução de informação rápida no lote. Os carrinhos de mistura contém uma placa que identifica a formulação neles contida. As paletes e caixas com produto intermédio, defeitos e subprodutos para armazenamento contém informação sobre o lote, a data de produção, e ainda a formulação.

Anexo B – Medidas utilizadas para o controlo de alergénios

A norma BRC exige que a empresa deve ter um sistema para o gerenciamento de materiais alergénicos que minimize o risco de contaminação por estes produtos, e atenda aos requisitos legais de rotulagem no país de venda (BRC Versão 8). A empresa encontra-se dotada de procedimentos que garantem a gestão eficaz de materiais alergénicos e que impedem a contaminação cruzada (contacto cruzado) de produtos que não contenham alergénios. O controlo de alergénios assume especial importância em quatro etapas de processamento a pesagem de ingredientes, produção de misturas, moldagem, e armazenamento.

A **pesagem de ingredientes** de uma receita é efetuada de acordo com uma ordem pré-definida pela equipa de qualidade. As primeiras formulações a serem pesadas não contém alergénios, e o seu número aumenta progressivamente à medida que se avança na ordem de pesagem. Além disso, os ingredientes encontram-se agrupados pelo seu conteúdo em alergénios. A cada grupo é associada uma cor, que corresponde à cor dos copos a serem utilizados na pesagem do grupo de ingredientes.

A **produção de misturas** e a **moldagem** respeitam uma ordem pré-definida, à semelhança do que acontece na pesagem de ingredientes. Inclusive, a empresa definiu um dia da semana exclusivo para a produção de formulações sem alergénios. No **armazenamento**, as paletes/caixas deverão encontrar-se devidamente identificadas com a formulação, lote, e ainda a data de produção do mesmo. Esta identificação deverá encontrar-se visível.

Anexo C – Procedimentos de higienização e limpeza

A norma BRC, Versão 8, exige a existência de sistemas de limpeza e higiene que garantam que os padrões apropriados de limpeza sejam mantidos em todos os momentos e que o risco de contaminação do produto seja minimizado. Os métodos de limpeza devem ser validados para garantir que sejam eficazes, e a eficácia do procedimento deve ser rotineiramente verificada.

Toda a secção de trabalho é devidamente higienizada durante a noite, todos os dias, para que os trabalhos possam arrancar de manhã. A secção encontra-se dotada de um sistema de desinfeção dos utensílios com água quente e detergente que atinge, no mínimo, 82 °C. As zonas de trabalho dispõem de equipamento de lavagem das mãos, para uso do pessoal que manuseia as carnes e produtos expostos, com torneiras concebidas para evitar que a contaminação se dissemine.

Os colaboradores encontram-se equipados com bata, calças, luvas, touca, protetor de barba (quando aplicável) e ainda botas de biqueira de aço. Estes são sujeitos a uma higienização inicial das botas e das mãos com desinfetante. No final do dia, todo o equipamento é enviado para lavagem. As luvas são descartadas para o lixo sempre que são retiradas das mãos.

Anexo D – Valores brutos de tempo de espera

Neste anexo, são discriminados (na Tabela D1) os valores de tempo de espera (t_w) em bruto, e a sua distribuição do pelos grupos 1 e 2.

Tabela D1. Agrupação dos tempos de espera (t_w) nos três grupos pré-definidos

Grupo	Amostra	t_w /min
Grupo 1 ($t_w > 20$ min)	1	297±1
	3	50±1
	4	51±1
	8	231±1
	11	113±1
	13	70±1
	2	20±1
	20	17±1
	5	10±1
	6	8±1
Grupo 2 ($t_w \leq 20$ min)	7	9±1
	9	12±1
	10	12±1
	12	5±1
	14	8±1
	15	8±1
	16	8±1
	17	8±1
	18	9±1
19	12±1	

Anexo E – Níveis de *stock*

Neste anexo, são definidos os níveis de *stock* para cada formulação de preparado de carne da zona dos congelados. Além disso, são descritos os procedimentos utilizados para o seu cálculo.

