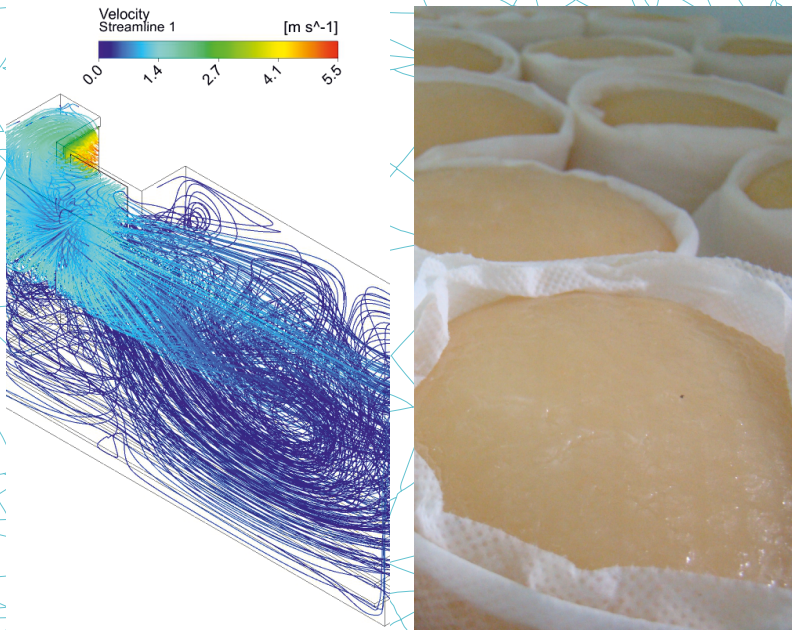


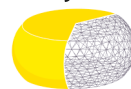
Aplicação da mecânica dos fluidos computacional e monitorização remota em queijarias tradicionais



Editado por:

João Dias, Maria F. Duarte, João Garcia, Fernando Lidon,
Nuno Alvarenga, Graça Carvalho

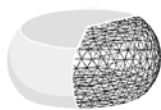
Projecto:



CFD4
CHEESE

Aplicação da mecânica dos fluídos computacional e monitorização remota em queijarias tradicionais

Realizado no âmbito do projecto “CFD4CHEESE – Aplicação da mecânica dos fluidos computacional na otimização das condições de cura de queijos tradicionais” (ALT20-03-0145-FEDER-023356, aviso SAICT-POL/23356/2016)



CFD4
CHEESE

TÍTULO

Aplicação da Mecânica dos Flúidos Computacional e Monitorização Remota em Queijarias Tradicionais

EDITORES

João Dias, Maria F. Duarte, João Garcia, Fernando Lidon, Nuno Alvarenga, Graça Carvalho

AUTORES

Amândio Rebola, André Silva, António Eduardo Leitão, António Miguel Floro, António P. L. Martins, Célia Lampreia, Elsa Gonçalves, Fernanda Pessoa, Fernando Lidon, Fernando Reboredo, Francisco M. Rodrigues, Graça Carvalho, Luis Coelho, Joana Borrega, João Dias, João Garcia, João C. Martins, João Pássaro, João Valério, José Jasnau Caeiro, José Cochicho Ramalho, Luis Coelho, Maria Clara Pires, Maria F. Duarte, Maria João Carvalho, Miguel Horta, Nuno Alvarenga, Nuno Teixeira, Patrícia Lage, Paulo Ferreira, Rute Santos, Rute Russo, Sascha Geng, Sandra Gomes, Teresa Santos

EDIÇÃO

Instituto Politécnico de Beja, Rua de Pedro Soares, 7800-295 Beja

CAPA E ARRANJOS GRÁFICOS

João Dias

IMPRESSÃO

Ondagrafe, Rua da Serra N.º1, A-das-Lebres, 2660-202 Sto. Antão do Tojal

1ª Edição, Agosto de 2020

Tiragem 157 exemplares

ISBN: 978-989-8008-46-6

Depósito Legal: 472957/20

A utilização do antigo acordo ortográfico ficou à inteira responsabilidade dos autores de cada capítulo que constituem o presente livro.

Reservados todos os direitos

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é financiado pelo FEDER, através do Programa Operacional Regional de Lisboa e do Programa Operacional Regional do Alentejo, e por fundos nacionais, através da Fundação para a Ciência e Tecnologia, na componente nacional, no âmbito do projeto CFD4CHEESE – Aplicação da mecânica dos fluidos computacional na otimização das condições de cura de queijos tradicionais (ALT20-03-0145-FEDER-023356, aviso SAICT-POL/23356/2016).



Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e a Tecnologia aos seguintes centros de investigação: VALORIZA–Research Centre for Endogenous Resource Valorization (UIDB/05064/2020), GeoBioTec (UIDP/04035/2020), MED-Mediterranean Institute for Agriculture Environment and Development (UID/AGR/04129/2020).

ÍNDICE

Prefácio.....	3
Capítulo 1 – A importância dos queijos qualificados no âmbito do projecto CFD4CHEESE	5
1.1 – <i>Importância do sector queijeiro em Portugal</i>	5
1.2. – <i>O Queijo de Azeitão</i>	14
1.3. – <i>O Queijo de Évora</i>	25
1.4. – <i>O Queijo Serpa</i>	30
Capítulo 2 – Descrição das queijarias nas regiões de Serpa, Évora e Azeitão.....	39
2.1 – <i>Identificação das queijarias</i>	39
2.2 – <i>Caracterização da produção de queijos</i>	40
2.3 – <i>Caracterização das condições de cura</i>	48
2.4 – <i>Manuseamento dos queijos ao longo da cura</i>	52
2.5 – <i>Tipos de defeitos mais frequentes</i>	55
Capítulo 3 – Mecânica dos fluidos computacional na cura de queijos artesanais... 59	
3.1 – <i>Introdução</i>	59
3.2 – <i>Aplicações do CFD em câmaras de cura de queijo</i>	60
3.3 – <i>Campanha experimental</i>	61
3.4 – <i>Geometrias e malhas</i>	62
3.5 – <i>Simulações CFD e análise de resultados</i>	67
3.6 – <i>Comparação entre os resultados da simulação CFD e os dados experimentais</i>	80
3.7 – <i>Discussão e conclusão</i>	83
Capítulo 4 – Influência das condições de atmosféricas na cura de queijos artesanais	85
4.1 – <i>Influência das condições de atmosféricas na cura do queijo na região do Queijo Serpa</i>	85
4.2 – <i>Influência das condições de atmosféricas na cura do queijo na região do Queijo de Évora</i>	96
4.3 – <i>Conclusão</i>	103
Capítulo 5 - Monitorização remota de uma câmara de cura de queijo	105
5.1 – <i>Introdução</i>	106

5.2 – Grandezas a medir	107
5.3 – Arquitetura geral do sistema	108
5.4 – Módulo de monitorização: plataforma computacional e sensores	112
5.5 – Módulo de controlo	120
5.6 – Sistemas de comunicação	123
5.7 – Sistemas de armazenamento	125
5.8 – Sistema de visualização	125
5.9 – Resultados experimentais	126
5.10 – Conclusões	127
Capítulo 6 – Análise sócio-económica	131
6.1 – Identificação dos custos pré-projecto	131
6.2 – Avaliação dos custos operacionais do protótipo	150
6.3 – Avaliação dos benefícios potenciais da utilização do protótipo	154
6.4 – Análise do impacto económico	156
6.5 – Conclusão sobre o impacto económico e social da implementação do projecto	163

Prefácio

A produção de queijo a sul do Tejo está diretamente relacionada com a transumância desta região com a serra da Estrela, documentada desde o século XIV. Os responsáveis pela produção do queijo, eram normalmente artesãos contratados pelos donos das herdades onde o gado pastava, auxiliados por pessoal da própria herdade. O local da produção do queijo, a rouparia, era na maioria dos casos um edifício adaptado, uma cozinha antiga ou armazém onde se elaboravam e curavam os queijos. Nas últimas décadas têm-se verificado alterações significativas no modo de produção de queijo, desde o controlo higio-sanitário dos rebanhos, material usado no fabrico de queijo e a introdução da automação nas condições de cura. No entanto, para que esta mudança se traduza num impacto positivo para os produtores de queijo torna-se necessário prestar o máximo apoio ao nível do acompanhamento científico e tecnológico.

O projeto CFD4CHEESE envolveu trabalhos realizados nas regiões de produção do Queijo de Azeitão, Queijo Serpa e Queijo de Évora, onde se verifica a utilização de leite cru de ovelha coagulado com cardo, observando os métodos herdados de técnicas ancestrais. Neste projeto participaram técnicos qualificados, com grande experiência em estudos realizados e publicados sobre queijos destas regiões, envolvendo cinco instituições de ensino superior (IP Beja, IP Setúbal, IP Portalegre, UN Lisboa, ISA), um centro de investigação (CEBAL) e um instituto de investigação do Estado (INIAV), num total de mais de 30 investigadores e técnicos. As amostras de queijo foram recolhidas com a colaboração de queijarias das regiões em estudo, respeitando os procedimentos em vigor estabelecidos pelas entidades certificadoras das DOP e de acordo com as normas higio sanitárias em vigor.

Com este estudo pretendeu-se dar um contributo para a melhoria das condições nas atuais câmaras de cura, através da aplicação da mecânica dos fluídos computacional e da monitorização remota. Esta abordagem é completamente pioneira em Portugal e apenas pode ser possível com a colaboração conjunta de equipas multidisciplinares que vão desde a microbiologia, engenharia mecânica, engenharia química, eletrónica, informática, análise sensorial e contabilidade e gestão. Os resultados podem contribuir para a promoção destes queijos tradicionais protegidos com DOP, assim como o desenvolvimento das zonas produtoras e reconhecimento pelo consumidor dos produtores destas regiões. Os resultados obtidos até à data são extremamente encorajadores e além de permitirem aumentar a qualidade do produto final, permitem também uma significativa poupança de energia. No entanto, estes resultados não encerram este ciclo em si, mas são um incentivo para que se continue a estudar nesta área e a melhorar mais os processos.

João da Silva Boavida Canada

Capítulo 1 – A importância dos queijos qualificados no âmbito do projecto CFD4CHEESE

Nuno Alvarenga^{1,3}, Sandra Gomes¹, Maria F. Duarte^{2,4} e António P. L. Martins^{1,3}

¹ UTI-Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária IP, ² CEBAL-Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo/Instituto Politécnico de Beja, ³ GeoBioTec-Geobiosciences, Geobiotechnologies and Geoengineering, ⁴ MED-Instituto Mediterrânico para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento

1.1 – Importância do sector queijeiro em Portugal

A fileira dos lacticínios em Portugal tem uma relevância socioeconómica e territorial única. Tem importância fundamental na ocupação demográfica de muitos terrenos marginais. A criação de emprego direto e indireto do sector deverá atingir os 50 mil postos, sendo de realçar que a maior parte estão em zonas rurais altamente carenciadas do ponto de vista económico e social, reforçando assim a importância dos mesmos na fixação das populações (CONFRAGRI, 2018). Para além disso, a indústria de lacticínios representa cerca de 12% do volume de negócios das indústrias alimentares e bebidas e quase 1% do Produto Interno Bruto. Em 2018, a produção total de leite apresentou em termos globais um aumento de 1,0%, com o volume de leite de vaca (1 881 milhões de litros) a crescer 1,0%, o leite de cabra a aumentar 8,8% e o de ovelha a

decrecer 1,6%, face a 2017. A produção de leite de ovelha atingiu 69,9 milhões de litros e o leite de cabra 27,1 milhões de litros. Sabendo que o leite de pequenos ruminantes, em Portugal, é praticamente todo utilizado na transformação em queijo, podendo haver alguns subprodutos destas indústrias como o requeijão, o almece e a manteiga, no ano de 2018 foram produzidas cerca de 11 653 t de queijo de ovelha, 3 848 t de queijo de cabra e 7 770 t de queijo de mistura, que pode incluir leite de vaca (INE, 2019).

A técnica de produção de queijos artesanais, baseada no uso de leite cru, evidencia a importância da flora autóctone como responsável pelas características sensoriais do queijo, sendo um dos fatores mais importantes na especificidade e qualidade. Para se produzir produtos de excelência, como exigem os Regimes de Qualidade como a Denominação de Origem Protegida (DOP) e Indicação Geográfica Protegida (IGP), comercialmente homogêneos, para além de matéria-prima de elevada qualidade, é necessário, cada vez mais, ampliar o conhecimento de todos os fatores de produção e, se necessário, inovar tecnologicamente. No entanto, tratando-se de produtos artesanais, protegidos por uma tradição ancestral e por regulamentação Nacional e Europeia, todas as inovações a introduzir devem ser estudadas de forma a garantir que apenas se está a inovar no processo sem alterar a genuinidade do produto. Assim, todos os processos de inovação de um queijo protegido (com DOP ou IGP) devem acautelar o mínimo

impacto nas características texturais e sensoriais dum produto que possui identidade própria.

Salvo raras exceções, o enquadramento socioeconómico das unidades onde se produzem estes queijos tem características comuns, que devem ser equacionadas nas propostas de investigação e desenvolvimento tecnológico nesta área: (1) a produção existente de leite de ovelha ainda é sazonal, com flutuações ao longo do ano; (2) existem flutuações bastante acentuadas na procura, havendo uma forte concentração no período de Natal; (3) existe desconfiança nalguns consumidores, pelo facto de estes queijos serem produzidos com leite cru de ovelha, dificultando os processos de exportação; (4) o período de comercialização destes produtos é muito reduzido, se considerarmos a otimização da textura e do “flavour”; (5) durante este período, caso as condições de armazenamento não sejam as adequadas, pode haver necessidade de manutenção do produto, como por exemplo lavagens para limpar bolores e (6) a maioria das unidades de produção são microempresas, localizadas num contexto social deprimido e adverso ao associativismo (Alvarenga, 2008).

Todos os queijos tradicionais portugueses são originalmente produzidos com leite cru e os queijos DOP, os de maior notoriedade entre os queijos tradicionais, mantêm essa particularidade, que permanece obrigatória pela regulamentação em vigor. A maioria utiliza leite de ovelha e/ou cabra no seu fabrico, exceto os queijos açorianos Pico e São

Jorge, que usam leite de vaca. Os queijos Azeitão, Castelo Branco, Évora, Nisa, Serpa, Serra da Estrela e Terrincho são produzidos com leite de ovelha, enquanto o queijo Cabra Transmontano é produzido com leite caprino. Relativamente aos restantes queijos DOP portugueses, nomeadamente o Amarelo da Beira Baixa, Picante da Beira Baixa e Rabaçal, usam misturas de leites de ovelha e cabra. O queijo Mestiço de Tolosa, que possui selo IGP, é também produzido com a mistura destes dois tipos de leite. A localização geográfica dos queijos protegidos com Regimes de Qualidade de DOP e IGP portugueses, bem como o tipo de leite usado na sua produção, encontra-se ilustrado na Figura 1.1 (Araújo-Rodrigues *et al.*, 2020a).

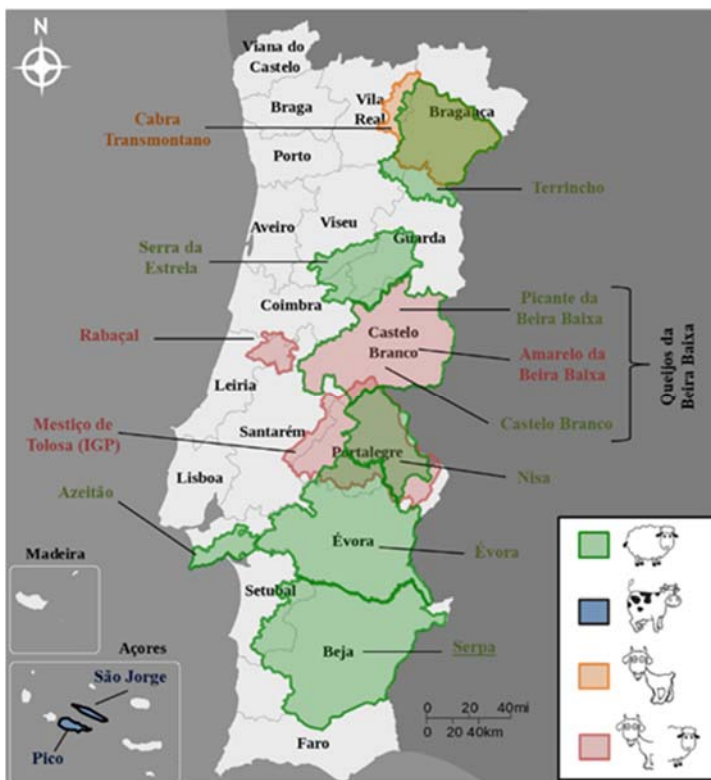


Figura 1.1: Distribuição geográfica dos queijos tradicionais portugueses protegidos (DOP e IGP). As diferentes cores correspondem ao tipo de leite usado no processo de fabrico (Araújo-Rodrigues *et al.*, 2020a)

Para além da utilização de leite cru, o uso de coagulante de origem vegetal, nomeadamente extrato de flor de cardo *Cynara cardunculus* L. (Figura 1.2), é uma característica diferenciadora da maior parte dos queijos Portugueses, em especial dos queijos de ovelha produzidos no Centro e Sul de Portugal. De

facto, o uso da flor de cardo como agente coagulante confere ao queijo características únicas em termos de textura e flavor (Gomes *et al.*, 2019).



Figura 1.2: Imagem da planta *Cynara cardunculus*, detalhe da flor (imagem superior) e detalhe dos pistilos (imagem inferior)

A utilização da flor de cardo como agente coagulante está relatada em diversas áreas geográficas da orla mediterrânea, uma vez que está adaptada a regiões com pouca precipitação, concentrada no Inverno, com Verão quente e seco.

Tabela 1.1: Queijos com DOP elaborados com extrato de flor de coagulante vegetal (compilado em Conceição, 2018)

Queijo	País	Tipo de leite	Coagulante (referencia no regulamento)
Mestiço de Tolosa	Portugal	Ovelha e cabra	Coalho ou <i>Cynara cardunculus</i>
de Nisa	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
de Castelo Branco	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
de Évora	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
Serpa	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
de Azeitão	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
Serra da Estrela	Portugal	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
La Serena	Espanha	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
Torta del Casar	Espanha	Ovelha	<i>Cynara cardunculus</i>
Flor de Guía	Espanha	Ovelha, cabra e vaca	<i>Cynara cardunculus</i> ou <i>Cynara scolymus</i>
Media Flor de Guía	Espanha	Ovelha, cabra e vaca	≥ 50% <i>Cynara cardunculus</i> ou <i>Cynara scolymus</i> ≤ 50% Coalho
Guía	Espanha	Ovelha, cabra e vaca	<i>Cynara cardunculus</i> ou <i>Cynara scolymus</i> ou Coalho

A espécie *Cynara cardunculus* L. cresce espontaneamente em terrenos marginais das zonas do mediterrâneo ocidental,

sudoeste, de Portugal, ilhas Canárias e Madeira (Férnandez-Salguero e Sanjuán, 1999). No entanto, em queijos protegidos com Regimes de Qualidade (DOP ou IGP), apenas se observa a obrigatoriedade do uso deste coagulante em 6 queijos Portugueses (de Nisa, de Castelo Branco, Serpa, de Évora, Serra da Estrela e de Azeitão) bem como três Espanhóis (La Serena, Torta del Casar e Flor de Guía), como se pode observar na Tabela 1.1. Dependendo da pureza, é muito comum a utilização de 0,2 a 0,6 g de flor / L de leite (Conceição et al., 2018).

De facto, para além do uso de cardo, a utilização de leite de ovelha cru, estreme ou combinado, com outros leites também confere a estes queijos características de textura aroma e sabor extremamente diferenciador sendo, tradicionalmente queijos muito procurados em Portugal. Por esse motivo, genericamente, têm-se assistido a um aumento da procura de queijos de ovelha com DOP, e por esse motivo, observou-se uma evolução muito positiva na produção deste tipo de queijos (Figura 1.3).

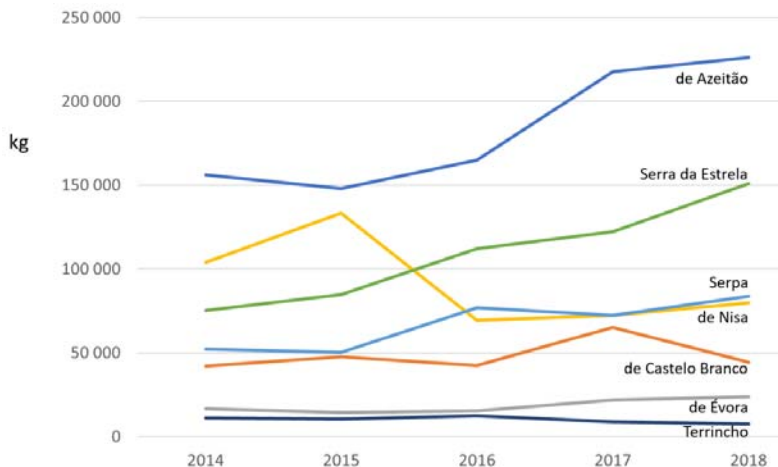


Figura 1.3: Evolução da produção de queijos de ovelha com DOP (DGADR, 2020a)

Apesar do aumento da procura, a produção total de queijos Portugueses com DOP em 2018 não ultrapassou as 1 550 t. Deve-se referir que a produção total de queijo em Portugal em 2018 foi de 83 972 t (INE, 2019). Ou seja, os queijos com DOP na globalidade representam um nicho de cerca de 2% da produção total de queijo. Mesmo no contexto de queijos de ovelha extreme, os queijos com DOP representam apenas cerca de 5% da produção total de queijo de ovelha. No futuro, estes valores devem ser objeto de análise tendo em consideração que: (i) Os Regimes de Qualidade da União Europeia, em especial a DOP e a IGP, podem representar um forte contributo para o desenvolvimento das diferentes fileiras agroalimentares; (ii) As principais características associadas a

estes regimes, nomeadamente como a origem geográfica, o modo de produção tradicional bem como os processos de certificação envolvendo parâmetros de autenticidade e segurança alimentar podem ser extremamente valorizados pelo consumidor moderno; e (iii) Os processos de registo e certificação de designações é reconhecido pela União Europeia podendo ser um forte contributo a transações comerciais transparentes.

A distribuição dos queijos com DOP pelas diferentes espécies é desigual: praticamente 50% do peso de queijos produzidos com DOP refere-se a queijo de vaca, nomeadamente, queijo São Jorge; cerca de 40% é representado pelos 7 queijos de ovelha com DOP representados na Figura 1.3. Os restantes 10% são os queijos de mistura e de cabra (DGADR, 2020^a). Neste capítulo, pretende-se resumir os aspectos mais importantes da produção, tecnologia e características dos queijos de Azeitão, de Évora e Serpa, uma vez que estes foram os queijos em que incidiram os trabalhos de investigação previstos no projeto CFD4CHEESE e serão os queijos mais abordados nos capítulos seguintes desta obra.

1.2. – O Queijo de Azeitão

O Queijo de Azeitão é um dos queijos tradicionais portugueses mais conhecidos. Fabricado a partir de leite cru de ovelha, é uma das diversas Denominações de Origem Portuguesas

reconhecidas e protegidas por este mecanismo no país, na Europa e em algumas regiões do globo com as quais a União Europeia detém acordos para o efeito.

É um queijo curado fabricado a partir de leite cru de ovelha, de casca lisa e fina, maleável, uniforme, de cor amarelo-palha, com unidades de cerca de 250g (mais recentemente admitindo-se um formato menor, com um mínimo de 100g), de maturação muito rápida (atualmente com um mínimo de 15 dias) (Tabela 1.2). Apresenta-se num formato clássico, de cilindro baixo, de faces superior e laterais ligeiramente abauladas, sem bordos perfeitamente definidos. De pasta semi-mole, uniformemente “amanteigada”, untuosa, com uma cor branca a ligeiramente amarelada, apresenta um aroma lácteo característico, com um sabor ligeiramente picante, misto de acidificado e salgado. Como características físico-químicas referentes à sua classificação, deve apresentar um teor em humidade (referida ao queijo isento de matéria gorda) de 63% - 69%, qualificando-o como queijo de pasta semi-mole, com um teor em matéria gorda (referido ao resíduo seco) de 45% a 60% (queijo gordo), e com uma extensão de maturação definido por um Coeficiente de Maturação mínimo de 35% (DR nº49/86; DGADR, 2020e).

Tabela 1.2. Principais características físico-químicas e organolépticas, bem como condições de maturação do Queijo de Azeitão, como previstas na versão atual do Caderno de Especificações do Queijo de Azeitão. (DR nº49/86; DGADR, 2020e).

Especificações da Denominação de Origem Protegida Queijo de Azeitão	
Tipo de leite:	Leite cru de ovelha, produzido na área delimitada para a produção (Figura 1.4)
Tipo de coagulante:	De origem vegetal: extrato de <i>Cynara cardunculus</i> L.
Maturação	Condições de ambiente: Temperatura entre 10 °C e 15 °C Humidade relativa entre 85% e 90% Tempo mínimo de cura: 15 dias Coeficiente de maturação mínimo: 35%
Características físico-químicas	Teor de humidade referido ao queijo isento de matéria gorda: 63% a 69% Teor de gordura referido ao resíduo seco: 45% a menos de 60%
Forma	Cilindro baixo (prato), regular com abaulamento lateral e também na face superior, sem bordos perfeitamente definidos
Dimensões e peso	<i>Formato normal:</i> Peso aproximado de 250 g diâmetro de 6 cm a 11 cm, altura de 3 cm a 5 cm e
	<i>Formato pequeno:</i> Peso aproximado de 100 g diâmetro de 5 cm a 7 cm, altura de 2 cm a 4 cm
Crosta	<i>Consistência:</i> Maleável a bastante mole
	<i>Aspetto:</i> Inteira, bem formada, lisa e fina
	<i>Cor</i> Amarela, uniforme
Pasta	<i>Textura:</i> fechada, amanteigada, com zona de corte facilmente deformável, chegando mesmo a escorrer
	<i>Aspetto:</i> Cremoso, untuoso, com poucos ou nenhuns olhos
	<i>Cor:</i> Branca ou ligeiramente amarelada, uniforme
Aroma e sabor	Sabor ligeiramente picante, misto de acidificado e salgado, e aroma limpo e suave
Tipo de Conservação:	<i>Armazém:</i> Entre 0-5°C
	<i>Transporte:</i> Entre 0-10°C
	<i>Retalhista</i> Entre 0-5°C

As ações de certificação que possibilitam a aposição da marca de certificação compreendem um conjunto de verificações a montante da transformação, sobre a origem do leite, a condição sanitária dos rebanhos e a qualidade da matéria-prima, enquadrável na regulamentação em vigor (Regulamento (CE) nº 853/2004). A nível do processo de fabrico, as ações de certificação são enquadradas pelo Regulamento para Produção de Queijo de Azeitão. No final do processo, refletindo todo o trabalho anterior, a avaliação da qualidade consubstancia-se num conjunto de verificações analíticas para caracterização do tipo de queijo (referenciais já referidos) e para verificação dos aspetos segurança alimentar. O passo final assenta num processo contínuo de avaliação organoléptica da produção de cada queijaria, segundo a Tabela de Avaliação Organoléptica do Queijo de Azeitão.

A história associada a este queijo congrega uma relação entre a queijaria tradicional da Beira Baixa, por altura da primeira metade do século XIX, designadamente das regiões da Serra da Estrela e de Castelo Branco, de onde terão sido trazidos os conhecimentos e práticas queijeiras, e a presença da ovelha bordaleira, precursora da ovelha Saloia, introduzida e dinamizada na região da Estremadura pelo Marquês de Pombal para produção de lã (Vasconcelos, 1990). A fama do Queijo de Azeitão vem, assim, de longe, tendo merecido uma medalha na Exposição Industrial Portuguesa, em 1888, Secção Agrícola, e na Exposição da Real Associação Central dos Agricultores Portugueses, em 1905. Nas jornadas técnicas que decorreram

nesta exposição, encontra-se uma das descrições mais antigas e completas do que seria este produto e o contexto da sua produção (Rasteiro, 1905).

