

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Adriana Cunha Moreira

## **Melhorias e Inovação na Linha de Acabamento de Queijo**

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia  
Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor José Maria Marques Oliveira**

Julho de 2021

## 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 RepositórioUM da Universidade do Minho.

### *Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



Atribuição

CC BY

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

## **AGRADECIMENTOS**

Quero expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram e apoiaram ao longo do meu percurso académico.

Em primeiro dirijo o meu agradecimento ao Professor José Maria, por toda a disponibilidade e atenção que sempre demonstrou, por todos os conselhos e ensinamentos sem os quais este trabalho não teria sido possível.

À Engenheira Sónia Antunes, pela orientação dada ao longo do trabalho, pela atenção, disponibilidade, confiança, amizade e pela transmissão de conhecimentos que me orientaram durante estes meses.

À empresa Queijaria da Aveleda, Lda., e aos seus colaboradores, em especial ao Engenheiro André Oliveira, pela prontidão e disponibilidade em ajudar e pela hospitalidade com que me receberam.

À minha família e amigos, em especial aos meus pais, por tornaram possível o cumprimento de mais um objetivo. A todos os outros um obrigado pela motivação e paciência ao longo desta etapa.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico 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.

# Melhorias e Inovação na Linha de Acabamento de Queijo

## RESUMO

Num mercado tão competitivo como o da indústria do queijo, a procura constante por produtos inovadores e que captem atenção do consumidor é indispensável para que uma empresa se consiga destacar. Neste âmbito, surgiu, por parte da Queijaria da Aveleda, Lda., a necessidade da realização deste projeto cujos principais objetivos foram: a análise do investimento na modernização da linha de acabamento de queijo; a padronização dos métodos operativos das diferentes etapas da linha de acabamento de queijo, e ainda; a elaboração de novos produtos à base de queijo, através da incorporação de diversas combinações de ingredientes e aromas de trufa.

A análise do investimento na modernização da linha de acabamento, executada pela comparação dos custos de produção, processo manual verso semiautomático, verificou uma poupança mensal de 127 €.

O estudo da produtividade de diversas etapas da linha de acabamento de queijo, visou a uniformização dos processos analisados, tendo em conta o método operativo e o número de trabalhadores envolvidos. Deste modo, definiu-se o método de execução dos diferentes processos obtendo-se o máximo de eficiência da linha de acabamento.

No que concerne ao desenvolvimento de queijos com aroma de trufa, foram estudadas cinco técnicas de incorporação, para quatro aromas distintos. De entre os ensaios realizados, sobressaíram, positivamente, dois queijos. Um deles produzido por injeção do aroma de trufa líquido no queijo com 11 dias de cura, e o outro obtido por submersão do queijo fresco numa solução diluída de aroma de trufa branca por um período de 2 h.

O ensaio para o desenvolvimento de queijos com sabores inovadores, através da introdução de diversas combinações de ingredientes, resultou na produção de alguns queijos com características organoléticas interessantes. Entre eles destacaram-se os queijos de gengibre e canela e de mel e canela.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aroma; Inovação; Otimização; Produtividade; Queijo.

# Improvements and Innovation in the Cheese Finishing Line

## ABSTRACT

In a market as competitive as the cheese industry, the constant search for innovative products that capture the consumer's attention is essential for a company to stand out. *Queijaria da Aveleda, Lda.* recognized its importance and so it came the need to carry out this project whose main objectives were: the analysis of the investment in the modernization of one of the stages of the cheese finishing line; the standardization of operating methods at different stages of the cheese finishing line, as well as; the elaboration of new cheese products through the incorporation of different combinations of ingredients and truffle aromas.

The analysis of the investment in the modernization of the cheese finishing line, by the comparison of manual versus semi-automatic processes showed a monthly reduction of 127 €, in terms of labor and material costs.

The study of the productivity of several stages of the cheese finishing line, aimed at standardizing the analyzed processes, considering the operating method and the number of workers involved. In this way, the method of execution of the different processes was defined, obtaining the maximum efficiency of the finishing line.

Concerning the development of cheeses with a truffle aroma, five incorporation techniques were studied for four different aromas. Among the tests carried out, two cheeses stood out positively. One produced by injecting the liquid truffle aroma into the cheese with 11 days of maturation, and the other obtained by submerging the fresh cheese in a diluted solution of white truffle aroma for a period of 2 h.

The test for the development of cheeses with innovative flavors, through the introduction of various combinations of ingredients, resulted in the production of some cheeses with interesting organoleptic characteristics. Among them, ginger and cinnamon cheeses and honey and cinnamon stood out.

**KEYWORDS:** Aromas; Cheese; Innovation; Optimization; Productivity.

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Declaração de Integridade .....	iv
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Índice .....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Variáveis, Abreviaturas e Siglas .....	xii
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1 Queijaria Aveleda, Lda.....	1
1.2 Objetivos e Motivações .....	1
1.3 Estrutura da Dissertação .....	2
Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica .....	3
2.1 Atualidade da Indústria Queijeira.....	3
2.2 Matéria-prima: O Leite .....	5
2.3 O Queijo.....	9
2.4 Etapas de produção .....	10
2.4.1 Pasteurização .....	12
2.4.2 Coagulação .....	13
2.4.3 Corte, Dessoramento, Moldagem e Prensagem.....	14
2.4.4 Salga .....	15
2.4.5 Maturação .....	16
2.4.6 Embalamento .....	17
2.5 Aromas Alimentares .....	18
2.6 Análise Sensorial.....	19

Capítulo 3 – Materiais e Métodos.....	22
3.1    Estudo da linha de acabamento de queijo .....	22
3.2    Estudo da máquina de panos .....	23
3.3    Desenvolvimento de novos produtos à base de queijo .....	24
3.3.1    Ensaio com trufa e aromas de trufa .....	25
3.3.1.1    Métodos A e E – Injeção do aroma no queijo fresco e ao 11.º dia de cura ...	28
3.3.1.2    Método B – Submersão de queijo fresco no aroma diluído .....	28
3.3.1.3    Método C – Pincelagem do aroma sobre a superfície do queijo fresco .....	29
3.3.1.4    Método D – Incorporação de aroma na coalhada .....	29
3.3.1.5    Incorporação trufa fresca em queijos com aroma .....	29
3.3.2    Ensaio com outros ingredientes .....	30
3.3.3    Análise sensorial.....	31
3.4    Análise Estatística .....	32
Capítulo 4 – Resultados e Discussão .....	33
4.1    Estudo da linha de acabamento de queijo .....	33
4.1.1    Colocação de pano e ensacamento do queijo .....	33
4.1.2    Corte e ensacamento do queijo .....	34
4.1.3    Execução do vácuo .....	35
4.1.4    Limpeza do queijo para expedição.....	37
4.2    Estudo da máquina de panos .....	38
4.3    Desenvolvimento de novos produtos à base de queijo .....	39
4.3.1    Ensaio com trufa e aromas de trufa – primeiras provas de degustação.....	39
4.3.2    Ensaio com trufa e aromas de trufa – Prova sensorial final.....	45
4.3.3    Ensaio com outros ingredientes .....	46
Capítulo 5 – Conclusões .....	48
Referências Bibliográficas .....	50
Anexo A – Aromas de Trufa Estudados .....	52
Anexo B – Descrição dos Métodos Operativos .....	53
Anexo C – Modelo da Ficha de Análise Sensorial.....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Produção anual de queijo pelos principais países produtores da europa.....	3
<b>Figura 2:</b> Consumo humano anual de leite e produtos lácteos, per capita, do ano 2015 a 2019. .....	4
<b>Figura 3:</b> Produção anual de diferentes variedades de queijo .....	5
<b>Figura 4:</b> Imagem representativa da estrutura de uma micela de caseína. ....	7
<b>Figura 5:</b> Partição do leite em queijo e lactossoro. ....	11
<b>Figura 6:</b> Esquema representativo do processo de produção de queijo aplicado na Queijaria da Aveleda, Lda. ....	12
<b>Figura 7:</b> Amostras de queijos de trufa sujeitas à prova sensorial descritiva.....	32
<b>Figura 8:</b> Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação por injeção de aroma no queijo fresco e no queijo com 11 dias de cura (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 - Forte; 5 – Muito Forte).....	40
<b>Figura 9:</b> Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação de aroma através da submersão do queijo fresco em aroma diluído (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).....	41
<b>Figura 10:</b> Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação por pincelagem do aroma sobre a superfícies do queijo fresco (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).....	42
<b>Figura 11:</b> Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação de aroma na coalhada (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).....	43
<b>Figura 12:</b> Resultados médios, e respetivos desvios padrão, obtidos pelo painel de provadores na prova sensorial final dos queijos de trufa (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente). ....	45
<b>Figura 13:</b> Resultados obtidos na prova de degustação (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente). ....	46
<b>Figura C.1:</b> O modelo da ficha entregue a cada provador para avaliar o cheiro e o sabor, incluindo a escala de intensidade .....	56

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição mássica média, em termos percentuais, dos principais constituintes do leite de vaca, ovelha e cabra.....	8
<b>Tabela 2:</b> Classificação do queijo quanto à consistência .....	10
<b>Tabela 3:</b> Classificação do queijo quanto à matéria gorda.....	10
<b>Tabela 4:</b> Representação do número de réplicas de dados recolhidos para cada método operativo em estudo.....	23
<b>Tabela 5:</b> Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado por injeção tendo em conta o aroma administrado, o dia e a quantidade adicionada e a presença de trufa fresca.....	26
<b>Tabela 6:</b> Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado na coalhada tendo em conta o aroma administrado, quantidade adicionada e a presença de trufa fresca .....	27
<b>Tabela 7:</b> Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado por submersão do tendo em conta o aroma administrado, o tempo de submersão do queijo no aroma diluído e a presença de trufa fresca.....	27
<b>Tabela 8:</b> Denominações atribuídas aos queijos com aroma pincelado na sua superfície tendo em conta o aroma administrado, o dia e a presença de trufa fresca.....	28
<b>Tabela 9.</b> Denominação de cada combinação estudada e respetiva massa de cada ingrediente presente, por queijo de 400 g produzido .....	31
<b>Tabela 10:</b> Valores médios de produtividade per capita da tarefa de colocação de pano e ensacamento do queijo, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado, com o respetivo desvio padrão.....	33
<b>Tabela 11:</b> Valores médios de produtividade per capita da tarefa de corte e ensacamento de queijo e o respetivo desvio padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado.....	35
<b>Tabela 12:</b> Valores médios de produtividade per capita da etapa de execução do vácuo em quartos de queijo e o respetivo desvio padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos.....	36

<b>Tabela 13:</b> Valores médios da produtividade per capita do processo de limpeza de queijo em quartos e respectivos desvios padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado.....	37
<b>Tabela 14:</b> Dados relativos ao estudo do investimento na máquina de colocação de panos nos queijos grande e pequeno de 600 g .....	38
<b>Tabela 15:</b> Resultados obtidos na prova de degustação (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente) .....	47
<b>Tabela A.1:</b> Informações sobre os aromas em estudo com indicação do fornecedor e respetivas características físicas e químicas .....	53
<b>Tabela B.1:</b> Descrição dos métodos operativos em estudo utilizados para a colocação de pano e ensacamento do queijo .....	54
<b>Tabela B.2:</b> Descrição dos métodos operativos em estudo utilizados na realização da tarefa de corte e ensacamento do queijo .....	55
<b>Tabela B.3:</b> Descrição dos métodos operativos utilizados na realização da etapa de limpeza do queijo .....	55

## LISTA DE VARIÁVEIS, ABREVIATURAS E SIGLAS

### Abreviaturas e Siglas

APN – Associação Portuguesa de Nutrição

FAO – *Food and Agriculture Organization*

IDF – *International Dairy Federation*

INE – Instituto Nacional de Estatística

### Variáveis

$Cons_{pc}$  – Consumo anual de leite e produtos lácteos, per capita

$C_{m0}, C_m$  – Custos a nível de mão de obra e de material, respetivamente, da etapa de colocação de pano em queijo

$m_v, m_o, m_c$  – Concentração mássica média, em percentagem, dos principais constituintes do leite de vaca, ovelha e cabra, respetivamente

$n_q$  – Número de queijos trabalhados

$n_t$  – Número de trabalhadores envolvidos na execução da tarefa em estudo

$Prod$  – Produção anual de queijo

$P_{pc}$  – Produtividade *per capita* da tarefa em estudo

$P_{pc,c}, P_{pc,s}$  – Produtividades *per capita* médias da tarefa de colocação de panos nas duas variedades de queijo, com e sem máquina de panos

$t_{m,c}, t_{m,s}$  – Tempo médio mensal necessário para a realização da tarefa de colocação de panos no queijo, com e sem recurso à máquina

$t_r$  – Tempo de realização da tarefa em estudo

$x_g, x_p$  – Quantidade média de queijos, grande e pequeno, respetivamente, vendidos por mês pela queijaria

### Expressões em latim

*et al. (et alii)* – “entre outros”

*per capita* – “por cabeça”

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 Queijaria Aveleda, Lda.**

A Queijaria da Aveleda foi fundada em 1988 no seio da Quinta da Aveleda, em Penafiel. O que começou por ser um projeto de paixão cuja produção de queijos se destinava ao consumo exclusivo na Quinta, passou, anos mais tarde, a poder ser apreciado por todos. Foi em 2015 que, com os olhos postos no futuro, mas sem nunca pôr de parte a origem e a tradição, foi fundada a Queijaria da Aveleda, Lda. (Queijaria da Aveleda, 2020).

O queijo produzido pela Queijaria da Aveleda é um queijo característico devido à sua textura amanteigada e sabor inigualável, conseguido através da utilização de leite de qualidade certificada.

Sendo parte integrante do Grupo Aveleda, S.A., a Queijaria da Aveleda compromete-se com os mesmos valores de rigor e qualidade, assumindo responsabilidades e compromissos na procura contínua pela satisfação do cliente, tendo em conta a consciencialização ambiental e o seu próprio desenvolvimento sustentável (Aveleda, 2020).

### **1.2 Objetivos e Motivações**

O crescente consumo de queijo, a nível mundial, e o aumento da exigência dos consumidores, cada vez mais atentos às características organoléticas e às condições de fabrico dos produtos alimentares, tornam, nos dias de hoje, termos como otimização e inovação, palavras-chave para a evolução de uma empresa. A Queijaria da Aveleda, Lda., reconheceu a importância destes fatores para o seu desenvolvimento e para se conseguir destacar num mercado tão competitivo como o dos laticínios.

É dedicado à área da inovação e melhoria que este projeto se focou, tendo como principais objetivos: a análise do investimento na modernização de uma das etapas da linha de acabamento de queijo; a padronização dos métodos operativos de diferentes etapas da linha de acabamento de queijo e, ainda; a elaboração de novos produtos à base de queijo, através da incorporação de diversas combinações de ingredientes e aromas de trufa.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação é composta por cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste no enquadramento geral do projeto, onde é apresentada e descrita a empresa, os objetivos e as motivações para a realização deste trabalho e a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo consiste numa introdução teórica aos conceitos pertinentes para o desenvolvimento deste trabalho. Nesta parte é feita uma breve análise à situação atual da indústria queijeira, tanto a nível nacional como europeu, sendo também definidos os conceitos relacionados com o leite, o queijo, e o seu processo de fabrico. No final deste capítulo, encontram-se ainda descritos alguns conceitos sobre a incorporação de aromas em alimentos.

O terceiro capítulo consiste na explanação dos estudos desenvolvidos na empresa e nas metodologias experimentais para cumprir os objetivos delineados para cada um.

Seguidamente, o quarto capítulo, consiste na apresentação e discussão de todos os resultados obtidos durante a realização dos estudos projetados no capítulo anterior.

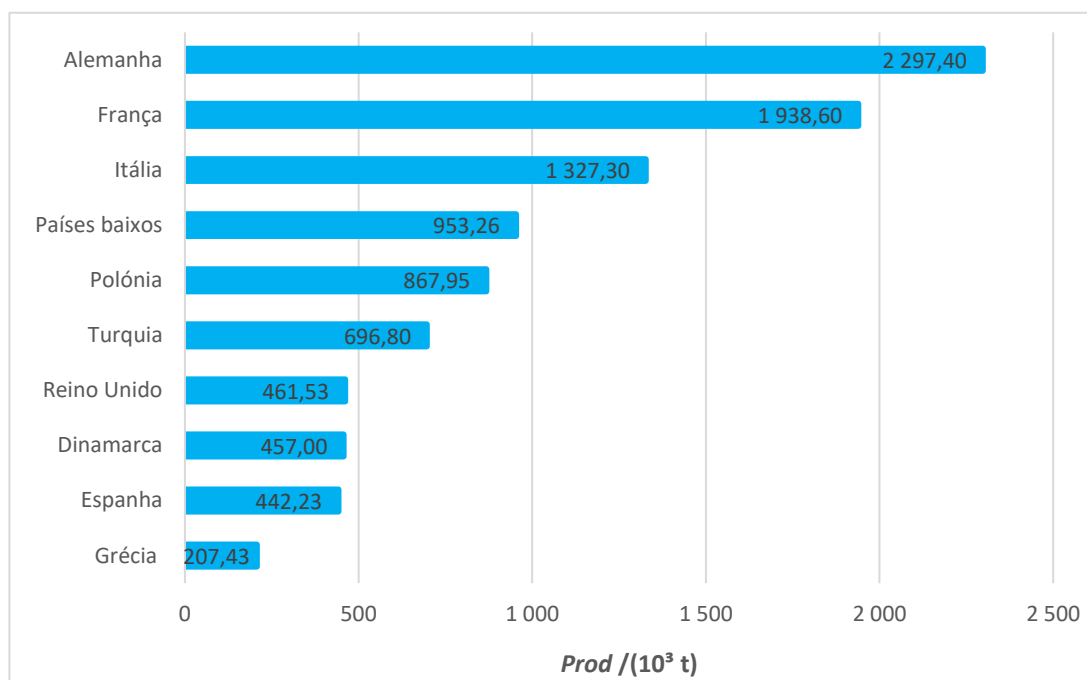
Por último, o capítulo das conclusões onde são apresentadas as principais conclusões retiradas dos resultados discutidos no capítulo quatro. Adicionalmente, são mencionadas as limitações do presente estudo e propõem-se recomendações para projetos futuros.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Atualidade da Indústria Queijeira

O setor queijeiro é um dos maiores setores industriais dedicados à produção de alimentos fermentados, tendo atingido, em 2020, as 10,35 milhões de toneladas de queijos produzidos mundialmente, valor este que se prevê que continue a aumentar durante os próximos anos (Statista, 2021).