Os níveis de *stock* foram determinados com base no histórico de encomendas efetuadas pelos clientes. Para tal, recolheu-se informações de encomendas recebidas num período de 15 semanas, nomeadamente o nome do cliente (o qual não é revelado por ser informação sigilosa), a formulação, a quantidade encomendada (seja em peso, ou número de embalagens, caixas ou paletes), o artigo, data de receção e de expedição da encomenda. Estes dados foram divididos consoante a respetiva receita. Dentro de cada grupo, são separadas as **encomendas regulares** (aquelas que são colocadas todas as semanas, com dias de receção e de expedição fixos) das encomendas ocasionais (as que são colocadas ocasionalmente, sem uma data de receção de encomenda específico).

Definiram-se 4 níveis de *stock* para cada receita, que permitem o controlo prático de *stocks*. Em situações em que uma mesma receita apresenta preparados de carne com diferente peso líquido, ou que são sujeitas a encomendas ocasionais, definiu-se um quinto nível, o ótimo *plus*. As quantidades estipuladas para cada nível foram definidas para satisfazer as necessidades de uma semana de embalamento. As especificações de cada nível encontram-se descritos na Tabela E1.

Tabela E1. Descrição dos cinco níveis de *stock* para as formulações

Nível	Descrição
Ótimo	Satisfaz todas as encomendas efetuadas de forma regular e periódica, cobrindo o risco de perdas massivas de produto intermédio por defeito. No caso de encomendas pequenas, satisfaz encomendas ocasionais, dependendo das quantidades encomendas
Médio	Satisfaz a maioria ou até todas das encomendas efetuadas de forma regular e periódica, mas não cobre o risco de haver uma quantidade massiva de perdas de defeitos (a partir de 50 kg)
Mínimo	Apenas satisfaz as encomendas semanais mais pequenas, e não cobre os riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos (a partir de 50 kg). Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	Não satisfaz qualquer encomenda efetuada de forma regular e periódica. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Ótimo <i>plus</i>	Nível apenas utilizado para formulações com preparados de carne de peso unitários diferentes. Agrupa as características do nível ótimo, acrescentando da versatilidade de satisfazer encomendas ocasionais.

Para as encomendas regulares, são determinados três parâmetros:

- menor encomenda do conjunto amostral;
- maior encomenda do conjunto amostral;
- encomenda média semanal, determinada pela média aritmética das encomendas realizadas ao longo das 15 semanas.

No caso de haver apenas um cliente, os parâmetros são determinados de uma forma direta. No caso de haver dois ou mais clientes com o mesmo artigo, as encomendas são agrupadas, e os três parâmetros calculam-se posteriormente. No caso de haver dois ou mais clientes com artigos diferentes, são determinados os três parâmetros para cada artigo, e são convertidos na massa de preparado de carne nele contido. Em cada parâmetro, somam-se as massas de preparado de carne de cada artigo. No caso de haver dois artigos diferentes, com peso unitário de preparado de carne diferente, determinam-se os três parâmetros em separado, e os níveis de *stock* também são definidos em separado para cada artigo.

Para as encomendas ocasionais, a quantidade encomendada é convertida em massa de preparado de carne. Por se tratar de informação confidencial, os clientes encontram-se codificados por letras.

Independentemente de serem encomendas ocasionais ou regulares, a conversão da quantidade encomendada para massa de preparado calcula-se pelo produto entre o número de caixas encomendadas, e o peso unitário de uma caixa. Por motivos de sigilo empresarial, são se apresentam quaisquer dados sobre as conversões efetuadas.

Receita F1

O cliente A é o único cliente desta receita. Este efetua encomendas regulares todas as semanas na quinta-feira, de ambos os artigos, para expedir na quinta-feira/sexta-feira da semana seguinte. É considerado o maior cliente da empresa na zona dos congelados. Não existem encomendas ocasionais. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E2.