Como muitos outros queijos tradicionais portugueses, a produção de queijo de Azeitão foi evoluindo ao longo dos anos um pouco ao sabor das circunstâncias e não fora o reconhecimento das suas especificidades e qualidade poderia ter sido, pela década de 80 do século passado, mais um produto a menos na diversidade da queijaria tradicional nacional. O impulso dado por algumas entidades nacionais e a perseverança e resiliência dos produtores conduziu a que, pela década de 90, este fosse um dos primeiros produtos tradicionais nacionais a beneficiarem do estatuto de Denominação de Origem Protegida. Efetivamente o Decreto Regulamentar 49/86 veio a estabelecer as bases para esse mecanismo de proteção, definindo a área delimitada para a sua produção e as características do produto. O estatuto de Organismo Privado de Controlo e Certificação foi reconhecido à ARCOLSA – Associação Nacional de Criadores de Ovinos Leiteiros da Serra da Arrábida pela Portaria nº 996/91, de 30 de Setembro. A designação Queijo de Azeitão foi registada e protegida a nível europeu pelo Regulamento (CE) nº 1107/96, de 12 de Junho.

A região delimitada para a produção de queijo de Azeitão (Figura 1.4) compreende uma área limitada aos concelhos de Setúbal, Sesimbra e Palmela, em que uma área apreciável é

ocupada pela Serra da Arrábida, a qual é indicada como um elemento preponderante nas condições climáticas da região e no tipo de aproveitamento do solo, que estão ambas na origem deste queijo. Trata-se de uma região pequena e hoje predominantemente urbana; a crescente urbanização da região ao longo dos anos fez regredir a área de pastagem e gradualmente o sistema de produção de leite de ovelha foi sofrendo modificações.



Figura 1.4: Área geográfica de produção do queijo de Azeitão (Fonte: DGADR, 2020b)

As descrições antigas referem a ovelha Saloia como suporte do fabrico de queijo de Azeitão (Rosário, 1946). No entanto, ao

longo dos últimos 25 anos do século XX, várias tentativas de introdução de outras raças mais produtivas ou alguns cruzamentos com a mesma finalidade tentaram ultrapassar de forma rápida a baixa produtividade da ovelha Saloia (a segunda melhor raça leiteira autóctone do país) e as limitações de espaço da região de produção. Raças como a Awassi, a Serra da Estrela ou a Frísia de Leste e seus cruzamentos (Frisserra, por exemplo) (Martins et al., 1992), e mais recentemente a Lacaune e a Assaf, foram estando representadas na região. Quando do estabelecimento da DOP Queijo de Azeitão, a ovelha Saloia estava em fortíssima regressão na região, tendo mesmo sido abandonada como raça de ovelha obrigatória para a produção de queijo de Azeitão na regulamentação produzida, o que não aconteceu em algumas das outras regiões queijeiras.

Apesar do que a evolução na estrutura produtiva pode significar, é preciso reconhecer que permitiu um crescimento muito significativo da produção de queijo de Azeitão. A passagem do sistema extensivo tradicional para o semi-extensivo foi uma evolução natural, com a raça Lacaune bem representada na região, bem como a utilização da ordenha mecânica, possibilitando um acréscimo substancial da produção de leite ao longo do tempo. Quando dos estudos preliminares para a implementação desta DOP, na década de 80 do século passado, a previsão apontava para uma produção anual máxima de queijo de Azeitão de 40 toneladas (Holstein, 1988). Este patamar foi ultrapassado em 1997, apenas 3 anos depois do efetivo funcionamento da DOP (Martins et al., 2000).

Mesmo considerando a elevada taxa de urbanização que se foi verificando ao longo dos anos, em 2014 a produção ultrapassou as 150 t, situando-se, em 2018, acima das 200 t (Figura 1.3). Este volume de produção é muito significativo, tendo em conta que, como se pode ver na mesma figura, ultrapassa todos os outros queijos DOP com origem no leite de pequenos ruminantes, quase todos originários de áreas de produção rurais e bem mais alargadas, designadamente o queijo Serra da Estrela, talvez o queijo português mais conhecido.

Evidentemente que esta evolução de volume de produção, expressa em mais de cinco vezes a expectativa inicial, teve impacto não só na estrutura e modo de produção, mas também na transformação, não só no caso do queijo de Azeitão mas em praticamente em todos os tipos de queijos tradicionais, na procura de maior rentabilidade e eficiência da produção (Martins et al., 2000; Martins e Vasconcelos, 2003).

A maior parte dos registos e trabalhos disponíveis referem ao longo dos anos uma produção de queijo de Azeitão assente em 10 a 13 queijarias, praticamente sempre as mesmas, e que se mantiveram nos primeiros anos da vigência da DOP, com os produtores agregados na ARCOLSA, responsável pelas ações de certificação a partir de 1994, ano de início destas atividades. Gradualmente o número de queijarias foi diminuindo, com algumas delas a aumentarem significativamente a capacidade produtiva; no período de 1994 a 2003, o número de queijarias com possibilidade de certificação de queijo variou entre 12 e 7,

com alguma flutuação relativamente às queijarias ativas (ARCOLSA, 2004). Nos últimos anos, o número de queijarias com produção de queijo de Azeitão não ultrapassa as cinco mas, como se viu, com volumes de produção muito elevado. De uma estrutura em que o produtor de leite era também o responsável pela produção de queijo, o tradicional na maior parte do país no que se refere à queijaria tradicional com base no leite de pequenos ruminantes, passou-se gradualmente para uma especialização da transformação com base na relação comercial entre o produtor de leite e o produtor de queijo. Esta prática apenas se encontrava tradicionalmente presente na região do Queijo Serpa mas hoje é a regra no setor do leite dos pequenos ruminantes.

Esta evolução teve igualmente como suporte alguma evolução no modo de transformação. O processo original envolvia metodologias de produção a partir de pequenos volumes de leite (30-50 L), com base na experiência do queijeiro, profundo conhecedor da prática de transformação característica, conducente a um produto cuja definição ainda se mantém nos seus aspetos e propriedades essenciais de forma e aparência, textura, sabor e aroma, as quais fazem parte de uma fase essencial da avaliação de qualidade no âmbito da DOP, a avaliação organoléptica. A tecnologia tradicional segue o processo de fabrico característico dos queijos de leite ovelha em Portugal, muito dependente da qualidade do leite, cru, adicionado de uma quantidade elevada de sal (cerca de 25 g/L leite) e coagulado (45-60 minutos, a cerca de 30°C) com extrato

de flor de cardo *Cynara cardunculus* L., seguido de dessoramento lento da coalhada e encinchamento da coalhada esgotada, com subsequente prensagem manual conduzida pela experiência do queijeiro. A maturação decorria tradicionalmente, numa primeira fase, em ambiente muito húmido (humidade relativa 90-95%) a temperatura relativamente baixa (10-12°C), na chamada casa de “enxugo” ou “sangria”, a que se segue uma segunda fase, designada de cura, sob uma humidade relativa inferior (80-85%) e a uma temperatura um pouco superior (12-15°C) (Rasteiro, 1905; Soares Franco, 1945; Vasconcelos, 1990).

A transição para processos de fabrico possibilitando a transformação de volumes de leite cada vez maiores foi inevitável e em muitos aspetos teve como base a avaliação do efeito da qualidade do leite, o estudo do processo produtivo e levantamento das condições tradicionais de produção, a partir de diversos trabalhos efetuados na região em parceria com os produtores e com a ARCOLSA, os quais permitiram conduzir a transformação com a precaução necessária no sentido da manutenção das características típicas do produto (Vasconcelos, 1990; Vasconcelos et al., 1992). Nesta evolução, a preponderância do queijeiro tradicional foi-se esbatendo, criando por vezes alguma dificuldade de avaliação da evolução do produto no sentido do que é exigido para o tipo de queijo considerado. As diferentes queijarias foram adotando práticas e equipamentos considerados mais adequados à organização da sua produção, ao aumento da eficiência da transformação e

redução do consumo de mão-de-obra, nem sempre com uma contrapartida de êxito. As condicionantes tradicionais do fabrico com leite cru mantiveram-se e acrescentaram-se novos fatores de risco (como, por exemplo, a refrigeração do leite), nem sempre imediatamente percebidos pelos agentes, num produto onde a microbiota autóctone, nomeadamente de tipo láctico, e o tipo de transformações bioquímicas em que a diversidade microbiana e as enzimas adicionadas são reconhecidamente dos fatores mais diferenciadores para este tipo de queijo (Freitas e Malcata, 2000; Martins e Vasconcelos, 2003).

A utilização de câmaras de ambiente controlado para a maturação do queijo, hoje prática generalizada, foi uma das modificações de maior impacto a nível da transformação, sobretudo pela possibilidade de aumento do volume de produção e pela extensão da época de fabrico de queijo, com uma diminuição acentuada do carácter sazonal típico. A transição nem sempre foi precedida de estudo e avaliação devidos, com a sua utilização a passar frequentemente pela procura de um equilíbrio entre as condições tradicionais de maturação, garantes de uma evolução adequada, e condições de precaução que tornem o processo de cura mais controlável num contexto em que o volume de queijo em maturação não permite a condução das operações como tradicionalmente eram efetuadas. Associado às novas práticas de obtenção e conservação da matéria-prima, a maturação constitui-se assim como uma das fases do fabrico mais sensíveis, onde se

manifestam as virtudes e os defeitos das práticas adotadas ao longo de todo o processo produtivo (Martins e Vasconcelos, 1993, 2003; Vasconcelos, 1990; Vasconcelos et al., 1992).

1.3. – O Queijo de Évora

Como referido anteriormente, a queijaria tradicional mantém como suporte, quer propositadamente quer por limitações estruturais, diversos factores de variabilidade. Mantém-se a utilização de leite cru, predominantemente proveniente de pequenos ruminantes, em lotes relativamente reduzidos, produção muito marcada pelos sistemas tradicionais da produção animal. Esta opção tem hoje, como base, a ideia de que toda a riqueza físico-química e biológica é um fator de qualidade/tipicidade do produto final, sendo considerada como elo fundamental de ligação do produto às regiões, garantindo que muitos dos aspetos físico-químicos e microbiológicos que podem ser determinados pelas condições específicas de cada região se possam exprimir no produto final (Martins e Vasconcelos, 2003).

A queijaria tradicional alentejana é representada por vários tipos de queijos, destacando-se o Queijo de Évora, pelo seu sabor ligeiramente picante e algo acidulado. É obtido a partir de leite cru de ovelha. Trata-se de um queijo curado, de pasta dura ou semi-dura e cor amarelada (DGADR, 2020c). A sua qualidade é devida exclusivamente aos fatores naturais e humanos da área geográfica delimitada, desta forma, o Queijo

de Évora encontra-se definido no Despacho nº 29/94 de 4 de Fevereiro como um produto com Denominação de Origem Protegida (DOP), encontrando-se circunscrito à área geográfica de produção, que abrange 17 concelhos do Alentejo, entre os quais: Alandroal, Arraiolos, Avis, Borba, Estremoz, Évora, Fronteira, Montemor-o-Novo, Mora, Mourão, Portel, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Sousel, Vendas Novas, Viana do Alentejo e Vila Viçosa (Figura 1.5).

O processo tecnológico de fabrico consiste na drenagem lenta da coalhada após coagulação de leite cru da raça regional de ovelha com uma infusão de *Cynara cardunculus* L., como coagulante vegetal (Amaral et al., 2018), que ocorre em 30-40 minutos, a uma temperatura de 30°C. O processo de maturação inicia-se de seguida, com 30 dias para os queijos de pasta semi-dura e de 90 dias para os de pasta dura. Ambos armazenados à temperatura de 8 a 15 °C e com a humidade relativa de 80 a 95%. Este tipo de queijo está disponível em dois tamanhos: o formato pequeno com peso de 60-90g e o formato grande entre 120 e 200g (DGADR, 2020c; Martins e Almeida, 2011).



Figura 1.5: Área geográfica de produção do queijo de Évora (DGADR, 2020c)

O agrupamento de produtores do queijo de Évora é a Cooperativa Ovina de Évora C.R.L e a verificação do cumprimento do caderno de especificações é efetuada pelo Organismo de Controlo devidamente reconhecido pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), atualmente a cargo da CERTIS – Controlo e Certificação, Lda., que é o organismo privado de controlo e certificação (OPC) deste produto tradicional.

Atualmente existem apenas 4 queijarias (queijaria Cachopas, queijaria Carlos Charro Lda., queijaria Monte do Ganhão, Lda. e

a queijaria Ovi queijo, Lda.) que produzem este produto com marca de certificação DOP. Conforme características que constam no caderno de especificações e resumidas na Tabela 1.3. A comercialização do queijo de Évora encontra-se amplamente difundida em diversas plataformas e superfícies comerciais, através de pontos de revenda, podendo ser facilmente adquirido a nível nacional.

Entre o ano de 2015 e 2018 a produção de queijo de Évora com DOP teve uma evolução bastante positiva passando de valores de cerca de 14,5 t para 23,7 t respetivamente. Destaca-se assim, uma variação positiva na ordem dos 38% que se poderá dever ao abrandamento da crise económica durante este período e o crescimento da procura de produtos de maior valor acrescentado.

Tabela 1.3: Principais características físico-químicas e organoléticas, bem como condições de maturação do queijo de Évora conforme previstas no Despacho 29/94 de 4 de fevereiro, compilado em Garrido (2017)

Especificações do selo de Denominação de Origem Protegida do Queijo de Évora				
Tipo de leite	Leite cru de ovelha produzido na área demarcada (Figura 1.5)			
Tipo de coagulante	Origem vegetal: <i>Cynara cardunculus</i> L.			
Condições de maturação	<i>Condições ambientais:</i>	<u>Temperatura (°C):</u>	entre 8-15	
		<u>Humidade (%):</u>	entre 80-95	
	<i>Tempo mínimo de maturação:</i>	<u>Queijos de pasta semidura:</u>	30 dias	
		<u>Queijos de pasta dura:</u>	90 dias	
Características físico-químicas		Teor de humidade	Teor de gordura	
		Referido ao queijo isento de matéria gorda (%)	Teor de gordura referido ao resíduo seco (%)	
	<i>Dura:</i>	49-56	45-60	
	<i>Semi-dura:</i>	54-63		
Forma	- Cilíndrico baixo (em forma de prato);			
	- Abaulamento lateral e ligeiro na face superior;			
	- Sem bordos definidos.			
Dimensões e peso		Diâmetro (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
	<i>Queijos pequenos de pasta dura:</i>	6 a 8	2 a 4	60 a 90
	<i>Merendeiras de pasta dura :</i>	12 a 14	2 a 4	120 a 200
	<i>Merendeiras de pasta semi-dura:</i>	13 a 15	1,5 a 3	200 a 300
Crosta	<i>Aspecto:</i>	Inteira, bem formada, lisa ou ligeiramente rugosa		
	<i>Cor:</i>	Amarela, escurecendo em contacto com o ar		
	<i>Consistência:</i>	Dura e semi-dura		
Pasta	<i>Textura:</i>	Fechada e bem ligada		
	<i>Aspeto:</i>	Untuosa e com alguns olhos pequenos		
	<i>Cor:</i>	Amarelada uniforme		
Cheiro e Sabor	Cheiro e sabor característicos, ligeiramente picante e acidulado, sendo mais acentuado nos queijos de pasta dura			
Tipo de Conservação	<i>Armazém:</i>	Entre 0-5°C		
	<i>Transporte/Retalhista:</i>	Entre 0-10°C		

1.4. – O Queijo Serpa

O queijo Serpa é definido, no anexo II do Decreto Regulamentar n.º 39/87 (DR, 1987), como queijo curado, de pasta semi-mole, amanteigada, com poucos ou nenhuns olhos, obtida por esgotamento lento da coalhada após coagulação do leite cru de ovelha, estreme, por ação de uma infusão de cardo, *Cynara cardunculus* L., e proveniente da região demarcada, que engloba uma grande parte do Baixo Alentejo (DR, 1987). A sua qualidade é devida exclusivamente aos fatores naturais e humanos da área geográfica delimitada, representada na Figura 1.6, que inclui todas as freguesias dos concelhos de Aljustrel, Almodôvar, Alvito, Beja, Castro Verde, Cuba, Ferreira do Alentejo, Mértola, Moura, Ourique, Serpa e Vidigueira bem como algumas freguesias dos concelhos de Alcácer do Sal (Torrão), Grândola (Azinheira dos Barros), Odemira (Colos e Vale de Santiago) e Santiago do Cacém (São Domingos, Alvalade e Abela).

O processo tecnológico de fabrico consiste na coagulação do leite cru de ovelha (30 °C / 45min) com infusão de flor de *Cynara cardunculus* L., após a qual se procede ao corte da coalhada (Alvarenga *et al.*, 2011). O corte da coalhada corresponde a uma destruição controlada do gel de caseína e tem como objetivo aumentar a superfície de libertação do soro. O fenómeno de libertação de soro da coalhada é designado por sinérese. À medida que as ligações de cálcio se vão intensificando, a agregação estrutural do gel vai promover a

contração da rede proteica e a expulsão natural do soro. Todas as operações que se seguem têm como objetivo a sinérese, após a qual se procede à sinérese lenta da coalhada (Araújo-Rodrigues *et al.*, 2020b). Posteriormente segue-se as fases de dessoramento, repouso e encinchamento em que o processo tecnológico depende um pouco dos recursos existentes na unidade transformadora. A cura é normalmente realizada em duas fases sucessivas: (1) a primeira, com cerca de duas semanas, com temperaturas baixas e humidades relativas elevadas (8–9 °C / 92–97%) (2) a segunda com temperaturas superiores e humidades relativas inferiores (10–13 °C / 85-90%) (Alvarenga *et al.*, 2011).

Pelo facto de na maior parte das indústrias onde se produz este tipo de queijos valorizar o soro com a produção de requeijão, a salga é feita de forma mista, ou seja, a salga (cerca de 1,5kg / 100L de leite) é feita em duas fases diferentes da produção de queijo: cerca de metade do sal é adicionado ao leite durante o enchimento da cuba e deste modo, a quantidade de sal do soro será a suficiente para atingir a quantidade desejada de sal no requeijão. A outra metade é adicionada à coalhada, pouco antes da moldagem.



Figura 1.6: Área geográfica de produção do Queijo Serpa (DGADR, 2020d)

O agrupamento de produtores do queijo Serpa é “QueijoSerpa - Agrupamento de Produtores, Lda.” e a verificação do cumprimento do caderno de especificações é efetuada pelo Organismo de Controlo, devidamente reconhecido pela DGADR, atualmente a cargo da CERTIS – Controlo e Certificação, Lda., que é o organismo privado de controlo e certificação (OPC) deste produto tradicional. Atualmente, existem apenas 6 queijarias (Herdade dos Coteis, queijaria Eira da Vila, queijaria Guilherme, queijaria Moinho de Almocreva, queijaria TradiSerpa e queijaria Vasco e Pacheco) que produzem este produto com marca de certificação DOP. Conforme características que constam no caderno de

especificações e resumidas na Tabela 1.4 deste documento. A comercialização do queijo Serpa encontra-se amplamente difundida em diversas plataformas e superfícies comerciais, através de pontos de revenda, podendo ser facilmente adquirido a nível nacional.

Entre o ano de 2015 e 2018 a produção de queijo Serpa com DOP teve uma evolução bastante positiva passando de valores de cerca de 50,3 t para 83,8 t respectivamente. Destaca-se assim, uma variação positiva na ordem dos 66% que, como foi referido anteriormente poderá estar associado a um período de análise de expansão económica e aumento da confiança do consumidor, projetando-se no crescimento da procura de produtos de maior valor acrescentado.

Tabela 1.4: Principais características físico-químicas e organolépticas, bem como condições de maturação do queijo Serpa conforme previstas no Decreto Regulamentar n.º 39/87, compilado por Araújo-Rodrigues et al. (2020a).

Especificações do selo de Denominação de Origem Protegida do Queijo Serpa		
Tipo de leite:	Leite cru de ovelha produzido na área demarcada (Figura 1.6)	
Tipo de coagulante:	Origem vegetal: <i>Cynara cardunculus</i> L.	
Maturação	Condições de ambiente: Temperatura entre 6 °C e 12 °C Humidade relativa entre 85% e 90% Tempo mínimo de cura: 30 dias Coeficiente de Maturação: 45%	
Características físico-químicas	Teor de humidade referido ao queijo isento de matéria gorda: 61% a 69% Teor de gordura referido ao resíduo seco (NP-2105): 45% a menos de 60%	
Forma	Cilindro baixo (prato), regular com abaulamento lateral e um pouco na face superior	
Dimensões e peso	<i>Merendeiras:</i>	diâmetro de 10 cm a 12 cm, altura de 3 cm a 4 cm e peso compreendido entre 200 g a 250 g
	<i>Cuncas:</i>	diâmetro de 15 cm a 18 cm, altura de 4 cm a 5 cm e peso compreendido entre 800 g a 900 g
	<i>Normais:</i>	diâmetro de 18 cm a 20 cm, altura de 4 cm a 6 cm e peso compreendido entre 1 000 g a 1 500 g
	<i>Gigantes:</i>	diâmetro de 25 cm a 30 cm, altura de 6 cm a 8 cm e peso compreendido entre 2 000 g a 2 500 g
Crosta	Consistência:	maleável, permitindo alguma flutuação
	Aspetto:	inteira, bem formada, ligeiramente rugosa e fina
	Cor	Amarelo-palha-clara, uniforme
Pasta	<i>Textura:</i>	Fechada, amanteigada, com zonas de corte facilmente deformável, podendo entornar
	<i>Aspetto:</i>	Untuosa, com poucos ou nenhuns olhos
	<i>Cor:</i>	branco-amarelada ou amarelo-palha, escurecendo ao contacto com o ar
Aroma e sabor	Geralmente forte e com dominância do sabor picante	
Conservação:	<i>Armazém:</i>	Entre 0-5°C
	<i>Transporte/Retalhista:</i>	Entre 0-10°C

Referências

- Amaral O, Dias J, Alvarenga N, Carvalho MJ, Lage P, Regalo V, Chichery R, Starovič M, Pinheiro C, Garrido AL, Freitas SF, Machado E, Belo AT, Martins APL, Duarte F (2018). Influência da utilização de diferentes ecótipos de *Cynara cardunculus* L. nas características físico-químicas do queijo de Évora DOP. In: 14^o Encontro de Química dos Alimentos. 6-9 Novembro 2018, Viana do Castelo.
- Alvarenga N (2008). *Introdução da Tecnologia de Congelação na Produção de Queijo de Ovelha*. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Agroindustrial. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.
- Alvarenga N, Canada J, Sousa I (2011). Effect of freezing on the rheological, chemical and colour properties of Serpa cheese. *Journal of Dairy Research*, **78**: 80–87.
- Alvarenga N, Silva P, Garcia JR, Sousa I (2008). Estimation of Serpa cheese ripening time using multiple linear regression (MLR) considering rheological, physical and chemical data. *Journal of Dairy Research*, **75**: 233–239.
- Amaral O, Dias J, Alvarenga N, Carvalho MJ, Lage P, Regalo V, Chichery R, Starovič M, Pinheiro C, Garrido AL, Freitas SF, Machado E, Belo AT, Martins APL, Duarte MF (2018). Influência da utilização de diferentes ecótipos de *Cynara cardunculus* L. nas características físico químicas de queijo Évora DOP. In *Livro de Resumos do XIV Encontro de Química dos Alimentos da Sociedade Portuguesa de Química*, pp37. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 6-9 de novembro. ISBN: 978-989-98936-9-6.
- Araújo-Rodrigues H, Tavaría FK, dos Santos MTPG, Martins APL, Dias J, Alvarenga N, Pintado MM (2020a). Tecnologia de produção do queijo Serpa DOP: tradição, inovação e fatores limitantes – Parte I. *Tecnoalimentar* **22**: 4-8.
- Araújo-Rodrigues H, Tavaría FK, dos Santos MTPG, Martins APL, Dias J, Alvarenga N, Pintado MM (2020b). Tecnologia de produção do queijo Serpa DOP: tradição, inovação e fatores limitantes – Parte II. *Tecnoalimentar*, **23**: 4-7.
- ARCOLSA (2004). Tecnologia de produtos. Certificação e *marketing*. A experiência do queijo de Azeitão. *Workshop Queijos Tradicionais Portugueses*. Quinta do Anjo, 16 de Abril.
- Conceição C, Martins AP, Alvarenga N, Dias J, Lamy E, Garrido L, Gomes S, Freitas S, Belo A, Brás T, Paulino A, Duarte MF (2018). *Cynara*

- cardunculus*: use in cheesemaking and pharmaceutical applications. In: “*Technological approaches for novel applications in dairy processing* (Nurcan Koca Ed.)”, Chapter 5, pp 73-107, Intechopen Academic Editors.
- CONFAGRI, (2018). Leite – Produto Nacional De Excelência. Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Agrícola de Portugal, CCRL., Acedido em 13 de Julho de 2020. No sítio da ANIL – Associação Nacional dos Industriais de Lacticínios, acedido em 13 de Julho de 2020. (<https://www.anilact.pt/info/actual/sector/item/1854-leite-produto-nacional-de-excelencia>).
- DGADR (2020a). Produtos Tradicionais e DOP/IGP/ETG - Dados relativos aos produtos - Produção, preços e comercialização. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido a 19 de Julho de 2020 (<https://www.dgadr.gov.pt/sustentavel/dop-igp-etg>).
- DGADR (2020b). Queijos e produtos lácteos – queijo de Azeitão DOP. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido a 19 de Julho de 2020. (<https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/queijos-e-produtos-lacteos/33-queijo-de-azeitao>).
- DGADR, (2020c). Queijos e produtos lácteos – queijo de Évora DOP. Acedido a 19 de Julho de 2020 Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido a 19 de Julho de 2020. (<https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/queijos-e-produtos-lacteos/95-queijo-de-evora-dop>).
- DGADR (2020d). Queijos e produtos lácteos – queijo Serpa DOP. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acedido a 19 de Julho de 2020. (<https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/queijos-e-produtos-lacteos/237-queijo-de-serpa-dop>).
- DGADR (2020e). Queijo de Azeitão - Caderno de Especificações do queijo de Azeitão. (https://tradicional.dgadr.gov.pt/images/prod_imagens/queijos/docs/CE_QUEIJO_AZEITAO.pdf)
- DR (1986). Decreto Regulamentar n.º49/86 - cria a Região Demarcada do Queijo de Azeitão. Diário da República - I Série - N.º 227 de 2 de Outubro, pp 2849-2850.
- DR (1987). Decreto Regulamentar n.º39/87 - cria a Região Demarcada de Queijo Serpa. Diário da República - I Série - N.º 146 de 29 de Junho, pp 2499-2500.
- DR (1991). Portaria 996/91 - Concede o estatuto de entidade certificadora do queijo de Azeitão à Associação Regional dos Criadores de Ovinos Leiteiros da Serra da Arrábida - ARCOLSA, com sede em Setúbal. Diário

- da República n.º 225/1991, Série I-B de 1991-09-30.
- DR (1994). Despacho nº 29/94 - cria a Denominação de origem protegida do queijo de Évora. Diário da República - II Série - Nº 29 de 4 de Fevereiro, pp 1102-1103.
- Fernandez-Salguero J, Sanjuan E (1999). Influence of vegetable and animal rennet on proteolysis during ripening in ewes' milk cheese. *Food Chemistry*, **64**: 177-183.
- Freitas C; Malcata FX (2000). Microbiology and Biochemistry of Cheeses with Appellation d'Origine Protégée and Manufactured in the Iberian Peninsula from Ovine and Caprine Milks. *Journal of Dairy Science*, **83**:584–602.
- Garrido A (2017). *Efeito de três ecótipos de Cynara cardunculus L. na proteólise do Queijo de Évora ao longo da maturação*. Dissertação de tese de Mestrado em Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora.
- Gomes S, Belo A, Alvarenga N, Dias J, Lage P, Pinheiro C, Pinto-Cruz C, Brás T, Duarte M, Martins A (2019). Characterization of *Cynara cardunculus* L. flower from Alentejo as a coagulant agent for cheesemaking. *International Dairy Journal* **91**, 178-184.
- Holstein FMS. 1988. *Queijos Portugueses com Denominação de Origem*. Instituto da Qualidade Alimentar, Julho. Lisboa.
- INE (2019). Estatísticas Agrícolas 2018. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- Martins APL & Almeida M M (2011). Arte e Cultura del formaggio – Queijo de Évora DOP. *Caseus*. Vol. 1. p 316. ISSN 2039-9995. www.caseus.it
- Martins APL; Vasconcelos MM. (1993). Alguns aspetos da qualidade do leite e o fabrico de queijos regionais. *Via Láctea*, n.º 2, Jan., 73-79.
- Martins APL, Vasconcelos MM. (2003). A qualidade do queijo fabricado com leite cru. Efeito dos principais factores tecnológicos. *In: Pastagens e Forragens*. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. Vol. 24/25, 2003/2004, 15-33
- Martins APL, Vasconcelos MM.; Carreira DFC. (1992). Characteristics of ewe's milk from Azeitão. *II Cong. Int. de Química de la ANQUE - Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, Livro de Atas, vol. I, 545-552 (1.77). Burgos, Espanha.
- Martins APL, Vasconcelos MM, Rolo M. (2000). As Denominações de Origem Protegidas de queijos portugueses. O mercado, o crescimento sectorial e as limitações estruturais e tecnológicas. *Via Láctea*, nº15, Janeiro, 25-33.