Quanto à União Europeia, esta tem sido, nos últimos séculos, o maior produtor e exportador mundial de queijo, tendo alcançado, em 2019, uma produção de 10,28 milhões de toneladas e uma exportação de 879,79 mil toneladas. Como é expectável, a produção de queijo pelos 27 países da União Europeia não é análoga a todos eles. Na Figura 1, encontram-se representados os principais países produtores de queijo, e a respetiva quantidade produzida, no ano de 2019 (Eurostat, 2020).



**Figura 1:** Produção anual de queijo (*Prod*) pelos principais países produtores da Europa (adaptado de Eurostat, 2020).

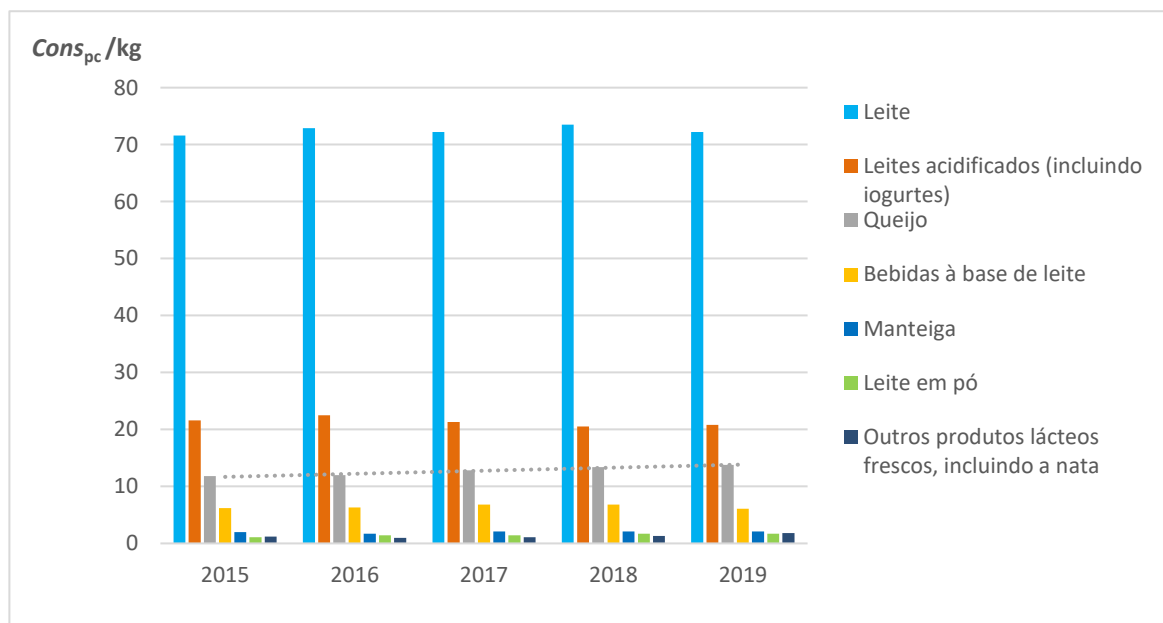
Como se pode verificar na Figura 1, a produção de queijo, na Europa, concentra-se maioritariamente na Alemanha ( $2\,297,40 \times 10^3$  t), na França ( $1\,938,60 \times 10^3$  t) e na Itália ( $1\,327,30 \times 10^3$  t). Quanto a Portugal, em 2019, atingiu uma produção total de  $81,32 \times 10^3$  t,

que apesar de apresentar uma produção anual inferior, registou um aumento de 1,47 % face ao ano anterior (Eurostat, 2020).

Acompanhando a evolução na produção de queijo, tem-se verificado também um aumento no seu consumo pela maioria dos países europeus. Em 2019, a União Europeia consumiu cerca de 9,50 milhões de toneladas de queijo, quantidade que excedeu em muito os números de consumo em outras partes do mundo (Statista, 2020).

O consumo de laticínios é um hábito alimentar que se encontra bem enraizado na tradição e cultura portuguesa. O setor dos laticínios tem um papel significativo a nível da economia nacional, sendo este responsável por cerca de 11 % do valor da produção agrícola nacional (APROLEP, 2016).

A Figura 2 descreve o consumo de leite e de produtos lácteos em Portugal, entre 2015 e 2019.



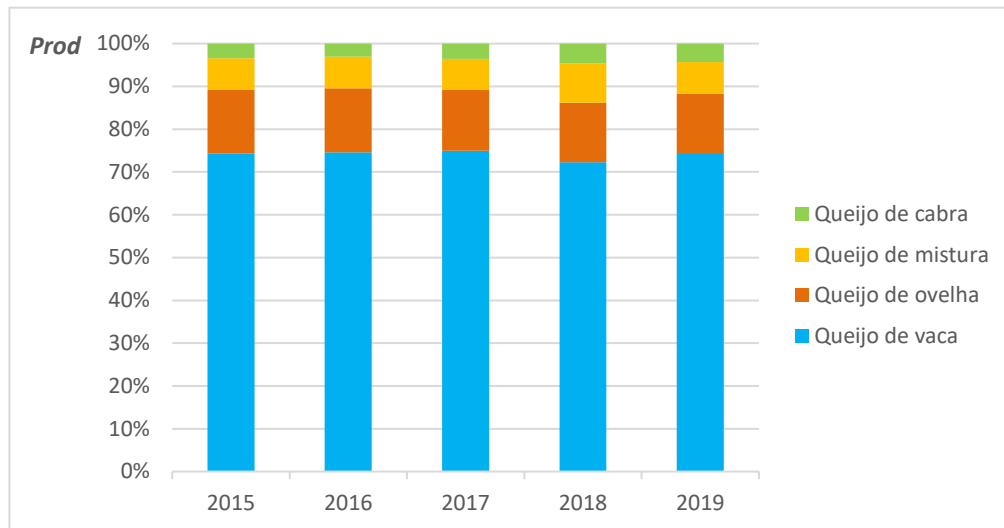
**Figura 2:** Consumo humano anual de leite e produtos lácteos, per capita ( $Cons_{pc}$ ), do ano 2015 a 2019 (adaptado de INE, 2020).

Tal como se verifica pela Figura 2, o queijo é um dos produtos lácteos mais consumidos pelos portugueses. Nota-se ainda que, de uma forma geral, o consumo de laticínios tem-se mantido aproximadamente constante ao longo dos últimos anos. É também importante realçar que o queijo é o único produto lácteo que apresenta uma evolução positiva alcançando um consumo médio por habitante de 13,8 kg no ano de 2019.

O queijo é um elemento essencial da gastronomia portuguesa, sendo produzido em diversas zonas do país e em diversas variedades. Como tal, Portugal é um país produtor de



queijo de grande qualidade, seja de ovelha, vaca, cabra ou mistura. Na Figura 3 encontram-se representados graficamente os valores percentuais referentes à produção das diversas variedades de queijo em Portugal.



**Figura 3:** Produção anual (*Prod*) de diferentes variedades de queijo (adaptado de INE, 2020).

É notório, pela observação da figura 3, que o queijo de vaca é o queijo de eleição dos portugueses, representando 74 % do queijo produzido em 2019. Seguindo-se do queijo de ovelha, do queijo de mistura e por fim o de cabra.

No entanto, apesar da preferência pelo queijo de vaca, nos últimos anos tem-se verificado um aumento na produção de queijos de mistura e de cabra.

A qualidade e ancestralidade do queijo português levou à criação de várias Denominações de Origem Protegidas e Indicações Geográficas Protegidas (APN, 2018).

## 2.2 Matéria-prima: O Leite

O leite define-se como um fluido biológico de elevado valor nutricional para as espécies mamíferas, podendo ser caracterizado como um líquido branco, opaco, de maior viscosidade que a água, de sabor ligeiramente açucarado, de odor pouco acentuado, com fraca tensão superficial e que forma espuma facilmente quando agitado (Chandan *et al.*, 2013; Oliveira, 2010).

A matéria-prima da indústria queijeira é o leite. O leite é constituído maioritariamente por água, gordura, proteína, lactose e sais minerais. Devido à sua origem biológica, o leite também

contém diversos componentes minoritários, tais como as enzimas, os ácidos orgânicos, compostos nitrogenados, vitaminas, entre outros (Chandan *et al.*, 2013).

A água, sendo o principal constituinte do leite, é o meio onde se encontram dissolvidos ou em suspensão os seus diversos constituintes. O teor de água pode variar entre os 85,3 % e os 88,7 %, dependendo do tipo de leite e da espécie animal que o produz (Walstra *et al.*, 2006). A atividade da água no leite ronda os 0,993, confirmando-se a perecibilidade deste alimento, que é suscetível a ataques microbiológicos (Chandan *et al.*, 2013).

A matéria gorda presente no leite compreende 3,5 % a 5,2 % da composição total do mesmo. Esta é composta maioritariamente por triglicérides, os quais correspondem a 98 % da matéria gorda total. Os restantes 2 % incluem fosfolipídios, colesterol, ácidos gordos livres, monoglicérides e diglicérides. As gorduras do leite também contêm muitos constituintes menores, como carotenoides, vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e vários compostos voláteis, responsáveis pelo odor e o sabor (Chandan *et al.*, 2013; Walstra *et al.*, 2006).

A gordura presente no leite tem grande influência nas propriedades do queijo, contribuindo para o corpo, textura e suavidade do mesmo. Esta serve como substrato para as bactérias lácticas e microrganismos adjuntos que realizam importantes reações geradoras de sabor no queijo. Além disso, muitos dos constituintes do sabor, derivados de substratos não lipídicos que se formam durante a fase de maturação do queijo, encontram-se incorporados na fase lipídica (Hutkins, 2019; McSweeney *et al.*, 2004).

A lactose é um dissacarídeo redutor, constituído pela fusão de uma molécula  $\alpha$  ou  $\beta$ -lactose e uma molécula  $\beta$ -galactose. É um açúcar fermentescível, que quando metabolizado pelas bactérias lácticas produz ácido láctico, baixando o pH e permitindo assim a coagulação do leite, uma das etapas fundamentais na produção de queijo. Apesar da lactose ser o principal carboidrato do leite, correspondendo a aproximadamente 4,6% da sua composição total, este também contém pequenas quantidades de glucose, galactose e oligossacarídeos (Fox *et al.*, 2015; Walstra *et al.*, 2006).

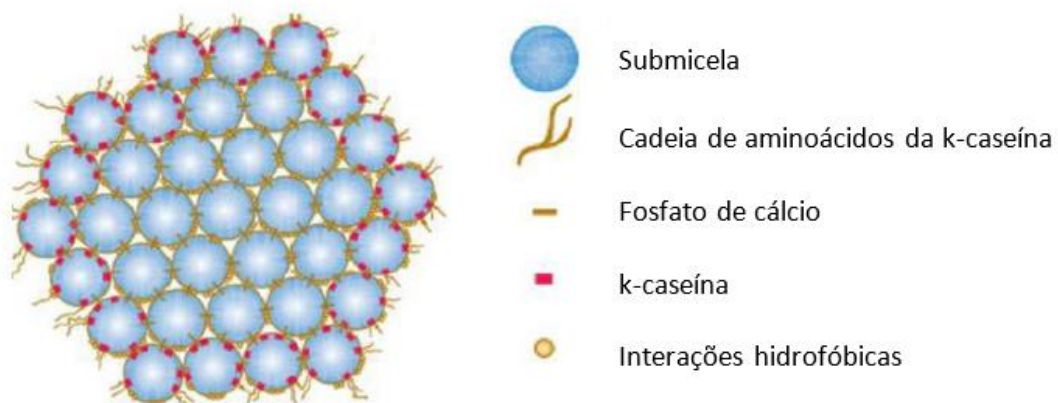
Relativamente à proteína, esta representa cerca de 3,5 % da composição total do leite e encontra-se distribuída segundo dois grupos principais: a caseína e as proteínas do lactossoro. No entanto, o leite contém ainda uma ampla gama de enzimas (Walstra *et al.*, 2006).

A caseína representa cerca de 80 % do total de proteína presente no leite, sendo, na verdade, uma mistura de quatro proteínas:  $\alpha_{S1}$ -,  $\alpha_{S2}$ -,  $\beta$ -, e k-caseína. Estes pertencem à

família das fosfoproteínas e são insolúveis em água a pH 4,6 e 20 °C. Uma vez que a água é o composto maioritário no leite, as caseínas encontram-se organizadas sob a forma de micelas, permitindo assim a sua solubilidade (Chandan *et al.*, 2013).

As micelas de caseína encontram-se divididas em submicelas. À superfície das submicelas encontram-se as k-caseínas, que possuem uma região hidrofílica e uma outra hidrofóbica. A região hidrofílica está direcionada para o exterior, possibilitando a solubilidade e estabilização das micelas no leite. A região hidrofóbica está direcionada para o interior, ligada ao núcleo hidrofóbico da micela, rico em  $\alpha$ - e  $\beta$ -caseína, que são proteínas hidrofóbicas. As interações existentes entre submicelas devem-se à presença de fosfato de cálcio e às interações de hidrofobicidade entre estas. Na presença de uma redução da concentração de iões cálcio ocorre uma desintegração das submicelas de caseína (Chandan *et al.*, 2013; Fox *et al.*, 2015).

Na Figura 4 é possível observar a estrutura das micelas de caseína.



**Figura 4:** Imagem representativa da estrutura de uma micela de caseína (adaptado de Bylund, 2003).

As principais proteínas presentes no lactossoro são  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbumina, albumina sérica bovina e imunoglobulinas. Estas proteínas representam os restantes 20 % da proteína total do leite, apresentam maior solubilidade, e têm mais sensibilidade à desnaturação térmica do que as caseínas (Chandan *et al.*, 2013).

No leite, existe ainda uma porção reduzida de sais minerais, essencialmente K, Na, Ca, Mg, Cl e fosfato, que apesar de representarem apenas entre 0,8 % a 0,9 % da sua composição total apresentam um papel vital a nível tecnológico e nutritivo. O leite apresenta na sua constituição todos os minerais essenciais para a saúde do ser humano. Além da importância a nível nutricional, os sais minerais presentes contribuem também para a estrutura da micela

de caseína, influenciando o processo de coagulação do leite, e consequentemente a textura do queijo (Chandan *et al.*, 2013; Walstra *et al.*, 2006).

É a riqueza da composição deste fluido que determina a sua capacidade de transformação em queijo. Assim sendo, a qualidade e tipo de leite utilizado, bem como o método de preparação do mesmo para o processo de fabricação do queijo, são fatores influenciadores das propriedades do produto final (McSweeney *et al.*, 2004).

Apesar da grande variedade de leite de espécies diferentes comercializado por todo o mundo, o leite de vaca é de longe o mais produzido, representando 85 % da produção. O leite de búfala, ovelha e cabra representam, respetivamente, 11 %, 2 % e 1,5 % (Fox *et al.*, 2017).

A composição do leite varia consoante a espécie que lhe dá origem. Contudo, leites obtidos pela mesma espécie animal podem apresentar composições distintas. O tipo de alimentação, a raça do animal ou o período em que é realizada a ordenha são também fatores influentes das características do leite (Chandan *et al.*, 2013). Na Tabela 1 encontra-se os valores médios da composição dos leites de vaca, ovelha e cabra.

**Tabela 1:** Composição mássica média, em termos percentuais, dos principais constituintes do leite de vaca ( $m_v$ ), ovelha ( $m_o$ ) e cabra ( $m_c$ ) (adaptado de Mendes *et al.*, 2009)

	$m_v$ /%	$m_o$ /%	$m_c$ /%
<b>Água</b>	87,2	83,0	90,0
<b>Lactose</b>	4,5 a 5,0	4,5 a 4,8	3,9 a 4,5
<b>Matéria Gorda</b>	3,6 a 4,2	7,0 a 7,5	3,3 a 3,8
<b>Matéria Azotada:</b>	3,0 a 3,5	6,0	2,9
<b>Caseínas</b>	2,4 a 2,8	4,8	1,8
<b>Proteínas solúveis</b>	0,7	1,0	0,8
<b>Azoto não proteico</b>	0,2	0,2	0,2
<b>Sais Minerais:</b>	0,7 a 0,8	1,1 a 1,2	0,7 a 0,8
<b>Cálcio</b>	0,12	0,19	0,13
<b>Fósforo</b>	0,12	0,15	0,095

A fração de gordura, proteína e cálcio presentes no leite são parâmetros importantes para o rendimento do processo, tendo forte influência na qualidade do produto final (McSweeney *et al.*, 2004). Deste modo, leites de espécies distintas apresentam diferentes características que os tornam adequados a diferentes variedades de queijo (Fox *et al.*, 2015).