Tabela E2. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em paletes (Q_p) para a receita F1

Nível	Q_p	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>19	>9880	Satisfaz todas as encomendas (14 paletes do artigo hambúrguer 10 uni e 3 paletes do artigo hambúrguer 25 uni), cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 200 kg.
Médio	17	8840	Satisfaz a maioria das encomendas (até 14 paletes do artigo hambúrguer 10 uni e 1 palete do artigo hambúrguer 25 uni ou até 13 paletes do artigo hambúrguer 10 uni e 2 paletes do artigo hambúrguer 25 uni), mas não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas de defeitos até 200 kg se for encomendado uma quantidade inferior de paletes.
Mínimo	13	6760	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 11 paletes do artigo hambúrguer 10 uni e 1 palete do artigo hambúrguer 25 uni), e não cobre os riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas de defeitos até 200 kg se for encomendado uma quantidade inferior de paletes. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<8	<4160	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F2

O cliente A é o único cliente desta receita. A encomendas são efetuadas de forma irregular, não havendo portanto uma rotina definida. No entanto, existe um padrão no número de encomendas consecutivas efetuadas. No mínimo, o cliente encomenda duas paletes (1+1 ou 2) em cada período, podendo, excecionalmente encomendar 4 paletes.

Neste sentido, a nível de planeamento, deverá existir em *stock* quantidade suficiente para satisfazer uma encomenda de duas paletes. Em condições ideais, dever-se-ia possuir em *stock* o equivalente a 4 paletes de produto acabado. Desta maneira, a nível de planeamento, produção de F2 não seria prioridade, criando oportunidade para a produção de outras receitas prioritárias. A produção de F2 pode ser flexível, dada a periodicidade de colocação de encomendas, admitindo produzir e embalar na mesma semana. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E3.

Tabela E3. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F2

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>57	>1140	Satisfaz todas as encomendas (até 2 paletes do artigo hambúrguer 25 uni) cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg.
Médio	52	1040	Satisfaz todas as encomendas (até 2 paletes do artigo hambúrguer 25 uni), mas não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas de defeitos até 200 kg se apenas for encomendado 1 palete.
Mínimo	26	520	Apenas satisfaz encomenda de 1 palete e não cobre os riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos (a partir de 50 kg). Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<25	<500	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F3

O cliente J é o único cliente desta formulação. As encomendas são efetuadas de forma irregular, não havendo portanto uma rotina definida. O cliente apenas encomenda 1 palete de casa vez.

Neste sentido, a nível de planeamento, deverá existir em *stock* quantidade suficiente para satisfazer uma encomenda de uma palete. Em condições ideais, dever-se-ia possuir em *stock* o equivalente a 3 paletes de produto acabado. Desta maneira, a nível de planeamento, produção de F3 não seria prioridade, criando oportunidade para a produção de outras receitas prioritárias. A produção de F3 pode ser maleável, dada a periodicidade de colocação de encomendas, admitindo produzir e embalar na mesma semana. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E4.

Tabela E4. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F3

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>65	>1300	Satisfaz todas as encomendas (até 2 paletes do artigo hambúrguer 10 uni) cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg.
Médio	37	740	Satisfaz até encomenda de 1 palete, e cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos até 100 kg.
Mínimo	32	640	Satisfaz encomenda de 1 palete e não cobre os riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<31	<620	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F4

O cliente C é o único cliente desta formulação. Este cliente efetua duas encomendas por semana. Uma das encomendas é rececionada na segunda-feira para ser expedida na quarta-feira, e outra é efetuada na quinta-feira para ser expedida na segunda-feira da semana seguinte. A definição dos níveis de *stock* consideram o somatório das quantidades dos artigos das duas encomendas, de forma a satisfazer as

duas encomendas feitas na mesma semana. Não existem encomendas ocasionais. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E5.

Tabela E5. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F4

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>39	>780	Satisfaz todas as encomendas (até 66 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 27 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), ainda cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg.
Médio	27	540	Satisfaz a maioria das encomendas (até 47 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 18 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), mas não cobre o risco de merdas massivas por defeitos.
Mínimo	19	380	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 37 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 10 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), e não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<9	<180	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F5

O cliente C é o único cliente desta formulação. Este cliente efetua duas encomendas por semana. Uma das encomendas é rececionada na segunda-feira para ser expedida na quarta-feira, e outra é efetuada na quinta-feira para ser expedida na segunda-feira da semana seguinte. A definição dos níveis de *stock* consideram o somatório das quantidades dos artigos das duas encomendas, de forma as satisfazer na mesma semana. Não existem encomendas ocasionais. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E6.