- Rasteiro J. (1905). Fabrico e comércio do queijo em Portugal. Tese apresentada ao *Congresso de Leitaria, Olivicultura e Indústria do Azeite, Vol. I*, 165-242. Real Associação Central de Agricultura Portuguesa. Lisboa.
- Regulamento (CE) nº 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 139 de 30 de Abril de 2004.
- Regulamento (CE) nº 1107/96 nº 1107/96 da Comissão, de 12 de Junho, relativo ao registo das indicações geográficas e denominações de origem, nos termos do procedimento previsto no artigo 17º do Regulamento (CEE) nº 2081/92 do Conselho. *JO L 148* de 21.6.1996.
- Rosário RR (1946). *Subsídios para o conhecimento do leite de ovelha da região de Azeitão*. Estação de Lacticínios. Centro e Estudos de Microbiologia e Tecnologia Agrícolas. Lisboa.
- Soares Franco FP. (1945) *Queijo de ovelha de Azeitão. Contribuição para o seu estudo*. Estação de Lacticínios. Centro e Estudos de Microbiologia e Tecnologia Agrícolas. Lisboa.
- Vasconcelos MM. (1990) *Estudo do queijo de Azeitão. Melhoramento da tecnologia tradicional e sua influência nas características do queijo*. Dissertação apresentada ao INIA para prestação de provas públicas para Investigador Auxiliar. Núcleo de Tecnologia do Leite e Derivados, ENTPA, INIA, Lisboa.
- Vasconcelos MM, Martins APL, Carreira DFC. (1992). Improvement of Azeitão cheese traditional technology. *II Cong. Int. de Química de la ANQUE - Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, Livro de Atas, vol. I, 539-544 (1.76). Burgos, Espanha.

Capítulo 2 – Descrição das queijarias nas regiões de Serpa, Évora e Azeitão

João Dias^{1,5}, Maria Clara Pires¹, Graça Carvalho², Paulo Ferreira^{2,7,8}, Rute Santos^{2,6,7}, Francisco M. Rodrigues^{2,6}, Nuno Teixeira^{3,9} e Nuno Alvarenga^{4,5}

¹ Instituto Politécnico de Beja, ² Instituto Politécnico de Portalegre, ³ Instituto Politécnico de Setúbal, ⁴ UTI-Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária IP, ⁵ GeoBioTec-Geobiosciences, Geobiotechnologies and Geoengineering, ⁶ MED-Instituto Mediterrânico para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade de Évora, ⁷ VALORIZA-Research Centre for Endogenous Resource Valorization, ⁸ CEFAGE-UE, IIFA, Universidade de Évora, ⁹ CICE-Centro de Investigação em Ciências Empresariais

2.1 – Identificação das queijarias

De acordo com os dados presentes na base de dados SABI, o número de empresas em 2018 com o “CAE 10510- Indústrias do leite e derivados” era de 11 empresas no distrito de Setúbal, 25 empresas no distrito de Beja e 32 empresas no distrito de Évora. Com base nesta informação, foi realizada uma amostragem para aplicação de um inquérito para caracterização socioeconómica, tecnológica, mas especialmente relativa às condições de cura. Assim, foram selecionadas 4 queijarias na região demarcada do Queijo de Azeitão, 9 queijarias na região demarcada do Queijo de Évora e 15 queijarias na região demarcada do Queijo Serpa. A figura 2.1 apresenta a distribuição geográfica das queijarias abrangidas pelo inquérito.

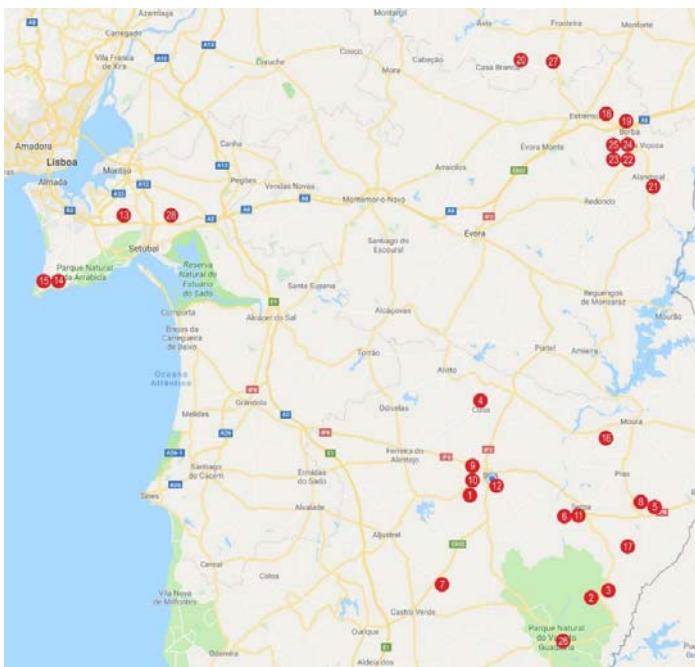


Figura 2.1: Distribuição geográfica das queijarias visitadas (Fonte: Google maps)

2.2 – Caracterização da produção de queijos

O fabrico de queijo nas diferentes rouparias visitadas apresentava, no essencial, as mesmas etapas, sendo possível resumi-lo da seguinte forma:

1ª etapa -Recepção: o leite é recebido em camião cisterna ou em bilhas de 50 litros, sendo armazenado a 4°C até ao fabrico de queijo

2ª etapa – Filtração: a filtração faz-se suspendendo os coadouros (ex. panos de algodão) no topo do recipiente onde se fará a coalhada, despejando-se posteriormente o leite. Em algumas queijarias a salga é feita nesta fase.

3ª etapa -Termização do leite: esta operação é feita, na maioria dos casos, em cuba de inox de paredes duplas com aquecimento a gás. A temperatura final é cerca de 32°C.

4ª etapa – Coagulação: a adição do coagulante ocorre quando o leite atinge a temperatura de 29-32 °C. Nas queijarias com autorização para produção de queijo DOP verificou-se que o coagulante correspondia à solução aquosa de flor de cardo (*Cynara cardunculus* L.), de acordo com o caderno de especificações. Por outro lado, nas queijarias sem produção de queijo DOP verificou-se, em algumas situações, a utilização de coagulante de origem animal.

5ª etapa – Corte da coalhada: decorrido o tempo necessário para a coagulação procede-se à destruição do gel de caseína com o fim de libertar o soro e facilitar as operações seguintes de fabrico.

6ª etapa – Dessoramento: nesta etapa procede-se à remoção da quase totalidade do soro, o qual segue para o fabrico de requeijão, aumentando a concentração de sólidos na massa que irá dar origem ao queijo. Actualmente, já se verifica a utilização de grandes panos de fibra, onde se vai provocando o lento esgotamento da massa (Figura 2.2).



Figura 2.2: Dessoramento

7ª etapa – Repiso e encinchamento: esgotada a massa, começa a desfazer-se a massa entre as pontas dos dedos, colocando-a em seguida no interior dos cinchos (Figura 2.3). Esta operação tem a dupla função de compactar a massa, diminuindo os espaços de ar no seu interior, e dar forma final ao queijo.



Figura 2.3: Repiso



Figura 2.4: Encinchamento

Na maior parte das queijarias são utilizados moldes de plástico (Figura 2.4), no entanto também se observou o uso de moldes em inox ou multimoldes (Figura 2.5). Ao contrário do modo tradicional de fabrico, já não se observa a utilização de grandes cinchos em folha de Flandres que se vão ajustando com o esgotamento da coalhada. No final, os queijos são deixados no topo da francela, durante um período não inferior a 8 horas, para que ocorra o arrefecimento da massa e o esgotamento de algum soro.



Figura 2.5: Encinchamento em multimolde

8ª etapa - Cura na primeira câmara: após o queijo ter tomado a sua forma definitiva é retirado dos moldes e colocado na primeira câmara de cura, onde irá permanecer cerca de 15 dias. A primeira casa de cura apresenta uma maior humidade, com o fim de controlar o início

do crescimento microbiano e evitar a rápida secagem da superfície do queijo (Figura 2.6).



Figura 2.6: Primeira câmara de cura

9ª etapa - Cura na segunda câmara: após a cura na primeira câmara, os queijos passam para uma atmosfera com características diferentes, no sentido de proporcionar a consolidação da casca e favorecer o desenvolvimento de outra flora microbiana, através do aumento da temperatura e diminuição da humidade relativa (Figura 2.7).



Figura 2.7: Segunda câmara de cura

A figura 2.8 apresenta o número de quilogramas de queijo de ovelha produzidos diariamente em cada queijaria. Verificou-se uma média de 155 kg/dia/queijaria na região de Serpa, 174 kg/dia/queijaria na região de Azeitão e 138 kg/dia/queijaria na região de Évora. No entanto, também aqui se observou uma grande heterogeneidade nas queijarias dentro de cada região, registando-se queijarias com produções cerca de 1 050 kg/dia (Serpa), 400 kg/dia (Évora) e 466 kg/dia (Azeitão).

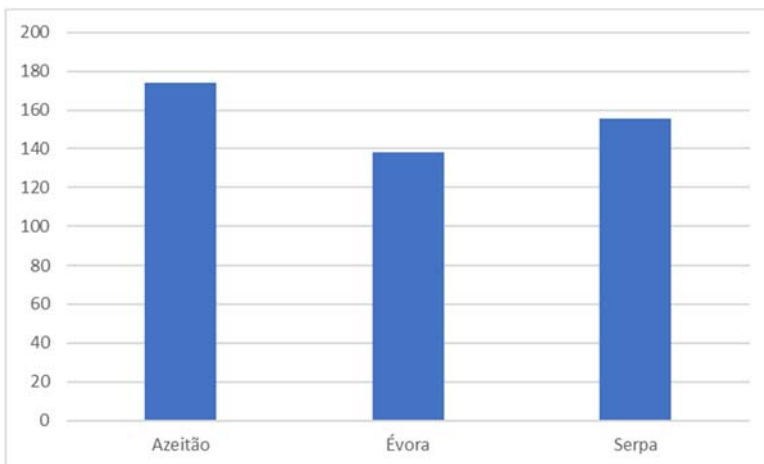


Figura 2.8: Produção diária de queijos

A figura 2.9 apresenta a distribuição da produção de queijo pelo peso unitário. Na região de Azeitão, cerca de dois terços dos queijos produzidos apresenta um peso entre 250 e 299g, cerca de 24% apresenta um peso acima de 300g e cerca de 9% apresenta um peso inferior a 250g. Na região de Évora, predomina o queijo pequeno (60 a 90g) com cerca de 39%, seguido do queijo entre 120 e 200g com cerca de 37%. Na região de Serpa, verificou-se que a grande maioria dos queijos produzidos apresenta um peso unitário entre 250 e 799g (63%), seguido de 200 a 249g (12%) e de 800 a 899g (12%).

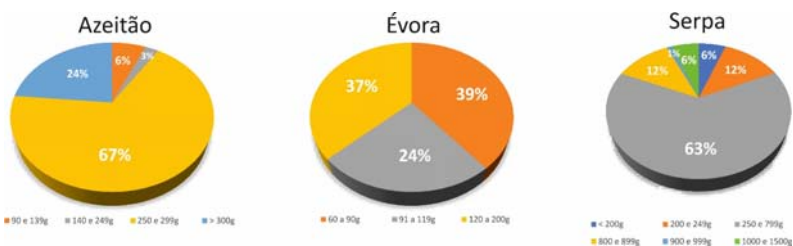


Figura 2.9: Distribuição do peso dos queijos

2.3 – Caracterização das condições de cura

De acordo com os resultados da figura 2.10, verifica-se que a grande maioria das queijarias dispõe de câmaras de cura com controlo automático da temperatura e humidade, sendo mais elevado na região de Évora (89%), seguido de Azeitão (75%) e Serpa (73%). Este facto prende-se com a maior garantia dada por este equipamento à produção de queijos e na maior facilidade no controlo das condições ambientais, contrariamente ao que ocorre nas tradicionais casas de cura, onde é necessário um trabalho permanente de humidificação do espaço ou abertura/fecho de janelas.



Figura 2.10: Tipo de instalação utilizada na cura do queijo

Na identificação das condições ambientais de cura, verificou-se que a temperatura na primeira câmara de cura variou entre 9.5 e 10.8°C, enquanto que na segunda câmara de cura, variou entre 14.5 e 15.6°C (Tabela 2.1). Em relação à humidade relativa, variou entre 71.2 e 92.5% na primeira câmara e entre 69.3 e 82% na segunda câmara. Relativamente às regiões de estudo, verificou-se que a região de Évora apresentou os valores mais baixos para a humidade relativa, quer na primeira quer na segunda câmara de cura. Relativamente ao tempo de cura, na generalidade existe uma permanência de 11-12 dias na primeira câmara e de 14-17 dias na segunda câmara, inferior

na região do Queijo de Évora devido à menor dimensão dos queijos nesta região.

Tabela 2.1: Caracterização das condições ambientais de cura

	Primeira câmara de cura			Segunda câmara de cura		
	Tempo (dias)	Temper. (°C)	Humidade (%)	Tempo (dias)	Temper. (°C)	Humidade (%)
Azeitão	12	9.5	92.5	14	14.5	72.5
Évora	11	10.4	71.2	16	15.6	69.3
Serpa	12	10.8	84.1	17	14.9	82.0

Com excepção de alguns casos pontuais em cada região, na globalidade as câmaras de cura são de reduzida dimensão, com uma área entre 22 e 46m² por câmara (Tabela 2.2). Na região de Évora foram observadas as queijarias de maior dimensão, onde a área total de cura de queijo foi de 68.5m², enquanto em Serpa foi de 62.6m² e em Azeitão foi de 57.8m².

Tabela 2.2: Dimensão das câmaras de cura

	Primeira câmara de cura			Segunda câmara de cura		
	Comprim. (m)	Largura (m)	Altura (m)	Comprim. (m)	Largura (m)	Altura (m)
Azeitão	4.7	6.3	3.2	4.7	6.0	3.2
Évora	5.2	4.3	3.2	8.1	5.7	3.2
Serpa	5.5	6.0	3.0	5.1	5.8	3.0

Relativamente ao posicionamento do evaporador no interior das câmaras, verificou-se que na sua maioria se posicionava numa extremidade (Figura 2.11), mais comum na região de Azeitão (100%), seguido de Évora (83%) e de Serpa (54%).

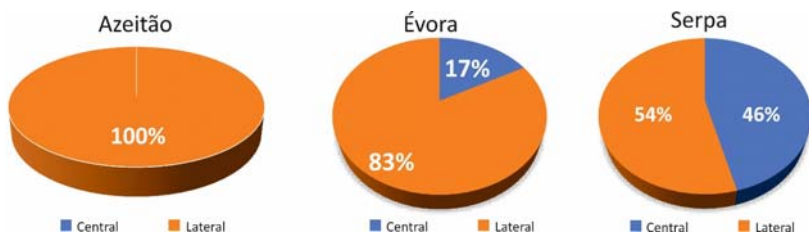


Figura 2.11: Localização do evaporador

Relativamente à existência de condutas para renovação do ar no interior das câmaras, verificou-se uma grande variação de região para região (Figura 2.12). Na região de Évora, todas as queijarias visitadas dispunham de condutas (Figura 2.13), superior ao observado em Azeitão (50%) e em Serpa (38%).



Figura 2.12: Existência de condutas



Figura 2.13: Câmara de cura com condutas e com evaporador lateral



Figura 2.14: Câmara de cura sem condutas e com evaporador central

A potência dos compressores apresentou variações significativas (Tabela 2.3). O compressor da primeira câmara de cura apresentou valores mais reduzidos na região de Azeitão (1.83 kW), seguido da região de Évora (3.00 kW) e de Serpa (3.21 kW). Na segunda câmara de cura, as potências mais reduzidas foram observadas em Azeitão (2.60kW), seguido de Serpa (4.04 kW) e de Évora (5.20 kW). O facto dos compressores com maior potência terem sido observados na região do Alentejo está relacionado com a maior volumetria das câmaras de cura (Tabela 2.2) e com a maior temperatura exterior ao longo do ano, responsável pela maior carga térmica por condução através das paredes e tecto.

Tabela 2.3: Potência eléctrica dos compressores (em kW)

	Primeira câmara de cura	Segunda câmara de cura
Azeitão	1,83	2,60
Évora	3,00	5,20
Serpa	3,21	4,04

2.4 – *Manuseamento dos queijos ao longo da cura*

Durante a cura são necessários alguns cuidados a fim de assegurar a qualidade final do produto e que estão relacionados com a perda de água e presença de microflora na superfície dos queijos. Verificou-se que na maioria das queijarias a viragem dos queijos era prática diária, no entanto, em certas queijarias esta operação era realizada a cada dois dias, semanalmente ou mesmo quinzenalmente (Figura 2.15).

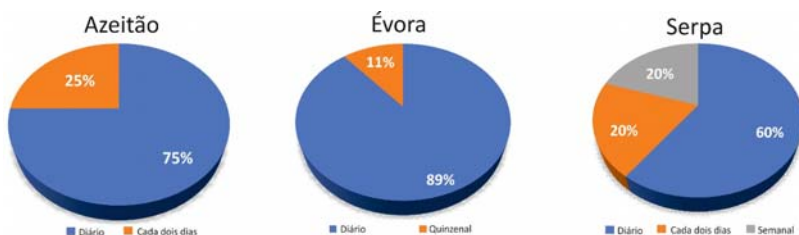


Figura 2.15: Viragem dos queijos

Relativamente à lavagem dos queijos, esta operação tem por objectivo a melhoria do aspecto exterior do queijo e algum controlo no desenvolvimento de bolores. No entanto, se por um lado é importante a realização desta tarefa, por outro lado o excesso de lavagem aumenta o risco de rutura para casca do queijo, especialmente nos queijos amanteigados. Verificou-se que, em média, o número de lavagens ao longo da cura era cerca de 3 na região de Évora e cerca de 2.5 nas regiões de Azeitão e de Serpa (Tabela 2.5).

Tabela 2.4: Número médio de lavagens durante a cura

	Lavagens
Azeitão	2,50
Évora	3,00
Serpa	2,47

Acerca da homogeneidade das condições de cura, nas regiões de Azeitão e de Évora verificou-se que na grande maioria (acima de 75%), a cura dos queijos no interior das câmaras não era homogénea.

Contrariamente, na região do Queijo Serpa, apenas 47% referiu que não era homogénea. Assim, é possível concluir que este é um aspecto fundamental a ter em conta num futuro próximo, no sentido de aumentar a homogeneidade das condições de cura para melhorar as características do queijo no período de cura e, conseqüentemente, o seu valor comercial (Figura 2.16).



Figura 2.16: A cura dos queijos é homogénea nas câmaras de cura?

Em consequência desta falta de homogeneidade no interior das câmaras de cura, torna-se necessário um exercício constante de mudança de local dos queijos para evitar a sua constante permanência num ambiente demasiado seco ou demasiado húmido. Tal como se pode verificar pela figura 2.17, a percentagem de queijarias onde se observou esta prática é coerente com as respostas representadas na figura 2.16, verificando-se assim uma relação causa-efeito. A consequência imediata desta necessidade de mudança de local dos queijos é, sem dúvida, o maior encargo em termos de mão-de-obra, uma vez que é usual despender de um período nunca inferior a duas horas diárias.



Figura 2.17: Durante a cura é necessário mudar os queijos de local?

2.5 – Tipos de defeitos mais frequentes

Relativamente à existência de defeitos resultantes da cura, verificou-se que na região de Évora esta questão é mais pertinente, com 67% das queijarias a identificar este problema. Nas regiões de Azeitão e de Serpa, apesar da percentagem de queijarias ser manifestamente inferior (25% e 20%, respectivamente), não deixa de ser uma questão de relevo e que justifica uma especial atenção, uma vez que também aqui irá conduzir a uma redução no valor comercial do queijo (Figura 2.18).



Figura 2.18: Existem defeitos no queijo resultantes da cura?

Relativamente ao tipo de defeito, foram referidos que os mais frequentes incluíam a formação de fendas (Figura 2.19) e excesso de bolores na superfície. Por vezes também se verifica um crescimento anormal do tamanho e do número dos olhos (Figura 2.20), mas que pode estar relacionado com a qualidade da matéria-prima. Também se verificou que, na maioria dos casos, o aparecimento deste tipo de defeitos não implicava obrigatoriamente uma quebra comercial na totalidade, uma vez que existe a possibilidade de conservar o produto durante mais tempo na câmara de cura e comercializar como “queijo velho” ou “queijo curado”. No entanto, não é desprezável a contabilização do espaço ocupado e o gasto em mão-de-obra para a manutenção deste produto, pelo que se pode concluir que existe sempre alguma desvalorização comercial. Em algumas das queijarias visitadas observou-se que o queijo dentro desta condição poderia ascender os 160 kg mensais.



Figura 2.19: Queijo com fendas

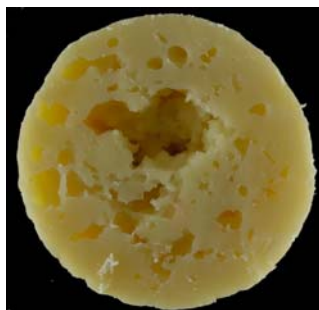


Figura 2.20: Queijo com olhos demasiadamente desenvolvidos

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio prestado pela “ARCOLSA- Associação Regional de Criadores de Ovinos Leiteiros da Serra da Arrábida”, “CERTIS-Controlo e Certificação” e pela “SATIVA, Desenvolvimento Rural, Lda”.

Referências

- INE (2007). Classificação portuguesa das actividades económicas. Ver.3.
Acedido a 6 de Julho de 2020 no URL www.ine.pt
- Regulamento (CEE) N.º 2081/92 de 14 de Julho de 1992, relativo à protecção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios
- Regulamento (UE) N.º 1151/2012 de 21 de novembro de 2012, relativo aos regimes de qualidade dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios
- Regulamento (EU) N.º 1107/96 de 12 de Junho de 1996, relativo ao registo das indicações geográficas e denominações de origem nos termos do procedimento previsto no artigo 17.º do Regulamento (CEE) no 2081/92 do Conselho

Capítulo 3 – Mecânica dos fluidos computacional na cura de queijos artesanais

Joana Borrega¹, João Garcia¹, Luis Coelho¹, João Pássaro¹ e Amândio Rebola¹

¹ Instituto Politécnico de Setúbal

3.1 – Introdução

A aplicação dos conceitos de mecânica dos fluidos computacional no estudo dos principais parâmetros ambientais dentro da câmara de cura de queijo pretende melhorar a qualidade dos queijos e criar maior valor agregado no produto final, valorizando um produto artesanal com profundas raízes históricas e parte integrante do património alentejano, reduzindo o consumo de energia. A mecânica de fluidos computacional (CFD) resolve problemas de fluxo com transferência de calor e massa e fenómenos de turbulência numa dada geometria pelo uso de uma malha numérica em que as equações de *Navier-Stokes* são resolvidas em cada célula dessa malha. As equações de *Navier-Stokes* consistem numa equação de continuidade dependente do tempo para conservação de massa, três equações de conservação de quantidade de movimento dependentes do tempo e uma equação de conservação de energia também dependente temporalmente (NASA, 2019).

3.2 – Aplicações do CFD em câmaras de cura de queijo

Poucas são as publicações que anteriormente se debruçaram sobre este assunto. Um dos mais importantes, o artigo “Computational fluid dynamics prediction and validation of gas circulation in a cheese-ripening room” (Mirade e Daudin, 2006) discute a aplicação de uma abordagem de mecânica de fluidos computacional (CFD) para prever padrões de velocidade do ar e circulação de ar exógeno dentro de uma câmara de cura piloto de queijo em 3 dimensões (3D). A comparação de resultados numéricos usando diferentes modelos de turbulência ($k-\epsilon$, $k-\omega$) com dados experimentais mostrou uma concordância bastante próxima na previsão qualitativa e algumas imprecisões na previsão quantitativa da velocidade do ar padrões, com diferenças médias absolutas de 0,12 m/s em metade do volume da câmara de cura e cerca de 0,05 m/s dentro das pilhas cheias de modelos de queijo. Este artigo indica que o melhor modelo para simular a turbulência do fluxo para prever os padrões de velocidade de ar dentro de uma câmara de cura de queijo em 3D é o modelo $k-\epsilon$ padrão, oferecendo uma boa correlação entre a precisão dos resultados e o tempo de computação (dada a malha 3D de 1,2 milhões de células criadas). Ainda assim, mostrou algumas imprecisões na previsão quantitativa dos padrões de velocidade do ar. Além disso, cálculos numéricos indicaram que usar uma conduta de insuflação para insuflar ar parecia fornecer uma solução mais eficiente para nivelar a distribuição do ar em todo o volume da câmara, do que uma injeção realizada diretamente no núcleo das pilhas (Mirade e Daudin, 2006). O programa CFD utilizado foi o Fluent 19.3 (um *software* de modelação) da Ansys, com os subprogramas Design Modeler (DM) e Meshing (M) e para a construção das geometrias das câmaras de cura de queijo em 3 dimensões (3D) utilizou-se o programa CAD SolidWorks.

Controlar o fluxo de ar (velocidade do ar, taxa de mudança de ar e troca com o ar externo) e as condições climáticas (temperatura do ar e humidade relativa do ar, concentração de gases) nas câmaras de cura de queijo é de grande importância, pois determina a eficiência e a homogeneidade do amadurecimento do queijo e perda de massa. No entanto, é muito difícil conseguir homogeneidade na distribuição das condições climáticas em todos os pontos de uma câmara de cura de queijo.

3.3 – Campanha experimental

De modo a fazer um levantamento das condições de cura e das condições ambientais no interior das câmaras de cura, foi feita uma deslocação à queijaria Vale do Guadiana, à queijaria da Herdade da Abóbada e à queijaria Monte da Cegarrega para pesquisar as dimensões (com o equipamento da figura 3.1) das câmaras de cura de queijo e fazer medições de velocidade, temperatura e humidade relativa (com os equipamentos da figura 3.2) em determinados pontos das câmaras de modo a esses dados serem comparados com os valores obtidos pela simulação do modelo CFD.



Figura 3.1: Equipamento utilizado no levantamento dimensional



Figura 3.2: Anemômetro de fio quente e sensor de temperatura e humidade

3.4 – Geometrias e malhas

Para as geometrias das câmaras de cura (Figura 3.4, 3.6 e 3.8) foi utilizado o programa de CAD (*Computer-Aided Design*), SolidWorks.

Para cada geometria foi construída e aplicada uma malha híbrida (com elementos de malha hexahédricos e tetraédricos, exemplificados na figura 3.3), como se pode observar nas figuras 3.4, 3.6 e 3.8, através do programa Ansys Meshing.

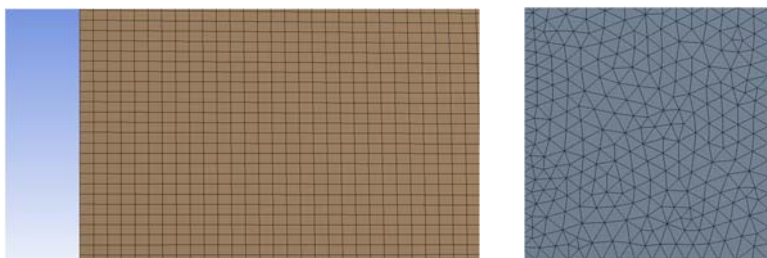


Figura 3.3: Volume com elementos de malha hexaédricos (esquerda) e volume com elementos de malha tetraédricos (direita)

A queijaria do Vale do Guadiana possui apenas uma câmara de cura de queijo (Figura 3.4), cujas dimensões se encontram na Tabela 3.1. Tem três colunas com sete prateleiras cada. Cada coluna tem um comprimento de 1,92 m (exceto a coluna do meio), largura de 0,40 m e altura de 1,92 m. A malha numérica da câmara de cura da queijaria do Monte da Cegarrega contém 2 200 000 nós e 12 100 000 elementos (Figura 3.5).