Independentemente do tipo de leite selecionado, é fundamental que este seja de elevada qualidade microbiológica (bactérias contaminantes concentram-se na coalhada do queijo, podendo causar defeitos no queijo e problemas de saúde pública), isento em antibióticos (que inibem o desenvolvimento das bactérias lácticas), e que siga os padrões legais estabelecidos (Fox *et al.*, 2017; Hutkins, 2019).

### 2.3 O Queijo

O queijo é o produto fresco ou curado, de consistência variável, obtido por dessoramento após coagulação do leite inteiro ou parcialmente desnatado, mesmo que reconstituído, e também da nata, do leiteiro, bem como da mistura de alguns ou de todos estes produtos, incluindo o soro (Norma NP 1598-1983).

Atualmente, são conhecidas cerca de 1400 variedades de queijo diferentes, num total de nove famílias: *Cheddar*, *Dutch*, *Swiss*, *Iberian*, *Italian*, *Balkan*, *Middle Eastern*, *Mould-ripened*, e *Smear-ripened*. Estas diferenciam-se pela composição do leite que lhes dá origem, o tipo de caseínas e a concentração em gordura, sais e cálcio. Além disto, as diferentes técnicas de fabrico aplicadas, tais como os ingredientes adicionados, a temperatura de coagulação, o tempo e pressão de prensagem, o tempo de salga e de maturação, levam a variações no produto final (APN, 2018; Fox *et al.*, 2015).

A diversidade e complexidade das variedades de queijos existentes cria dificuldades no momento da sua classificação e caracterização. Vários são os sistemas de classificação que se baseiam exclusivamente num dos seguintes critérios: o agente coagulante, a textura e teor de humidade, a composição, a cura, a microflora, etc.

Neste projeto, o sistema de classificação utilizado seguirá orientações presentes na norma portuguesa NP 1598-1983, que classifica o queijo conforme a cura, a consistência e a matéria gorda.

Relativamente à cura, existem três designações distintas: o queijo curado (só se encontra apto para consumo depois de mantido, durante certo tempo, em condições determinadas de temperatura, humidade e ventilação, que permitam nele modificações físicas e químicas características); o queijo curado pela ação de bolores (produto cujas características são devidas, essencialmente, à proliferação de bolores específicos no interior e/ou à superfície do

queijo), e; o queijo fresco (obtido por dessoramento após coagulação do leite por fermentação láctica, pela adição ou não de coalho) (Norma NP 1598-1983).

No que se refere à consistência, a classificação é feita em função da percentagem de humidade para cada tipo de queijo, suposto este ser isento de matéria gorda, conforme se pode ver na Tabela 2 (Norma NP 1598-1983).

**Tabela 2:** *Classificação do queijo quanto à consistência (adaptado de Norma NP 1598-1983)*

<b>Classificação</b>	<b>Humidade no queijo isento de matéria gorda</b>
Extraduro	Inferior a 51 %
Pasta dura	49 % a 56 %
Pasta semidura	54 % a 63 %
Pasta semimole	61 % a 69 %
Pasta mole	Superior a 67 %

Em relação à matéria gorda, a rotulação é realizada em função da percentagem de matéria gorda no extrato seco, conforme indicado na Tabela 3 (Norma NP 1598-1983).

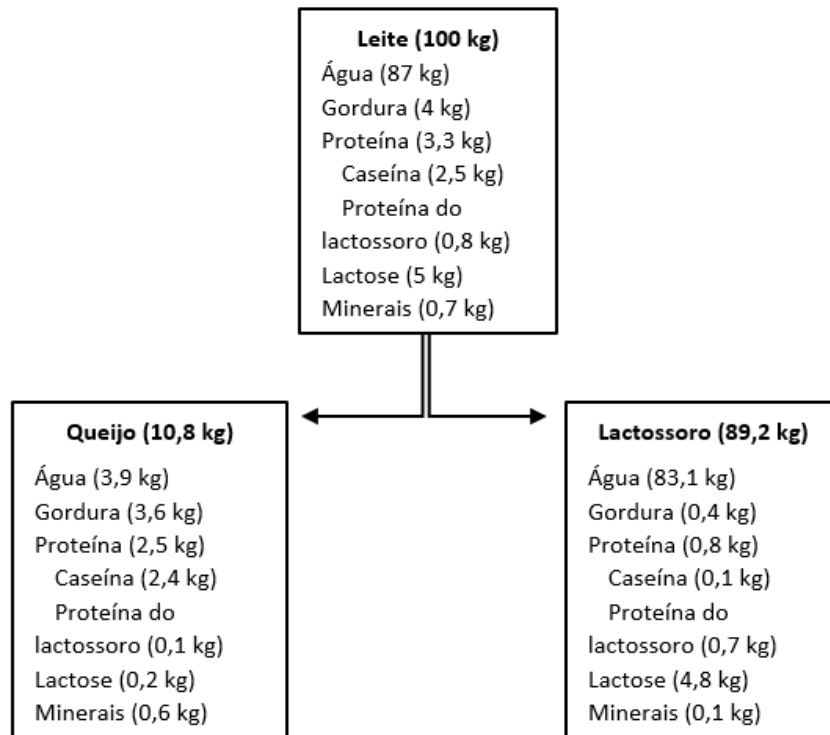
**Tabela 3:** *Classificação do queijo quanto à matéria gorda (adaptado de Norma NP 1598-1983)*

<b>Classificação</b>	<b>Matéria gorda no extrato seco</b>
Muito gordo ou extragordo	Superior a 60 %
Gordo	45 % a 60 %
Meio gordo	25 % a 45 %
Pouco gordo	10 % a 25 %
Magro	Inferior a 10 %

Independentemente da classificação utilizada é de conhecimento geral que o queijo é um alimento de elevado valor nutricional, que contém de forma estável e concentrada os diversos nutrientes presentes no leite.

## **2.4 Etapas de produção**

Obtido a partir de diferentes tipos de leite é necessário, em média, 1 L de leite para produzir 100 g de queijo. Na Figura 5 encontra-se representada a distribuição dos diversos constituintes do leite, segundo os dois principais produtos resultantes do processo de produção de queijo: lactossoro e queijo.



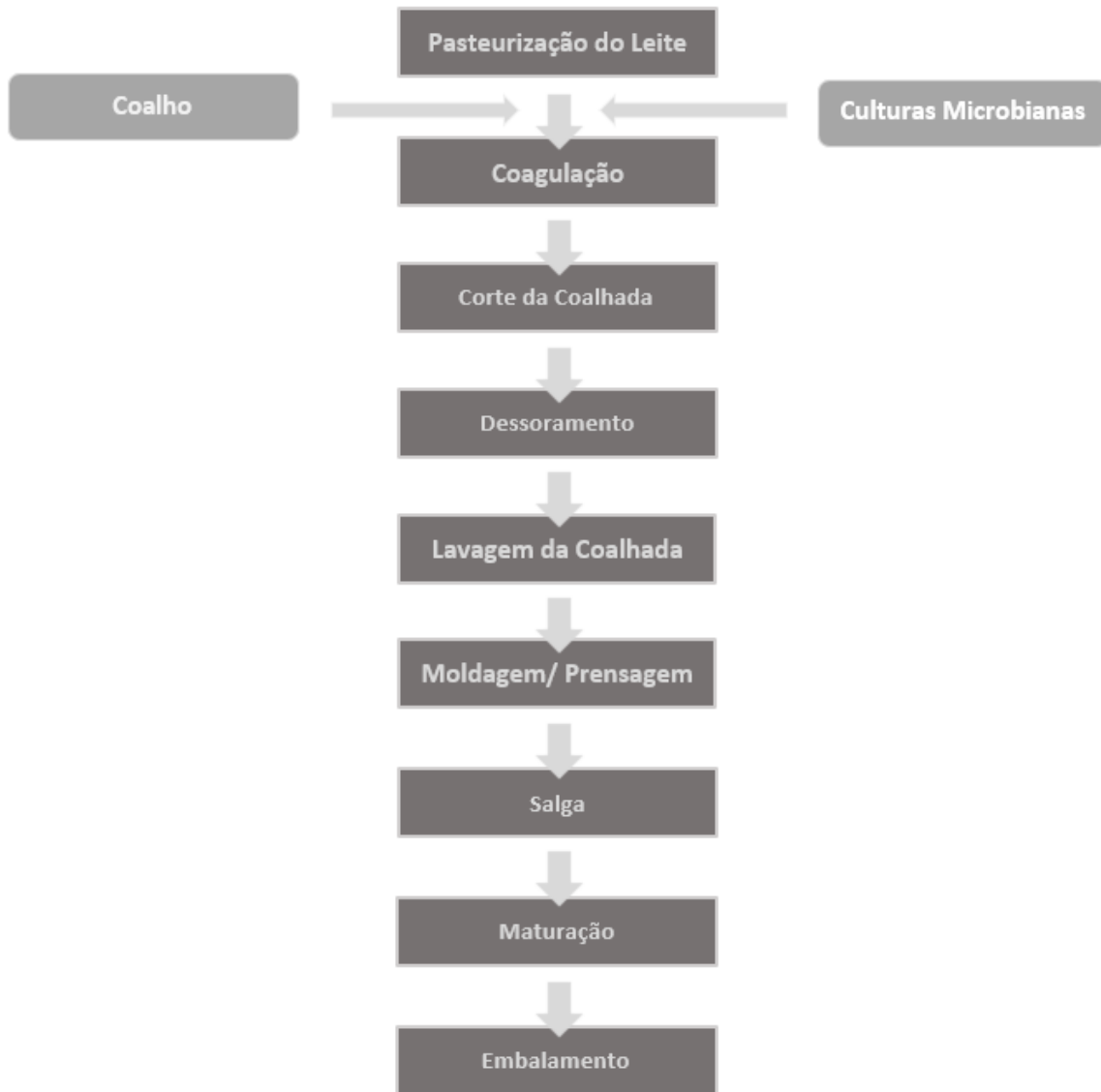
**Figura 5:** Partição do leite em queijo e lactossoro (adaptado de Hutkins, 2019).

O rendimento do processo e a qualidade do queijo produzido encontram-se fortemente dependentes das propriedades do leite, especialmente da sua composição, e das práticas de fabrico (Fox *et al.*, 2017; McSweeney *et al.*, 2004).

Apesar da enorme variedade de queijos com diferentes características de cor, sabor, texturas e tempos de conservação, as etapas base de produção são muito semelhantes entre si. São as pequenas variações em processos tecnológicos requeridos ao longo do fabrico, como o tratamento térmico, a coagulação, o dessoramento, o corte, a prensagem, a salga e a cura, que permitem a produção de queijos tão diferenciados.

Os principais ingredientes para a produção de queijo centram-se no leite, no agente de coagulação (coalho), na cultura láctica e no sal.

No esquema da Figura 6 encontram-se representadas as várias etapas de fabrico utilizadas na produção de queijos, com ênfase no processo de produção aplicado na Queijaria da Aveleda, Lda.



**Figura 6:** Esquema representativo do processo de produção de queijo aplicado na Queijaria da Aveleda, Lda.

#### 2.4.1 Pasteurização

Apesar de não ser obrigatório, o tratamento térmico do leite é, atualmente, uma das principais etapas de produção de queijo, sendo a pasteurização a técnica mais utilizada. Esta técnica foi desenvolvida por Louis Pasteur, que em meados do século XIX realizou estudos referentes ao efeito letal do calor sobre os microrganismos, e o seu uso como sistema de conservação de alimentos.

Na indústria queijeira, o processo de pasteurização permite a destruição de microrganismos e enzimas que podem ser prejudiciais durante a fase de maturação do queijo, assegurando a produção de um produto seguro para o consumidor (Fox *et al.*, 2017).



No entanto, é importante ter em atenção que se o tratamento térmico for muito severo pode danificar algumas propriedades do leite que se mostram importantes aquando da produção de queijo, devido à desnaturação térmica de proteínas e à inativação de enzimas e microrganismos normalmente presentes. Estes, desempenham um papel importante nas propriedades gerais de sabor e textura do queijo (Fox *et al.*, 2017; Hutkins, 2019).

A escolha adequada do binómio temperatura/tempo torna-se assim fundamental para que se garanta máxima eficiência na inativação de microrganismos patogénicos, sem que ocorra uma significativa destruição de propriedades do leite, essenciais à produção de queijo. A escolha do binómio a aplicar varia consoante o microrganismo ou a enzima mais termorresistente que se pretende eliminar, bem como as características que se pretendem para o produto final.

No que diz respeito ao leite para o fabrico de queijo, é geralmente aplicado um tratamento HTST (*High Temperature – Short Time*) em que o leite é submetido a uma temperatura de 74 °C durante 15 s (Fox *et al.*, 2015).

Apesar da pasteurização ter como alvos os microrganismos patogénicos e bactérias indesejáveis, este processo propicia também a precipitação de sais, retirando iões de cálcio ao leite, essenciais no processo de fabrico do queijo. Assim, após a pasteurização é frequente a adição de cloreto de cálcio ao leite, que serve para otimizar, uniformizar e acelerar a coagulação e sinérese do queijo (Perry, 2004).

#### 2.4.2 Coagulação

A coagulação do leite consiste num processo de concentração de gordura e proteína. Este processo caracteriza-se pela desnaturação das micelas de caseína e consequente retenção de gordura. Isto resulta na formação de um gel, denominado por coalhada, e do soro de leite (lactossoro), onde se encontram as restantes proteínas do leite, a lactose e os sais solúveis.

O processo de coagulação do leite pode ser realizado por três métodos: por acidificação, por atividade enzimática, ou pela ação combinada de técnicas de acidificação e aquecimento.

A coagulação ácida é induzida pela diminuição do pH, que pode resultar da adição de um ácido fraco ou então da presença de bactérias que, a partir da lactose, sintetizam ácido láctico.

Os iões positivos dos ácidos adicionados ao leite neutralizam as cargas negativas da caseína, originando uma dissociação do fosfato de cálcio coloidal e, consequente perda de

estabilidade do complexo. Quando o pH do leite atinge um valor de 4,6 (o ponto isoelétrico da caseína) existe uma neutralização total das cargas de k-caseína, que resulta na perda de solubilidade por parte do complexo. Conseqüentemente, há uma agregação e precipitação das micelas de caseína e a formação da coalhada (Hutkins, 2019; Walstra *et al.*, 2006).

A maioria das variedades de queijo, aproximadamente 75 % da produção total, é fabricada com recurso à coagulação enzimática (Fox *et al.*, 2015). Neste método recorre-se ao uso de enzimas de origem animal, vegetal ou microbiana. A renina e a quimosina (coalhos de origem animal) são as enzimas mais usadas como coagulantes na indústria queijeira.

A quantidade de coalho adicionada e o período de coagulação encontram-se diretamente relacionados com a temperatura, o pH e o teor de cálcio do leite (Perry, 2004).

A coagulação enzimática do leite envolve a modificação das micelas da caseína por meio de proteólise limitada por proteinases selecionadas (coalho), seguidas pela agregação induzida por cálcio. A camada superficial de k-caseína é responsável pela estabilidade da micela de caseína. Na presença de quimosina, a k-caseína, que representa 12 % a 15 % da caseína total, é hidrolisada em pontes específicas resultando na paracaseína, que precipita na presença de iões de cálcio, formando assim a coalhada. A estabilidade das micelas é reduzida a tal ponto que elas coagulam a temperaturas superiores a 20 °C; normalmente, a temperatura de coagulação usada na fabricação de queijo é 30 °C (Fox *et al.*, 2015).

Um outro método de indução da coagulação passa pela combinação entre a adição moderada de ácido (pH 6,0) e o aquecimento do leite a temperaturas superiores a 85 °C. Nestas condições, as proteínas do soro do leite são desnaturadas, originando um precipitado constituído não apenas por caseína, mas também por proteínas do soro de leite. Este método é maioritariamente utilizado para a produção de queijo a partir da precipitação de proteínas presentes no soro de leite, como é o caso de algumas variedades de requeijão (Fox *et al.*, 2017; Hutkins, 2019).

#### 2.4.3 Corte, Dessoramento, Moldagem e Prensagem

Finalizada a fase de coagulação, a coalhada atinge o ponto de corte (com uma textura idêntica à de um iogurte) e são utilizadas liras que retalham a coalhada em pequenos fragmentos. O corte da coalhada promove o processo de sinérese que aumenta durante os minutos seguintes com o início da etapa de dessoramento. (Walstra *et al.*, 2006).

O dessoramento é uma etapa determinante na qualidade e poder de conservação do queijo. Esta etapa consiste na aplicação de técnicas como o corte, o aquecimento, e a agitação, de modo a aumentar a eficácia do processo de sinérese espontânea que ocorre na coalhada, e assim, aumentar a taxa de remoção de água (Fox *et al.*, 2017).

O processo de cozedura da coalhada, quando implementado, auxilia a maior remoção de água nela presente, produzindo-se queijos mais firmes e duráveis (Walstra *et al.*, 2006).

Assim que se atinge o grau de sinérese desejado, a coalhada é separada do soro e colocada em moldes, onde é prensada de modo a expulsar o soro que se encontre em excesso.

#### 2.4.4 Salga

O processo de salga é dos últimos do processo de produção de queijo. Esta etapa é essencial para o desenvolvimento do sabor e textura, melhoria da sinérese e preservação do queijo.