Tabela E6. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F5

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>26	>520	Satisfaz todas as encomendas (até 42 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 17 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), ainda cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg,
Médio	20	400	Satisfaz a maioria das encomenda (até 30 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 15 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), mas não cobre o risco de perdas massivas por defeitos.
Mínimo	15	300	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 25 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 10 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), e não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<11	<220	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F6 e Receita F13

No período de estudo, não foi recebida qualquer encomenda por esta formulação, seja ela regular ou ocasional, pelo que não foram definidos quaisquer níveis de *stocks*.

Receita F7

Esta formulação, por ser exclusiva e criada pela empresa, é a que possui mais clientes, recebendo tanto encomendas regulares, como ocasionais.

O cliente que efetua mais encomendas é o cliente C. Este efetua duas encomendas por semana. Uma das encomendas é rececionada na segunda-feira para ser expedida na quarta-feira, e outra é efetuada na quinta-feira para ser expedida na segunda-feira da semana seguinte. A definição dos níveis de stock consideram o somatório das quantidades dos artigos das duas encomendas, de forma a satisfazê-las na mesma semana. No entanto, existe ainda outro cliente, o cliente D, que tem vindo colocar encomendas, apesar de nunca ultrapassarem as 5 caixas por semana (3 caixas do artigo hambúrguer 4 uni e 2 caixas hambúrguer 10 uni). Na definição dos níveis de *stock*, considera-se o cliente D como um cliente que efetua encomendas regulares.

Os restantes clientes efetuem encomendas ocasionais. No estudo, foram quatro os clientes que efeturaram encomendas: G,H,K e L. Na Tabela E7, encontra-se as encomendas ocasionais consideradas estudo, traduzidas na massa de hambúrguer.

Tabela E7. Encomendas ocasionais efetuadas (m_e) pelos clientes da formulação F7

Cliente	m_e /kg
G	400
H	115,2
K	120
L	432

No estudo efetuado, todos os clientes efeturaram as presentes encomendas em semanas separadas, não havendo, portanto, sobreposição numa dada semana. Em condições ideais, a empresa deverá conter produto acabado em *stock* suficiente para satisfazer qualquer encomenda ocasional efetuada. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E8.

Tabela E8. Níveis de stock mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F7

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo plus	>59	>1180	Assegura os pressupostos do nível ótimo, e satisfaz encomendas ocasionais até 400 kg.
Ótimo	36	720	Satisfaz todas as encomendas (até 82 caixas do artigo hambúrguer SD, 3 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 2 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), cobrindo o risco a perdas massivas de produto não acabado por defeito até 100 kg. Satisfaz encomendas ocasionais dependendo das encomendas regulares. Caso a encomenda não ultrapasse as 50 caixas do artigo hambúrguer SD, satisfaz uma encomenda ocasional até 300 kg. Caso não ultrapasse as 40 caixas do artigo hambúrguer SD, é possível satisfaz uma encomenda ocasional até aos 400 kg. É de realçar que, nestes dois casos específicos, não cobre os potenciais riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos.
Médio	25	500	Satisfaz a maioria das encomendas (até 55 caixas do artigo hambúrguer SD, 2 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 2 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), mas não cobre o risco de perdas massivas por defeitos, caso não ultrapasse as 40 caixas do artigo hambúrguer SD, é possível satisfaz uma encomenda ocasional até aos 100 kg.
Mínimo	15	300	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 44 caixas do artigo hambúrguer SD, 2 caixas do artigo hambúrguer 10 uni e 2 caixas do artigo hambúrguer 4 uni), e não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto não acabado para <i>stock</i> .
Alarme	<11	<220	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto não acabado para <i>stock</i> .