Tabela 3.1: Medidas na câmara de cura da queijaria Vale do Guadiana

Partes	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Câmara	7,420	3,430	3,550
Prateleiras	1,500	0,400	2,000
Evaporador	1,000	0,700	0,920

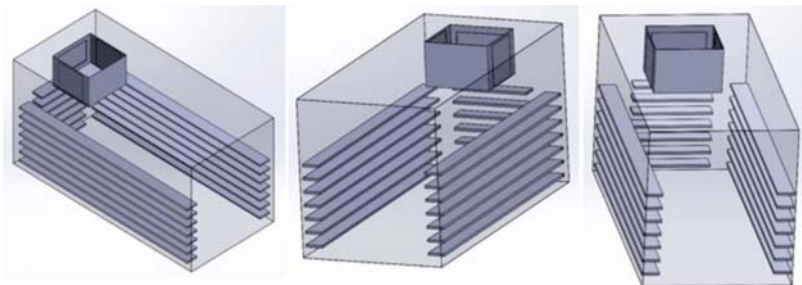


Figura 3.4: Representação geométrica da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana

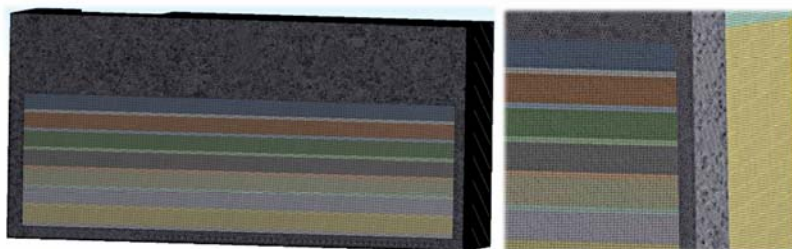


Figura 3.5: Malha na geometria da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana

A queijaria da Herdade da Abóbada possui duas câmaras de cura de queijo (Figura 3.6): a câmara menor tem um evaporador e cinco colunas de oito prateleiras, a câmara de maiores dimensões tem dois evaporadores e cinco colunas de oito prateleiras e no lado da porta quatro colunas de oito prateleiras, cujas medidas se encontram na Tabela 3.2. Os evaporadores são do modelo CB-102 da marca Centauro. A malha numérica da câmara de cura de menores dimensões da Herdade da Abóbada contém 750 00 nós e 1 650 000

elementos. A malha da maior câmara de cura da Herdade da Abóbada contém 1 500 000 nós e 3 300 000 elementos (Figura 3.7).

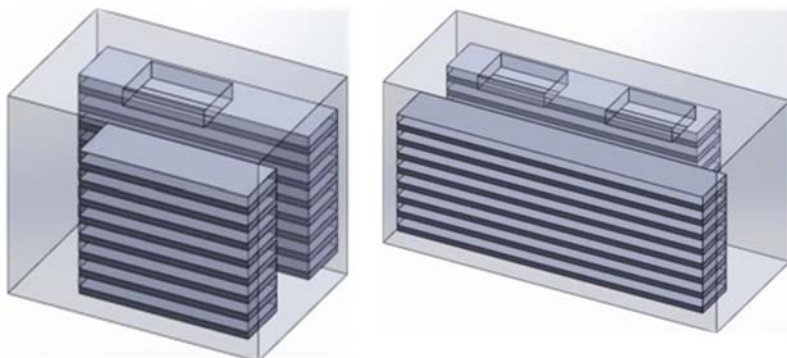


Figura 3.6: Representação geométrica das câmaras de cura na queijaria da Herdade da Abóbada

Tabela 3.2: Medidas nas câmaras de cura da queijaria da Herdade da Abóbada

Câmara	Partes	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Câmara menor	Câmara	3,600	2,490	3,000
	Evaporador	1,200	0,800	0,245
Câmara maior	Câmara	6,000	2,490	3,000
	Evaporador	1,200	0,800	0,245
Ambas as câmaras	Prateleiras	3,400	0,800	2,400

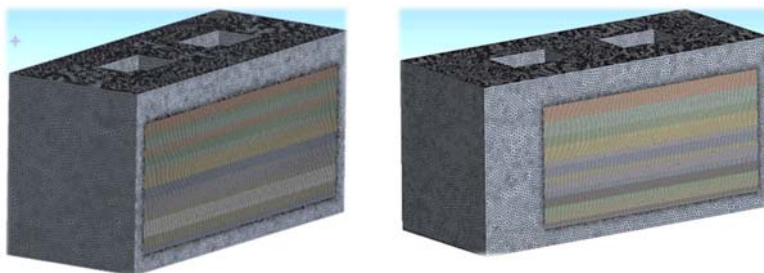


Figura 3.7: Malha na geometria das câmaras de cura na queijaria da Herdade da Abóbada

Tal como a queijaria Vale do Guadiana, a queijaria Monte da Cegarrega possui apenas uma câmara de cura de queijo. A sua geometria simplificada está representada nas imagens da Figura 3.8 e as suas medidas encontram-se na Tabela 3.3. Possui onze colunas com catorze prateleiras cada. A malha da câmara de cura da queijaria Monte da Cegarrega contém 1 800 000 nós e 4 600 000 elementos (Figura 3.9).

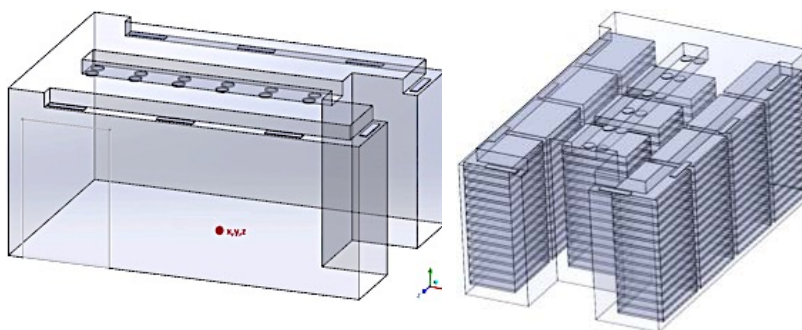


Figura 3.8: Representação geométrica da câmara de cura na queijaria Monte da Cegarrega

Tabela 3.3: Medidas na câmara de cura da queijaria Monte da Cegarrega

Partes	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Câmara	4,850	3,160	2,300
Prateleiras	1,050	0,740	0,140

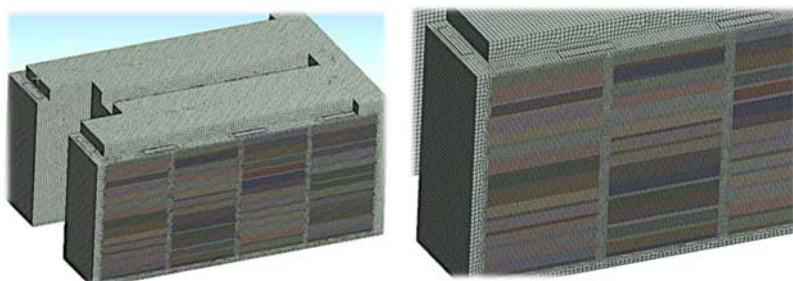


Figura 3.9: Malha na geometria da câmara de cura na queijaria Monte da Cegarrega

3.5 – Simulações CFD e análise de resultados

As geometrias das câmaras de cura foram importadas com as respectivas malhas para o programa Fluent e foram simuladas as velocidades do ar e comparadas com os valores de velocidades do ar nos pontos medidos. As simulações foram efetuadas em regime estacionário usando o modelo de turbulência $k-\epsilon$ e modelo de energia de trocas de calor. Nas condições fronteira foi estabelecida uma velocidade de entrada e a temperatura considerada foi a temperatura de amadurecimento dos queijos. Os resíduos de convergência das simulações de CFD utilizadas foram de $1e-3$ em relação à continuidade, energia cinética turbulenta (k), dissipação de energia (ϵ) e velocidade dos componentes do vetor x , y e z e o resíduo da energia foi considerado $1e-6$.

As prateleiras nas câmaras de amadurecimento têm uma rede na qual os queijos são colocados. Considerou-se que todas as prateleiras têm a mesma porosidade, 26,6%, porque as suas redes eram semelhantes. Os cálculos efetuados para se determinar a porosidade encontram-se na Tabela 3.4. As prateleiras e o volume com a porosidade dos queijos foram aplicados aos respetivos volumes nas geometrias. O comprimento da prateleira utilizado foi o da Herdade da Abóbada, cujo formato é quadrado (Figura 3.10).

Tabela 3.4: Cálculos para determinar as porosidades das prateleiras

Cálculos	Resultados
Número de furo na rede por prateleira (n_h)	196
Comprimento do furo (l_h)	0,03 m
Largura do furo (w_h)	0,01 m
Comprimento da prateleira (l)	0.47 m
Área do furo (A_h) $A_h = l_h \times l_h$	0,0003 m ²
Área total de furos (A_{th}) $A_{th} = n_h \times A_h$	0,059 m ²
Área de prateleira (A_s) $A_s = l \times l$	0,221 m ²
Porosidade da prateleira (P_s) $P_s = \frac{A_s}{A_{th}} \times 100\%$	26,6%



Figura 3.10: Prateleira da queijaria da Herdade da Abóbada

A porosidade das prateleiras com os queijos utilizada para as simulações desta câmara é de 8,9% e os seus cálculos apresentam-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Cálculos para determinar as porosidades da câmara e cura da queijaria Vale do Guadiana

Cálculos	Resultados
Número de queijos (n)	52
Diâmetro do queijo (d)	0,13 m
Comprimento da prateleira (l)	1,92 m
Largura da prateleira (w)	0,54 m
Área do queijo $A_c = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$	0,013 m ²
Área total dos queijos (A _{tc}) $A_{tc} = n \times A_c$	0,690 m ²
Área da prateleira (A _s) $A_s = l \times l$	1,037 m ²
Área vazia da prateleira (A _{es}) $A_{es} = A_s - A_{tc}$	0,347 m ²
Porosidade (P _s) $P_s = \frac{A_s}{A_{th}} \times 100\%$	33,5
Porosidade das prateleiras com os queijos (P _{sc}) $P_{sc} = P_c \times P_s \times 100\%$	8,9%

Na situação de insuflação lateral, os locais na câmara onde os valores de velocidade do ar eram mais elevados correspondem aos volumes de ar próximos da entrada e da saída do evaporador, atingindo também a parte superior das prateleiras mais próximas do evaporador. Os valores de velocidade na câmara são na sua maioria muito mais baixos, chegando, no entanto, perto de zero em algumas zonas, resultando num volume de ar muito heterogéneo, justificando diferentes problemas no amadurecimento do queijo, como a secagem excessiva do queijo em áreas onde a velocidade do ar é máxima (a vermelho na Figura 3.11 e com as linhas de corrente do ar

exemplificadas na Figura 3.12) e levando ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis em áreas onde a velocidade do ar é bastante baixa.

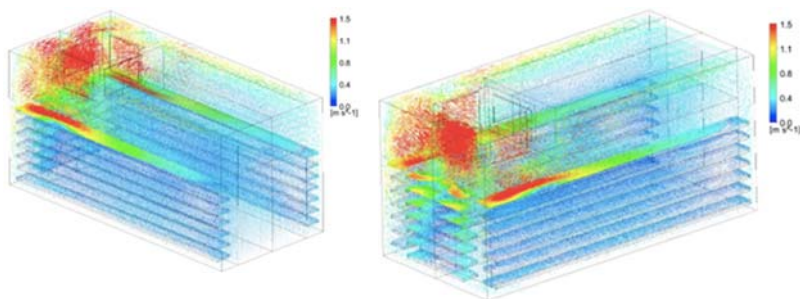


Figura 3.11: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria do Vale do Guadiana com insuflação lateral e representação da velocidade do ar através de vetores de corrente

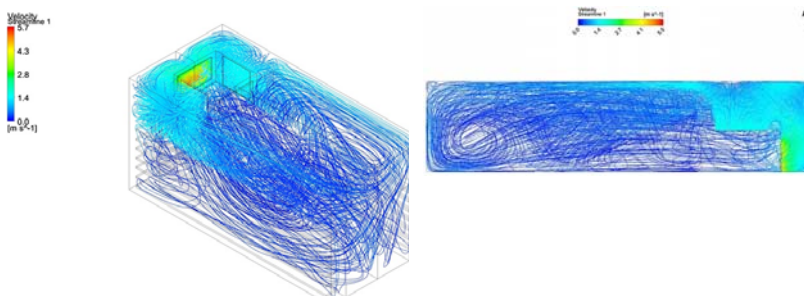


Figura 3.12: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana com insuflação lateral e representação da velocidade do ar através de linhas de corrente

Com a insuflação frontal a funcionar, ao contrário da situação anterior, não são atingidas velocidades máximas de circulação de ar na zona das prateleiras onde o queijo é colocado. Como pode ser visualizado nas imagens da Figura 3.12 (em verde e azul ciano) e

através das linhas de corrente do ar representadas na Figura 3.13, a insuflação frontal também contribuiu para uma distribuição mais homogênea da velocidade do ar nas áreas das prateleiras.

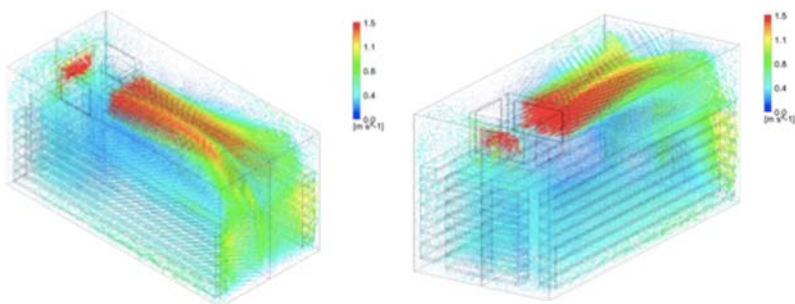


Figura 3.13: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana com insuflação frontal e representação da velocidade do ar através de vetores de corrente

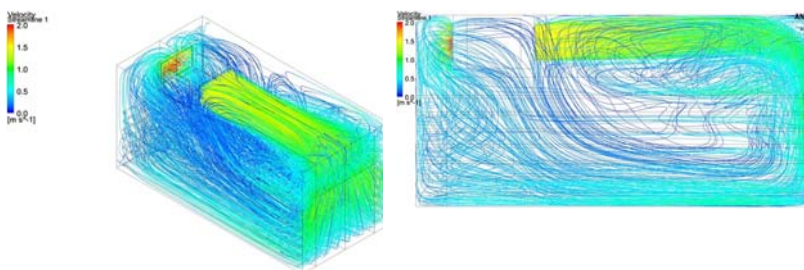


Figura 3.14: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana com insuflação lateral e representação da velocidade do ar através de linhas de corrente

Tabela 3.6: Valores máximos, médios e mínimos da simulação CFD da velocidade do ar na câmara de cura da queijaria Vale do Guadiana

Zonas da câmara de cura da queijaria Vale do Guadiana	Velocidade do ar (m/s)		
	Valor máximo	Média	Valor mínimo
Ar fora da zona das prateleiras	0,95	0,28	0,00
Ar na zona das prateleiras	0,00	0,00	0,00

Como se pode observar na Figura 3.4, a zona das prateleiras é o volume em que a temperatura do ar na câmara é mais elevada, correspondendo ao volume em que a velocidade do ar é mais baixa. A temperatura atinge os valores mais baixos fora das prateleiras, correspondendo aos locais onde a velocidade do ar é mais alta, conforme o esperado.

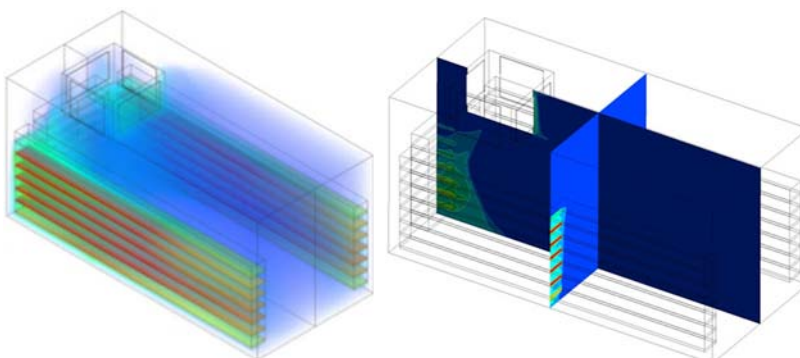


Figura 3.15: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria Vale do Guadiana com insuflação frontal e representação qualitativa da temperatura

Na câmara de cura menor da Herdade da Abóbada a insuflação do ar foi feita apenas lateralmente. Os valores de velocidade do ar alcançados nos volumes das prateleiras foram bastante altos em

alguns locais superiores (em vermelho, laranja e amarelo nas imagens da Figura 3.17). No volume restante da câmara, os valores são muito baixos (em azul ciano e azul escuro nas imagens da Figura 3.15), dificultando a cura do queijo de forma homogênea nas prateleiras. Os valores da Tabela 3.7 confirmam a heterogeneidade da velocidade do ar nas zonas das prateleiras e a homogeneidade fora dessas zonas, porém com um valor demasiado baixo, próximo de 0 m/s, o que não é um valor favorável para as condições de cura do queijo.

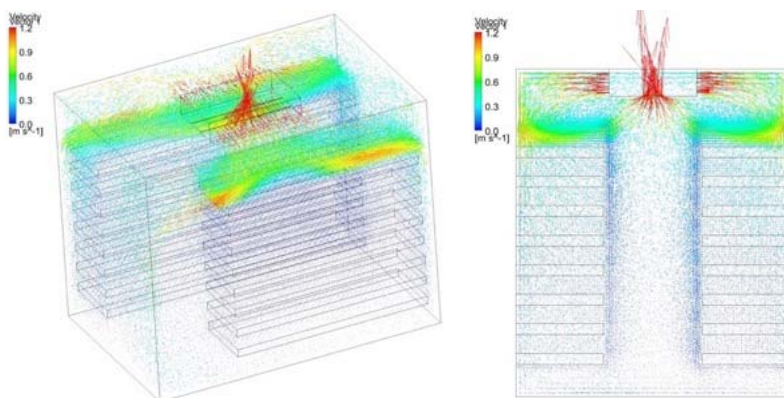


Figura 3.16: Modelo virtual simplificado das câmaras de cura na queijaria da Herdade da Abóbada com insuflação frontal e representação da velocidade do ar através de vetores de corrente

Tabela 3.7: Valores máximos, médios e mínimos da simulação CFD da velocidade do ar na câmara de cura menor da queijaria da Herdade da Abóbada

Zonas da câmara de cura menor da queijaria da Herdade da Abóbada	Velocidade do ar (m/s)		
	Valor máximo	Média	Valor mínimo
Ar fora da zona das prateleiras	14,12	0,17	0,00
Ar na zona das prateleiras	0,00	0,00	0,00

Os locais na câmara menor em que a velocidade do ar mostrada é mais elevada correspondem aos valores mais baixos de temperatura, qualitativamente representados na Figura 3.16, ou seja, apenas na câmara superior na zona do evaporador e nas prateleiras superiores. Essa figura também revela que as zonas da câmara com temperaturas mais elevadas se encontram nas restantes prateleiras e na zona central da câmara, atingindo valores muito mais altos. Este diferencial de temperatura na câmara não é recomendado para um bom processo de cura de queijo.

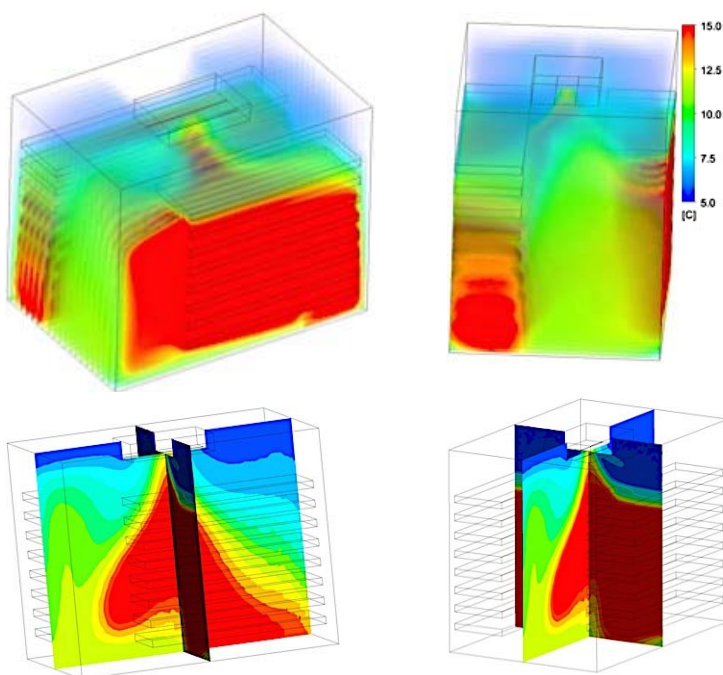


Figura 3.17: Modelo virtual simplificado da câmara de cura menor na queijaria da Abóbada com representação qualitativa da temperatura

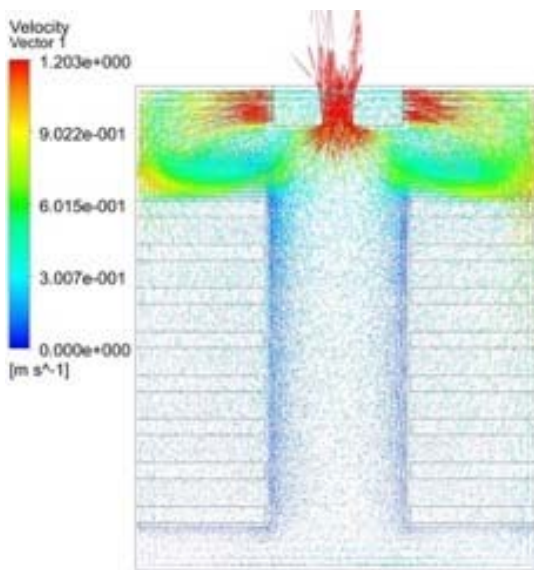
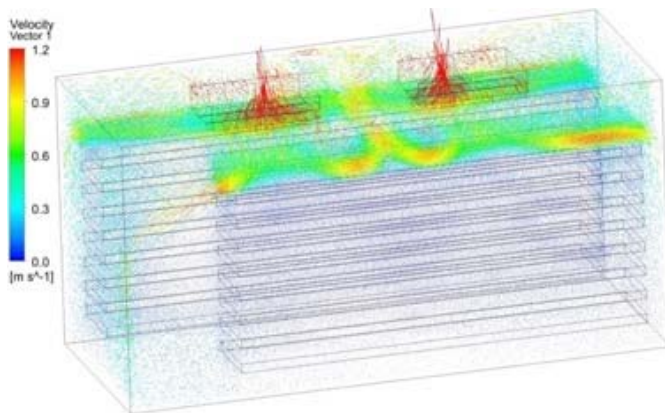


Figura 3.18: Modelo virtual simplificado das câmaras de cura na queijaria da Herdade da Abóbada com insuflação frontal e representação da velocidade do ar através de vetores de corrente

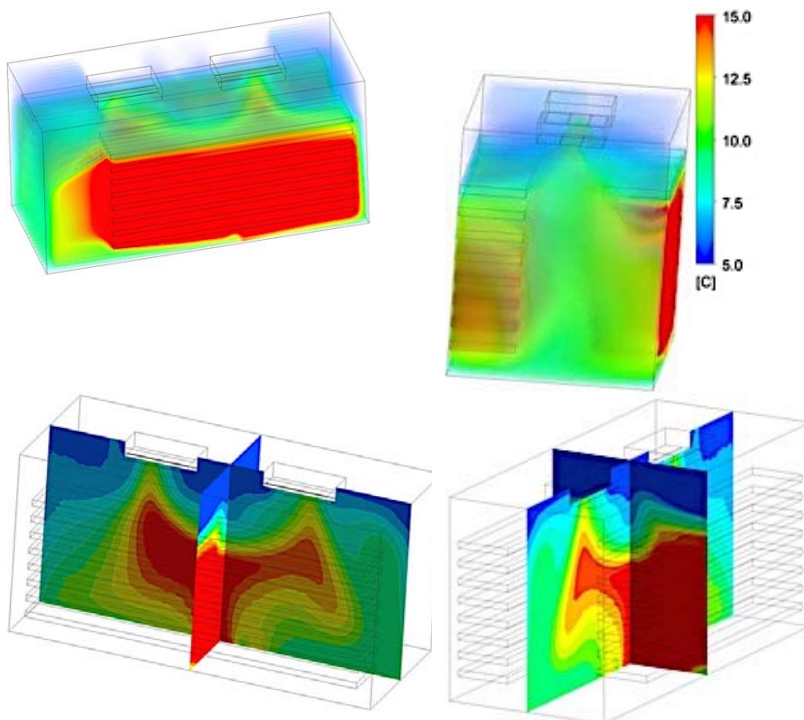


Figura 3.19: Modelo virtual simplificado da câmara de cura maior na queijaria da Herdade da Abóbada representação qualitativa da temperatura

Ao contrário das outras câmaras de cura mencionadas, a câmara de cura da queijaria do Monte da Cegarrega apresenta uma baixa variação da velocidade do ar. Os valores mais altos de velocidade do ar estão localizados nas zonas de saída e os valores mais baixos em toda a zona das prateleiras, exceto nas prateleiras superiores, onde se observa ar estagnado (com uma velocidade de aproximadamente 0 m/s) na Figura 3.19. Isso é desfavorável para a cura do queijo, pois as condições exigidas pelo queijo incluem estar em repouso num local fresco e suficientemente ventilado para permitir valores de temperatura e humidade não muito elevados.

Tabela 3.8: Cálculos para determinar as porosidades da câmara e cura da queijaria Monte da Cegarrega

Cálculos	Resultados
Número de queijos por prateleira (n)	16
Diâmetro do queijo (d)	0,13 m
Comprimento da prateleira (l)	0,49 m
Largura da prateleira (w)	0,47 m
Área de queijo (A_c) $A_c = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$	0,013 m ²
Área total de queijos (A_{tc}) $A_{tc} = n \times A_c$	0,212 m ²
Área de prateleira (A_s) $A_s = l \times w$	0,230 m ²
Área vazia de prateleira (A_{es}) $A_{es} = A_s - A_{tc}$	0,018 m ²
Porosidade do volume com queijos (P_c) $P_c = \frac{A_{es}}{A_s} \times 100\%$	7,8%
Porosidade da prateleira com queijos (P_{sc}) $P_{sc} = P_c \times P_s \times 100\%$	2,1%

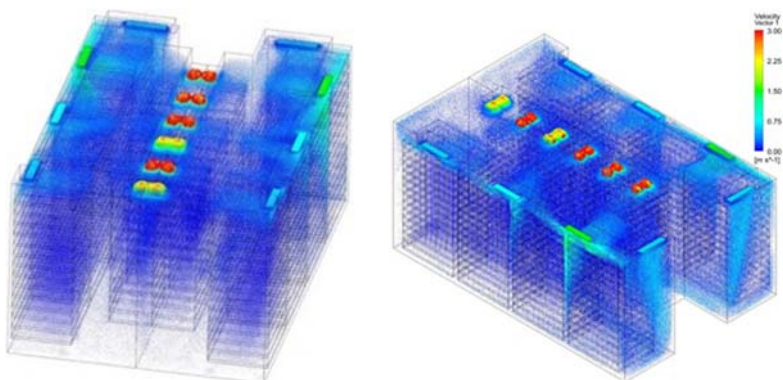


Figura 3.20: Modelo virtual simplificado da câmara de cura na queijaria Monte da Cegarrega com representação da velocidade do ar através de vetores de corrente

Tabela 3.9: Simulação CFD da velocidade do ar na câmara de cura menor da queijaria Monte da Cegarrega

Zonas da câmara de cura menor da queijaria do Monte da Cegarrega	Velocidade do ar (m/s)		
	Valor máximo	Média	Valor mínimo
Ar fora da zona das prateleiras	3,65	0,04	0,00
Ar na zona das prateleiras	0,00	0,00	0,00

A temperatura no interior da câmara de maturação varia amplamente, tendo uma distribuição heterogénea e atinge valores muito altos em algumas zonas do teto próximas às saídas da câmara e em todo o volume próximo da porta da câmara, atingindo toda a largura nesta zona e a meio da câmara na direção longitudinal. Os valores mais baixos de temperatura estão localizados em frente à porta (na direção longitudinal) e somente estas temperaturas são favoráveis à cura do queijo. Esta distribuição de temperatura resulta em duas zonas, uma no meio da câmara que contém a porta, onde é improvável que o queijo sofra um processo de cura favorável

(condições de cura heterogêneas) e a outra na metade da câmara onde queijo é bem curado com características homogêneas.