O seu papel na preservação do queijo encontra-se diretamente relacionado com a melhoria na sinérese, que promove uma redução da humidade do queijo e, conseqüentemente, uma diminuição da atividade de água. Isto traduz-se na minimização da deterioração e do desenvolvimento de microrganismos patogénicos durante a fase de maturação do queijo (Fox *et al.*, 2017).

O processo de salga pode ser realizado segundo três métodos distintos: pela submersão do queijo em tanques de salmoura, pela incorporação de sal na coalhada ou pela distribuição de sal na superfície do queijo (Fox *et al.*, 2017; Hutkins, 2019).

O método mais utilizado consiste na submersão do queijo em tanques de salmoura, onde a diferença na pressão osmótica entre o queijo e a salmoura faz com que haja libertação da humidade do queijo e ao mesmo tempo que ocorre absorção de NaCl. Durante este processo ocorre troca de iões  $\text{Ca}^{2+}$  por  $\text{Na}^+$  nas moléculas de paracaseína, o que torna a massa do queijo mais macia. Para que este equilíbrio ocorra é importante que a concentração da salmoura e o seu pH sejam apropriados, apresentando valores de pH entre 5,2 e 5,3 e valores mássicos de NaCl entre os 18 % e 23 %, para uma temperatura de 10 °C a 14 °C. Além disso, o teor de cálcio, em massa, do meio deve andar na ordem de 0,1 % a 0,2 % podendo ser ajustado por adição de  $\text{CaCl}_2$ , se necessário (Perry, 2004).

#### 2.4.5 Maturação

A maturação, fase também designada por cura, é uma das etapas mais complexas e variáveis de todas as etapas de fabricação do queijo. Durante este período, ocorre uma série muito complexa de reações biológicas, químicas e físicas, por meio das quais os compostos aromáticos característicos são produzidos e a textura é alterada.

As reações principais que ocorrem durante a maturação são a glicólise, a proteólise e a lipólise. Estas reações são responsáveis pelas alterações do aroma, do sabor e da textura do queijo. Paralelamente, ocorrem reações secundárias, tais como desaminação, a descarboxilação, a dessulfurização de aminoácidos e a oxidação de ácidos gordos, que produzem compostos aromáticos responsáveis pelas características mais distintas dos queijos (Fox *et al.*, 2017).

A proteólise é o processo mais complexo e mais importante que ocorre durante a maturação do queijo. Este constitui o principal contribuinte para o desenvolvimento do sabor e de propriedades como a textura, a dureza, a elasticidade, a coesão, a adesividade e a fraturabilidade. Com início na fase de coagulação do leite e continuação durante a fase de maturação, este processo consiste na degradação de proteínas, como as caseínas, por ação de enzimas proteolíticas originando péptidos e aminoácidos livres. Estes podem ainda ser degradados em moléculas mais pequenas como é o caso dos ácidos orgânicos e do amoníaco. A proteólise permite também a quebra da rede proteica e, conseqüentemente, a libertação de alguns componentes que contribuem para a formação de paladares mais característicos. A duração deste processo bioquímico depende do coalho (tipo e quantidade utilizada), dos fermentos utilizados, da humidade, do sal, do pH e da temperatura da câmara de cura (Fox *et al.*, 2017).

A lipólise corresponde à hidrólise de lípidos (triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos gordos e glicerol) através de lipases presentes naturalmente no leite ou através de enzimas adicionadas especificamente para esse fim. Deste processo, ocorre a produção de ácidos gordos livres, que são precursores importantes de reações catabólicas que originam compostos voláteis e contribuem para o aroma do queijo. Contudo, a lipólise pode provocar sabor a ranço nos queijos, derivado da acumulação excessiva de ácidos gordos de cadeia curta, como o ácido butírico, aquando da hidrólise dos triglicerídeos (Fox *et al.*, 2017).

Tal como na proteólise, existem vários fatores que influenciam a atividade lipolítica, designadamente a qualidade do leite, o seu grau de homogeneização, o pH, a concentração de sal, e o tempo e a temperatura de maturação. De modo que a atividade lipolítica é mais intensa na superfície do queijo e durante a fase inicial de maturação (Walstra *et al.*, 2006).

Relativamente à glicólise, esta consiste na conversão da lactose residual em ácido láctico por ação de bactérias lácticas. O ácido láctico produzido altera o pH final do queijo, que influencia a textura e a atividade metabólica da sua microflora, responsável pelo desenvolvimento do sabor e aroma do produto final (Fox *et al.*, 2017).

Para que a qualidade do queijo seja a desejada, é importante controlar a quantidade de sal presente na coalhada. Esta é determinante na eficiência do processo de glicólise dado que as bactérias lácticas são sensíveis ao sal. Um processo metabólico da lactose incompleto pode levar à formação de compostos indesejados (Walstra *et al.*, 2006).

Dependendo das características organoléticas que se pretende que o queijo curado adquira, este é armazenado por um período variável sob condições controladas de temperatura e humidade. Para queijos coagulados pela adição de agente coagulante, o período de maturação pode variar de 3 semanas a 2 anos, ou mais (Fox *et al.*, 2015; Walstra *et al.*, 2006).

Qualquer queijo destinado à cura deve ser fabricado, desde o início, de forma diferente de um queijo não curado. O manuseio da matéria-prima, o pH, a humidade e o teor de sal, a temperatura e o regime de humidade durante a maturação são determinantes para a qualidade final do queijo curado (Hutkins, 2019).

A cura é então uma fase fundamental na atribuição das características individuais, sendo o culminar de todo o processo de fabrico.

#### 2.4.6 Embalamento

O embalamento é normalmente a última etapa do processo de produção de queijo. Esta tem uma elevada importância na proteção e apresentação do alimento, tornando-o mais apelativo ao consumidor.

Embora a maioria dos queijos desenvolva casca à superfície, durante a fase de maturação, o embalamento do queijo permite preservar as suas características por um período mais longo, protegendo-o de agressões do meio exterior, impedindo a redução de peso por perdas de

humidade e inibindo o desenvolvimento de bolores durante o tempo de prateleira (Walstra *et al.*, 2006).

Vários são os fatores envolvidos na seleção do tipo de embalagem e técnica de embalamento mais adequados ao produto final que se pretende obter. Entre eles destacam-se o tipo de queijo e sua consequente resistência a danos mecânicos, a presença de uma flora específica, a permeabilidade a compostos como vapor de água, oxigénio, CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub>, a migração de compostos entre o produto e a embalagem, e o sistema de armazenamento, distribuição e venda do mesmo (Walstra *et al.*, 2006).

Na indústria queijeira, a técnica de embalamento mais usual é o vácuo com recurso a embalagens constituídas, principalmente, por polietileno. A técnica de embalamento a vácuo consiste na simples remoção do ar do interior da embalagem antes da selagem. Esta técnica permite conservar as propriedades nutricionais do alimento, para além de garantir um produto saudável e seguro. Além disso, este método de embalamento permite aumentar a vida útil dos produtos, ao mesmo tempo que proporciona a possibilidade de deslocações mais prolongadas.

## **2.5 Aromas Alimentares**

O Regulamento (CE) N.º 1334/2008, do parlamento europeu, define os aromas como sendo produtos não destinados a serem consumidos como tais e que são adicionados aos géneros alimentícios para lhes conferir cheiro e/ou sabor ou modificar estes últimos. Os aromas encontram-se subdivididos nas seguintes categorias: substâncias aromatizantes, preparações aromatizantes, aromas obtidos por tratamento térmico, aromas de fumo, precursores de aromas ou outros aromas ou suas misturas [Regulamento (CE) N.º 1334/2008]

Consoante a utilização que lhes é destinada, podem apresentar a forma sólida (pó, granulados, tabletes), líquida (soluções, emulsões) ou pastosa (FIB, 2015).

Os aromas ou ingredientes alimentares com propriedades aromatizantes só podem ser utilizados nos ou sobre os géneros alimentícios quando o seu uso não induz o consumidor em erro, nem representa, segundo os dados científicos disponíveis, uma preocupação em termos de segurança para a saúde do mesmo [Regulamento (CE) N.º 1334/2008].

Estes aditivos são muito complexos podendo alguns deles apresentar naturalmente mais de mil substâncias, que, juntas, conferem o aroma característico. Um exemplo muito popular

é o do aroma natural de café, onde já foram identificados mais de mil componentes na sua composição. Sendo constituídos por substâncias químicas, como os ésteres, ácidos, cetonas, aldeídos, álcoois e terpenos, que são utilizadas em quantidades mínimas, estes não se relacionam com o valor nutricional do alimento (FIB, 2015).

O uso de aromas está amplamente implementado nas mais diversas indústrias, como a farmacêutica, para modificar ou sobressair algum sabor, de modo a facilitar a administração de medicamentos aos consumidores. Na cosmética, também são usados, nomeadamente para a produção de champôs, e produtos de maquilhagem com odores que cativem o consumidor. Entre tantas outras, a indústria alimentar não é exceção, sendo os aromas atualmente utilizados em quase todos os tipos de alimentos processados industrialmente. É possível encontrar aromas em aperitivos, nas bebidas, nos gelados, nas batatas fritas, nos iogurtes, nos enchidos entre muitos outros, incluindo os queijos, onde pode ser utilizado o aroma para produzir um queijo com sabor fumado.

As empresas apostam no uso de aromas com o propósito de agregar valor aos alimentos, enaltecendo as características sensoriais dos mesmos e, melhorando a experiência do consumidor. Num meio com tanta oferta, são estas características diferenciais que garantem a aceitação e compra do produto pelo consumidor.

## **2.6 Análise Sensorial**

A análise sensorial é a ciência envolvida na avaliação dos atributos organoléticos de um produto pelos sentidos (ISO 6658:2017). Ou seja, a análise sensorial de produtos permite detetar diferenças entre os mesmos e verificar se essas diferenças são aceites ou não pelos consumidores, assim como caracterizar, e medir os seus atributos sensoriais. Os atributos avaliados podem incluir as características de aparência, aroma, textura e sabor (Kemp *et al.*, 2018).

A escolha dos testes de análise sensorial difere consoante o que se pretende saber acerca do produto. Os testes podem servir para categorizar, classificar ou descrever, distinguir entre dois ou mais produtos, ou então assegurar que os produtos não diferem entre si. Neste sentido, a escolha do teste mais apropriado está diretamente relacionada com o objetivo do estudo. Contudo, é fundamental ter em consideração fatores como o produto, o painel de

provedores, o ambiente de teste e o nível desejado de precisão analítica e confiança estatística nas conclusões (ISO 6658:2017; Lawless *et al.*, 2010).

Os testes mais comumente utilizados encontram-se divididos em três grupos: os testes descritivos, os testes discriminativos, e os testes de preferência ou hedônicos. Os testes descritivos são utilizados para caracterizar, qualitativa e quantitativamente, os atributos sensoriais específicos presentes em uma ou mais amostras. Os testes discriminativos são dos mais utilizados para análises sensoriais. Estes são usados para determinar a diferença ou similaridade entre produtos. Na indústria, são aplicados quando ocorrem alterações nas formulações ou processamento dos produtos, ou ainda, quando se pretende comparar os produtos com os semelhantes da concorrência. Os testes de Preferência ou Hedônicos são empregues na avaliação da preferência ou aceitação de um produto junto a um mercado ou consumidor. Estes testes exigem um grande painel de provedores, sendo que implica uma maior variabilidade de resultados (ISO 6658:2017; Kemp *et al.*, 2018).

A análise sensorial aos produtos deve ser realizada numa sala específica, com condições conhecidas e controladas, com o mínimo de distrações, para que deste modo se reduza o efeito que fatores psicológicos e as condições físicas possam ter sobre o julgamento humano (ISO 6658:2017). De modo a evitar a interação entre avaliadores, os testes devem ser realizados em cabines individuais, de preferência com uma boa iluminação e isoladas de ruído exterior (ISO 8589:2007; Lawless *et al.*, 2010).

A realização dos testes de análise sensorial não deverá acontecer nas duas horas a seguir ao almoço. A melhor altura para realizar as provas situa-se entre as 10 h e as 12 h ou no final da tarde. No caso dos fumadores, não deverão fumar nos 30 min a 60 min antes da prova. O consumo de café forte também é desaconselhado antes das provas sensoriais dado que poderá influenciar as capacidades gustativas durante cerca de uma hora (ISO 6658:2005).

O painel de provedores pode ser formado por avaliadores selecionados, especialistas e pessoas sem conhecimentos na área. Os avaliadores selecionados são pessoas com treino específico para o teste sensorial a realizar. Os especialistas são avaliadores selecionados e treinados para uma variedade de métodos de análise sensorial, e que são capazes de fazer avaliações sensoriais consistentes e repetíveis de produtos em várias categorias. A outra categoria de avaliadores é constituída por avaliadores sem experiência e por pessoas que não passaram por nenhuma etapa de seleção ou treino. O número de provedores constituintes do



painel depende do tipo de teste realizado e das capacidades dos provadores, sendo que estes podem variar entre 8 provadores especializados ou até mais de 100 provadores, no caso dos testes realizados aos consumidores (ISO 6658:2017).

## CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Em resposta à crescente procura de queijo e exigência dos consumidores por produtos inovadores e de qualidade, iniciaram-se, na Queijaria da Aveleda, Lda., ensaios para o desenvolvimento de novos produtos à base de queijo, bem como estudos de otimização da linha de acabamento.

Numa primeira fase recolheram-se dados sobre o desempenho dos operadores em diversas etapas da linha de acabamento e analisou-se o investimento associado à compra de uma máquina para a colocação de panos no queijo.

Numa segunda fase realizaram-se ensaios com adição de algumas combinações de ingredientes no queijo, bem como testes sobre os aromas de trufa e seus métodos de incorporação. Pretendeu-se, deste modo, selecionar o que melhor se enquadre no processo de fabrico realizado na queijaria.

### 3.1 Estudo da linha de acabamento de queijo

Durante a realização deste trabalho foi analisado o desempenho dos operadores em diferentes tarefas (corte, colocação de pano, aplicação do vácuo, rotulagem e limpeza do queijo) da linha de acabamento de queijo, tendo como variáveis o tipo de queijo trabalhado (queijo grande – inteiro, em quartos ou em metades –, e queijo pequeno de 600 g), o número de operadores e o método utilizado pelos mesmos para a execução da tarefa.

Estes ensaios tiveram como objetivo a normalização do método operativo das diferentes tarefas de modo a aumentar a produtividade da linha de acabamento, se possível.

Para a realização deste estudo anotou-se a hora de início e fim da tarefa, o número de trabalhadores envolvidos, o método de execução da tarefa, e a quantidade e variedade de queijos que foram trabalhados. De modo a avaliar a produtividade do processo, determinou-se o tempo de realização ( $t_r$ ) da tarefa pela subtração da hora de início à hora de fim da mesma. Seguidamente, calculou-se a produtividade *per capita* ( $P_{pc}$ ) de cada tarefa com recurso ao número de queijos trabalhados ( $n_q$ ) e ao número de trabalhadores envolvidos ( $n_t$ ), tendo em conta, o período de realização da tarefa ( $t_r$ ), segundo a Equação 1.

$$P_{pc} = \frac{n_q}{t_r \times n_t} \quad (\text{Eq. 1})$$

Estando a recolha de dados dependente do normal funcionamento da queijaria, as diferentes tarefas em estudo não apresentam o mesmo número de réplicas de dados recolhidos. Na Tabela 4 encontram-se apresentados o número de dados recolhidos para cada tarefa e respetivos métodos operativos estudados. No Anexo B, encontram-se explanados os métodos operativos referentes às diversas tarefas em estudo.

**Tabela 4:** Representação do número de réplicas de dados recolhidos para cada método operativo em estudo

Tarefa em Estudo	Método Operativo	N.º Dados	
		Q. Grande	Q. Pequeno
Colocação de pano e ensacamento do queijo	1.	2	4
	2.	2	3
	3.	14	13
	4.	2	2
	5.	3	1
	6.	-	2
Corte e ensacamento do queijo		Q. Metades	Q. Quartos
	1.	1	2
	2.	3	5
	3.	10	12
	4.	-	11
	5.	10	1
	6.	-	2
	7.	-	2
8.	2	-	
Execução do vácuo		-	Q. Quartos
	1.	-	1
	2.	-	7
	3.	-	4
Limpeza do queijo para expedição		-	Q. Quartos
	1.	-	5
	2.	-	3

### 3.2 Estudo da máquina de panos

Devido à necessidade, sentida pela queijaria, de aumentar a produtividade da linha de acabamento de queijo, foi realizado um investimento de automatização da etapa de colocação de panos no queijo. No decorrer desta fase foi analisada a produtividade da tarefa

de colocação de panos (método manual vs. método semiautomático), bem como, avaliada a rentabilidade do investimento.

Sabendo-se a quantidade média de queijos, grande ( $x_g$ ) e pequeno ( $x_p$ ), vendidos por mês pela queijaria, e as produtividades *per capita* médias da tarefa de colocação de panos nas duas variedades de queijo, com ( $P_{pc.c}$ ) e sem ( $P_{pc.s}$ ) máquina de panos, começou-se por se determinar, para cada variedade de queijo em estudo, o tempo médio mensal necessário para a realização da tarefa de colocação de panos com ( $t_{m,c}$ ) e sem ( $t_{m,s}$ ) recurso à máquina. Para a realização deste estudo considerou-se se a tarefa é executada por dois trabalhadores. A determinação do tempo médio mensal de execução da tarefa em estudo, para o queijo grande e o queijo pequeno, foi realizada a partir das Equações 2 e 3.

$$t_{m,c} = \frac{x}{2 \times P_{pc.c}} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$t_{m,s} = \frac{x}{2 \times P_{pc.s}} \quad (\text{Eq. 3})$$

Pela multiplicação de  $t_{m,c}$  e  $t_{m,s}$  pelo valor pago aos trabalhadores, por hora, obtiveram-se os custos de mão de obra mensais para a execução da tarefa em estudo ( $C_{mo}$ ), com e sem recurso à máquina de panos.