Receita F8

No geral, esta formulação é pouco expedida. O cliente D é o único cliente que efetua encomendas regulares. No entanto, estas encomendam nunca ultrapassam as três caixas. Para efeitos de planeamento, a empresa deverá ter produto intermédio em *stock* suficiente para assegurar as encomendas do cliente D. Por exemplo, por cada caixa C4 de produto intermédio é possível embalar cerca de 3 caixas. Assegurando um *stock* de 10 caixas C4 de produto intermédio, é possível assegurar um total de 30 caixas brancas, garantindo por varias semanas as encomendas regulares do cliente D. Também são efetuadas encomendas ocasionais. No estudo realizado, registaram-se duas: 260 kg a granel do cliente M, e 1 palete (475 kg) do cliente F.

A nível de planeamento, este poderá ser feito de duas maneiras. A primeira consiste em produzir produto intermédio na mesma semana em que a encomenda é expedida. Esta maneira permite somente a produção de produto intermédio necessário para satisfazer a encomenda, e o excedente é utilizado para satisfazer as encomendas regulares do cliente D. A segunda maneira consiste em garantir *stock* existente que consiga satisfazer qualquer encomenda ocasional que surja, pressupondo portanto a produção de produto intermédio. A grande desvantagem prende-se com o facto de, com as encomendas maiores são ocasionais, correr-se o risco de o produto intermédio ocupar indefinidamente o espaço limitado da câmara de congelação. Ainda assim, definiram-se níveis de *stock* com o intuito de providenciar informação sobre que tipo de encomendas podem ser garantidas. Estes encontram-se discriminados na Tabela E9.

Tabela E9. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para a formulação F8

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>30	>600	Satisfaz todas as encomendas regulares do cliente D (até 3 caixas do artigo hambúrguer 10 uni) e encomendas ocasionais até 475 kg, cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg.
Médio	19	380	Satisfaz as encomendas regulares do cliente D (até 3 caixas do artigo hambúrguer 10 uni), e ainda encomendas ocasionais até 260 kg). Cobre o risco de perdas massivas por defeitos até 50 kg.
Mínimo	2	40	Apenas satisfaz as encomendas regulares do cliente D (até 3 caixas do artigo hambúrguer 10 uni). Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<1	<20	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F9

No período temporal do estudo, esta formulação recebeu somente uma encomenda ocasional de 16 caixas do cliente E. Não se verificam encomendas regulares, pelo que a melhor solução será produzir a receita somente quando uma encomenda for efetuada, com o objetivo de libertar espaço de armazém para outros Artigos. Não é viável a produção de produto intermédio desta formulação para *stock*. Esta é uma formulação que se encontra ainda em fase de testes com um potencial novo cliente.

Receita F10

O cliente A é o único cliente desta formulação. Este efetua encomendas regulares todas as semanas na quinta-feira, a ambos os artigos, para expedir na quinta-feira/sexta-feira da semana a seguir. É considerado o maior cliente da empresa na zona dos congelados. Não existem encomendas ocasionais.

Os artigos de almôndegas possuem a particularidade de o peso unitário da almôndega ser diferente nos dois artigos. O artigo almôndegas 16 uni utiliza almôndegas com peso unitário de 25 g, e o artigo almôndegas 84 uni utiliza almôndegas com peso unitário de 30 g. Neste sentido, elaboraram-se duas tabelas distintas com níveis de *stock* específicos para cada artigo. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E10 para o artigo almôndegas 16 uni.

Tabela E10. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo almôndegas 16 uni da formulação F10

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>145	>2900	Satisfaz todas as encomendas (até 7 paletes), cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 200 kg.
Médio	100	2000	Satisfaz encomendas até 5 paletes, mas não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas por defeitos até 200 kg se for encomendado uma quantidade inferior de paletes
Mínimo	60	1200	Apenas satisfaz encomendas até 3 paletes, e não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas de defeitos até 200 kg se for encomendado uma quantidade inferior de paletes. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<40	<800	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Os níveis de *stock* para a Receita F10 para o artigo almôndegas 84 uni encontram-se na Tabela E11.