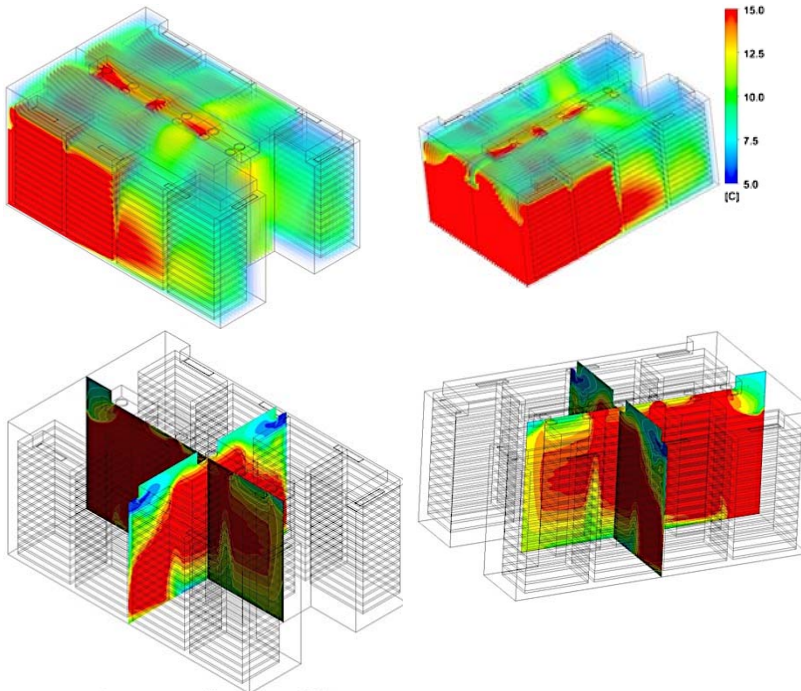


Figura 3.21: Modelo virtual simplificado da câmara de maturação Monte da Cegarrega com representação qualitativa da temperatura

3.6 – Comparação entre os resultados da simulação CFD e os dados experimentais

A velocidade do ar foi medida através de *dataloggers* nos locais dos pontos (Tabela 3.10) representados na Figura 3.12 e cujos valores constam na Tabela 3.11, assim como os valores da velocidade nos pontos correspondentes na simulação CFD.

Tabela 3.10: Localização com coordenadas dos pontos na câmara de cura da queijaria Herdade da Abóbada, onde foram colocados os *dataloggers*

Points	Coordenadas dos locais dos pontos (m)		
	x	y	z
3	-0,575	0,450	0,925
5	-0,575	2,200	0,925
8	0,875	1,450	0,925
9	1,425	0,450	0,925
10	1,425	2,200	0,925

No gráfico da Figura 3.22 verifica-se uma clara correlação entre os valores experimentais e os valores da simulação da velocidade do ar na câmara da queijaria da Herdade da Abóbada em questão, demonstrando que o modelo CFD é válido uma vez que a diferença entre cada par de valores é baixa.

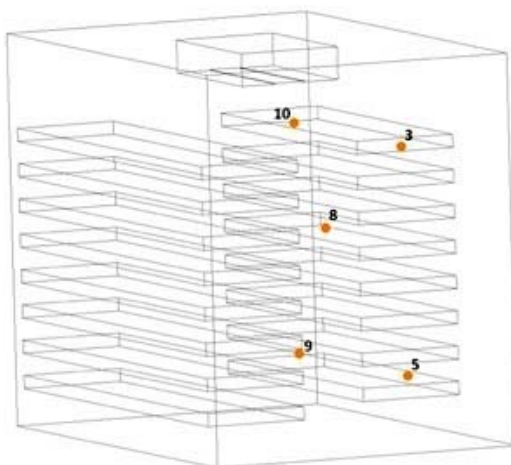


Figura 3.22: Representação, através de pontos, dos locais onde os *dataloggers* foram colocados nas câmaras da Herdade da Abóbada

Tabela 3.11: Velocidade média do ar experimental (\bar{v}) e da simulação de CFD (\bar{v}) em pontos específicos da câmara de cura menor da queijaria da Herdade da Abóbada

Pontos	Experim ental \bar{v} (m/s)	CFD				Desvio (m/s)
		Velocidad e x (m/s)	Velocidade y (m/s)	Velocidade z (m/s)	\bar{v} (m/s)	
3	0,050	-0,013	0,000	0,006	0,014	0,036
5	0,127	-0,001	0,000	-0,001	0,001	0,126
8	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042
9	0,009	-0,004	0,000	0,000	0,004	0,005
10	0,004	0,003	0,000	0,003	0,004	0,000

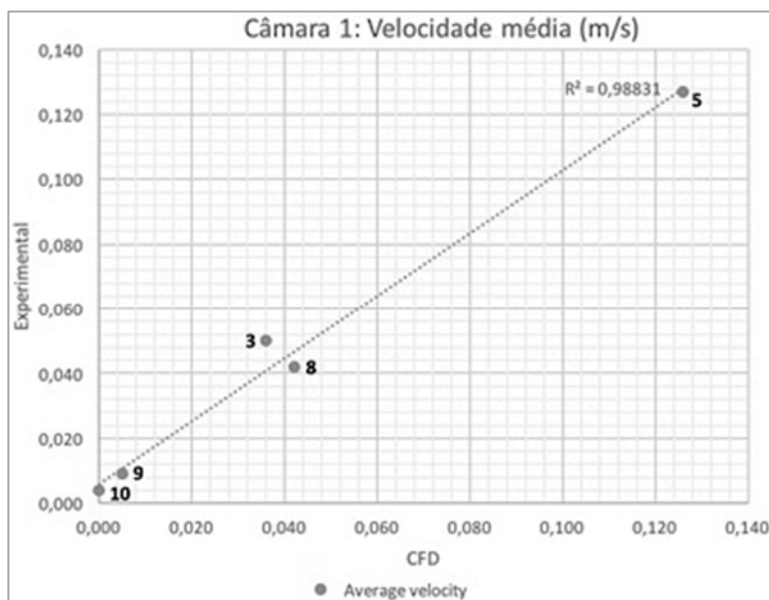


Figura 3.23: Gráfico dos valores da velocidade do ar experimental e da simulação CFD referentes à câmara de cura menor da Herdade da Abóbada

3.7 – Discussão e conclusão

Ao comparar a distribuição dos valores de velocidade e temperatura do ar nas câmaras de cura das queijarias analisadas, observa-se que a distribuição de temperatura está diretamente relacionada com a distribuição dos valores de velocidade do ar, conforme esperado. Essa relação é inversamente proporcional, pois as regiões das câmaras onde a velocidade do ar atinge valores mais elevados correspondem aos volumes em que os valores de temperatura correspondentes são mais baixos e vice-versa. As simulações de CFD são apresentadas para avaliar com mais pormenor, as condições de amadurecimento do queijo nas câmaras de amadurecimento, já que se encontrou uma boa correlação entre os valores de velocidade obtidos nas simulações em pontos específicos das câmaras e os valores reais de velocidade que foram medidos experimentalmente nos mesmos locais das câmaras, principalmente na câmara de cura menor da queijaria da Herdade da Abóbada. Verificou-se que nas câmaras de cura visitadas, as entradas e saídas dos sistemas de ventilação estão todas localizadas na parte superior das câmaras, onde não existem prateleiras.

Após a obtenção dos resultados das simulações de CFD, confirma-se que existem problemas nas condições de amadurecimento do queijo, pois as simulações da velocidade do ar e da distribuição de temperatura em todas as câmaras de cura das queijarias visitadas eram heterogêneas, levando a que o queijo também tenha uma cura heterogênea. Este problema pode ser minimizado pela rotação dos locais onde o queijo é colocado nas prateleiras para ser curado, se as condições presentes nas câmaras (sistema de ventilação e disposição das prateleiras) forem mantidas, pois o queijo deve ser amadurecido homogeneamente para se obterem características homogêneas. De acordo com os dados recolhidos e processados até o momento, a

resolução eficaz envolveria principalmente a alteração do sistema de ventilação principalmente nos locais de entrada e saída de ar e uma possível adaptação da geometria das câmaras e das respetivas prateleiras de queijo. A simulação CFD será uma ferramenta essencial para um estudo futuro de otimização das câmaras de cura de queijo.

Referências

- Mirade P. e Daudin, J (2006) Computational fluid dynamics prediction and validation of gas circulation in a cheese-ripening room. *International Dairy Journal*, 16(8), 920–930. doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.007
- NASA (2019). Navier-Stokes Equations: 3 dimensional, unsteady. Available at: www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/nseqs.html. Consultado em: 2019-02-07

Capítulo 4 – Influência das condições de atmosféricas na cura de queijos artesanais

João Dias^{1,5}, Patrícia Lage¹, João Valério¹, Teresa Santos¹, Célia Lampreia¹, Miguel Horta¹, Maria João Carvalho¹, António Miguel Floro¹, Rute Russo¹, André Silva¹, João C. Martins¹, José Jasnau Caeiro¹, Sascha Geng¹, Fernando Lidon^{2,5}, Fernanda Pessoa^{2,5}, Fernando Reboredo^{2,5}, António Eduardo Leitão^{5,6}, José Cochicho Ramalho^{5,6}, João Garcia³, Luis Coelho³, João Pássaro³, António P.L Martins^{4,5}, Elsa Gonçalves^{4,5} e Nuno Alvarenga^{4,5}

¹ Instituto Politécnico de Beja, ² FCT-Universidade Nova de Lisboa, ³ Instituto Politécnico de Setúbal, ⁴ UTI-Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária IP, ⁵ GeoBioTec-Geobiosciences, Geobiotechnologies and Geoengineering, ⁶ Instituto Superior Agronomia

4.1 – Influência das condições de atmosféricas na cura do queijo na região do Queijo Serpa

Foram produzidas 73 amostras de queijos de ovelha (500g) numa queijaria abrangida pela região delimitada para a produção do queijo Serpa DOP, distribuídos por 10 locais diferentes dentro da câmara de cura, como se representa nas figuras 4.1 e 4.2.

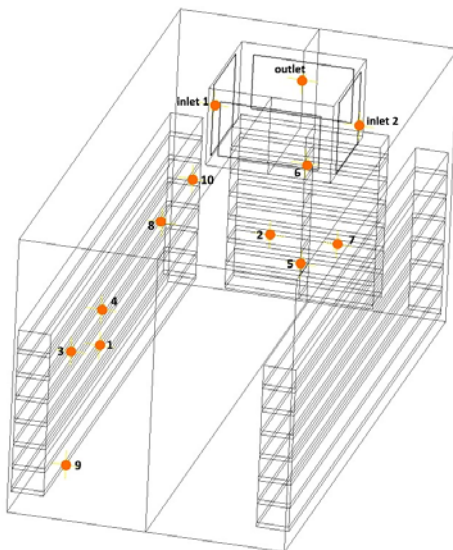


Figura 4.1: Identificação dos locais de amostragem na câmara de cura



Figura 4.2: Distribuição dos queijos pela câmara de cura

A recolha dos dados ambientais de cura, nos 10 locais referidos anteriormente, foi realizada através de um sistema de monitorização composto por módulos locais de aquisição de dados (Figura 4.3) baseados na plataforma WiPy, um módulo agregador e pelo sistema remoto de controlo, para visualização e registo dos dados.



Figura 4.3: Colocação de queijo num módulo local de aquisição de dados

Os dados recolhidos pelo micro-controlador WiPy, a cada 30 minutos, são enviados via comunicação *wireless* LAN para o módulo agregador, e que através do protocolo MQTT agrega e envia para o sistema de controlo geral e de visualização sendo, em simultâneo, gravados num cartão SD instalado em cada módulo e acessível via FTP.

Análise laboratorial e sensorial

Foram recolhidas amostras de queijos aos 0 e 35 dias de cura, em triplicado. A humidade foi determinada de acordo com a ISO 5534 (2004), o pH foi determinado por meio de um eléctrodo de penetração a 20 ± 1 °C (Metrohm 691 pH Meter, Herisau, Suíça). Os parâmetros ΔE_{pasta} e ΔE_{casca} representam o afastamento da cor da pasta e da casca relativamente ao dia 0, respectivamente. Estes parâmetros foram determinados a partir das componentes $L^*a^*b^*$ obtidas através de um colorímetro portátil (Minolta CR300, Tóquio, Japão) e com a aplicação da fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

A dureza (N) e a adesividade (-N.s) foram determinadas através de um texturómetro (TA.XT Plus100, Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido). Para a realização das contagens microbianas, as amostras de queijo (10g) foram transferidas assepticamente para sacos de stomacher esterilizados com 90mL de solução esterilizada de citrato de sódio (2% m/v) e homogeneizadas num equipamento stomacher (modelo Lab Blender 400, Seward Lab, Londres, Reino Unido) durante 120s à temperatura ambiente. Cada homogeneizado foi diluído com solução de Ringer e, posteriormente, tomas de 1 mL ou 0.1 mL de amostra das diluições adequadas foram espalhadas ou incorporadas em meios de cultura selectivos. Os mesófilos aeróbicos totais foram estimados com recurso ao meio Plate Count Agar (PCA) após 48h de incubação a 30°C. As bactérias lácticas foram estimadas com recurso ao meio de Man, Rogosa and Sharpe (MRS), acidificado a pH 5.6, após 72h a 30°C. A contagem de leveduras foi efectuada de acordo com a norma NP3277-1:1987, com recurso ao meio de cultura Rose Bengal Chloramphénicol, com adição de Chloramphenicol

(Oxoid SR0078E). As enterobacterias foram estimadas com base no meio Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG), após 24h a 37°C.

A análise sensorial foi realizada aos 35 dias de cura, por meio de um painel treinado constituído por 20 elementos, selecionados e treinados de acordo com as normas ISO 8586-1 (1993) e ISO 8589 (1998). Todos os elementos eram consumidores regulares de queijo, com elevada capacidade de discriminação, sensibilidade e consistência. As amostras foram cortadas em cunhas, sem casca, colocadas em placas individuais de Petri codificadas com três algarismos aleatórios. Os elementos avaliaram as amostras com base numa escala contínua de 7 pontos para a cor da casca (branco amarelado a amarelado acastanhado), crosta rachada (pouco a muito), rugosidade (liso a rugoso), manchas (pouca a muitas), cor da pasta (branco a amarelo), olhos (nenhum a muitos), firmeza (mole a duro), adesividade (pouco a muito), intensidade do cheiro (nada a muito), intensidade do sabor e aroma (nada a muito), ácido (ausente a muito intenso), amargo (ausente a muito intenso), ranço (ausente a muito intenso), salgado (ausente a muito intenso), picante (ausente a muito intenso) e estábulo (ausente a muito intenso).

Resultados

Os resultados da medição instrumental dos parâmetros ambientais encontram-se na Tabela 4.1. Verificou-se que a velocidade do ar apresentou variações entre 0,05m/s (local 2) e 0,25m/s (local 10), a temperatura apresentou variações entre 8,5°C (local 2) e 9,9°C (local 9), enquanto a humidade relativa apresentou grandes variações entre 57,9% (local 7) e 99,9% (local 9). Assim, as variações ambientais

verificadas durante o tempo de cura, relativamente à velocidade do ar e humidade relativa, indiciam um ambiente bastante heterogéneo dentro da câmara, influenciando as características do produto final. Esta heterogeneidade está relacionada com o posicionamento do evaporador dentro da câmara de cura e com as linhas de corrente que se desenvolvem à saída do ventilador.

Tabela 4.1: Medição dos parâmetros ambientais

Parâmetros ambientais	Local									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Velocidade (m/s)	0,18	0,05	0,16	0,11	0,05	0,18	0,05	0,20	0,09	0,25
Temperatura (°C)	8,9	8,5	9,8	8,7	9,0	8,7	9,1	8,7	9,9	n.d.
Humidade relativa (%)	95,4	70,3	95,9	62,2	96,8	69,3	57,9	98,2	99,9	n.d.

n.d.: não determinado

Os resultados na humidade apresentaram valores mais elevados no início da cura, tal como esperado. Após 35 dias de cura, apesar de se terem verificado algumas diferenças aparentes na humidade do queijo (Tabela 4.2), não foram observadas diferenças significativas. Os resultados do pH indicaram que, tal como seria de esperar, o valor mais elevado foi observado no dia 0, uma vez que ainda não ocorreu a conversão de lactose em ácido láctico. Após os 35 dias de cura, verificou-se que o valor mais elevado ocorreu no local 1, com o valor de pH 5.44. Por outro lado, os valores mais baixos foram observados nos locais 7, 8 e 10 (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Resultados da análise física, química e microbiológica aos 35 dias de cura

	Od de cura	Local									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Humidade (%)	54,7	51,2	51,1	49,8	50,9	n.d.	53,3	50,8	50,4	51,2	48,4
pH	5,89	5,44	5,34	5,26	5,27	n.d.	5,26	5,23	5,23	5,26	5,23
Análise mineral											
Sr (ppm)	7,7	12,2	12,6	9,4	9,9	n.d.	9,5	10,5	10,4	10,5	10,9
Zn (ppm)	15,8	27,1	30,5	18,0	18,0	n.d.	19,1	20,8	15,4	17,7	18,9
Ca (ppm)	5883	7902	865	587	518	n.d.	640	562	510	607	6325
K (ppm)	703	803	956	111	925	n.d.	114	961	107	996	1070
S (ppm)	895	2116	170	164	147	n.d.	150	137	154	162	1829
P (ppm)	1105	2073	222	183	164	n.d.	173	224	166	177	2066
Si (ppm)	418	545	491	508	478	n.d.	380	514	435	458	459
Cl (ppm)	3634	2364	515	608	469	n.d.	558	517	601	559	6216
ΔE casca	-	25,6	24,2	25,5	27,1	n.d.	26,5	23,7	22,9	24,7	23,1
ΔE pasta	-	7,4	8,3	8,0	8,3	n.d.	8,1	8,5	8,3	7,6	8,1
Dureza (N)	13,8	20,5	20,8	24,7	23,5	n.d.	24,4	22,9	20,6	20,4	20,5
Adesividade (- N.s)	2,0	12,3	12,9	11,5	13,4	n.d.	12,9	11,9	11,5	10,3	10,5
Mesófilos superfície (log ufc/cm ²)	3,86	5,30	4,33	4,51	4,67	n.d.	4,78	4,48	4,68	5,74	4,56
Mesófilos pasta (log ufc/g)	7,50	8,69	8,75	8,52	8,44	n.d.	8,70	8,39	8,66	8,46	8,62
Bactérias lácticas pasta (log ufc/g)	6,42	8,42	8,61	8,44	8,38	n.d.	8,61	8,30	8,40	8,57	8,50
Leveduras (log ufc/g)	3,64	3,79	4,22	4,83	3,50	n.d.	6,60	3,87	6,91	4,48	4,60
Enterobacterias pasta (log ufc/g)	4,88	6,43	6,78	6,37	6,46	n.d.	6,75	6,12	6,23	6,1	5,98

n.d.: não determinado

A análise mineral apresentou uma diferença significativa entre o dia 0 e os 35 dias de cura como resultado do efeito de secagem devido à perda de humidade. No entanto, observou-se uma heterogeneidade significativa no cloro, sendo mais elevado nos queijos do local 1 (23 647 ppm) e confirmado pela avaliação sensorial no parâmetro “salgado” (Tabela 4.3), podendo estar relacionado com alguma variabilidade de como é feita a salga do queijo na sua superfície. De um modo geral, a análise mineral vem reforçar a importância do queijo na alimentação, nomeadamente: o fósforo e o cálcio são essenciais para o crescimento e manutenção óssea; o enxofre é relevante para a síntese de aminoácidos sulfurados e, em particular, intervém na síntese dos grupos tiol (H-S-) e de moléculas com acção anti-oxidante; os níveis de potássio são relevantes para a manutenção da bomba de sódio e potássio; o zinco possibilita várias funções bioquímicas, participa na divisão celular, expressão genética, processos fisiológicos como crescimento e desenvolvimento, na transcrição genética, na morte celular, age como estabilizador de estruturas de membranas e componentes celulares, além de participar da função imune e desenvolvimento cognitivo.

Relativamente à cor da casca, verificou-se um maior escurecimento no local 4 apresentando um ΔE_{casca} de 27,1. Por outro lado, os locais 8 e 10 apresentaram a menor alteração da cor da casca, relativamente ao dia 0, com valores de ΔE_{casca} de 22,9 e 23,2, respectivamente. Em relação à cor da pasta, verificou-se uma alteração menos intensa durante a cura do que o observado na casca. Mas também neste parâmetro, o local 1 foi o que apresentou a maior alteração da cor, com um ΔE_{pasta} de 7,4. A dureza apresentou valores mais elevados aos 35 dias de cura, consequência da perda de

humidade. Nos locais 3 e 6 foram observados os queijos com valores mais elevados, na ordem de 24-25 N (Tabela 4.2). Após os 35 dias de cura, a adesividade apresentou os valores mais elevados no local 4 e os valores mais reduzidos no local 9.

Na pasta, as contagens mais elevadas foram observadas nos locais 2 e 6, nomeadamente nos mesófilos aeróbios totais, bactérias lácticas e enterobactérias (Tabela 4.2). As contagens dos mesófilos aeróbios totais na superfície apresentaram valores iniciais da ordem de 3,86 log ufc/cm², tendo aumentado em todos os locais durante o tempo de cura. Após os 35 dias de cura, os valores mais reduzidos foram observados no local 2 (4,33 log ufc/cm²) e os mais elevados no local 9 (5,74 log ufc/cm²). Também foi verificado um aumento dos mesófilos aeróbios totais na pasta, desde 7,50 log ufc/g no início da cura até valores entre 8,39 e 8,75 log ufc/g após 35 dias de cura, não tendo sido observadas diferenças significativas entre locais. As contagens das bactérias lácticas na pasta apresentaram valores iniciais de 6,42 log ufc/g, tendo aumentado durante a cura até 8,61 log ufc/g, nos locais 2 e 6, enquanto nos restantes locais não foram observadas diferenças significativas. As leveduras apresentaram as contagens mais baixas aos 0 dias de cura, com cerca de 3,64 log ufc/g, tendo aumentado em praticamente todos os locais de cura, sendo o local 4 a única excepção. Os valores mais elevados aos 35 dias de cura foram observados nos locais 6 e 8, com 6,60 e 6,91 log ufc/g, respectivamente. As enterobactérias apresentaram contagens iniciais cerca de 4,88 log ufc/g, tendo aumentado até 6,75 log ufc/g, nos locais 2 e 6. As contagens mais reduzidas foram observadas no local 10 (5,98 log ufc/g).

Os resultados da análise sensorial indicam que a superfície dos queijos no local 1 foi a mais afectada, tendo-se verificado uma cor

mais intensa, mais rugosa (a par do local 7) e com mais manchas relativamente aos restantes locais (Figura 4.4).

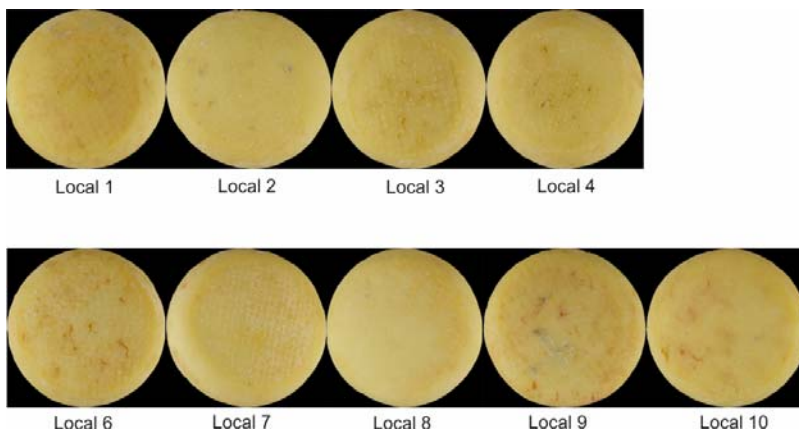


Figura 4.4: Exemplos de queijos provenientes dos diferentes locais de cura aos 35 dias de cura

Por outro lado, o local 3 apresentou os queijos com cor da casca menos intensa, menor incidência de fendas na casca e menor rugosidade. O local 9 apresentou menor incidência de manchas na superfície e, por outro lado, o local 2 apresentou a maior incidência. Relativamente ao aspecto da pasta, não foram observadas grandes variações, no entanto o local 7 apresentou os queijos com a pasta mais amarela enquanto os locais 1 e 2 apresentaram os queijos com a pasta mais branca. Em relação à presença de olhos na pasta, verificou-se que os queijos do local 10 apresentaram maior incidência ao contrário do local 4, com o valor mais baixo. A textura também apresentou algumas variações dentro da câmara de cura, com uma textura mais firme no local 9 e menos firme no local 1. A adesividade

apresentou valores mais elevados no local 8 e mais reduzidos no local 4.

Tabela 4.3: Resultados da análise sensorial de perfil

Atributos		Local									
		1	2	3	4	6	7	8	9	10	
Crosta	Cor	5,4	3,9	3,4	4,4	4,6	4,0	4,6	4,4	4,4	
	Crosta										
	rachada	4,1	5,4	2,0	2,2	3,6	3,4	4,0	3,5	2,7	
	Rugosidade	4,9	3,5	2,8	3,7	4,0	4,9	4,5	3,2	3,4	
	Manchas	5,7	2,6	2,5	2,4	3,1	3,4	3,1	2,3	3,7	
Aspecto	Cor da pasta	4,1	4,1	4,3	4,2	3,9	4,4	4,3	3,6	3,5	
	Olhos	3,4	3,5	3,2	3,0	3,1	3,7	4,0	4,0	4,1	
Textura	Firmeza	2,6	2,9	3,8	3,4	3,5	3,6	3,3	4,0	3,4	
	Adesividade	3,3	3,6	2,9	2,8	3,2	3,5	4,0	3,3	3,7	
Cheiro	Intensidade	4,6	4,1	4,1	3,8	3,8	4,3	4,0	4,5	4,5	
	Intensidade	4,1	3,8	4,2	4,2	5,5	5,6	5,7	5,1	5,0	
Sabor e aroma	Ácido	3,5	3,8	2,7	3,2	2,9	3,0	2,6	2,7	2,6	
	Amargo	3,3	3,2	2,6	2,2	2,0	2,5	2,2	2,4	3,6	
	Ranço	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3	
	Salgado	4,0	3,4	2,5	2,7	2,7	2,5	2,7	2,8	2,9	
	Picante	1,8	1,5	1,0	1,3	1,6	1,3	1,0	1,2	1,4	
	Estábulo	3,3	1,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	

Na intensidade do cheiro, o local 1 apresentou os valores mais elevados enquanto os locais 4 e 6 apresentaram os valores mais baixos. Na avaliação do sabor e aroma, o local 8 apresentou maior intensidade ao contrário do local 2 com menor intensidade.

Relativamente à predominância de sabores, o local 1 apresentou queijos com maiores intensidades no salgado, picante e sabor a estábulo. O local 10 apresentou maior intensidade no amargo e ranço (Tabela 4.3).

4.2 – Influência das condições de atmosféricas na cura do queijo na região do Queijo de Évora

Um lote de 100 queijos foi produzido a partir de 80 litros (aprox.) de leite de ovelha crú, coagulado com uma infusão aquosa de flor de cardo (*Cynara cardunculus* L.). A coagulação ocorreu a 28°C / 60min, após a qual o coágulo foi cortado e dessorado, seguindo-se o encinchamento. As dimensões médias de cada queijo foi 7cm de diâmetro, 5cm de altura e 120g de peso.

Tabela 4.4: Caracterização dos locais de teste no interior da câmara de cura

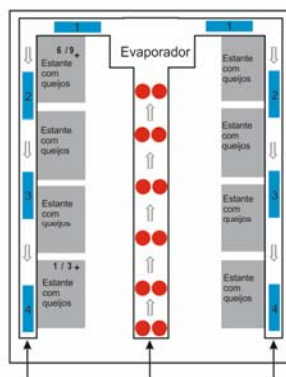
Local	Distância ao tecto (m)	Distância ao piso (m)	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)	Velocidade (m/s)
1	1,93	0,23	12,9	76,5	0,37
3	0,37	1,79	13,4	72,4	0,41
6	0,37	1,79	12,7	47,5	0,14
9	1,93	0,23	12,0	69,5	0,23

A cura dos queijos decorreu durante 25 dias, em estantes metálicas (Figura 4.5a), tendo sido identificados quatro locais de teste (Tabela 4.4). O sistema de refrigeração foi constituído por um evaporador instalado numa das extremidades da câmara, a partir do qual duas condutas transportavam ar refrigerado para o interior da câmara

através de aberturas retangulares. A sucção do ar foi feita através de 12 aberturas circulares colocadas numa conduta no centro da câmara de cura (Figura 4.5b).