Sabendo-se o preço por pano antigo (utilizado no método manual) e o preço por rolo (utilizado no método semiautomático), bem como a média de queijos que é possível envolver com apenas um rolo, calcularam-se os custos mensais associados ao material ( $C_m$ ).

Pela subtração dos custos de realização desta etapa de modo semiautomático aos custos de realização da mesma de forma manual obteve-se a poupança mensal do investimento.

Pela decomposição do preço da máquina de panos pelo valor da poupança mensal com o novo investimento, obteve-se o *payback* da máquina.

### 3.3 Desenvolvimento de novos produtos à base de queijo

Com vista ao lançamento, no mercado, de novos produtos à base de queijo, procedeu-se à realização de testes para o desenvolvimento de novas combinações de sabores, através da incorporação de aromas e/ou alimentos na coalhada e/ou no queijo fresco.

Posteriormente, os queijos desenvolvidos foram sujeitos a provas organoléticas para identificar aqueles que apresentavam as características pretendidas. No caso dos queijos com

aroma de trufa, realizou-se ainda uma prova organolética final, onde foi possível selecionar, de entre os queijos previamente aprovados para comercialização, aquele que apresenta a melhor relação de qualidade do produto, tendo em conta a facilidade de implementação do método de incorporação utilizado no processo de fabrico realizado na queijaria.

### 3.3.1 Ensaios com trufa e aromas de trufa

Não sendo a implementação de aromas em queijo um processo muito usual, numa primeira fase, foi necessário a recolha de informação sobre métodos de incorporação e possíveis consequências dos aromas no processo de cura do queijo.

Seguindo as indicações recomendadas pelos fornecedores de aromas e tendo em atenção o processo de fabrico da queijaria testou-se a incorporação de aromas de trufa através de métodos como: injeção do aroma em queijo fresco e em queijo com 11 dias de cura (1 g/kg e 2 g/kg); submersão do queijo fresco no aroma diluído (5 mL/L); pincelagem do aroma sobre a superfície do queijo fresco e adição do aroma na coalhada (1 g/kg e 2 g/kg).

Todos os ensaios foram realizados em duplicado, existindo sempre, para cada método, concentração e aroma, uma segunda amostra disponível para o caso de ser necessária a realização de provas organoléticas adicionais ou de ser necessário o seu envio a possíveis clientes.

Na Tabela A.1 do Anexo A encontram-se listados os aromas utilizados, bem como os respetivos fornecedores e características físicas e químicas.

De entre os produtos referidos, o aroma em pó foi o único que, por via das suas propriedades físicas, não foi submetido a todos os métodos de incorporação. Para este aroma, apenas foram realizados ensaios relativos à sua incorporação na coalhada e à submersão do queijo fresco no aroma diluído.

De modo a facilitar a identificação dos métodos de incorporação de aroma utilizados, desenvolveu-se um código de identificação de modo a simplificar a análise dos mesmos ao longo deste relatório. A cada método de incorporação corresponde uma letra minúscula que é seguida de um número de acordo com a quantidade de aroma que é adicionada. Por exemplo, a<sub>1</sub> é a denominação utilizada num queijo em que o aroma foi incorporado pelo método de injeção do aroma de trufa no queijo fresco, na quantidade de 1 mL/kg de queijo.

Relativamente à identificação dos queijos, foi criado, para cada variedade, um código de identificação com quatro caracteres, em que: os primeiros dois caracteres são constituídos por letras maiúsculas que designam a variedade de aroma de trufa incorporado no queijo (por exemplo, TB – para o aroma de trufa branca), o terceiro caracter corresponde ao código de identificação do método de incorporação utilizado, já explanado no parágrafo anterior, e por fim; o último refere-se à presença de trufa fresca no queijo em estudo, que é definido pela presença de um asterisco em caso afirmativo.

Nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 encontram-se representados os códigos de identificação de todos os queijos produzidos, estando estes separados por tabelas de acordo com o método de incorporação.

**Tabela 5:** Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado por injeção tendo em conta o aroma administrado, o dia e a quantidade adicionada e a presença de trufa fresca

<b>Denominação</b>	<b>Aroma</b>	<b>Método de incorporação</b>	<b>Adição de trufa fresca</b>
<b>TL.a<sub>1</sub></b>	Trufa líquido	Injeção de 1 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>TL.a<sub>1</sub>*</b>	Trufa líquido	Injeção de 1 mL/kg ao 4.º dia de cura	Com trufa
<b>TL.a<sub>2</sub></b>	Trufa líquido	Injeção de 2 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>TN.a<sub>1</sub></b>	Trufa Negra	Injeção de 1 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>Tn.a<sub>2</sub></b>	Trufa Negra	Injeção de 2 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>TB.a<sub>1</sub></b>	Trufa Branca	Injeção de 1 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>TB.a<sub>2</sub></b>	Trufa Branca	Injeção de 2 mL/kg ao 4.º dia de cura	-
<b>TL.e<sub>1</sub>*</b>	Trufa líquido	Injeção de 1 mL/kg ao 11.º dia de cura	Com trufa
<b>TL.e<sub>2</sub></b>	Trufa líquido	Injeção de 2 mL/kg ao 11.º dia de cura	-

**Tabela 6:** Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado na coalhada tendo em conta o aroma administrado, quantidade adicionada e a presença de trufa fresca

Denominação	Aroma	Método de incorporação	Adição de trufa fresca
TL.d <sub>1</sub>	Trufa líquida	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 1 mL/kg	-
TL.d <sub>2</sub>	Trufa líquida	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 2 mL/kg	-
TN.d <sub>1</sub>	Trufa Negra	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 1 mL/kg	-
TN.d <sub>2</sub>	Trufa Negra	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 2 mL/kg	-
TB.d <sub>1</sub>	Trufa Branca	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 1 mL/kg	-
TB.d <sub>2</sub>	Trufa Branca	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 2 mL/kg	-
TP.d <sub>0,5</sub>	Trufa em Pó	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 0,5 g/kg	-
TP.d <sub>1</sub>	Trufa em Pó	Incorporação de aroma na coalhada, na concentração de 1 g/kg	-

**Tabela 7:** Denominações atribuídas aos queijos com aroma incorporado por submersão do tendo em conta o aroma administrado, o tempo de submersão do queijo no aroma diluído e a presença de trufa fresca

Denominação	Aroma	Método de incorporação	Adição de trufa fresca
TL.b <sub>0</sub>	Trufa líquida	Submersão do queijo por 0 h	-
TL.b <sub>0</sub> *	Trufa líquida	Submersão do queijo por 0 h	Com trufa
TL.b <sub>2</sub>	Trufa líquida	Submersão do queijo por 2 h	-
TN.b <sub>0</sub>	Trufa Negra	Submersão do queijo por 0 h	-
TN.b <sub>2</sub>	Trufa Negra	Submersão do queijo por 2 h	-
TB.b <sub>0</sub>	Trufa Branca	Submersão do queijo por 0 h	-
TB.b <sub>2</sub>	Trufa Branca	Submersão do queijo por 2 h	-
TP.b <sub>0</sub>	Trufa em Pó	Submersão do queijo por 0 h	-
TP.b <sub>2</sub>	Trufa em Pó	Submersão do queijo por 2 h	-

**Tabela 8:** Denominações atribuídas aos queijos com aroma pincelado na sua superfície tendo em conta o aroma administrado, o dia e a presença de trufa fresca

Denominação	Aroma	Método de incorporação	Adição de trufa fresca
TL.c	Trufa líquida	Pincelagem do aroma sobre a superfície do queijo	-
TN.c	Trufa Negra		-
TB.c	Trufa Branca		-

#### 3.3.1.1 Métodos A e E – Injeção do aroma no queijo fresco e ao 11.º dia de cura

Para o estudo do método de incorporação de aroma por injeção separaram-se dezasseis queijos frescos, após finalizada a etapa de prensagem. Estes foram colocados na salmoura e, posteriormente, passados em fungicida antes de serem colocados na câmara de cura.

Ao 4.º dia de cura, doze desses queijos foram retirados da câmara de cura e pesados. Com recurso a uma seringa, os aromas líquidos indicados da Tabela A.1, do Anexo A, foram injetados no centro dos queijos. Para cada aroma, dois queijos foram injetados com 1 mL/kg e outros dois com 2 mL/kg. Seguidamente, os queijos foram colocados na câmara de cura por 14 dias, dando continuidade ao processo de maturação.

Os quatro queijos restantes deste ensaio foram retirados da câmara ao 11.º dia de cura. À semelhança do procedido anteriormente neste ensaio, os queijos foram pesados e depois injetados com os aromas de trufa. Nesta fase apenas foi testada a incorporação do aroma de trufa líquido, sendo as quantidades de aroma incorporadas as mesmas, 1 mL/kg e 2 mL/kg. Finalizada a injeção dos aromas, o queijo retomou à câmara de cura por mais 7 dias, de modo a concluir a etapa de maturação.

#### 3.3.1.2 Método B – Submersão de queijo fresco no aroma diluído

Para a realização do ensaio de submersão do queijo em aroma diluído começou-se pela separação de dezasseis queijos frescos, durante a etapa de prensagem. Conforme o ensaio anterior, os queijos frescos seguiram para a etapa da salmoura, do fungicida e da cura.

Após os queijos permanecerem quatro dias na câmara de cura, foram preparadas as diluições dos diferentes aromas da Tabela A.1, do Anexo A. Para cada aroma prepararam-se duas soluções, em água, de 5 g/L.



Posteriormente, foram mergulhados quatro queijos em cada solução, sendo que dois deles foram removidos imediatamente e os restantes permaneceram submersos no aroma diluído por 2 h. Após a submersão dos queijos, os mesmos foram colocados na câmara de cura por 14 dias dando continuidade ao processo de maturação.

#### 3.3.1.3 Método C – Pincelagem do aroma sobre a superfície do queijo fresco

Para a realização do método da pincelagem do aroma, separou-se, no final da etapa de encinchamento, seis queijos frescos, que conforme o ensaio anterior, seguiram para a etapa de salmoura, de submersão no fungicida e de cura.

Quatro dias após o início da sua cura, separaram-se 2 mL de cada um dos aromas líquidos mencionados na Tabela A.1, do Anexo A. Com recurso a um pincel com aptidão alimentar pincelou-se a quantidade mencionada ao longo de toda a superfície de cada um dos queijos, obtendo-se dois queijos para cada um dos três aromas. Posteriormente, os queijos foram colocados na câmara de cura por 14 dias dando continuidade ao processo de maturação.

#### 3.3.1.4 Método D – Incorporação de aroma na coalhada

Para o estudo do método de incorporação de aroma na coalhada, foram separados blocos de coalhada pré-prensada no início da etapa de encinchamento, onde foram adicionados os aromas, mencionados na Tabela A.1, do Anexo A. Posteriormente, a coalhada foi remexida, promovendo-se uma distribuição uniforme dos aromas, e colocada em formas para ir à prensa. Para cada aroma realizaram-se dois ensaios, um com uma concentração de aroma de 1 g/kg e outro com uma concentração de 2 g/kg.

No dia seguinte, o queijo fresco foi colocado na salmoura por um período de 2 h. Passado esse período, o queijo foi mergulhado no fungicida e colocado na câmara de maturação, onde permaneceu por 18 dias.

#### 3.3.1.5 Incorporação trufa fresca em queijos com aroma

Não sendo tão atrativo para o consumidor, a venda de um queijo apenas com aroma, e sabendo-se de estudos prévios que a produção de um queijo de trufa sem incorporação de aroma não resulta no sabor desejado, estudou-se a quantidade de trufa fresca necessária adicionar ao queijo, juntamente com o aroma, de modo a ser produzido um produto apelativo.

Para tal, foram realizados ensaios, em duplicado, para a adição de trufa fresca à coalhada, em quantidades variáveis de 9 g, 10 g e 13 g por queijo pequeno de 400 g. Começou-se por pesar e picar finamente a trufa fresca. Posteriormente, durante a etapa do encinchamento, foram separados do fabrico do dia seis blocos de coalhada pré-prensada e, a cada um deles foi adicionada a respetiva quantidade de trufa fresca. Seguidamente, a coalhada foi remexida, promovendo-se uma distribuição uniforme dos pedaços de trufa, e colocada em formas para ir à prensa. Depois do queijo fresco sair da salmoura, e ser passado pelo fungicida, este foi armazenado na câmara de cura.

Ao quarto dia de cura, foram retirados da câmara quatro dos queijos preparados. Em dois deles foi injetado aroma de trufa líquido, na concentração de 1 mL/kg. Para os outros dois queijos recorreu-se ao método de incorporação por submersão no aroma trufa líquido diluído a 5 mL/L. Posteriormente, os queijos seguiram para a etapa de cura durante 14 dias, como habitual na queijaria.

Ao décimo primeiro dia de cura, retiraram-se os restantes dois queijos e injetou-se em ambos o aroma de trufa líquido, na concentração de 1 mL/kg. Finalizado o processo de incorporação do aroma, os queijos regressaram à câmara de cura, por um período de 7 dias, para finalizar a etapa de cura.

### 3.3.2 Ensaios com outros ingredientes

Numa fase inicial dos ensaios com adição de ingredientes no queijo, listaram-se alimentos e possíveis combinações de alimentos a adicionar ao queijo produzido na queijaria. Posteriormente, esta lista foi analisada sendo selecionadas as combinações que passariam à fase de testes.

Na Tabela 9, encontra-se representada a lista de alimentos sujeitos a ensaios, a sua respetiva denominação e a quantidade dos diversos ingredientes incorporados, em cada ensaio, por queijo pequeno de 400 g.

Dando início aos ensaios, começou-se por se preparar a quantidade dos ingredientes a incorporar na coalhada. Estes foram pesados e cortados em pequenas dimensões, de modo a facilitar a sua uniformização na coalhada.

**Tabela 9.** Denominação de cada combinação estudada e respetiva massa (m) de cada ingrediente presente, por queijo de 400 g produzido

	<b>Denominação</b>	<b>m /g</b>
<b>Anchovas</b>	An	12
<b>Cogumelo desidratado</b>	Cg	5
<b>Gengibre e Canela</b>	GC	2 + 1
<b>Rúcula</b>	R	15
<b>Rúcula e Cebola frita</b>	RCe	15 + 10
<b>Alperce desidratado</b>	Al	45
<b>Figo seco</b>	F	60
<b>Figo e Amêndoa</b>	FA	40 + 24
<b>Tâmara</b>	T	30
<b>Tâmara e Amêndoa</b>	TA	30 + 24
<b>Mel e Canela</b>	MC	15 + 1
<b>Mel e Amêndoa</b>	MA	20 + 24

Após a etapa de pré-prensagem separaram-se blocos de queijo fresco e adicionaram-se os ingredientes à massa, na quantidade anteriormente indicada, envolvendo-os para obter a sua uniformização. A massa foi de seguida colocada em formas e levada à prensa. Após esta etapa os queijos seguiram o processo de fabrico habitual da queijaria da Aveleda, passando pela etapa da salmoura e fungicida, seguindo para a câmara de cura durante 20 dias.

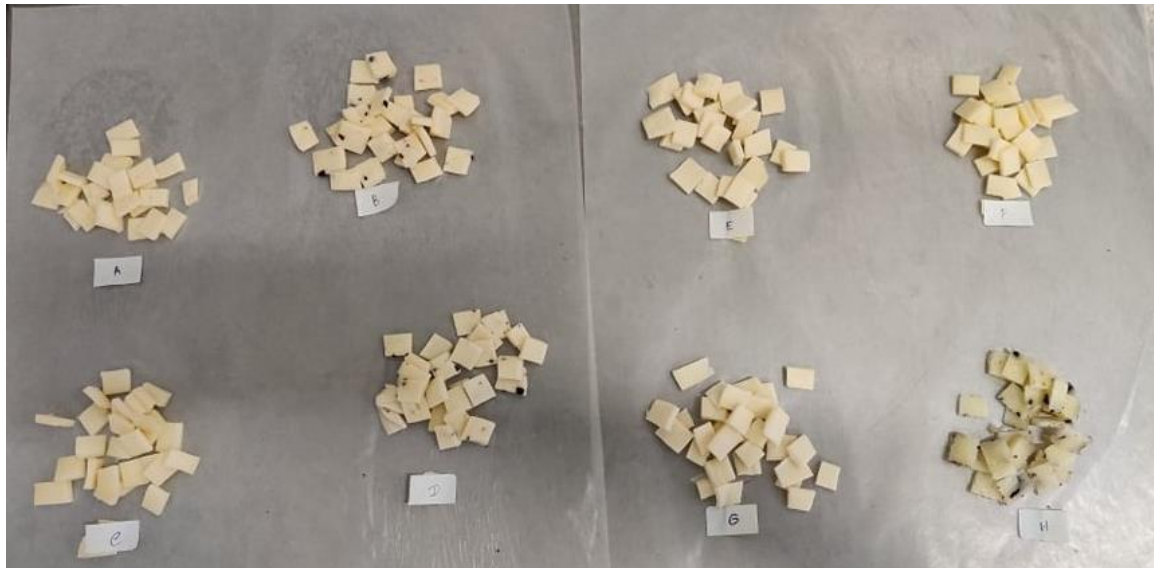
### 3.3.3 Análise sensorial

No sentido de avaliar os queijos obtidos pelas diferentes técnicas de incorporação de aromas, foram realizadas provas organoléticas. O método descritivo foi o selecionado pela sua simplicidade e pela grande perceção que permite obter em relação aos atributos sensoriais presentes nas diversas amostras.