Tabela E11. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo almôndegas 84 uni da formulação F10

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>75	>1500	Satisfaz todas as encomendas (até 2 paletes), cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 200 kg. Cobre uma encomenda de 3 paletes, se não se verificarem perdas por defeito superiores a 30 kg.
Médio	50	1000	Satisfaz encomendas até 2 paletes, mas não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Apenas cobre o risco de perdas massivas de defeitos até 200 kg se for encomendado apenas 1 palete.
Mínimo	25	500	Apenas satisfaz a encomenda de 1 palete, e não cobre o risco de haver uma quantidade massiva perdas de defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<20	<400	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F11

O cliente C é o único cliente desta formulação. Este cliente efetua duas encomendas por semana. Uma das encomendas é rececionada na segunda-feira para ser expedida na quarta-feira, e outra é efetuada na quinta-feira para ser expedida na segunda-feira da semana seguinte. A definição dos níveis de *stock* consideram o somatório das quantidades dos artigos das duas encomendas, de forma a satisfazer as

duas encomendas feitas na mesma semana. Não existem encomendas ocasionais. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E12.

Tabela E12. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para o artigo de almôndegas da formulação F11

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo	>15	>300	Satisfaz todas as encomendas (até 30 caixas), cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg.
Médio	13	260	Satisfaz a maioria das encomendas (até 25 caixas) mas não cobre o risco de merdas massivas por defeitos.
Mínimo	9	180	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 20 caixas) e não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<5	<100	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Receita F12

Esta formulação, por ser uma formulação exclusiva e criada pela empresa, é a que possui mais clientes, recebendo tanto encomendas regulares, assim como encomendas ocasionais. O cliente que efetua mais encomendas é o cliente C. Este efetua duas encomendas por semana. Uma das encomendas é rececionada na segunda-feira para ser expedida na quarta-feira, e outra é efetuada na quinta-feira para ser expedida na segunda-feira da semana seguinte. A definição dos níveis de *stock* consideram o somatório das quantidades dos artigos das duas encomendas, de forma a satisfazer as duas encomendas feitas na mesma semana.

No entanto, existe ainda outro cliente, o cliente D, que tem vindo colocar encomendas, apesar de elas nunca ultrapassarem as 2 caixas por semana. Na definição dos níveis de *stock*, considera-se o cliente D como um cliente que efetua encomendas regulares.

Os restantes clientes efetuam encomendas ocasionais. No estudo, foram três os clientes que efetuaram encomendas: B,G e H. Na Tabela E13 encontra-se as encomendas ocasionais consideradas no estudo, traduzidas em massa de almôndegas.

Tabela E13. Encomendas ocasionais efetuadas ($m_{\text{encomenda}}$) pelos clientes da formulação F12

Cliente	$m_{\text{encomenda}}$ /kg
B	72
G	96
H	115,2

No estudo efetuado, os clientes G e H efetuaram encomendas ocasionais na mesma semana, existindo portanto probabilidade de se sobreporem na mesma semana. Em condições ideais, a empresa deverá conter produto acabado em *stock* suficiente para satisfazer qualquer encomenda ocasional efetuada. Os níveis de *stock* encontram-se discriminados na Tabela E14.

Tabela E14. Níveis de *stock* mássico (Q_m) e em caixas (Q_c) para os artigos de almôndegas da formulação F12

Nível	Q_c	Q_m /kg	Descrição
Ótimo plus	>31	>620	Assegura os pressupostos do nível ótimo, e satisfaz encomendas ocasionais até 280 kg.
Ótimo	19	380	Satisfaz todas as encomendas (até 41 caixas do artigo hambúrguer SD e 2 caixas do artigo almôndegas 16 uni) cobrindo o risco a perdas massivas de produto intermédio por defeito até 100 kg. Satisfaz encomendas ocasionais dependendo das encomendas regulares. Caso a encomenda não ultrapasse as 20 caixas do artigo hambúrguer SD, satisfaz uma encomenda ocasional até 100 kg, e não cobre os potenciais riscos de haver uma quantidade massiva de defeitos.
Médio	14	280	Satisfaz todas as (até 41 caixas do artigo hambúrguer SD e 2 caixas do artigo almôndegas 16 uni) mas não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Caso não ultrapasse as 20 caixas do artigo hambúrguer SD, é possível satisfazer uma encomenda ocasional até aos 100 kg.
Mínimo	11	220	Apenas satisfaz as encomendas mais pequenas (até 33 caixas do artigo hambúrguer SD e 2 caixas do artigo almôndegas 16 uni), e não cobre o risco de perdas massivas por defeitos. Considerado um nível de referência para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .
Alarme	<9	<180	Não satisfaz qualquer encomenda. Considerado um nível para produção de produto intermédio para <i>stock</i> .