(a)



(b)

Figura 4.5: Representação dos queijos na câmara de cura de acordo com (a) perspectiva do interior, e (b) vista de topo

O sistema de aquisição de dados, controlo e visualização foi semelhante ao indicado no ponto 4.1 (Figura 4.3), ou seja, os dados atmosféricos recolhidos pelo micro-controlador WiPy são enviados via comunicação wireless LAN para o módulo agregador, e que através do protocolo MQTT agrega e envia para o sistema de controlo geral e de visualização sendo, em simultâneo, gravados num cartão SD instalado em cada módulo e acessível via FTP.

Análise laboratorial e sensorial

Foram recolhidas amostras de queijos aos 0 e 25 dias de cura, em triplicado. A humidade foi determinada de acordo com a ISO 5534

(2004), o pH foi determinado por meio de um eléctrodo de penetração a 20 ± 1 °C (Metrohm 691 pH Meter, Herisau, Suíça). Os parâmetros ΔE_{pasta} e ΔE_{casca} representam o afastamento da cor da pasta e da casca relativamente ao dia 0, respectivamente. Estes parâmetros foram determinados a partir das componentes $L^*a^*b^*$ obtidas através de um colorímetro portátil (Minolta CR300, Tóquio, Japão) e com a aplicação da fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

A dureza (N) e a adesividade (-N.s) foram determinadas através de um texturómetro (TA.XT Plus100, Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido). Para a realização das contagens microbianas, as amostras de queijo (10g) foram transferidas assepticamente para sacos de stomacher esterilizados com 90mL de solução esterilizada de citrato de sódio (2% m/v) e homogeneizadas num equipamento stomacher (modelo Lab Blender 400, Seward Lab, Londres, Reino Unido) durante 120s à temperatura ambiente. Cada homogeneizado foi diluído com solução de Ringer e, posteriormente, tomas de 1 mL ou 0.1 mL de amostra das diluições adequadas foram espalhadas ou incorporadas em meios de cultura selectivos. Os mesófilos aeróbicos totais foram estimados com recurso ao meio Plate Count Agar (PCA) após 48h de incubação a 30°C. As bactérias lácticas foram estimadas com recurso ao meio de Man, Rogosa and Sharpe (MRS), acidificado a pH 5.6, após 72h a 30°C. A contagem de leveduras foi efectuada de acordo com a norma NP3277-1:1987, com recurso ao meio de cultura Rose Bengal Chloramphénicol, com adição de Chloramphenicol (Oxoid SR0078E). As enterobacterias foram estimadas com base no meio Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG) após 24h a 37°C.

A análise sensorial foi realizada aos 25 dias de cura, por meio de um painel treinado constituído por 20 elementos, selecionados e treinados de acordo com as normas ISO 8586-1 (1993) e ISO 8589 (1998). Todos os elementos eram consumidores regulares de queijo, com elevada capacidade de discriminação, sensibilidade e consistência. As amostras foram cortadas em cunhas, sem casca, colocadas em placas individuais de Petri codificadas com três algarismos aleatórios. Os elementos avaliaram as amostras com base numa escala contínua de 7 pontos para a cor da casca (branco amarelado a amarelado acastanhado), rugosidade (liso a rugoso), cor da pasta (branco a amarelo), olhos (nenhum a muitos), firmeza (mole a duro), untuosidade (pouco a muito), intensidade do cheiro (nada a muito), intensidade do sabor e aroma (nada a muito).

Resultados

Os resultados na humidade apresentaram valores mais elevados no início da cura (Tabela 4.5), tal como esperado. Após 25 dias de cura, foram observados valores mais elevados no local 1 (31.5%) e mais baixos no local 6 (19.4%). Estes resultados são coerentes com as medições da humidade relativa realizadas nestes locais (Tabela 4.4). Os resultados do pH indicaram que o valor mais elevado foi observado no dia 0. Após os 25 dias de cura, verificou-se que o valor mais reduzido foi observado no local 1, com o valor de pH 5,13. Nos restantes locais não foram observadas diferenças significativas (Tabela 4.5). Relativamente à cor da casca, verificou-se um menor escurecimento no local 6 apresentando um ΔE_{casca} de 27,3. Enquanto nos restantes locais foram observados valores da ordem entre 29,2 e 30,2. Em relação à cor da pasta, verificou-se uma alteração menos

intensa durante a cura do que o observado na casca. O local 1 foi o que apresentou a menor alteração da cor, com um ΔE_{pasta} de 20,2. A dureza apresentou valores mais elevados aos 25 dias de cura, consequência da perda de humidade. Nos locais 1, 3 e 6 foram observados valores entre 45,7 e 58,6N, enquanto o local 9 apresentou o valor mais reduzido (31,7N). A adesividade apresentou uma evolução semelhante, tendo também sido observado o valor mais reduzido no local 9 (-5,5 N.s).

As contagens dos mesófilos aeróbios totais na superfície apresentaram valores iniciais da ordem de 3,90 log ufc/cm², tendo aumentado em todos os locais durante o tempo de cura. Após os 25 dias de cura, os valores mais elevados foram observados no local 1 (5,44 log ufc/cm²). Relativamente aos mesófilos aeróbios totais na pasta, não foi observado um crescimento significativo nos locais 1 e 3, relativamente ao dia 0. Os valores mais elevados foram observados no local 9, com contagens cerca de 8,34 log ufc/g. À semelhança dos mesófilos aeróbios totais, as contagens das bactérias lácticas na pasta não apresentaram diferenças significativas nos locais 1,3 e 6 relativamente ao dia 0. Os valores mais elevados foram observados no local 9, com contagens cerca de 8,10 log ufc/g. As leveduras apresentaram as contagens mais baixas aos 0 dias de cura, com cerca de 1,89 log ufc/g, tendo aumentado em todos os locais de cura. Os valores mais elevados aos 25 dias de cura foram observados no local 1, com 6,28 log ufc/g. As enterobactérias apresentaram contagens iniciais cerca de 4,97 log ufc/g, tendo aumentado até 6,17 log ufc/g no local 6 e reduzido para 4,30 log ufc/g no local 1. Nos restantes locais não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 4.5: Resultados da análise física, química e microbiológica aos 25 dias de cura

	Od de cura	Local			
		1	3	6	9
Humidade (%)	63,9	31,5	24,7	19,4	26,9
pH	6,63	5,13	5,31	5,74	5,75
ΔE_{casca}	-	29,9	29,2	27,3	30,2
ΔE_{pasta}	-	20,2	21,2	22,7	22,0
Dureza (N)	2,6	49,2	58,6	45,7	31,7
Adesividade (-N.s)	1,6	22,0	21,3	8,5	5,5
Mesófilos superfície (log ufc/cm ²)	3,90	5,44	4,80	5,06	5,38
Mesófilos pasta (log ufc/g)	7,62	7,57	7,57	7,91	8,34
Bactérias lácticas pasta (log ufc/g)	7,49	7,20	6,74	7,79	8,10
Leveduras pasta (log ufc/g)	1,89	6,28	4,74	4,01	4,47
Enterobacterias pasta (log ufc/g)	4,97	4,30	5,00	6,17	5,54

Os resultados da análise sensorial indicam que a cor da superfície dos queijos no local 6 foi a que apresentou maior alteração, com cor mais próxima do amarelo acastanhado (Tabela 4.6). Por outro lado, o local 1 apresentou os queijos com cor da casca menos intensa. Todas as amostras apresentaram a mesma rugosidade, sem influência significativa do local de cura na câmara. Relativamente ao aspecto da pasta, os queijos dos locais 6 e 9 apresentaram uma cor mais próxima do amarelo que os restantes. Também no aparecimento de olhos

verificou-se uma incidência muito superior nos locais 6 e 9 (Figura 4.6).

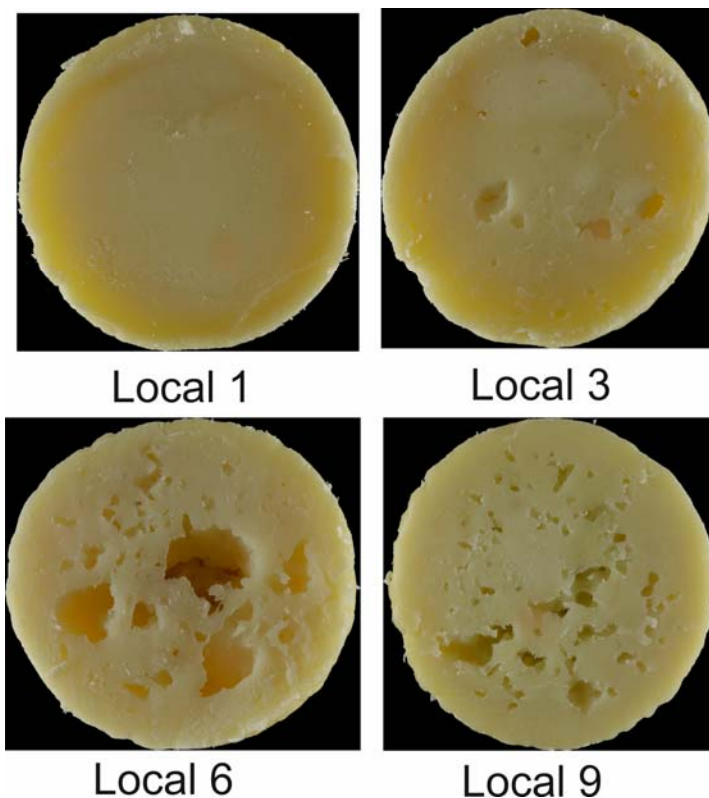


Figura 4.6: Exemplos de queijos provenientes dos diferentes locais de cura aos 25 dias de cura

A textura também apresentou algumas variações dentro da câmara de cura, sendo mais firme e menos untuoso no local 6. Na intensidade do cheiro, os locais 6 e 9 apresentaram os valores mais elevados. Na avaliação do sabor e aroma, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Resultados da análise sensorial de perfil

Atributos		Local			
		1	3	6	9
Crosta	Cor	1,8	2,0	4,0	3,2
	Rugosidade	4,0	4,8	4,4	4,9
Aspecto	Cor da pasta	2,8	2,9	4,6	4,2
	Olhos	1,3	1,9	5,9	5,3
Textura	Firmeza	4,8	4,1	5,6	4,2
	Untuosidade	2,7	3,4	2,3	3,7
Cheiro	Intensidade	2,7	2,9	3,4	3,4
Sabor e aroma	Intensidade	2,9	2,5	2,8	2,9

4.3 – Conclusão

O presente estudo confirma uma realidade bem presente nas queijarias tradicionais, como são as queijarias na região do Queijo Serpa e Queijo de Évora DOP, com produção de queijo a partir de leite cru. Através da monitorização dos parâmetros ambientais em diferentes pontos na câmara de cura foi possível observar perfis diferentes de temperatura, humidade e velocidade do ar com impacto directo nas características finais. De um modo geral, verificou-se que locais com menores valores de humidade relativa apresentavam queijos com maior perda de humidade e textura mais firme. Por outro lado, a temperatura influenciou a flora predominante, com consequências nas características sensoriais. No entanto, não é possível retirar conclusões mais abrangentes e que se possam extrapolar para a generalidade dos queijos produzidos a partir de leite de ovelha cru. É necessário estudar com maior detalhe

o efeito combinado da temperatura, humidade, velocidade do ar, mas também a composição dos gases, especialmente CO₂ e NH₃. Seria, igualmente, interessante a identificação da flora presente, sobretudo nas bactérias lácticas e leveduras, pois apesar de em algumas situações não terem sido observadas diferenças significativas nas contagens, pode haver variação nas espécies presentes.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às queijarias participantes no presente estudo, nomeadamente ao Centro Experimental do Baixo Alentejo Herdade da Abóbada, Queijaria Monte da Cegarrega e Queijaria Vale do Guadiana

Referências

- ISO 5534 (2004). Cheese and processed cheese — Determination of the total solids content (Reference method). International Organization for Standardization, Geneva
- ISO 8586-1 (1993). Sensory analysis — General guidance for the selection, training and monitoring of assessors — Part 1: Selected assessor. International Organization for Standardization, Geneva
- ISO 8589 (1998). Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms. International Organization for Standardization, Geneva

Capítulo 5 - Monitorização remota de uma câmara de cura de queijo

João C. Martins¹, José Jasnau Caeiro¹ Sascha Geng¹

¹Instituto Politécnico de Beja

Neste capítulo será descrito o projeto e a realização do sistema de aquisição de dados, os sensores adotados e os resultados desta componente do projeto CFD4CHEESE. O texto inicia pela introdução (Secção 5.1) em que se contextualiza o tema do capítulo e a sua estrutura. A descrição das grandezas a medir pelo sistema é exposta na Secção 5.2, definindo-se quais são as mais relevantes e como são usadas. A arquitetura geral que exhibe as relações entre os diversos módulos é o tema da Secção 5.3. Nesta secção discutem-se as componentes de: medição; aquisição local dos dados; a sua agregação e armazenamento local e posterior transmissão para servidores em local remoto. Os sensores usados são analisados na Secção 5.4. O sistema de comunicações é discutido na Secção 5.5. A Secção 5.6 é dedicada à componente de armazenamento local e remoto da informação recolhida. A visualização dos dados quer em contínuo quer em gráficos é o objeto da Secção 5.7. Os resultados experimentais, e o protocolo experimental correspondente, são apresentados e analisados na Secção 5.8. Finaliza-se o capítulo com as conclusões gerais e uma lista de referências bibliográficas citadas ao longo do texto.

5.1 – Introdução

Uma das tarefas do projeto incluía a criação do protótipo de uma câmara de cura de queijo com instrumentação que permitisse realizar o balanço energético, consumo de água, monitorização dos parâmetros de temperatura, humidade e gases e a deteção de queijos nas diferentes zonas da câmara. O paradigma arquitetural de conceção de sistemas baseados em sensores, microcontroladores e microcomputadores de baixo custo energético e com ligação à Internet, designado por «Internet das Coisas» (McEwen e Cassimally, 2014) - e que na língua inglesa se traduz por *Internet of Things* (IoT) - foi adotado para o projeto e realização do protótipo de sistema de aquisição de dados e de controlo.

O sistema de monitorização e controlo é baseado na plataforma computacional WiPy produzido pela empresa Pycom. Integra diversos sistemas periféricos, incluindo um sistema de comunicações LAN, interfaces de sinal analógico-digital usando conversores ADC (*Analog Digital Converters*) internos, e ainda interfaces digitais para comunicação e interface com sensores, utilizada a nível de monitorização das condições de cura. A monitorização dos balanços energéticos e automação das condições de cura, nomeadamente a temperatura, humidade e ventilação, é realizada através da plataforma computacional Raspberry Pi 3B+, com o envio e centralização dos dados em plataforma web.

5.2 – Grandezas a medir

As grandezas a medir relevantes para a monitorização da cura de queijo dividem-se em duas grandes classes: as físicas e as químicas. Estas são medidas em diversos locais da câmara de cura de queijo. As grandezas físicas são: a temperatura, T ; a humidade relativa, hr , e a velocidade do ar, v . A gama de medida da temperatura está entre os 0 °C e a temperatura ambiente. No entanto os valores típicos variam em intervalos de 8 °C a 12 °C. A velocidade do ar encontra-se na gama entre 0 m/s a cerca de 0,5 m/s. Outras grandezas físicas são usadas na monitorização do fabrico de queijo. Algumas destas estão relacionadas com as questões económicas do processo produtivo. É o caso da medida de energia consumida pelo sistema de refrigeração da câmara, pelo sistema de humedificação e pelo sistema de ventilação/renovação de ar e a perda de peso do queijo. A quantidade de água consumida pelo sistema de humedificação, apesar de menos relevante em termos económicos, também é objeto de medida. No conjunto das grandezas químicas encontram-se as concentrações volumétricas dos seguintes gases: o oxigénio molecular [O₂]; o dióxido de carbono [CO₂] e a amónia [NH₃].

Um resumo das grandezas medidas encontra-se na Tabela 5.1 em que adicionalmente se aponta o símbolo usado e as respetivas unidades. As zonas da câmara em que são adquiridos os dados dos sensores são relevantes para a confrontação com os resultados obtidos por simulação dos modelos com o *software* de dinâmica de fluidos computacional. Em especial relativamente às condições de temperatura, humidade e ventilação. As prateleiras onde os queijos estagiam são, portanto, equipadas com sensores que detetam se no local se encontra presente um queijo.

Tabela 5.1: Grandezas adquiridas pelo sistema de aquisição de dados

Grandeza	Símbolo	Unidade
Massa	ρ	quilograma (kg)
Temperatura	T	grau Celsius (°C)
Humidade relativa	hr	percentagem (%)
Velocidade do ar	v	metro por segundo (m/s)
Concentrações de gases	$[XX]$	percentagem (%)
Energia	E	Joule (J)
Volume de água	V	metro cúbico (m ³)

5.3 – Arquitetura geral do sistema

A arquitetura do sistema de monitorização e controlo da câmara de cura de queijo ilustra de modo geral as diversas componentes do mesmo. O sistema é composto por dois módulos principais: o módulo de monitorização e o módulo de controlo. A Figura 5.1 ilustra a arquitetura do sistema de monitorização e aquisição de dados e do sistema controlador. O módulo de monitorização destina-se à recolha dos dados relativos aos parâmetros físico-químicos. Estes são armazenados localmente no módulo agregador e enviados para uma plataforma central onde são usados para posterior análise e controlo da câmara de cura de queijo. O módulo de controlo, com base nos parâmetros físicos medidos, faz o controle da temperatura, humidade e renovação do ar da câmara acionando o refrigerador, o humidificador e o ventilador.

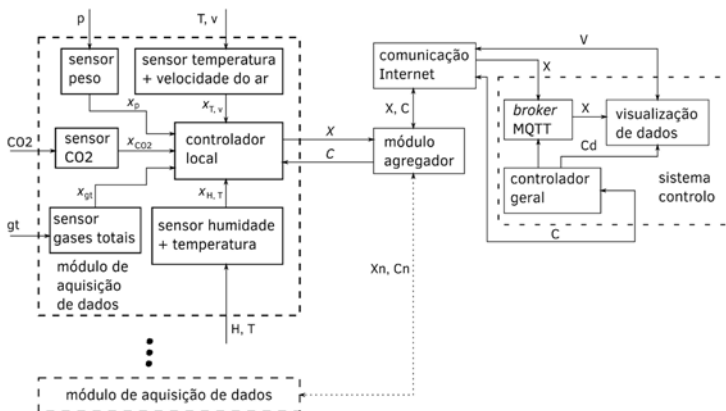


Figura 5.1: Sistema de aquisição, controlo e visualização de dados recolhidos na câmara de cura de queijo

O módulo de aquisição de dados, aqui também designado por módulo de monitorização, é construído em torno da plataforma computacional WiPy ("WiPy 3.0 - Pycom", 2020). Esta plataforma é baseada no sistema ESP32 que utiliza um microprocessador Xtensa LX6 (Tensilica) com uma arquitetura de CPU pertencente à classe dos microcontroladores de 32-bit. Caracteriza-se pelo seu baixo consumo de energia, fiabilidade e robustez elétrica tendo em vista o uso em ambientes industriais ou termicamente menos favoráveis. Os portos de entrada e saída deste microcontrolador adequam-se especialmente à ligação com sistemas de comunicação e à recolha de dados. Neste caso apresenta um módulo de comunicação WiFi que pode ser usado para a transmissão sem fios dos dados recolhidos a partir dos sensores, colocados no interior da câmara de cura do queijo para o módulo agregador que se encontra no exterior. Os módulos de aquisição individuais estão associados a endereços Internet locais fixos, atribuídos pelo módulo agregador para que a qualquer instante se possa remotamente aceder a estes para efeitos

de monitoração do seu estado de funcionamento ou para atualização do seu *software* de aquisição de dados.

Esta plataforma computacional suporta o desenvolvimento com uma versão de interpretador da linguagem de programação Python designada por MicroPython ("MicroPython - Python for microcontrollers", 2020) (Bell, 2017) e que facilita o desenvolvimento de aplicações providenciando várias bibliotecas de acesso aos diversos subsistemas da plataforma WiPy. O módulo de aquisição de dados realiza a recolha das medidas dos sensores. Em termos de posicionamento cada um dos módulos está localizado na zona dum queijo, encapsulado numa caixa de plástico à prova de água (especificação IP65). Nesta caixa entra a alimentação de energia e os cabos elétricos que se ligam aos diversos sensores. Os sensores de gás estão mecanicamente ligados às caixas.

O módulo agregador é construído com a plataforma computacional Raspberry Pi 3B+ (Upton e Halfacree, 2016). É bastante mais completa do que a plataforma WiPy, suportando o funcionamento dum sistema operativo completo, uma variante de Debian Linux para processadores ARM designada por Raspbian OS ("FrontPage - Raspbian", 2020), com todas as vantagens de suporte à execução de *software* mais complexo. Neste caso recebe a informação proveniente dos módulos de aquisição de dados, armazena a informação localmente e envia através do sub-sistema de comunicações que tem ligação à Internet, para posterior armazenamento remoto.

Através de ligação SSH (Secure Shell) em modo reverso é possível aceder remotamente ao módulo agregador e a partir deste a cada um dos módulos de aquisição de dados locais. As ligações SSH são cifradas. Os endereços Internet de cada um destes módulos locais são atribuídos por meio dum servidor DHCP a executar neste módulo

agregador. Dois tipos de acesso físico à Internet por parte do módulo agregador foram usados: nas aquisições de dados nas queijarias através duma segunda placa WiFi ligada a um hotspot 3G e no caso do protótipo da câmara de cura dos queijos controlada, através de cabo Internet.

Os dados recolhidos dos módulos de aquisição de dados e que se encontram no módulo agregador são enviados para um servidor remoto. O protocolo Internet usado na transmissão destes dados é MQTT (Hillar, 2017). Este protocolo é baseado no modelo de subscrição de mensagens. O servidor MQTT foi instalado num computador gerido no laboratório SEPSI (Electronic Systems, Signal Processing and Instrumentation Laboratory) do IPBeja e utiliza o *software* RabbitMQ ("Messaging that just works — RabbitMQ", 2020) num sistema operativo Arch Linux ("Arch Linux", 2020). Os dados são recolhidos utilizando um programa criado através da plataforma de programação visual *low-code* Node-RED para tratamento, visualização e armazenamento em base de dados ("Node-RED", 2020). Esta plataforma é especialmente usada em sistemas baseados em IoT (Internet of Things).

O sistema de controlo está também ligado ao servidor Node-RED, e recebe os valores das leituras feitas pelos sistemas de aquisição de dados. O sistema de controlo atua ligando e desligando os sistemas de refrigeração, humedificação e ventilação de modo a manter as grandezas físicas da temperatura, humidade relativa e velocidade do ar dentro de intervalos pré-definidos. O *software* de controlo e aquisição foi desenvolvido em duas variantes da linguagem de programação Python. No caso dos módulos de aquisição de dados usando a variante MicroPython e no caso do módulo agregador a variante CPython 3.

5.4 – Módulo de monitorização: plataforma computacional e sensores

Diversos sensores estão a ser usados, com vista à recolha dos parâmetros relevantes para a cura de queijo privilegiando os sensores de baixo custo, associados a uma plataforma computacional.

O sistema de monitorização é composto por módulos locais, associados a cada uma das zonas da câmara a monitorizar (10 módulos) e por um módulo agregador que concentra os dados enviados pelos módulos locais e os envia para a *cloud*. Os parâmetros que orientaram a escolha da plataforma computacional para os módulos de monitorização foram: a sua robustez; a fácil configuração; a disponibilidade no mercado; a simplicidade da programação; a integração de comunicações Wi-Fi e a disponibilidade de módulos de comunicações série (I2C, UART, SPI) e, por fim, a aquisição de dados analógicos (ADC) integrados.

Há uma grande diversidade de plataformas que cumprem a maioria destes requisitos mas foi adotada a plataforma computacional WiPy da Pycom ("WiPy 3.0 - Pycom", 2020) devido à disponibilidade pública de informação sobre este produto. Esta plataforma tem como base o microcontrolador ESP32 da Espressif ("ESP32 Espressif Systems", 2020) e integra diversos sistemas periféricos, incluindo um sistema de comunicações Wireless LAN, Bluetooth, interfaces analógica-digital (ADC de 12-bit), e ainda possuir protocolos de comunicação digital (UART, I2C, SPI) para comunicação com módulos periféricos e sensores. Esta placa WiPy foi inserida numa placa de expansão Expansion Board 3.0 ("Expansion Board 3.0 - Pycom", 2020), que providencia pinos de acesso aos portos da plataforma WiPy, *slot* para cartão de dados SD, LEDs de estado e conexão, por

mini USB, a bateria ou outro tipo de alimentação elétrica e ainda diversos modos de funcionamento em termos de energia.



Figura 5.2: Plataforma WiPy da Pycom (Fonte: <https://pycom.io/>)



Figura 5.3: Placa de expansão Expansion Board 3.0 da Pycom (Fonte: <https://pycom.io/>)

A Figura 5.4 mostra o interior de um dos protótipos de módulo de monitorização com o sistema de alimentação e controle de tensão elétrica fornecida à plataforma e aos sensores de gases.

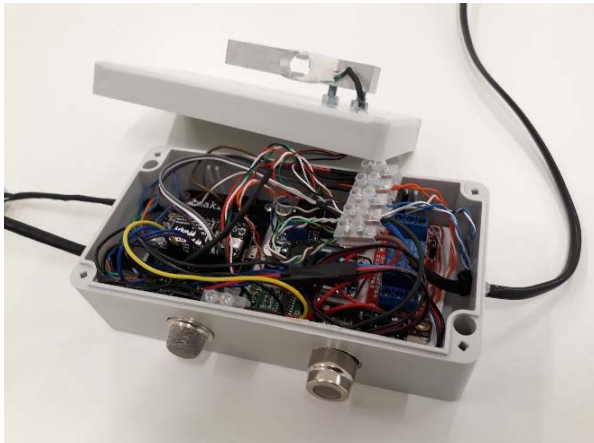


Figura 5.4: Plataforma computacional e sistema de ligações do módulo de monitorização

Estes módulos são alimentados diretamente a partir da rede de energia elétrica (230V, 50Hz AC). Esta tensão elétrica alternada de entrada é transformada numa tensão elétrica contínua suscetível de ser utilizada pelos diversos subsistemas. É utilizada uma fonte de alimentação com funcionamento em regime comutado com entrada de 230V/50Hz AC e saída de 12V/2A DC.

A saída desta fonte de alimentação é fornecida diretamente ao sensor de velocidade do ar (12V) e convertida usando dois módulos de conversão DC-DC do tipo conversor-abaixador (em Inglês *buck converter*), baseado no dispositivo semicondutor LM2596, ver Figura 5.5. A tensão de saída destes módulos é ajustada através de um potenciômetro. Um destes módulos está regulado para fornecer a tensão de 5V para alimentação dos sensores de gases e o outro, regulado para o valor de saída de 3.3V, fornece a alimentação para placa WiPy.

O módulo individual monitoriza a temperatura, humidade, velocidade do ar, peso (presença de queijo), CO₂ e gases totais (amónia, dióxido de carbono, benzeno, óxido nítrico). O sensor de temperatura e humidade é o dispositivo DHT22/AM2302 fabricado pela ("Guangzhou Aosong Electronics Co., Ltd.", 2020) que segundo as especificações, mede a temperatura no intervalo de -40 a +80° graus Celsius, com uma precisão de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, e a humidade do ar nas faixas de 0 a 100%, com uma precisão de 2-5% ("AM2302/DHT22 *datasheet*", 2020). Este sensor utiliza um protocolo proprietário para o qual existem bibliotecas disponíveis para a mais diversas plataformas e linguagens de programação, incluindo MicroPython.

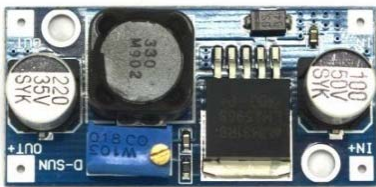


Figura 5.5: Módulo regulador de tensão conversor-abaixador baseado no dispositivo semicondutor LM2596



Figura 5.6: Sensor DHT22/AM2302

A medição da velocidade do ar, particularmente para as velocidades relativamente baixas pretendidas, mostrou-se um desafio em termos de sensores. Foram testados dois sensores: o sensor Wind Sensor Rev. P ("Wind Sensor Rev. P", 2020) fabricado pela Modern Device, e o sensor F660 produzido pela DegreeC ("Degree Controls, Inc.", 2020).