A prova organolética foi realizada ao fim da manhã, numa sala ampla e bem iluminada, por um painel heterogéneo de 8 provadores com uma gama de idades compreendida entre os 23 e os 58 anos, de entre os quais 2 do sexo masculino e 6 do sexo feminino, sendo que apenas dois apresentam experiência na realização de provas de degustação. A cada provador foram apresentadas oito amostras de queijos distintos, sete deles produzidos na queijaria e um comprado. Os quais foram ordenados por intensidade de sabor, do menos intenso para o mais intenso para não massacrar o paladar do provador e obter resultados mais fidedignos. Todas

as amostras foram identificadas com um código de identificação composto por letras alfabéticas.

A Figura 7, demonstra a apresentação das amostras de queijo de trufa antes da realização da prova organolética.



*Figura 7: Amostras de queijos de trufa sujeitas à prova sensorial descritiva.*

Os provadores do painel atribuíram valores de intensidade a cada atributo (sabor, aroma e impressão global) usando uma escala de 0 a 5. Para cada atributo, olfativo e gustativo, calculou-se a média das avaliações.

O modelo da ficha entregue a cada provador para avaliar o cheiro e o sabor, incluindo a escala de intensidade, encontra-se apresentado no Anexo C.

### **3.4 Análise Estatística**

Visando o tratamento estatístico dos resultados obtidos neste trabalho, recorreu-se ao software estatístico SPSS versão 28.0 (IBM SPSS statistics) para a realização da Análise de Variância (Anova) e do Teste de Tukey, com um nível de confiança de 95 %, para comparação de médias.

## CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estudo da linha de acabamento de queijo

O setor queijeiro apresenta-se como um mercado muito competitivo, onde as empresas precisam de apostar na inovação e na melhoria do processo de fabrico de forma a sobressair no mercado e captar a atenção do consumidor.

Nesse sentido, a Queijaria Aveleda, Lda. apostou na otimização da sua linha de acabamento de queijo. Para tal, no decorrer deste trabalho, foi estudada a produtividade per capita de diferentes tarefas executadas na queijaria, em prol de serem determinados os métodos operativos mais eficientes.

#### 4.1.1 Colocação de pano e ensacamento do queijo

O estudo da tarefa de colocação de pano no queijo e de inserção do queijo no respetivo saco foi realizado para o queijo grande e o queijo pequeno de 600 g, tendo como variáveis o número de trabalhadores e o método de execução da tarefa.

Na Tabela 10, encontram-se representados os valores médios da produtividade recolhidos para a tarefa em estudo e os respetivos desvios padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método operativo utilizado pelos mesmos para a realização da tarefa. Os métodos operativos em estudo utilizados para a colocação de pano e ensacamento do queijo encontram-se explanados na Tabela B.1. do Anexo B.

**Tabela 10:** Valores médios de produtividade per capita da tarefa de colocação de pano e ensacamento do queijo ( $P_{pc}$ ), tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado, com o respetivo desvio padrão

N.º Trabalhadores	Método Operativo	$P_{pc} / \text{min}^{-1}$	
		Queijo Grande	Queijo Pequeno
1	1	$2,4 \pm 0,32^a$	$3,4 \pm 0,22^a$
	2	$2,3 \pm 0,42^a$	$2,9 \pm 0,41^{a,b}$
2	3	$2,8 \pm 0,62^a$	$3,4 \pm 0,44^a$
	4	$3,0 \pm 0,40^a$	$3,6 \pm 0,19^a$
3	5	$2,6 \pm 0,20^a$	$3,2^a$
	6	-	$2,0 \pm 0,06^b$

<sup>a, b</sup> – Na mesma coluna, valores médios seguidos pela mesma letra são estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).

A leitura da Tabela 10, indica que os valores das médias produtivas dos diferentes processos executados para o queijo grande não apresentam diferenças estatísticas significativas.

Contudo, os dados parecem indicar uma maior eficiência do processo quando este é realizado segundo o método operativo denominado pelo número 4. Com uma produtividade, *per capita*, de  $3,0 \text{ min}^{-1}$ , este método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa remove os queijos das grades, a segunda coloca os queijos na máquina de panos e a terceira pessoa ensaca os queijos e dispõem-nos em grades. Em todo o caso, são necessários mais dados para que se possa comprovar que o método 4 é o mais produtivo.

Relativamente ao queijo pequeno, a observação da Tabela 10 mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios produtivos dos diferentes procedimentos analisados. Verifica-se que, de entre os procedimentos analisados, o número 6 é o menos eficiente. Este método apresenta uma produtividade, *per capita*, de  $2,0 \text{ min}^{-1}$  e é desempenhado por 3 pessoas: uma pessoa remove os queijos das grades e coloca-os na máquina de panos, outra ensaca os queijos e a terceira pessoa ajuda a ensacar e dispõe-nos nas grades. Os restantes procedimentos analisados, apresentam valores médios produtivos estatisticamente semelhantes.

#### 4.1.2 Corte e ensacamento do queijo

O estudo da tarefa de corte e inserção do queijo no respetivo saco foi realizado para o queijo em metades e em quartos, tendo como variáveis o número de trabalhadores e o método de execução da tarefa.

Na Tabela 11 encontram-se representados os valores médios de produtividade da tarefa em estudo para 1, 2, 3 e 4 trabalhadores, bem como os respetivos desvios padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método operativo utilizado pelos mesmos para a realização da tarefa. A descrição dos métodos operativos em estudo, utilizados para corte e ensacamento do queijo, encontra-se explanada na Tabela B.2 do Anexo B.

Os valores obtidos de produtividade média para os diferentes métodos produtivos analisados para as metades de queijo, dados apresentados na Tabela 11, não apresentam diferenças estatísticas significativas entre si.

Contudo, os dados parecem indicar uma maior eficiência do processo quando este é executado segundo o método operativo denominado pelo número 3, que apresenta valor de produtividade, per capita, de  $1,9 \text{ min}^{-1}$  e um desvio padrão baixo. Este método operativo é executado por dois trabalhadores sendo que, no início, ambos removem os queijos das grades para a superfície de trabalho e, posteriormente, uma parte o queijo enquanto o outro vai ensacando e dispendo novamente em grades.

**Tabela 11:** Valores médios de produtividade per capita da tarefa de corte e ensacamento de queijo ( $P_{pc}$ ) e o respetivo desvio padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado

N.º Trabalhadores	Método Operativo	$P_{pc} / \text{min}^{-1}$	
		Queijo Metades	Queijo Quartos
1	1	0,92	$1,6 \pm 0,15^a$
	2	$1,7 \pm 0,15^a$	$1,1 \pm 0,29^{a,b}$
2	3	$1,9 \pm 0,34^a$	$0,91 \pm 0,15^b$
	4	-	$0,91 \pm 0,36^b$
3	5	$1,6 \pm 0,68^a$	$0,89^b$
	6	-	$0,83 \pm 0,24^b$
4	7	-	$0,95 \pm 0,06^b$
	8	$1,1 \pm 0,09^a$	-

<sup>a, b</sup> – Na mesma coluna valores médios seguidos pela mesma letra são estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).

Relativamente aos quartos de queijo, a observação da Tabela 11 mostra que existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios produtivos dos diferentes procedimentos analisados. Verifica-se ainda que o método operativo 1 aparenta ser mais eficiente. Com uma produtividade, per capita, de  $1,6 \text{ min}^{-1}$  e um desvio padrão de  $0,15 \text{ min}^{-1}$ , este método operativo é realizado por apenas um trabalhador, que primeiro parte o queijo em quartos e, no final, ensaca tudo. Tendo em consideração que o valor de desvio padrão associado a este método operativo é baixo, pode-se afirmar que o valor médio apresentado é um bom indicativo da produtividade.

#### 4.1.3 Execução do vácuo

O estudo da etapa de execução do vácuo ao queijo foi realizado para o queijo em quartos, tendo como única variável o número de trabalhadores envolvidos no processo. Nesta etapa

não foi analisado o método operativo, uma vez que a máquina de vácuo tem um método de utilização próprio e já definido, que apenas varia consoante o número de trabalhadores.

O processo de execução do vácuo contempla duas etapas. Numa primeira fase o queijo é removido das grades e distribuído pela máquina de vácuo. Na fase seguinte, o queijo é passado da máquina de vácuo para a máquina de retração e, posteriormente, colocado em grades. Quando o processo é realizado por apenas um trabalhador, este realiza primeiro o vácuo ao queijo, passa-o pela máquina de retração e depois distribui-o por grades. Quando o processo é executado por dois trabalhadores, um remove os queijos das grades e dispõe-os na máquina de vácuo e o outro remove da máquina de vácuo, passa pela máquina de retração, e dispõe-os em grades. Quando o processo é executado por três operadores, um deles remove os queijos das grades e dispõe-os na máquina do vácuo, o segundo também dispõe os queijos na máquina do vácuo e posteriormente passa-os para a máquina de retração. Por sua vez, a terceira pessoa remove os queijos da máquina de retração e distribui-os pelas grades, de modo a serem encaminhados para a fase seguinte da linha de acabamento de queijo.

A Tabela 12 apresenta os dados recolhidos relativamente à etapa de execução do vácuo em quartos de queijo e respetivos desvios padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos.

**Tabela 12:** Valores médios de produtividade per capita ( $P_{pc}$ ) da etapa de execução do vácuo em quartos de queijo e o respetivo desvio padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos

N.º Trabalhadores	$P_{pc} / \text{min}^{-1}$
	Queijo Quartos
1	2,0
2	1,3 ± 0,28 <sup>a</sup>
3	1,1 ± 0,36 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> – Valores médios seguidos pela mesma letra são estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).

A leitura da Tabela 12, indica que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores das médias produtivas referentes aos métodos operativos executados por dois e três trabalhadores.

Numa primeira observação da Tabela 12, parece haver uma maior produtividade quando a execução do vácuo aos quartos de queijo é realizada por apenas 1 trabalhador. Contudo,



devido à ausência de réplicas de dados referentes a este método, não é possível elaborar uma afirmação absoluta. Para além de que, o funcionamento da máquina de vácuo contesta a observação anterior, uma vez que esta contém dois lados de selagem e, por isso, a operação por apenas um trabalhador gera dispêndio de energia. Adicionalmente, a elevada carga de trabalho gerada pela operação da máquina de vácuo não permite consolidar a sua operação com a da máquina de retração. Assim sendo, o valor de produtividade obtido pode ser justificado pelo facto de se tratar de um processo semiautomático que é realizado por diferentes trabalhadores. Sendo que a eficiência do processo sofre alterações consoante o trabalhador que executa a tarefa, bem como consoante a situação da empresa, em fases de grande procura de queijo pelos seus consumidores, há necessidade de aumentar a produção e, conseqüentemente, há mais exigência sobre os trabalhadores.

#### 4.1.4 Limpeza do queijo para expedição

O estudo da etapa de limpeza do queijo para expedição consiste no processo manual da sua limpeza depois de realizado o vácuo, seguido da sua rotulagem e posterior acondicionamento em caixas de cartão. Esta etapa foi executada para o queijo em quartos, tendo como variáveis em estudo o número de trabalhadores envolvidos e o método de realização da mesma.

Na Tabela 13 encontram-se representados os valores médios de produtividade *per capita* ( $P_{pc}$ ) e respetivos desvios padrão para as variáveis em estudo. A descrição dos métodos operativos em estudo utilizados na realização da etapa de limpeza do queijo encontra-se explanada na Tabela B.3 do Anexo B.

**Tabela 13:** Valores médios da produtividade per capita ( $P_{pc}$ ) do processo de limpeza de queijo em quartos e respetivos desvios padrão, tendo em conta o número de trabalhadores envolvidos e o método de execução utilizado

N.º Trabalhadores	Método Operativo	$P_{pc} / \text{min}^{-1}$
		Queijo Quartos
1	1	0,83 ± 0,14 <sup>a</sup>
2	2	0,79 ± 0,18 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> – Valores médios seguidos pela mesma letra são estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).

Os valores obtidos de produtividade média para os diferentes métodos operativos analisados, dados apresentados na Tabela 13, não apresentam diferenças estatísticas significativas entre si.

Porém, pode-se indicar que o método operativo denominado por número 1 aparenta ter maior produtividade. Este método é executado por apenas um trabalhador que vai limpando e rotulando os quartos de queijo grade a grade, e apresenta uma produtividade, per capita, de  $0,83 \text{ min}^{-1}$ , além de um desvio padrão de  $0,14 \text{ min}^{-1}$ , que implica que dentro dos valores obtidos não houve uma grande discrepância.

## 4.2 Estudo da máquina de panos

A Tabela 14 exprime os valores da análise de investimento na máquina de colocação de pano no queijo. Aí encontram-se representados os tempos de execução da tarefa, e os custos a nível de mão de obra e de material, para a realização da tarefa de forma manual, em que o trabalhador enrola o pano à volta do queijo, dá um nó e coloca as abas para dentro, e de modo semiautomático, em que o trabalhador apenas tem de colocar e retirar o queijo da máquina de panos. Adicionalmente, é apresentado o valor da poupança total, a nível de mão de obra, considerando que a tarefa é realizada por dois trabalhadores, e a nível de material, com o novo investimento e o respetivo período de retorno do capital (*payback*).

**Tabela 14:** Dados relativos ao estudo do investimento na máquina de colocação de panos nos queijos grande e pequeno de 600 g (valores representados por mês)

		<b>Tempo execução</b>	<b>Custo Mão de obra</b>	<b>Custo Material</b>	<b>Poupança total</b>	<b>Payback</b>
Queijo Grande	c/ máquina	7,5 h	41,77 €	47,53 €	127,36 €	259 meses
	s/ máquina	13,2 h	74,34 €	61,22 €		
	<b>Poupança</b>		32,57 €	13,68 €		
Queijo Pequeno 600 g	c/ máquina	11,6 h	65,27 €	59,41 €	127,36 €	259 meses
	s/ máquina	16,2 h	91,02 €	114,76 €		
	<b>Poupança</b>		25,75 €	55,35 €		

Como se pode verificar, pela observação da Tabela 14, o investimento na modernização da etapa de colocação de pano no queijo gerou uma redução no período de execução da etapa em questão. Consequentemente, gerou-se uma redução dos custos mensais em mão de obra de 32,57 € para o queijo grande e de 25,75 € para o queijo pequeno, que corresponde a uma redução de 43,8 % e 28,3 %, respetivamente.

Adicionalmente, esta nova implementação minimizou os custos mensais associados ao material necessário, atingindo-se uma diminuição mensal de 13,68 € para o queijo grande e

de 55,35 € para o queijo pequeno, ou seja, uma diminuição percentual de 22,4 % e 48,2 %, respetivamente.

De modo global, o investimento na máquina de panos gera uma poupança mensal de 127,36 €. Uma vez que a máquina de panos implicou um custo de investimento de 33 000 €, isto traduz-se num retorno do investimento em 21 anos e 6 meses. Além disso, é notória uma maior eficiência da linha de acabamento com o aumento da produtividade na tarefa de colocação de panos, uma das principais.

### **4.3 Desenvolvimento de novos produtos à base de queijo**

No sentido de se obter um produto distinto dos demais já produzidos pela queijaria, que aliasse o conceito de inovação, mas que ao mesmo tempo fosse acessível ao consumidor em geral, a queijaria apostou no desenvolvimento de novos produtos à base de queijo.

Seguidamente, encontram-se explanados os resultados obtidos nas provas organoléticas realizadas aos queijos produzidos neste estudo.

#### **4.3.1 Ensaios com trufa e aromas de trufa – primeiras provas de degustação**

Não sendo a incorporação de aromas um processo muito usual na indústria queijeira, foi necessária a realização de vários ensaios para testar diversas possibilidades de incorporação do aroma no queijo.

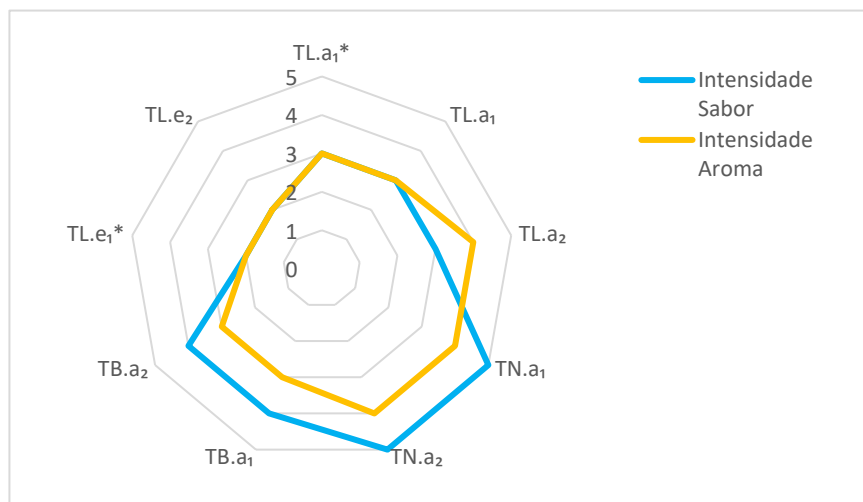
Em prol de se selecionar um aroma que conferisse um paladar agradável e que a sua incorporação exigisse o menor número possível de alterações ao processo de fabrico praticado na queijaria, foram estudados quatro aromas de trufa distintos (apresentados na Tabela A.1 do Anexo A).