Anexo F – Práticas de planeamento

O planeamento é uma das práticas mais importantes a adotar para potenciar a produtividade de toda a secção dos congelados, e para garantir que todas as encomendas sejam satisfeitas e entregues ao cliente final dentro do prazo. O planeamento permite delinear o número de receitas a produzir, o número de embalagens a embalar de cada receita, e, o mais importante, delinear um plano alternativo para o caso de ocorrer eventuais paragens, tanto a nível de avaria de equipamentos, como de atrasos na produção, ou de outra natureza.

Os planos são delineados consoante as encomendas feitas pelos clientes, e os respetivos prazos de entrega. Cabe ao chefe de secção idealizar, de forma genérica, um plano de produção para a semana toda, e, posteriormente, personalizá-lo conforme as zonas de produtivas. Na secção dos preparados de carne são efetuados quatro planos:

- Zona de picagem/mistura;
- Zona AMPSE;
- Zona dos frescos;
- Zona dos congelados.

Zona de picagem e de mistura

O plano elaborado para estas duas secções contém as receitas a produzir, a quantidade (em número de misturas) a produzir de cada receita, e ainda a ordem de produção. Por norma, os colaboradores possuem ao seu dispor carne em *stock*, bem como os ingredientes devidamente pesados. Aqui, cabe ao chefe de secção garantir a disponibilidade da carne, e efetuar as encomendas de matéria-prima necessárias para

as semanas seguintes, bem como certificar-se de que as pesagens dos ingredientes se encontram prontas a utilizar. Além disso, a produção de receitas deverá ser síncrona com a produção da zona dos frescos e congelados, de maneira a não comprometer a produtividade das mesmas.

Zona AMPSE

A folha de planeamento contém as receitas a produzir, os ingredientes de cada receita a pesar e respetivos lotes dos ingredientes a utilizar, e ainda a quantidade de pesagens a realizar. Em condições ideais, a zona AMPSE deverá ter *stock* para garantir a produção de uma semana inteira, e a respetiva pesagem de ingredientes seria para a semana seguinte. Aqui, o chefe de secção delinea o plano para a semana toda, e entrega o plano ao colaborador no início do primeiro dia produtivo da semana. No entanto, acontece que as misturas são produzidas para o dia seguinte, ou em caso extremo, no próprio dia. Aqui, cabe ao chefe de secção garantir o fornecimento de ingredientes atempado à secção. O plano poderá somente ser feito para somente o dia seguinte, como para dois dias ou até três dias.

Zona dos frescos

Um dos grandes fatores a ter em conta da zona dos frescos reside no facto de os artigos a produzir serem expedidos no mesmo dia, ou então no dia seguinte, pelo que deverá haver uma sincronia entre o número de misturas a produzir na zonas de picagem e de mistura com a zona dos frescos.

A folha de planeamento contém os artigos a produzir no dia, o respetivo número de cuvetes e a receita correspondente. O número de cuvetes a embalar dependerá unilateralmente da encomenda efetuada pelos clientes.

Zona dos congelados

O plano de produção contém uma organização temporal dos preparados a embalar no dia. Este é preparado no dia anterior, e entregue no início do dia produtivo. A particularidade da zona dos congelados reside no facto de, como os preparados são congelados, ser possível trabalhar com a quantidade de produto em *stock*, pelo que, aí, a produtividade se torna independente da zona de picagem e de mistura.