Figura 5.7: Sensor de velocidade do ar Wind Sensor Rev. P da Modern Device (Fonte: <https://moderndevice.com/>)



Figura 5.8: Sensor de velocidade do ar F660 da DegreeC (Fonte: <https://degreec.com/>)

Os sensores de velocidade do ar testados usam como princípio de funcionamento a velocidade de arrefecimento de um filamento quente com compensação dos efeitos da temperatura, ainda que de forma diferente. O sensor WindSensor Ver. P, representado na Figura 5.7, é passivo, fazendo compensação de temperatura por *hardware* através dum circuito analógico. Apresenta um valor de saída em tensão elétrica, sendo bastante impreciso (Badger, 2020). A sua curva de calibração experimental é não-linear e é diretamente programada no microcontrolador ESP32 da placa WiPy. A sua alimentação elétrica é de 5V.

O sensor F660, representado na Figura 5.8, por outro lado, realiza o pré-processamento interno dos valores medidos, usando uma curva de calibração implementada em fábrica. Comunica os dados de velocidade do ar e temperatura com os protocolos UART ou I2C, e neste caso é usado o protocolo UART. Este sensor fornece valores muito mais fiáveis do que o sensor WindSensor ver. P. O sensor F660 é alimentado com uma tensão elétrica de 12V e mede valores de velocidade do ar no intervalo de 1 a 10 m/s. A gama de valores de velocidade do ar na câmara de cura varia bastante, havendo zonas, nomeadamente à saída do refrigerador, onde a velocidade é elevada, de alguns metros por segundo, e zonas onde a velocidade do ar não chega a 1 m/s.

A medição da quantidade de gases é realizada com dois sensores. O dispositivo MQ-135, que mede a quantidade de gases total, e o dispositivo MG-811 para a concentração de CO₂. A escolha recai nestes sensores devido ao seu baixo custo, com algumas implicações na falta de precisão. O custo de sensores de gases precisos e calibrados, para cada um dos diferentes tipos de gás, atinge diversas

dezenas, ou mesmo centenas de euros, o que inviabiliza a construção e utilização do protótipo e sistema numa queijaria tradicional.

O sensor MQ-135 (NH₃, NO_x, álcool, benzeno, fumo, CO₂), ilustrado na Figura 5.9, é um sensor de baixo custo que permite detetar diversos tipos de gases, não fazendo a discriminação de gases diferentes ("MQ-135 GAS SENSOR Datasheet", 2020). É alimentado por uma tensão elétrica de 5V e o seu princípio de funcionamento é baseado na variação da temperatura dum filamento aquecido quando existe um fluxo de ar. Necessita dum período de aquecimento antes de se recolher uma medida. O procedimento adotado foi proceder ao aquecimento do sensor durante 5 min antes da obtenção de cada amostra.

O sensor MG-811, representado na foto da Figura 5.10, é usado para medir as concentrações de CO₂. É um sensor de baixo custo, que usa como elemento físico a variação da temperatura dum filamento quente com o fluxo de ar e que é alimentado eletricamente com uma tensão de 5 V ("AM2302/DHT22 *datasheet*", 2020).



Figura 5.9: Sensor de gases MQ-135 (NH₃, NO_x, álcool, benzeno, fumo, CO₂)



Figura 5.10: Sensor de CO₂ MG811 da DFRobot

A detecção da presença dos queijos é realizada observando a saída de uma célula de carga com a referência YZC-133, que permite medir pesos até 10kg a que foi associado o módulo conversor HX711 de 24 bits ("HX711 *datasheet*", 2020), representado na Figura 5.11. Este módulo foi usado para amplificar o sinal de saída das células a partir de uma ponte Wheatstone, fazendo a interligação entre a célula de carga e o microcontrolador. Existem bibliotecas desenvolvidas em MicroPython para a utilização deste módulo, sendo este usado em balanças de precisão mostrando resultados com pouco erro relativo.

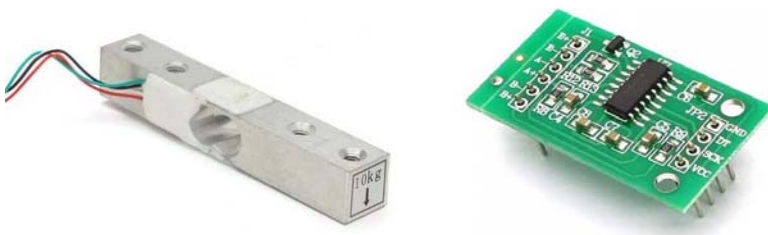


Figura 5.11: Célula de carga YZC-133 e módulo conversor/amplificador HX711 para medição do peso

No sistema de monitorização da câmara de queijo protótipo, o sensor de peso foi substituído por uma plataforma com uma matriz de interruptores que são acionados com a colocação de queijo sobre a prateleira. Este sistema permite detetar quantos queijos estão em cada prateleira (*rack*), como o esquema da Figura 5.12 ilustra. Foi desenvolvido um circuito com multiplexador que permite obter a posição e prateleira onde estão colocados cada queijo (ver Figura 5.13).

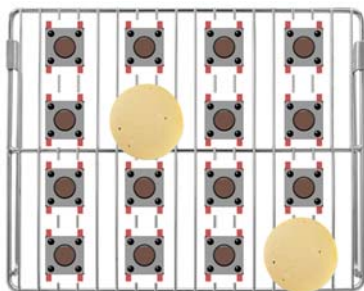


Figura 5.12: Sistema de detecção de queijos nas prateleiras da câmara protótipo

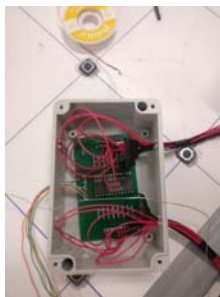


Figura 5.13: Placa com matriz de interruptores, e do circuito multiplexador, para detecção da presença de queijo

A Figura 5.14 mostra a fotografia de um sistema completo com a identificação das diversas partes, conectado a uma bateria de chumbo de 12V. A Figura 5.15 mostra a instalação de um módulo de monitorização duma câmara de cura de um produtor de queijo.



Figura 5.14: Sistema de monitorização



Figura 5.15: Instalação do sistema de monitorização em queijaria

5.5 – Módulo de controlo

O módulo *gateway* e o módulo de controlo estão concentrados no mesmo sistema com base na plataforma computacional Raspberry Pi 3+ ("Raspberry Pi 3+", 2020). O sistema operativo Raspbian OS ("Raspbian OS", 2020), fornecido pela Fundação Raspberry foi adotado para o controlo desta plataforma computacional. O Raspbian OS é um sistema operativo gratuito de código aberto de 32 bit, baseado na distribuição Debian para o CPU ARM. Este módulo fornece uma ligação ao exterior para os módulos de monitorização que se ligam ao Raspberry Pi por WiFi e depois, através da ligação à Internet do Raspberry Pi, comunicam as leituras dos sensores para a *cloud*. A ligação do Raspberry Pi à Internet pode ser feita através de rede com um cabo Ethernet RJ-45, no caso de o local se encontrar fisicamente ligado a um fornecedor de Internet. Em locais, nomeadamente em queijarias, onde por vezes não existe ligação direta à Internet pode ser utilizado um router modem 4G (LTE).

No caso do protótipo de câmara de queijo o módulo controlador também faz a monitorização dos consumos de energia e água consumidos pela câmara ao longo do processo de maturação do queijo. É utilizado o sensor de corrente não-invasivo SCT-013 100A ("SCT013-100 datasheet", 2020), representado na Figura 5.16, para monitorar os consumos de energia. É acoplado a um dos fios do cabo que alimenta eletricamente os diversos subsistemas da câmara: refrigerador, humidificador e ventilador.



Figura 5.16: Sensor de corrente não-invasivo SCT-013 100A (Fonte: www.electrofun.pt)



Figura 5.17: Sensor de fluxo de água YF-S201 (Fonte: www.electrofun.pt)

Estes três sensores estão ligados a uma plataforma computacional Arduino ("Arduino", 2020) e os consumos de corrente (A) são monitorizados e, posteriormente, convertidos para energia (J) de modo a ter-se o balanço energético do consumo do sistema. Recorre-se em termos de *software* à biblioteca OpenEnergyMonitor ("OpenEnergyMonitor", 2020).

O consumo de água é medido com o sensor de fluxo YF-S201 ("YF-201 S201 datasheet", 2020), representado na Figura 5.17. Este sensor, que usa o efeito de Hall, faz a contagem dos pulsos da saída

do sensor e é possível calcular o fluxo de água, tendo em conta que cada pulso corresponde a aproximadamente 2,25 ml. O sensor apresenta um erro relativo da medida de 10%. O consumo de água e os consumos de energia são enviados pelo sistema construído com a plataforma Arduino para o módulo agregador realizado com o Raspberry Pi através duma ligação USB ficando registados no cartão SD.

O módulo agregador com o Raspberry Pi faz o controle das condições ambientais no interior da câmara de queijo. Usa como base os valores que são medidos para a temperatura, humidade e gases, e que são recolhidos pelo sistema de monitorização. Os valores pretendidos para a temperatura e humidade são programados e o refrigerador e o humidificador são ligados/desligados consoante os valores de referência, através da ativação/desativação do respetivo relé de controlo. A Figura 5.18 exhibe o sistema de controlo constituído pelo módulo com o Raspberry Pi e os relés de acionamento. A figura apresenta três relés adicionais, além dos relés de controlo da temperatura, humidade e ventilação, que controlam a zona da câmara para onde é direcionado o ar refrigerado e a humidade, através do acionamento de válvulas pneumáticas que abrem/fecham o respetivo circuito de ventilação de cada zona.



Figura 5.18: Sistema de controlo da camara de cura

5.6 – Sistemas de comunicação

Uma das componentes importantes deste projeto é o sistema de comunicações. Os dados são recolhidos pelos módulos WiPy em

intervalos de 30 min e são enviados via wireless LAN para o módulo agregador ao mesmo tempo que são gravados no cartão SD (Secure Data) instalado em cada módulo. Estes dados armazenados são acessíveis remotamente por conexão FTP (File Transfer Protocol). Os módulos de monitorização fazem a medida dos diversos parâmetros da câmara de queijo e estes dados têm de ser enviados de modo a serem armazenados na *cloud*. Foi instalado um servidor remoto com o serviço MQTT (Hillar, 2017) destinado à receção, e posterior armazenamento dos dados. O protocolo é adotado no *software* dos módulos para o envio dos dados. O servidor remoto MQTT (Message Queing Telemetry Transport) é implementado utilizando o *software* de código aberto RabbitMQ ("RabbitMQ", 2020), versão 3.8.3., disponibilizado pela empresa Pivotal. O servidor funciona num sistema operativo Arch Linux (Arch Linux, 2020).

Os dados recebidos dos módulos remotos através do servidor MQTT estão disponíveis na plataforma de *software* Node-RED para o seu tratamento e visualização (versão de *software* Node-RED 1.06) ("Node-RED", 2020). O Node-RED é um *framework* de *software* de código aberto para aplicações IoT. Trata-se de uma ferramenta de programação usada para ligar dispositivos de *hardware*, APIs e serviços online. O sistema de controlo também está ligado ao Node-RED por meio do servidor MQTT. No momento em que é recebida uma nova sequência de medidas provenientes da câmara, os dados dos parâmetros a controlar são atualizados e o sistema desenvolve as ações de controlo necessárias à manutenção dos valores dos parâmetros na câmara de cura.

5.7 – Sistemas de armazenamento

Os dados são armazenados no computador servidor em ficheiro CSV (Comma Separated Values). Este tipo de ficheiro é particularmente adequado para o posterior tratamento dos dados por diverso *software* de tratamento de dados e foi escolhido por forma a que os vários parceiros do projeto possam descarregar os dados e usá-los diretamente para nas suas análises. É guardado um ficheiro CSV contendo a indicação dos locais onde estão colocados os queijos em cada prateleira e a temperatura e humidade em cada zona da câmara. Num segundo ficheiro são armazenados os valores das concentrações dos gases medidas pelos sensores.

5.8 – Sistema de visualização

A visualização para efeitos de monitoração do processo de aquisição de dados realizado através da plataforma de *low-code* Node-RED é baseada no conceito de criação de fluxos de dados. O fluxo criado para o sistema de controlo é observável na Figura 5.19.

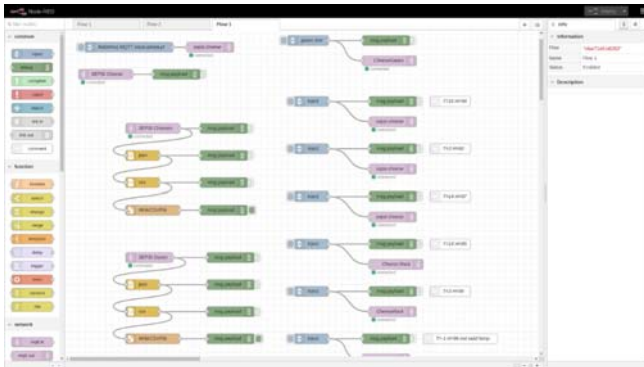


Figura 5.19: Fluxo projetado no sistema Node-RED para monitoração do sistema de aquisição de dados

A partir da plataforma Node-RED é gerado um *dashboard* que mostra a evolução dos diversos valores de temperatura, humidade, CO₂, gases e peso. A Figura 5.20 ilustra uma perspetiva do *dashboard* de um dos módulos de monitorização.

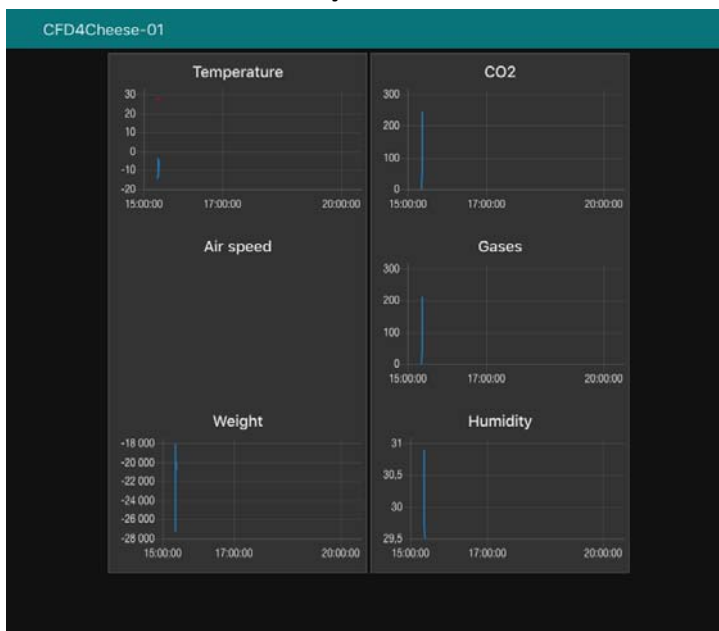


Figura 5.20: *Dashboard* com apresentação dos dados da câmara de cura de queijo

5.9 – Resultados experimentais

A qualidade dos resultados experimentais mostrou-se muito dependente da humidade relativa no interior das câmaras monitorizadas. A maioria dos sensores apresenta um limite de funcionamento, em termos de humidade que ronda os 95-98%, em caso limite. A humidade existente nas câmaras atinge os 99% durante

longos períodos de tempo, chegando mesmo a ser registada uma humidade relativa de 100%. No resto do tempo continua a ser bastante elevada, o que leva à corrosão dos elementos sensores, com particular incidência nos sensores de velocidade do ar e de concentração de gases. O sistema de aquisição de dados pode ser melhorado em termos de fiabilidade e de robustez aos elementos ambientais, nomeadamente recorrendo à utilização de sensores industriais com a robustez e fiabilidade adequada para uso em situações com características ambientais agressivas, como é o caso. No entanto, é necessário ter em conta que a escolha de sensores industriais de qualidade irá tornar o custo do sistema mais oneroso.

5.10 – Conclusões

Os requisitos de projeto, tendo em conta a criação de protótipo experimental foram cumpridos, sendo demonstrada a possibilidade de monitorização dos parâmetros ambientais de uma câmara de maturação de queijo com a apresentação dos dados em tempo real. Este tipo de sistema insere-se numa classe de sistemas que se designam genericamente por Internet das Coisas (*IoT – Internet of Things*). O sistema de monitorização pode ser melhorado, em termos de robustez e fiabilidade, com a introdução da utilização de sensores industriais mais robustos em termos das condições de extrema humidade existente nas câmaras. No entanto, em termos dos sensores de gases, que funcionam com base no princípio de filamento quente, a sua degradação acelerada será inevitável tendo de se prever um plano de manutenção com intervalos curtos de substituição de componentes. A melhorar, também, é a organização das conexões elétricas entre os sensores e o sistema computacional (WiPy). Deve ser desenhada e fabricada uma placa de circuito

impresso (PCB - *Printed Circuit Board*) para as conexões entre os sensores, os módulos de alimentação e a plataforma computacional WiPy.

Agradecimentos

Agradece-se especialmente a colaboração técnica de *Miguel Horta*, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, na instalação dos equipamentos na câmara protótipo de cura de queijo.

Referências

- AM2302/DHT22 datasheet. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://datasheetspdf.com/pdf-file/942482/ETC/AM2302/1>
- Arch Linux. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.archlinux.org/>
- Arduino. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.arduino.cc/>
- Badger P. (2020). Calibrating The Rev. P Wind Sensor From A New Regression | Modern Device. Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://moderndevice.com/news/calibrating-rev-p-wind-sensor-new-regression/>
- Bell C. (2017). *MicroPython for the Internet of Things*. Berkeley, CA: Apress.
- Chanteloup, Vivian and Mirade, Pierre-Sylvain. (2009). “Computational fluid dynamics (CFD) modelling of local mean age of air distribution in forced-ventilation food plants,” *Journal of Food Engineering*, pp. 90-103.
- Degree Controls, Inc. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://degreec.com/>
- ESP32 Espressif Systems. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/overview>
- Expansion Board 3.0 - Pycom. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://pycom.io/product/expansion-board-3-0/>

Guangzhou Aosong Electronics Co., Ltd. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <http://www.aosong.com/en/>

Hillar G. (2017). MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol. Packt.

HX711 datasheet. (2020). Avia Semiconductor. Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL http://ftp://imall.iteadstudio.com/Sensor/IM131029002/DS_HX711_AD_Module.pdf

McEwen A. & Cassimally H. (2014). Designing the internet of things. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Messaging that just works — RabbitMQ. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, de <https://www.rabbitmq.com/>

Mirade, Pierre-Sylvain and Daudin, Jean-Dominique. (2006). “Computational fluid dynamics prediction and validation of gas circulation in a cheese-ripening room,” *International Dairy Journal*, pp. 920-930.

MQ-135 GAS SENSOR datasheet. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/Gas/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>

MicroPython - Python for microcontrollers. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://micropython.org/>

Node-RED. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://nodered.org/>

OpenEnergyMonitor. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://openenergymonitor.org/>

Pozrikidis C. (2019). *Fluid Dynamics: Theory, Computation, and Numerical Simulation*, 3rd Edition, Springer Science+Business Media LLC.

RabbitMQ. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.rabbitmq.com/>

Raspberry Pi 3+. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>

Raspbian OS. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.raspbian.org/>

SCT013-100 datasheet. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <http://en.yhdc.com/comp/file/download.do?id=950>

Upton E. & Halfacree G. (2016). Raspberry Pi user guide (4th ed., pp. 18-19). Chichester: J. Wiley.

Wind Sensor Rev. P - Low Cost Anemometer | Modern Device. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://moderndevice.com/product/wind-sensor-rev-p/>

WiPy 3.0 - Pycom. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://pycom.io/product/wipy-3-0/>

YF-201 S201 datasheet. (2020). Acedido a 18 de Junho de 2020, no URL <https://www.hobbytronics.co.uk/datasheets/sensors/YF-S201.pdf>

Capítulo 6 – Análise sócio-económica

Nuno Teixeira^{1,2}, *Maria Clara Pires*³, *Paulo Ferreira*^{4,5,6}, *Graça Carvalho*⁴, *Rute Santos*^{4,6,7} e *Francisco M. Rodrigues*^{4,7}

¹ Instituto Politécnico de Setúbal, ² CICE-Centro de Investigação em Ciências Empresariais, ³ Instituto Politécnico de Beja, ⁴ Instituto Politécnico de Portalegre, ⁵ CEFAGE-UE, IIFA, Universidade de Évora, ⁶ VALORIZA-Research Centre for Endogenous Resource Valorization, ⁷ MED-Instituto Mediterrânico para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade de Évora

6.1 – Identificação dos custos pré-projecto

Neste ponto, pretende-se identificar os principais gastos associados à produção dos queijos tradicionais, de forma a conhecer as principais condicionantes económicas e financeiras da atividade e justificar o valor acrescentado que o atual projeto de investigação poderá gerar.

Nesse sentido, para a realização desta tarefa, irão ser realizadas diversas etapas de trabalho que a seguir se apresentam:

- Enquadramento da atividade de produção de queijos em Portugal, para se ter uma ideia genérica sobre o tipo de oferta disponível no mercado português;
- Caracterização da evolução económica e financeira das empresas de produção de queijos das regiões abrangidas por este projeto de investigação, nomeadamente, Setúbal (queijos de Azeitão), Évora (queijos de Évora) e Beja (queijos de Serpa), de modo a obter-se uma visão mais específica da atividade de produção de queijos tradicionais e a identificarem-se os principais custos de produção destas empresas;
- Realização de um inquérito junto de várias empresas da região do Alentejo, produtoras de queijo, de forma, a obter uma

imagem mais detalhada das principais características económicas da atividade, das empresas alvo deste projeto de investigação.

Enquadramento

Portugal sempre foi um país de bons pastos e a pastorícia sempre esteve presente, quer como modo de subsistência, quer como atividade tradicional importante, o que tornou a produção de queijos tradicional, uma atividade muito importante nos meios mais rurais. Dos vários tipos de queijo existentes, fabricados com leite de ovelha, vaca, cabra ou de mistura, a consistência da pasta, as sensações gustativas, o teor de gordura, variam de região para região. No sentido de continuar a preservar as características dos queijos tradicionais foram criadas “Áreas Geográficas de Produção”. Atualmente são treze as “Denominações de Origem Protegida” (DOP) e uma “Indicação Geográfica” (IGP), tal como referido no ponto 1.1.

De acordo com a informação divulgada pelo site roteiros e eventos, em 2017, a categoria dos queijos (DOP / IGP e industriais) representava 25 por cento do sector de lacticínios em geral, cujo volume de negócios ronda os 1.800 milhões de euros. Ao nível da internacionalização, o mercado Angolano representava, em valor, cerca de 30 por cento do total de exportações da categoria queijo. Contudo, a balança comercial (na categoria dos queijos) é bastante deficitária, tal como no sector de lacticínios em geral, apresentando um défice em quantidade de cerca de 25 mil toneladas anuais, ou seja, 30 por cento da produção nacional. Porém, esse défice tem vindo a ser reduzido nos últimos anos, uma vez que, a indústria nacional tem feito grandes esforços no reforço da sua competitividade externa, através da promoção das suas marcas e adaptação às exigências dos

diversos mercados de destino. Assim, embora os preços sejam sempre uma variável importante na abordagem ao mercado, a qualificação da oferta como, por exemplo, a obtenção da denominação de origem protegida (DOP) permite aspirar a segmentos de clientes mais exigentes ao nível da qualidade do produto final e menos sensíveis ao preço dos produtos. Em termos genéricos, verifica-se que o preço dos queijos DOP é, em média, superior aos restantes em cerca de 23%, contribuindo para estas empresas terem uma margem de contribuição superior para cobrirem os seus gastos da atividade (Cabo et al. 2017).

Para além disso, a eficácia do processo de produção é também fundamental para a rentabilização da atividade, uma vez que permite a otimização da utilização da matéria-prima e o aumento das quantidades de produto final disponíveis para o mercado. Assim, consegue-se otimizar a relação entre *inputs* e *outputs* da atividade.

Deste modo, é sugerido que existam 2 variáveis fundamentais para a rentabilização e sustentabilidade das empresas que se dedicam à produção de queijos tradicionais:

- Obtenção da certificação da designação DOP, o que contribui para a qualificação do produto e para o incremento dos preços de venda;
- Otimização dos processos de produção, contribuindo para uma melhor utilização das matérias-primas e subsidiárias e para um aumento das quantidades de produto final.

Evolução económica e financeira das empresas produtoras de queijo localizadas nas regiões alvo do estudo – Setúbal, Évora e Beja

Este ponto tem como objetivo caracterizar numa perspetiva económica e financeira as empresas de produção de queijos das regiões abrangidas por este projeto de investigação, nomeadamente, Setúbal (queijos de Azeitão), Évora (queijos de Évora) e Beja (queijos de Serpa), de modo a obter-se uma visão mais específica da atividade de produção de queijos tradicionais e a identificarem-se os principais gastos de produção destas empresas. Para a elaboração deste ponto, tiveram-se em consideração duas fontes de informação:

- Conhecimentos que a equipa do projeto possui sobre as empresas de produção de queijos sedeadas nas regiões abrangidas pelo estudo;
- Base de dados SABI (Sistema de Análise de Balanços Ibéricos) que permitiu identificar outras empresas de produção de queijo nas regiões em estudo, que complementaram a lista inicialmente elaborada.

Assim, obtiveram-se dados das 46 empresas que se apresentam na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Lista de empresas

	Nome	Localidade	Distrito	Ano Constituição
1	ABSTRATAROMAS - QUEIJARIA UNIPESSOAL, LDA	Rio de Moinhos	Évora	2013
2	ALANDROQUEIJO - QUEIJARIA TRADICIONAL DO ALANDROAL, LDA	Alandroal	Évora	1996
3	ANTONIO SALES - FABRICA DE QUEIJOS ARTESANAIS, LDA	Moura	Beja	1997
4	BILORES, QUEIJO ARTESANAL, LDA	Moura	Beja	1996
5	BORQUEIJOS - QUEIJOS DE BORBA, LDA	Borba	Évora	1989
6	CARDUS ROXO, LDA	Azeitão	Setúbal	2018
7	CORGON LACTICÍNIOS, LDA	Rio de Moinhos	Évora	1996
8	COURELA DO CAMPO - LACTICÍNIOS, LDA	Perolivas	Évora	2003
9	ELDERINK - LACTICÍNIOS, LDA	Santa Susana	Évora	2016
10	FÁBRICA DE QUEIJO ARTESANAL DE CATARINA & FILHO, LDA	Trigaches	Beja	2005
11	FÁTIMA & FILHOS - INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS, LDA	Casas Novas de Mares	Évora	1996
12	FERNANDO & SIMÕES - QUEIJARIA ARTESANAL, LDA	Quinta do Anjo	Setúbal	2006
13	J.D. - SETÚBAL, LDA	Palmela	Setúbal	2015
14	JOSÉ PRATA BAPTISTA, UNIPESSOAL, LDA	Póvoa de São Miguel	Beja	2014
15	LACTEO BARRADAS & MADEIRA, LDA	Aldeias de Montoito	Évora	1990
16	LACTIFREIRE - INDÚSTRIA DE LACTICINIOS, UNIPESSOAL, LDA	Casas Novas de Mares	Évora	2005
17	LACTOLAGO - INDÚSTRIA E COMERCIO DE LACTICINIOS, LDA	Lagoíinha	Setúbal	1990
18	LACTOSABORES, LDA	Cuba	Beja	2017
19	LUIS MACHETA - QUEIJARIA ARTESANAL, LDA	Palmela	Setúbal	2013
20	MADEIRA & LEITÃO, LDA	Aldeias de Montoito	Évora	1992
21	MANUEL JOAQUIM CONCEIÇÃO DE MATOS, UNIPESSOAL, LDA	Corte da Velha	Beja	2010
22	MANUEL JOAQUIM LOBINHO FERRÃO, UNIPESSOAL, LDA	Barro Branco	Évora	1995

23	MARIA DOS ANJOS GUERREIRO LANÇA & FILHOS, LDA	Graça de Padrões	Beja	2003
24	MARIA JOSÉ FERREIRA CORVELO & FILHO, LDA	Rio de Moinhos	Évora	1996
25	MONTE DO GANHÃO, LDA	Sousel	Portalegre	2011
26	NATURALQUEIJOS, LDA	Orada	Évora	1995
27	NCCAVACO - PRODUTOS ALIMENTARES, UNIPessoal, LDA	Beja	Beja	2016
28	OLIVORIGHT, LDA	Beja	Beja	1998
29	OVIQUEIJO - FABRICO DE QUEIJOS, LDA	Rio de Moinhos	Évora	1995
30	PIÇARRINHA - CASA DE CAMPO, LDA	Castro Verde	Beja	2013
31	QUEIJARIA ALCINO, LDA	Santa Clara do Louredo	Beja	2017
32	QUEIJARIA CHARRUA, LDA	Entradas	Beja	2008
33	QUEIJARIA DA SÃO - PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE QUEIJOS, LDA	Palmela	Setúbal	2006
34	QUEIJARIA DAS ROMÃS, UNIPessoal, LDA	Vendas Novas	Évora	2004
35	QUEIJARIA DO CARLOS - INDÚSTRIA DE LACTICINIOS, LDA	Arcos	Évora	1997
36	QUEIJARIA GUILHERME, UNIPessoal, LDA	Vila Nova de São Bento	Beja	2007
37	QUEIJARIA LOBINHO FERRÃO, LDA	Barro Branco	Évora	2008
38	QUEIJARIA MONTE DA CEGARREGA, LDA	Monte da Cegarrega	Portalegre	2005
39	QUEIJARIA SILVESTRE, LDA	Vale do Poço	Beja	2014
40	QUEIJARIA VASCO & PACHECO, LDA	Santa Clara do Louredo	Beja	2013
41	QUEIJOS FIALHO & VALVERDE, LDA	Oriola	Évora	1997
42	SABINO RODRIGUES - QUEIJOS AZOIA, LDA	Azóia	Setúbal	2004
43	SAPATA & FILHA - RESTAURAÇÃO E PRODUTOS TRADICIONAIS, LDA	Reguengos de Monsaraz	Évora	2003
44	TRADISERPA, LDA	Serpa	Beja	2006
45	TRINQUEIJOS, LDA	Portel	Évora	2018
46	VITOR FERNANDES - QUEIJARIA ARTESANAL, LDA	Palmela	Setúbal	2001

A Tabela 6.2 apresenta uma análise das empresas por distrito e verifica-se que Évora é aquele onde parece que a atividade tem maior importância, em termos de número de empresas ativas, de acordo com os dados que se conseguiram recolher.