No sentido de avaliar os produtos desenvolvidos, foram realizadas duas fases de degustação. Numa primeira fase, com um número reduzido de provadores, realizaram-se quatro provas sensoriais, uma para cada método de incorporação estudado, onde se avaliou o desempenho dos aromas incorporados nos queijos produzidos tendo-se em conta o aroma aplicado, a quantidade introduzida e o método de incorporação utilizado. Numa segunda fase, com um número superior de provadores, realizou-se uma análise sensorial descritiva apenas aos queijos que obtiveram melhores resultados na primeira fase, selecionando-se assim o queijo que poderá vir a ser comercializado e respetivos métodos de incorporação.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos na primeira fase de provas. Nesta primeira fase de provas, todos os queijos foram avaliados com o mesmo período de cura, 18 dias.

#### 4.3.1.1 Métodos A e E – Injeção do aroma no queijo fresco e ao 11.º dia de cura

Na Figura 8, encontram-se descritos os resultados da prova de degustação de queijos injetados com aromas de trufa, antes da etapa de cura, e de queijos injetados com aroma de trufa ao 11.º dia de cura.



**Figura 8:** Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação por injeção de aroma no queijo fresco e no queijo com 11 dias de cura (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).

Independentemente do aroma analisado, para este método de incorporação não foram detetadas diferenças significativas entre os queijos injetados com maior e menor concentração, pelo que se conclui que não compensa aumentar a quantidade de aroma incorporado no queijo, uma vez que isso irá apenas aumentar os custos de produção.

Contudo, nos queijos com maior quantidade de aroma injetado, verificou-se maior intensidade de sabor na zona da injeção do aroma (“hot spots”). No caso do aroma de trufa negra, um aroma que aparentou ser mais intenso, a presença de “hot spots” foi detetada tanto no queijo com maior como no queijo com menor concentração, eliminando logo as amostras TN.a<sub>1</sub> e TN.a<sub>2</sub>.

Com o intuito de se avaliar o impacto da presença de trufa fresca no desenvolvimento do aroma de trufa no queijo, analisou-se comparativamente os queijos TL.a<sub>1</sub> e TL.a<sub>1</sub>\*. Ambos os queijos apresentam a mesma concentração de aroma, contudo, o queijo TL.a<sub>1</sub>\* contém trufa

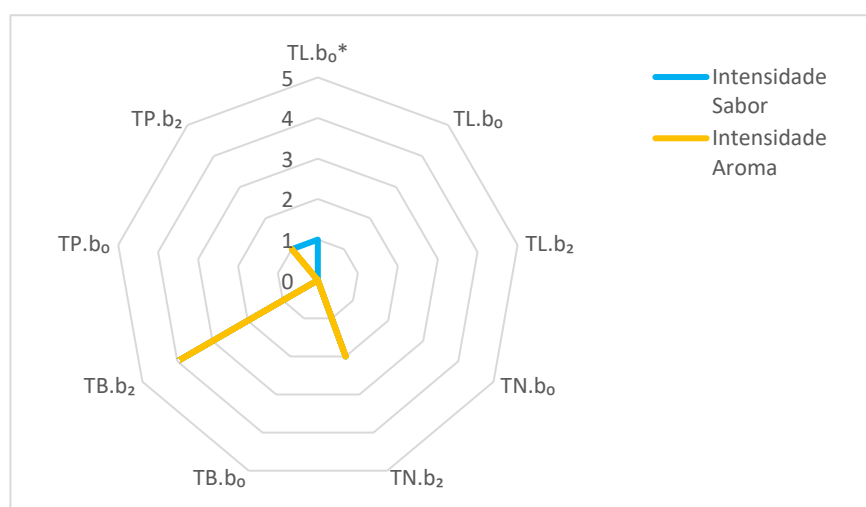
fresca incorporada e o queijo TL.a<sub>1</sub> apenas contém aroma. Na prova realizada, detetou-se um toque de acidez no queijo TL.a<sub>1</sub>, que não foi identificada no queijo TL.a<sub>1</sub>\*. Isto demonstrou que, apesar de ambos os queijos apresentarem a mesma intensidade de sabor, o queijo TL.a<sub>1</sub>\* apresentou um sabor mais completo e harmonioso, indo de encontro ao desejado, tanto a nível de sabor como de aspeto.

Avaliando-se o método de incorporação de aroma por injeção, tendo como variável o momento de aplicação, ao 4.º e ao 11.º dia de cura, verificou-se que houve uma maior dificuldade por parte do queijo com onze dias de cura em absorver o aroma injetado (método E). Tal facto foi corroborado pelos resultados da prova organolética, uma vez que os queijos obtidos pelo método E apresentaram menor intensidade de sabor que os obtidos pelo método A. Verifica-se assim que o método A, para além de ser mais prático, é também mais eficiente que o método E.

De entre os queijos injetados com aroma de trufa, destacaram-se os queijos TL.a<sub>1</sub>\* e TL.e<sub>1</sub>\*. Constatou-se assim que, na primeira prova sensorial, relativamente ao método de incorporação de aroma de trufa no queijo por injeção, o aroma de trufa líquido foi o que obteve melhores resultados.

#### 4.3.1.2 Método B – Submersão de queijo fresco no aroma diluído

Na Figura 9, encontram-se representados os resultados obtidos da avaliação dos queijos de trufa obtidos por submersão do queijo fresco em aroma diluído.



**Figura 9:** Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação de aroma através da submersão do queijo fresco em aroma diluído (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).

Para o período de submersão de 0 h, isto é, instantaneamente, o método de incorporação em estudo não apresentou o resultado desejado, sendo que nenhum dos queijos apresentou sabor a trufa independentemente da variedade de aroma utilizado.

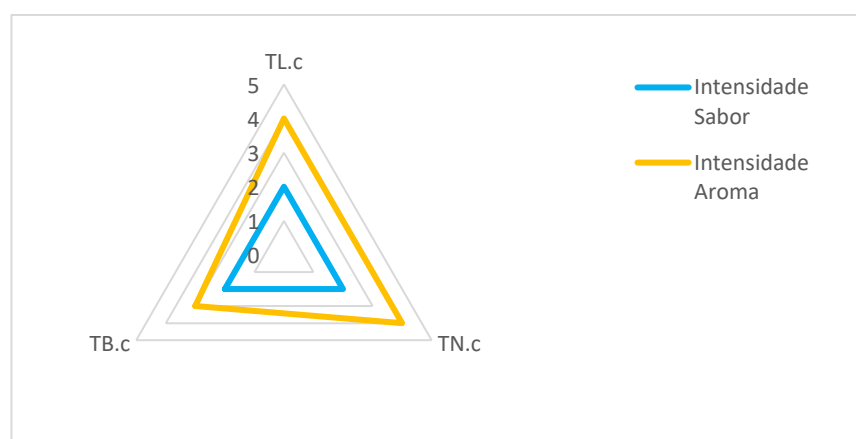
Analisando comparativamente os queijos TL.b<sub>0</sub>\* e TL.b<sub>0</sub>, ambos sujeitos ao mesmo método de incorporação de aroma, e diferenciados apenas pela presença de trufa fresca no queijo TL.b<sub>0</sub>\*, observou-se que o queijo com trufa apresentou um sabor ligeiramente distinto do queijo sem trufa. Contudo, a baixa intensidade de sabor não permitia a sua identificação.

Para um período de submersão de 2 h, apenas se detetou o sabor a trufa em alguns queijos, nomeadamente, o TN.b<sub>2</sub> e o TB.b<sub>2</sub>, tratados respetivamente com o aroma de trufa negra e o aroma de trufa branca. De entre os queijos obtidos por este método de incorporação distingue-se pela positiva o TB.b<sub>2</sub> é um queijo de paladar agradável e harmonioso, com uma intensidade de sabor forte.

Para os restantes queijos não se obtiveram os resultados esperados, sendo que no queijo TL.b<sub>2</sub>, tratado com aroma de trufa líquido, não se detetou qualquer alteração a nível de sabor. Já no queijo TP.b<sub>2</sub>, tratado com aroma de trufa em pó, foi detetada uma alteração no sabor, mas não foi possível identificar o sabor a trufa.

#### 4.3.1.3 Método C – Pincelagem do aroma sobre a superfície do queijo fresco

Na Figura 10, observam-se os resultados coletados na prova de degustação dos queijos pincelados na superfície com aroma de trufa.



**Figura 10:** Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação por pincelagem do aroma sobre a superfícies do queijo fresco (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).

Este método de incorporação resultou na produção de queijos com um odor mais intenso e um sabor mais suave.

Contrariamente ao esperado, não se verificou maior intensidade de sabor na casca do queijo em relação ao seu interior, pelo que se concluiu que houve completa difusão do aroma pelo queijo.

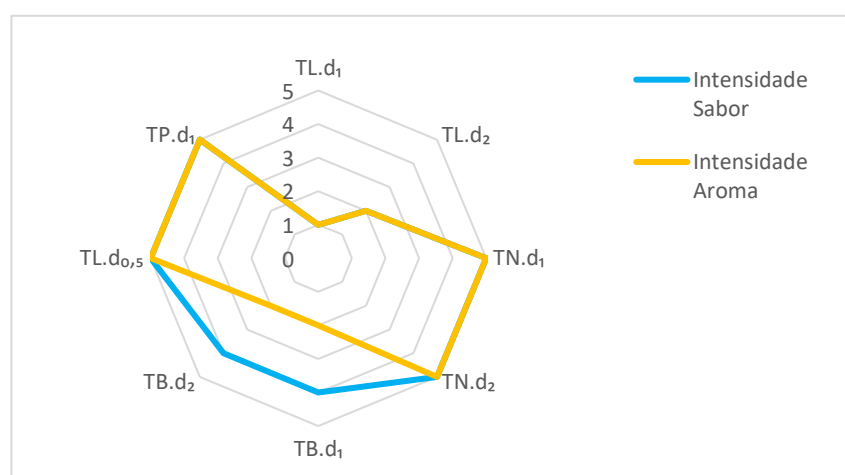
Neste ensaio, todos os aromas testados apresentaram uma intensidade de sabor semelhante, distinguindo-se através da intensidade do cheiro e no modo como o aroma harmoniza com o sabor do tipo de queijo produzido na queijaria.

De entre os queijos avaliados, evidenciaram-se positivamente o TL.c e o TB.c, queijos com um sabor a trufa suave e harmonioso. Quanto ao queijo TN.c, fabricado pela incorporação de aroma de trufa negra, observou-se que, apesar do sabor a trufa apresentar uma boa intensidade, este aroma não combina com o sabor do queijo, produzindo queijos desagradáveis.

#### 4.3.1.4 Método D – Incorporação de aroma na coalhada

Denominado nos ensaios como método D, foi realizado em duas concentrações diferentes, para cada aroma. Os aromas líquidos foram testados para as concentrações de 1 mL/kg ( $d_1$ ) e 2 mL/kg ( $d_2$ ), e o aroma em pó foi testado para 0,5 g/kg ( $d_{0,5}$ ) e 1 g/kg ( $d_1$ ).

Na Figura 11 encontram-se representados os resultados obtidos na prova de degustação dos queijos fabricados através do método de incorporação de aromas na coalhada.



**Figura 11:** Resultados obtidos na primeira fase de degustações para o método de incorporação de aroma na coalhada (0 – Sem sabor; 1 – Fraco, inidentificável; 2 – Suave, mas identificável; 3 – Bom; 4 – Forte; 5 – Muito Forte).

Começando por se avaliar o impacto da variação da concentração de aroma incorporado no queijo, para o método de incorporação em análise, verificou-se, pelas provas organoléticas, que apenas foram detetadas diferenças notórias no caso do aroma de trufa líquido. Para os restantes aromas, o painel de provadores não detetou diferença na intensidade do sabor a trufa entre os queijos com maior e menor concentração.

De entre os aromas testados, o aroma de trufa negra e o aroma em pó foram os que obtiveram piores resultados. Estes originaram queijos com uma intensidade de sabor muito elevada, que impossibilitou o seu consumo. Observou-se também que os aromas de trufa negra e de trufa em pó não casam bem com o sabor do queijo, obtendo-se produtos de paladar desagradável.

Os queijos com aroma de trufa líquida foram os que apresentaram menor intensidade de sabor. O queijo TL.d<sub>1</sub>, com menor concentração de aroma, apresentou uma intensidade de sabor muito baixa que não permitiu a sua identificação. Distinguiu-se positivamente o queijo TL.d<sub>2</sub>, com um sabor suave a trufa e de propriedades organoléticas apelativas.

Os queijos produzidos com aroma de trufa branca apresentaram uma boa intensidade de sabor. Contudo, durante a prova detetou-se, a acompanhar o sabor a trufa, a presença inicial de sabores secundários diferentes do pretendido.

De entre os queijos avaliados, passaram à prova final os queijos TL.d<sub>2</sub>, e TB.d<sub>1</sub>, onde se avaliou neste último o desenvolvimento dos sabores secundários com o aumento dos dias de cura.

#### 4.3.1.5 Incorporação de trufa fresca em queijo com aroma

A realização de ensaios com queijos com adição de diferentes quantidades de trufa fresca e incorporação de aroma por diferentes métodos permitiu avaliar a quantidade de trufa fresca a adicionar para se obter um queijo de aspeto apelativo, e, simultaneamente, avaliar o seu impacto no desenvolvimento do aroma.

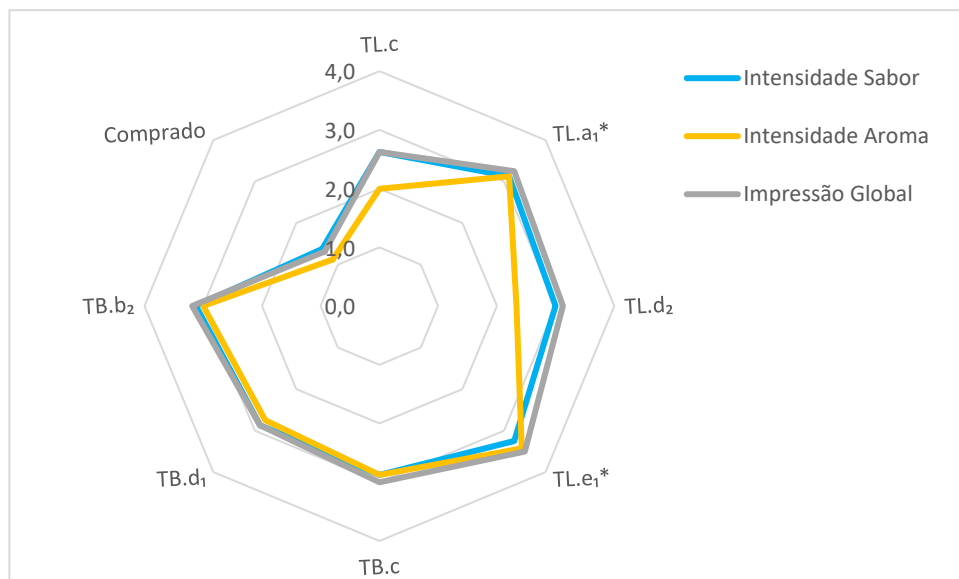
Nestes ensaios, com adição de trufa fresca nas quantidades de 9 g, 10 g e 13 g por queijo de 400 g, foi possível observar que a variação na quantidade de trufa fresca incorporada não originou diferenças significativas ao nível do sabor ou do cheiro. Sendo os queijos visualmente idênticos, conclui-se que o aumento na quantidade de trufa fresca adicionada apenas acarreta custos injustificados ao fabrico.



#### 4.3.2 Ensaio com trufa e aromas de trufa – Prova sensorial final

Para a prova sensorial final dos queijos de trufa recorreu-se a uma prova descritiva (ficha apresentada no Anexo C). Esta foi realizada por um grupo de provadores diversificado, constituído por profissionais da indústria do queijo e por simples consumidores.

Esta prova juntou oito queijos aprovados em provas anteriores e um queijo comprado. Os produtos foram ordenados por intensidade de sabor, do menos intenso para o mais intenso, para não massacrar o paladar do provador e obter resultados mais fidedignos, e designados por letras alfabéticas. Os resultados da análise sensorial aos queijos de trufa encontram-se apresentados na Figura 12.



**Figura 12:** Resultados médios, e respetivos desvios padrão, obtidos pelo painel de provadores na prova sensorial final dos queijos de trufa (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente).

Devido aos resultados já discutidos no subcapítulo de 4.3.1, apenas passaram à prova sensorial final queijos com aroma de trufa líquido e com aroma de trufa branca, sendo estes aromas os que melhor combinaram com o sabor do queijo característico da Queijaria da Aveleda.

Em nenhum dos queijos foi detetada, pelo painel de provadores, a presença de sabores secundários menos agradáveis.

Observou-se que o método de incorporação D, em que o aroma é adicionado por mistura na coalhada, produziu queijos com uma textura mais “borrachosa” comparativamente aos restantes.

De entre os queijos sujeitos a provas, as amostras TB.b<sub>2</sub> e TL.e<sub>1</sub>\* foram as mais apreciadas pelo painel de provadores, tanto a nível do aroma como do sabor. O queijo TB.b<sub>2</sub> foi produzido através da incorporação do aroma de trufa branca por submersão do queijo em aroma diluído, por um período de 2 h. Por sua vez, o queijo TL.e<sub>1</sub>\*, foi fabricado com a incorporação do aroma de trufa líquido por injeção do aroma no queijo com 11 dias de cura.

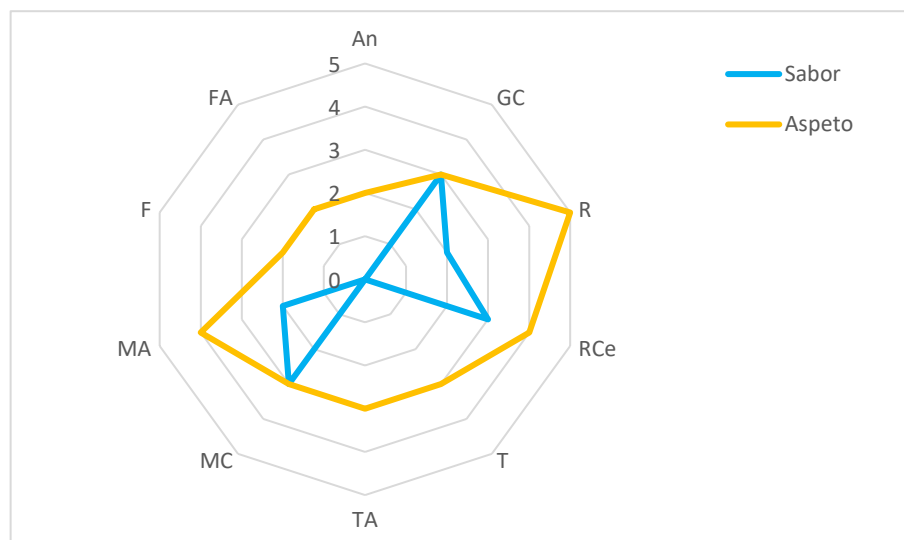
Tendo em conta o processo de fabrico utilizado na queijaria, verifica-se que a produção de queijos de trufa com recurso ao método de incorporação b<sub>2</sub> é a mais viável. Além disso, este método de incorporação poderá ser facilmente introduzido no processo de fabrico aplicado na queijaria.

#### 4.3.3 Ensaios com outros ingredientes

Dando continuidade ao processo de inovação já iniciado pela queijaria, foi testada a adição de novos ingredientes ao queijo produzido. As combinações de sabores em estudo estão descritas na Tabela 5, apresentada no subcapítulo 3.3.2.

No sentido de se avaliarem os produtos desenvolvidos, foi realizada uma prova de degustação das novas combinações de ingredientes testadas em queijo. Aquando da prova de organolética, os queijos apresentavam entre 21 e 22 dias de cura.

Na Figura 13 encontram-se representados os resultados da prova sensorial realizada às novas combinações de sabores no queijo.



**Figura 13:** Resultados obtidos na prova de degustação (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente).

De entre os queijos produzidos, os queijos Cg (Cogumelo desidratado) e Al (Alperce) não foram sujeitos a provas devido ao desenvolvimento de fungos indesejados na superfície dos mesmos.

Em queijos como F (Figo), FA (Figo e Amêndoa), T (Tâmara) e TA (Tâmara e Amêndoa) foi detetado um elevado nível de acidez. Sabe-se que a incorporação de ingredientes no queijo atua como uma barreira ao seu processo de maturação, e que este é responsável pela redução da acidez e pelo desenvolvimento de sabor. Estima-se que a acidez detetada nos queijos T, FA, T e TA seja resultado da adição de uma quantidade de ingredientes muito elevada, do corte de tamanho incorreto dos ingredientes a incorporar, ou da aglomeração dos mesmos que, ao apresentarem uma maior dimensão, atuam como barreiras ao normal processo de maturação do queijo.

Relativamente, aos queijos R (Rúcula), RCe (Rúcula e Cebola frita) e MA (Mel e Amêndoa), não foram obtidos os resultados esperados, uma vez que nem todos os ingredientes incorporados se fizeram sentir, nomeadamente o mel e a rúcula.

Na prova de degustação realizada, sobressaíram os queijos GC (Gengibre e Canela) e MC (Mel e Canela) que, apesar de apresentarem um leve toque de acidez, revelaram boas propriedades organoléticas. Sabendo-se que a incorporação de ingredientes no queijo atrasa o seu processo de maturação, foi realizada, para estes dois queijos, uma segunda prova de degustação quatro dias após a primeira prova.

A Tabela 15, apresenta os resultados obtidos na segunda prova sensorial realizada aos queijos GC e MC.

**Tabela 15:** Resultados obtidos na prova de degustação (0 – Não de todo; 1 – Fraco; 2 – Satisfatório; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente)

	<b>Aspetto</b>	<b>Sabor</b>	<b>Observações</b>
GC	4	4	
MC	4	3	Sabor do mel suave, mas identificável

O resultado da segunda prova de degustação foi de acordo com o esperado, verificando-se o desaparecimento do toque ácido anteriormente detetado no queijo. Este facto sugere que, para a comercialização destes queijos, se deve optar por um período de cura prolongado, com 25 dias de cura.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

A realização de um investimento numa máquina de panos pretendeu aumentar a eficiência da etapa de colocação de panos no queijo grande e pequeno, de 600 g, reduzindo assim significativamente o período necessário para a preparação do queijo para expedição. A poupança mensal gerada (em mão de obra e em matéria-prima) por esta aquisição permite um retorno do investimento em 21 anos e 6 meses. Pode-se assim concluir que, embora o *payback* não seja atrativo, a aquisição da máquina permitiu aumentar a produtividade da linha de acabamento do queijo.

A análise à produtividade de diferentes tarefas da linha de acabamento de queijo permitiu concluir que para a etapa de colocação semiautomática de pano no queijo pequeno de 600 g, apresenta menor eficiência quando o processo é realizado por três trabalhadores.

Conclui-se ainda que, para a etapa de corte do queijo em quartos, o processo é mais produtivo quando realizado por apenas um trabalhador.

Quanto às etapas de colocação semiautomática de pano no queijo grande, e de execução do vácuo e de limpeza e rotulagem de queijo para expedição, estudadas para os quartos de queijo, a falta de dados, aliada ao facto de as diversas etapas analisadas serem realizadas manualmente, por diferentes trabalhadores, impossibilitam a formulação de conclusões absolutas.

A realização de provas sensoriais aos diversos queijos produzidos através de cinco métodos de incorporação aplicados aos quatro aromas de trufa em estudo permitiu, na primeira fase de provas, concluir que os aromas de trufa preta e aroma de trufa em pó não casam bem com o sabor do queijo produzido pela Queijaria da Aveleda, obtendo-se produtos desagradáveis. Na segunda fase de provas sensoriais destacaram-se dois queijos de entre os mais apelativos. Desses queijos um foi produzido por submersão do queijo fresco em aroma diluído de trufa branca por um período de 2 h e o outro foi obtido por injeção de aroma de trufa líquido numa concentração de 2 mL/kg, no queijo com 11 dias de cura. Tendo em conta o processo de fabrico utilizado na queijaria, o queijo obtido por submersão é o mais viável. Uma vez que este método de incorporação é mais facilmente introduzido no processo de fabrico aplicado na queijaria. Haverá todo o interesse em testar, futuramente, a incorporação do aroma durante a etapa da salmoura. Junção essa que, caso obtenha resultados positivos, permitirá simplificar

o processo de produção de queijo com trufa. Contudo, uma vez que a água da salmoura é reutilizada em vários fabricos, esta junção acarretaria a existência de uma salmoura específica para este tipo de queijos.

A adição de trufa fresca, a partir de determinada quantidade, apenas acarreta custos de produção sem que estes sejam compensados com melhorias nas propriedades organolépticas do queijo. Deste modo, determinou-se que a quantidade de trufa fresca adicionada por queijo de 400 g a ser comercializado será 9 g.

Por sua vez, os ensaios para o desenvolvimento de queijos com novas combinações de sabores culminaram no fabrico de diversos produtos de entre os quais se destacaram os queijos de gengibre e canela e de mel e canela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APN – Associação Portuguesa de Nutrição. (2018). *Queijos – dos frescos aos curados*. E-book n.º 48
- APROLEP – Associação dos Produtores de Leite de Portugal. (2016). Produtores de leite. *Revista da APROLEP*, N.º 14, 1 – 48. Em [https://aprolep.files.wordpress.com/2010/10/produtores-de-leite\\_12.pdf](https://aprolep.files.wordpress.com/2010/10/produtores-de-leite_12.pdf) (acesso a 21/06/2021).
- Aveleda (2020). *Empresa*. Em <https://www.aveleda.com/pt/empresa/apresentacao-empresa> (acesso a 17/06/2020)
- Bylund, G. (2003). *Dairy Processing Handbook*. Lund : Tetra Pak Processing Systems.
- Chandan, R. C., Kilara, A. (2013). *Manufacturing yogurt and fermented milks*. 2<sup>nd</sup> Edition. Blackell Publishing.
- EN ISO 8589:2007. (2010). *Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms*. European Committee For Standardization.
- Eurostat. (2020). *Production of cheese*. Em <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00040/default/table?lang=en> (acesso a 23/10/2020).
- Faria, A. D. A. (2016). *Otimização , melhoria e flexibilização da queijaria da Aveleda*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biológica, Universidade do Minho.
- FIB – Food Ingredients Brasil. (2015). *Aromas*. 33, 30–53.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O’Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry*. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science*. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer.
- Hutkins, R. W. (2019). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- INE – Instituto Nacional de Estatística. (2020). *Consumo humano de leite e produtos lácteos*. Em [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000214&c](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000214&c) (acesso a 23/10/2020).
- ISO 6658:2005. (2005). *Sensory analysis – Methodology – General guidance*. 2<sup>nd</sup> Edition. *International Standard*.
- ISO 6658:2017. (2017). *Sensory analysis – Methodology – General guidance*. 3<sup>rd</sup> Edition. *International Standard*.
- Kemp, S.E., Hort, J., Hollowood, T. (2018). *Sensory Evaluation*. Blackell Publishing.

- Lawless, H. T., Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food- Principles and Practices*. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cogan, T.M., Guinee, P.T. (2004). *Cheese – Chemistry, Physics and Microbiology*. 3<sup>rd</sup> Edition.
- Mendes, C.G., Silva, J.B.A., Abrantes, M.R. (2009). *Caracterização organoléptica, físico-química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão*. Acta Veterinaria Brasilica, 3, 5-12.
- Norma NP 1598/1983. *Queijo – definição, classificação, acondicionamento e marcação*.
- Oliveira, T. F. M. (2010). *Evolução ao longo do tempo de vida útil do teor microbiológico de queijos frescos mantidos sob refrigeração doméstica*. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.
- Perry, K. S. P. (2004). *Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos*. Quimica Nova, 27 (2), 293 – 300.
- Portaria n.º 473/87, de 4 de junho de 1987. *As características, acondicionamento, rotulagem, condições de conservação e períodos de duração de leites tratados termicamente e destinados ao consumo público direto no continente*. Diário da República, 2241 – 2244.
- Queijaria da Aveleda. (2020). Em <https://www.queijariadaaveleda.pt/> (acesso a 15/06/2020).
- Regulamento (CE) N.º 1334/2008. (2008). *Relativo aos aromas e a determinados ingredientes alimentares com propriedades aromatizantes utilizados nos e sobre os géneros alimentícios*. Jornal Oficial Da União Europeia, (354), 34 – 50.
- Rodrigues, A. R. F. (2014). *Otimização do processo de fabrico de um queijo de ovelha amanteigado*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrónoma, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Statista. (2021). *Major cheese producing countries in 2020*. Em <https://www.statista.com/statistics/527195/consumption-of-cheese-per-capita-worldwide-country/> (acesso a 14/03/2021).
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T.J. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Taylor & Francis Group, LLC.

## ANEXO A – AROMAS DE TRUFA ESTUDADOS

Tendo como fonte as fichas técnicas de cada aroma estudado, a Tabela A.1 apresenta descritas as suas características física e químicas, assim como o seu fornecedor.

*Tabela A.1: Informações sobre os aromas em estudo com indicação do fornecedor e respectivas características físicas e químicas*

<b>Aroma</b>	<b>Fornecedor</b>	<b>Características físicas e químicas</b>
Trufa em pó	A	Massa Volúmica: não indicado
		Teor máximo em queijos: não indicado Dose recomendada: não indicada Propriedades físicas: Pó fino branco
Trufa	A	Massa Volúmica (20 °C): 0,907 g/cm <sup>3</sup> a 0,927 g/cm <sup>3</sup>
		Teor máximo em queijos: não indicado Dose recomendada: 1,8 g/kg a 2,8 g/kg Propriedades físicas: líquido amarelado
Trufa Branca – triacetina	B	Massa Volúmica (20 °C): não indicado
		Teor máximo em queijos: 0,31 % Dose recomendada: 1,0 g/kg a 2,0 g/kg Propriedades físicas: líquido incolor – ligeiramente amarelado
Trufa Negra – triacetina	B	Massa Volúmica (20 °C): não indicado
		Teor máximo em queijos: 0,32 % Dose recomendada: 1,0 g/kg a 2,0 g/kg Propriedades físicas: líquido incolor – ligeiramente amarelado



## ANEXO B – DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS OPERATIVOS

A padronização do método de excussão de uma tarefa é um passo simples, mas importante no processo de otimização de uma linha de produção. Neste sentido foram identificados todos os métodos operativos utilizados pelos diferentes colaboradores da empresa na realização de diversas etapas, os quais se encontram explanados nas Tabelas B.1 a B.3.

**Tabela B.1:** Descrição dos métodos operativos em estudo utilizados para a colocação de pano e ensacamento do queijo

<b>Método Operativo</b>	<b>Descrição</b>
1	Método desempenhado por apenas 1 pessoa, que vai colocando os panos nos queijos, ensacando-os e colocando-os em grades consoante se acumulam na bancada.
2	Método desempenhado por apenas 1 pessoa, que coloca os panos em todos os queijos e no final ensaca-os e dispõe-nos em grades.
3	Método desempenhado por apenas 2 pessoas: uma pessoa remove os queijos das grades e coloca os panos e a segunda pessoa ensaca os queijos e dispõe-nos em grades.
4	Método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa remove os queijos das grades, a segunda coloca os panos passando-os pela máquina e a terceira pessoa ensaca os queijos e dispõe-nos em grades.
5	Método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa coloca os panos, outra ensaca e coloca nas grades e a terceira remove das grades e ajuda a ensacar queijos.
6	Método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa coloca os panos, outra ensaca e a terceira ensaca e dispõe-nos nas grades.

**Tabela B.2:** Descrição dos métodos operativos em estudo utilizados na realização da tarefa de corte e ensacamento do queijo


<b>Método Operativo</b>	<b>Descrição</b>
1	Método desempenhado por apenas 1 pessoa: esta parte o queijo todo e no fim ensaca tudo.
2	Método desempenhado por apenas 1 pessoa, sendo que esta vai partindo e ensacando consoante o acumular de queijos na bancada.
3	Método desempenhado por 2 pessoas: ambas removem, no início, os queijos das grades, uma pessoa parte o queijo e a outra ensaca e dispõe-nos novamente em grades.
4	Método desempenhado por 2 pessoas: uma pessoa parte e outra ensaca e coloca em grades. O queijo vai sendo colocando em cima da mesa consoante é partido.
5	Método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa parte o queijo, outra ensaca e a terceira ensaca queijo e coloca nas grades. O queijo é removido das grades antes de se começar a cortar.
6	Método é realizado por 3 pessoas: uma pessoa parte o queijo, outra ensaca e a terceira distribui pelas grades. O queijo é removido das grades antes de se começar a cortar.
7	Método é realizado por 4 pessoas: uma pessoa parte o queijo, a segunda coloca o queijo na mesa e ensaca, a terceira apenas ensaca e a quarta pessoa ensaca e coloca em grades.
8	Método é realizado por 4 pessoas: No início enche-se a mesa com queijo. Duas pessoas partem o queijo, outra ensaca e a quarta ensaca e coloca em grades.

**Tabela B.3:** Descrição dos métodos operativos utilizados na realização da etapa de limpeza do queijo

<b>Método Operativo</b>	<b>Descrição</b>
1	Método desempenhado por apenas 1 pessoa, que vai limpando e colando o rótulo nos queijos, por grades. Consoante limpa, vai colocando em caixas.
2	Método desempenhado por 2 pessoas: uma pessoa limpa e coloca rótulos e a segunda coloca os queijos em caixas, mas também limpa e cola rótulos quando é preciso.

## ANEXO C – MODELO DA FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

O modelo de ficha de prova organolética, apresentado na Figura C.1, solicita que o provador avalie o aroma e o sabor do queijo, de acordo com uma escala de intensidade de 0 a 5.



**FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL - TESTE DESCRITIVO**

**Identificação do Proveedor:**

Caro Proveedor, à sua frente são apresentadas 8 amostras codificadas. Começando pela análise visual da amostra A, avalie e pontue os atributos gosto-olfativos aroma e sabor, de 0-5 utilizando o espaço correspondente na tabela abaixo, dando também de 0-5 uma pontuação para a impressão global. Repita o processo para todas as outras amostras. Bom Proveito!

	AMOSTRA						
QUEIJO FATIADO	SABOR						
	AROMA						
IMPRESSÃO GLOBAL							
COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES							

Legenda: 0 = Não de todo    1 = Fraco    2 = Satisfatório    3 = Bom    4 = Muito Bom    5 = Excelente

Mod.361/

	AMOSTRA						
QUEIJO FATIADO	SABOR						
	AROMA						
IMPRESSÃO GLOBAL							
COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES							

Legenda: 0 = Não de todo    1 = Fraco    2 = Satisfatório    3 = Bom    4 = Muito Bom    5 = Excelente

**Figura C.1:** O modelo da ficha entregue a cada provador para avaliar o cheiro e o sabor, incluindo a escala de intensidade.