Tabela 6.2: Distribuição das empresas por distrito

Distrito	Número de empresas
Évora	20
Beja	16
Setúbal	8
Portalegre	2

Ao nível da idade, constata-se que a maioria das empresas apresenta uma maior maturidade, com um número de anos de laboração superior a 10 exercícios económicos. No entanto, constata-se, também, que nos últimos 3 anos têm aberto algumas empresas na área, o que demonstra ser uma atividade em crescimento, fazendo com que o setor agrícola prospere (Tabela 6.3).

Tabela 6.3: Distribuição das empresas por idade

Distribuição por idade das empresas	Número de empresas
Todas as Empresas	46
Até 5 anos	7
De 6 a 10 anos	7
De 11 a 20 anos	16
Mais de 20 anos	16

Relativamente ao estudo da evolução económica e financeira destas empresas, apenas se teve em consideração as que apresentaram resultados ao longo dos últimos 4 anos disponíveis (2018, 2017, 2016 e 2015). Nesse sentido, os dados económicos e financeiros que se apresentam na Tabela 6.4 correspondem às médias de 31 empresas. Constatou-se que as empresas, em estudo, tiveram um decréscimo da atividade e dos resultados nos períodos intermédios estudados (anos de 2016 e 2017), existindo uma recuperação no exercício de 2018.

A Tabela 6.4 deixa bem evidente o aumento do volume de negócios do ano 2017 para o ano 2018. Os gastos operacionais apresentam-se bastante inferiores aos rendimentos operacionais, o que se traduziu num resultado de exploração bastante confortável.

Tabela 6.4: Demonstrações de resultados das empresas de produção de queijos

Demonstrações de resultados	2015	2016	2017	2018
Rendimentos Operacionais	651 388 645 685	636 094 694 012		
Volume de Negócios	637 799 636 945	627 572 678 399		
Custo de Matérias	359 899 358 152	357 430 388 051		
Margem bruta	291 490 287 533	278 664 305 961		
Outros gastos operacionais	263 099 265 390	257 843 274 926		
Resultados Operacionais	28 390 22 143	20 820 31 035		
Rendimentos Financeiros	1	1	1	0
Gastos Financeiros	5 683 5 691	5 603 3 731		
Resultados Financeiros	-5 682 -5 690	-5 602 -3 731		
Resultados correntes	22 709 16 453	15 219 27 305		
Imposto s/ o Rendimento do Exercício	5 159 4 748	4 576 5 336		
Resultado Líquido do Exercício	17 549 11 705	10 643 21 969		

Os gastos financeiros têm pouca expressão, fazendo com que o resultado corrente se apresentasse bastante positivo, bem como o resultado líquido. O custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas é o que tem maior expressão na atividade. Na tabela seguinte, é ainda possível verificar que os fornecimentos e serviços externos são a segunda rubrica de custos com maior peso no negócio. Assim, observa-se que o CMVMC e os FSE, representam em média 55% e 31% do valor anual dos rendimentos operacionais, respetivamente (Tabela 6.5).

Tabela 6.5: Informações sobre gastos das empresas de produção de queijos

Outras Rubricas de Gastos	2015	2016	2017	2018
FSE	179 654	202 817	218 193	213 806
Amortizações e depreciações	27 608	26 466	26 977	30 971
Peso do CMVMC nos Rendimentos Operacionais	55,25%	55,47%	56,19%	55,91%
Peso dos FSE nos Rendimentos Operacionais	27,58%	31,41%	34,30%	30,81%

Na Tabela 6.6 apresentam-se alguns indicadores económicos que confirmam o abrandamento da atividade durante os exercícios de 2016 e 2017 e a respetiva recuperação em 2018, como já foi referido. Contudo, alguns indicadores (por exemplo, a rentabilidade operacional dos rendimentos e o VAB) não conseguem atingir em 2018, os valores anteriormente obtidos em 2015, ou seja, o primeiro ano analisado.

Tabela 6.6: Indicadores económicos das empresas de produção de queijos

Indicadores Económicos	2015	2016	2017	2018
Capacidade de gerar excedentes				
Meios Libertos Brutos	55 998	48 609	47 798	62 006
Meios Libertos Líquidos	45 157	38 171	37 620	52 940
Rendibilidade Operacional dos rendimentos	4,36%	3,43%	3,27%	4,47%
Rendibilidade Líquida dos rendimentos	2,69%	1,81%	1,67%	3,17%
ROI	6,43%	4,88%	4,59%	6,17%
RCP	9,86%	6,77%	5,75%	10,47%
VAB	111 835	84 716	60 470	92 155
VAB / Rendimentos Operacionais	17,17%	13,12%	9,51%	13,28%

Deste modo, observa-se que a atividade de produção de queijos tem capacidade para gerar autofinanciamento (meios libertos brutos e líquidos positivos ao longo dos anos) e que a rendibilidade das empresas e dos proprietários se situou na ordem dos 6% e 10% em 2018, respetivamente. Contudo, verifica-se que o VAB em 2018 se apresenta bastante abaixo dos valores de 2015, o que poderá significar que as empresas têm vindo a apresentar um posicionamento competitivo mais frágil em termos de diferenciação, tendo visto as suas margens operacionais diminuir, eventualmente pela aplicação de preços de venda inferiores.

Na Tabela 6.7 são apresentados os balanços destas empresas relativos aos exercícios de 2015, 2016, 2017 e 2018. Apresenta-se igualmente, o número médio de pessoas empregadas por cada empresa.

Tabela 6.7: Balanços das empresas de produção de queijos

Balanço	2015	2016	2017	2018
Ativos não correntes	180 596	193 460	200 563	209 740
Ativos Intangíveis	263	291	419	636
Ativos Tangíveis	169 245	182 832	197 400	207 232
Outros ativos fixos	11 088	10 336	2 744	1 872
Ativo Corrente	261 213	260 657	252 857	293 666
Inventários	41 038	47 950	57 732	74 445
Dívidas de Terceiros de exploração	102 824	101 493	90 337	94 593
Outro ativo corrente	117 351	111 214	104 788	124 628
Total do ativo	441 810	454 117	453 420	503 406
Capital Próprio	178 057	172 944	185 014	209 821
Capital	28 644	26 360	40 713	43 665
Outros capitais próprios	149 413	146 584	144 301	166 156
Passivo-MLP	82 108	104 301	105 949	108 603
Dívidas Financeiras -MLP	74 534	98 636	99 507	102 609
Outro passivo-MLP	7 574	5 666	6 441	5 994
Provisões	0	0	0	0
Passivo-CP	181 645	176 871	162 457	184 982
Dívidas financeiras-CP	70 526	57 847	53 036	69 403
Dívidas a terceiros de exploração - CP	58 813	67 668	64 177	63 680
Outro passivo-CP	52 306	51 356	45 244	51 899
Total do capital próprio e do passivo	441 810	454 117	453 420	503 406
Número de empregados	10	9	9	11

Pela análise dos balanços apresentados, constata-se que embora o volume de atividade tenha abrandado durante os anos de 2016 e 2017, o volume de investimento foi aumentando gradualmente. Tal, ficou a dever-se a um maior investimento em ativos tangíveis e a um aumento anual na rubrica de inventários, o que pode evidenciar uma maior dificuldade da venda dos produtos finais junto do mercado.

Tabela 6.8: Indicadores financeiros das empresas de produção de queijos

Indicadores Financeiros	2015	2016	2017	2018
Tesouraria				
Fundo de Maneio	79 568	83 786	90 400	108 685
Necessidades de Fundo de Maneio	85 050	81 775	83 892	105 358
Tesouraria Líquida	-5 482	2 011	6 508	3 326
Prazo Médio de Recebimento	58	57	52	50
Prazo Médio de rotação de Inventários	41	48	58	69
Prazo Médio de Pagamentos	39	43	40	38
Ciclo de Exploração	60	62	70	81
Sustentabilidade Financeira				
Autonomia Financeira	40,30%	38,08%	40,80%	41,68%
Solvabilidade	67,51%	61,51%	68,93%	71,47%
Nível de Endividamento	59,70%	61,92%	59,20%	58,32%
Nível de Endividamento de MLP	18,58%	22,97%	23,37%	21,57%
Nível de Endividamento de CP	41,11%	38,95%	35,83%	36,75%
Risco Financeiro				
Cobertura dos Encargos Financeiros	10	9	9	17
Períodos de Recuperação da Dívida	3	4	4	3

Ao nível das fontes de financiamento, observa-se que as rubricas principais são os capitais próprios e os passivos de curto prazo. Finalmente, verifica-se que o número médio de colaboradores por empresa se situou nas 10 pessoas por ano, o que evidencia que se

tratam de empresas familiares, com um reduzido número de colaboradores. A Tabela 6.8 apresenta os indicadores financeiros das empresas de produção que queijos relativos aos exercícios analisados.

Ao nível dos indicadores financeiros, verifica-se que, com exceção do exercício de 2015, a tesouraria líquida obteve sempre valores positivos, uma vez que o fundo de maneo foi sempre superior às necessidades de fundo de maneo. Para tal, contribui um ciclo de exploração curto. Contudo, o valor deste indicador aumentou ao longo do tempo, o que evidencia um maior intervalo de tempo entre o momento dos pagamentos e o dos recebimentos, podendo vir a prejudicar a tesouraria a breve prazo.

Finalmente, constata-se que estas empresas apresentam sustentabilidade financeira. A autonomia financeira situa-se acima dos 40% e as empresas apresentam uma excelente capacidade para cobrir os encargos financeiros (os excedentes da atividade representam em 2018, 17 vezes o valor dos custos financeiros) e para reembolsar a dívida financeira de médio e longo prazo e de curto prazo. A sua solvabilidade situa-se acima dos 60%, os fundos próprios cobrem em mais de 50% os capitais alheios, ou seja, as dívidas totais. O período de recuperação da dívida em 2018 é de 3 anos, o que é inferior à maturidade das dívidas financeiras normalmente negociadas pela generalidade das empresas.

Em conclusão, pode-se afirmar que as empresas produtoras de queijos das regiões abrangidas tiveram um abrandamento económico com uma boa recuperação da atividade em 2018. Contudo, observou-se que a evolução económica destes últimos anos contribuiu para a criação de uma situação de sustentabilidade financeira.

Finalmente, verificou-se que as rubricas de custos com maior impacto nestes negócios são os CMVMC e os FSE e que deverão ser sobre elas que as empresas deverão realizar esforços no sentido de otimizarem os seus índices de produtividade e de melhorarem a relação entre os *inputs* necessários e os *outputs* gerados.

Características principais das empresas produtoras de queijo localizadas nas regiões alvo do estudo (Setúbal, Évora e Beja) – Resultados obtidos através da aplicação de um inquérito

Neste ponto pretende-se caracterizar as empresas produtoras de queijo localizadas nas regiões alvo do estudo, Setúbal, Évora e Beja. Neste contexto, optou-se por se utilizar um questionário para a recolha dos dados, que foi respondido por um dos sócios gerentes, tendo sido os dados recolhidos no momento das entrevistas.

A produção de produtos lácteos, nomeadamente os queijos, é muito importante na estrutura económica da região Alentejana. Esse impacto deve-se à importância detida quer no perfil de especialização da região, quer na estrutura total do emprego Regional. Por outro lado, a produção de queijos de excelência, tanto de ovelha como de cabra ou mistura é consequência de um território de bons pastos. Tal como verificado no ponto anterior, o tecido empresarial do Alentejo é marcado por uma predominância de micro e pequenas empresas, sendo estas essencialmente constituídas em nome individual com uma gestão, em geral, de nível familiar e, sobretudo, direcionado para os mercados locais e regionais. Por isso, na sua generalidade, estas empresas empregam um pequeno número de colaboradores. De forma, a caracterizar a oferta e as principais rubricas de custos das empresas da região produtoras de queijo e a complementar o estudo elaborado no ponto anterior

relativamente à sua evolução económica e financeira, foi, como já referido, efetuado um inquérito a uma amostra de empresas produtoras de queijos sedeadas na região de Setúbal, Évora e Beja.

A média de idade do sócio gerente, tendo em conta uma média simples dos resultados do questionário é de, aproximadamente, 59 anos. No que respeita à mão-de-obra Direta (MOD), tal como se pode visualizar no gráfico seguinte, cerca de 92% trabalha com menos de 10 trabalhadores. Como foi referido são empresas genericamente constituídas em nome individual, com uma gestão, normalmente, de nível familiar (Figura 6.1).

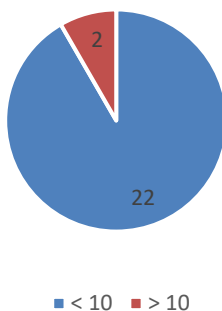


Figura 6.1: Número de empresas com mais de 10 trabalhadores

Relativamente ao salário da mão de obra Direta, 53% dos funcionários recebem menos de 1.000 €, mais precisamente entre os 585 € e os 1.000 €. Logo, 47% da mão de obra fabril ou direta recebe mais de 1.000 €, nunca superior a 1.230 € (Figura 6.2).

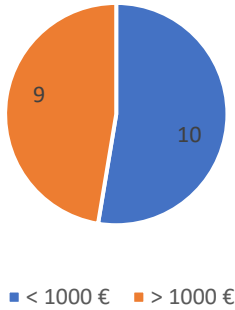


Figura 6.2: Número de empresas com salários superiores a 1.000 euros

No que diz respeito ao custo da eletricidade mensal, como se pode ver na figura seguinte, grande parte das queijarias (53%) apresenta um custo superior a 1.000 €; cerca de 32% apresentam um custo com a eletricidade mensal inferior a 500 € e as restantes (16%) apresentam um custo mensal que se situa entre os 500€ e os 1000 € (Figura 6.3).

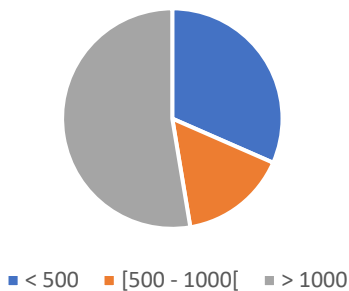


Figura 6.3 Número de empresas em cada nível de custo de eletricidade mensal

Quanto a outros custos salientam-se a água (cerca de 300 € mensais), o gás (cerca de 600€ mensais) e o cardo (cerca de 25 € mensais).

No que respeita ao preço de venda ao público do queijo de ovelha, pode-se observar na Figura 6.4 o seguinte:

- 36% das queijarias vendem queijos com um preço superior a 10 euros e com um peso superior a 500 gramas; a mesma percentagem de queijarias apresenta um preço de venda dos queijos entre os 5 e os 10 euros com um peso superior a 500 gramas;
- 44% das queijarias vendem queijos de ovelha entre 1 e 2 euros com um peso entre os 100 e os 300 gramas;
- 32% das queijarias vendem queijos entre 1 e os 2 euros com um peso entre os 100 e os 300 gramas;
- 20% das queijarias pratica preços entre os 5 e os 10 euros com um peso de venda do queijo que se situa entre as 300 e as 500 gramas.

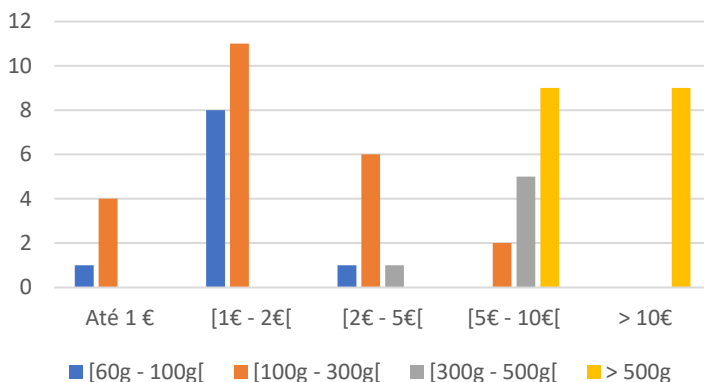


Figura 6.4: Preço unitário do queijo de ovelha

No que respeita ao preço de venda ao público do queijo de cabra, apresentado na Figura 6.5 seguinte, conclui-se que:

- 12% das queijarias apresentam um preço de venda que se situa entre 1 e 2 euros no que se refere a queijos com um peso que se situa entre as 100 gramas e as 300 gramas;
- 8% das queijarias apresentam um preço de venda até 1 euro para queijos com um peso que se situa entre as 100 gramas e as 300 gramas;
- 4 % das queijarias apresentam preços de venda entre 1 e 10 euros com um peso que se pode situar entre as 60 gramas e 1 kg.

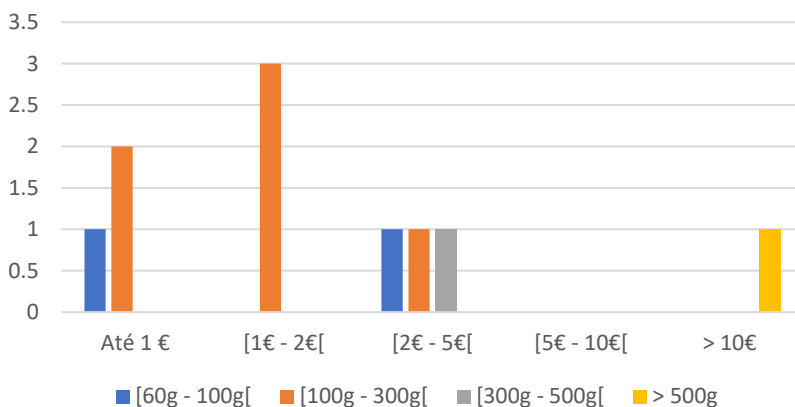


Figura 6.5: Preço unitário do queijo de cabra

Em conclusão, os resultados dos Inquéritos apontam para o facto de nos encontrarmos, na sua globalidade, perante empresas em nome individual, com uma gestão de nível familiar e com um número reduzido de colaboradores.

Relativamente aos custos da atividade, para além dos custos das matérias associados ao leite utilizado, destacam-se os Fornecimentos e serviços Externos (FSE), uma vez que em mais do que 50% das queijarias em estudo apresentam gastos mensais de eletricidade superiores a 1000 euros. Ainda no que diz respeito aos FSE, o gás e a água também possuem grande expressão dentro dos gastos operacionais. Em média, cada empresa tem um gasto mensal com o consumo de água de 300 euros, enquanto o gasto mensal com o consumo de gás (matéria subsidiária) se situa nos 600 euros.

Quanto à caracterização da produção a maioria das empresas produz queijo de ovelha não DOP (52%), enquanto apenas 25% das queijarias produz queijo de ovelha DOP.

Por outro lado, a maioria das empresas (cerca de 41%) produzem queijo entre as 100 g e as 300 g, que normalmente se designa por merendeira. Relativamente à capacidade de produção, destaca-se que a maioria das empresas (cerca de 55%) produz menos do que 500 queijos por dia. A quantidade máxima diária de produção diz respeito a 3000 queijos e somente 10% das empresas apresentavam essa capacidade diária.

No que respeita aos preços de venda praticados, salienta-se o facto do preço de venda ao público do queijo de ovelha se situar entre os 5 e os 10 euros, com um peso superior às 500 gramas ou meio kg. Os queijos de ovelha com um peso inferior a 300 gramas são vendidos, em média, a um preço de 2 euros. No que respeita ao preço de venda ao público do queijo de cabra, o mesmo pode aproximar-se dos 10 euros quando o seu peso se situa nos 1000 gramas. Os queijos de cabra com o peso inferior a 300 gramas são vendidos, em média, com um preço de cerca de 2 euros.

Para além das informações económicas e financeiras, as empresas ainda responderam no inquérito a uma série de questões importantes sobre a atividade. No que respeita à Certificação do produto, a maioria das empresas não tem interesse na sua obtenção, apresentando como justificação os elevados gastos associados e muita burocracia. Quanto às características de cura do queijo de ovelha, a percentagem de queijo defeituoso, situa-se em cerca de 15 Kg por mês. Durante a cura é necessário mudar os queijos de local após terem decorrido 2 semanas. Em média, os queijos são lavados 4 vezes durante a cura; Todos os dias os queijos são virados, sendo necessário uma a duas pessoas a trabalhar nesta tarefa, durante cerca de 8 horas por dia. Finalmente, em relação à caracterização do equipamento das camaras de cura, a localização das camaras de ar são, na sua maioria, laterais e centrais; o número de entradas é, em média, de 5; o diâmetro das entradas é de cerca de 15 centímetros; o número de saídas de ar pode variar entre uma e noventa; a localização do evaporador/secador é, em geral, no teto; a dimensão das camaras é, em média, de cerca de 5 por 5 metros quadrados; o material de condutas de ar é de metal ou inox; no que respeita ao tipo de sensores, a maioria das empresas apresenta sensores de temperatura e humidade.

6.2 – Avaliação dos custos operacionais do protótipo

Neste ponto irão ser abordados diversos temas que pretendem evidenciar claramente os custos operacionais do protótipo, nomeadamente:

- Descrição do funcionamento do protótipo resultante do projeto;

- Descrição das condições de realização dos testes de funcionamento;
- Caracterização dos custos de construção do protótipo;
- Caracterização dos custos de funcionamento do protótipo.

Descrição do funcionamento do protótipo

O processo de cura dos queijos ocorre em câmaras especializadas. É nestas câmaras que, com condições ideais de temperatura, humidade e ventilação, se processa a produção dos queijos. Durante as diferentes etapas de produção ocorre o desenvolvimento das características diferenciais dos queijos em termos de textura, sabor e aroma.

No presente estudo, o protótipo consiste numa câmara de cura de queijo, com dimensão 276cm largura x 440cm comprimento x 232cm altura, com a capacidade de ajustar o seu próprio funcionamento em função da quantidade e da distribuição do queijo em cada instante. Este ajuste é conseguido graças à colocação de sensores de presença, temperatura, humidade e presença de gases em diferentes locais no interior da câmara, com possibilidade de atuação remota.

A instalação do sistema remoto de monitorização e atuação foi realizado pelo laboratório SEPSI (ESTIG, IP Beja), de acordo com o descrito no capítulo 5.

Descrição das condições de realização dos testes de funcionamento

As condições de temperatura e humidade, no processo de cura dos queijos, são cruciais para se obterem bons resultados de produção. De facto, se o ar estiver muito seco, a casca do queijo pode secar

rapidamente, podendo apresentar fendas posteriormente. Por outro lado, se o ar for muito húmido, o ambiente torna-se propício à proliferação de fungos, o que vai comprometer a produção do queijo. Para a realização dos testes de funcionamento, no protótipo apresentado consideraram-se as condições presentes na Tabela 6.9. Nos valores apresentados considerou-se a média das três zonas.

Tabela 6.9: Condições dos testes de funcionamento

	Temperatura	Humidade
Ensaio pré-projecto	11,90°C	83,20%
Ensaio pós-projeto	13,5°C	84,0%

Custos de construção do protótipo

Seguidamente apresentam-se os custos de construção do protótipo. A opção SEM sistema de automação apresenta os custos presentes na Tabela 6.10.

Tabela 6.10: Custos da opção sem sistema de automação

	Custos associados
Montagem dos painéis da câmara	9 950€ + IVA
Montagem do sistema de frio e humificação	7 000€ + IVA

A opção COM sistema de automação tem os custos referidos anteriormente e ainda:

- Equipamentos de automação: 4 000€ + IVA;
- Tubagens e acessórios: 2 000€ + IVA;
- Mão de obra para montagem da tubagem e acessórios: 500€;
- Mão de obra para montagem do sistema de automação:

- Módulos da câmara de queijos: 45€ de mão de obra;
- Módulo de controlo: 60€ de mão de obra.

No presente estudo considera-se o valor total de investimento de 23.555 € por câmara de cura, por ser o valor de referência para uma empresa que eventualmente pretenda entrar no mercado. No entanto, em empresas que já estejam implementadas o valor a considerar pode ser apenas o relativo aos 6 605€ dos sistemas de automação, uma vez que estes poderão ser aplicados em câmaras já existentes com condições adequadas para o processo de produção.

Custos de funcionamento

Ao longo dos ensaios efetuados, foi possível verificar alguns impactos interessantes no consumo da eletricidade e da água, associados ao funcionamento normal do protótipo desenvolvido, resumidos na Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Custos da opção sem sistema de automação

	Compressor de Frio (kWh)	Humidificador (kWh)	Água Humidificad or (litros)	Eletricidade total
Ensaio pré-projecto	11,85	8,71	11.66	20.56
Ensaio pós-projeto	6,96	3,90	8.58	10.85
Reduções de gastos associadas ao funcionamento normal do protótipo			-26,44%	-47,21%

Assim, através dos ensais efetuados pode verificar-se uma poupança de água, na ordem dos 26,44% e uma poupança de eletricidade bastante relevante, na ordem dos 47,21%.

6.3 – Avaliação dos benefícios potenciais da utilização do protótipo

Neste ponto, irão ser abordados os seguintes temas:

- Descrição dos benefícios ao nível do incremento das vendas (mais queijos com a mesma quantidade de matéria-prima);
- Descrição ao nível da redução de stocks de queijos em cura pelo facto de existir maior aproveitamento da produção;
- Descrição da diminuição dos custos de energia e de água.

Descrição dos benefícios ao nível do incremento das vendas (mais queijos com a mesma quantidade de matéria-prima)

A implementação do protótipo permite uma maior eficácia na qualidade dos queijos produzidos o que contribui para uma maior quantidade de produto final disponível para venda. Aquando da elaboração dos inquéritos, as empresas responderam que em média por mês há a produção de 15 kg de queijos defeituosos. Tal situação tem impacto nas quantidades vendidas e no volume de negócios destas empresas.

Como o protótipo tem impacto direto nas condições de cura dos queijos, irá potencializar a quantidade de produto final com a qualidade necessária para a sua introdução no mercado, o que irá otimizar a relação entre os *inputs* da atividade e os *outputs* gerados.

Por outro lado, o facto das empresas passarem a ter uma maior quantidade de produto final, poderá contribuir para uma maior sustentabilidade financeira que lhes permita escalar o negócio e obterem as condições necessárias para a obtenção da certificação DOP dos produtos e, assim, aumentarem a sua margem de comercialização, com preços de venda superiores.

Descrição do nível da redução de stocks de queijos em cura pelo facto de existir maior aproveitamento da produção

Os stocks desta atividade, estão relacionados sobretudo com os queijos que após o processo de cura não apresentavam características para serem vendidos e que por isso, têm que ficar guardados vários dias para irem perdendo a água e a humidade e serem vendidos como “queijos velhos”. Este facto, tem impacto na atividade, por via da perda de peso de cada queijo, o que implica menos quantidades em kg nas vendas e uma perda acentuada de receitas.

Como referido, o protótipo tem como objetivo incidir na otimização da qualidade do produto final e, como tal, irá minimizar a quantidade de stocks e de queijos vendidos nestas condições.

Descrição da diminuição dos custos de energia e de água

Ao nível destes custos destaca-se sobretudo a diminuição de 47% nos consumos de eletricidade, o que é bastante relevante se tivermos em conta que este é um dos principais custos do processo de cura dos queijos. De notar que estes 47% dizem respeito à redução do consumo do protótipo e não a utilização de eletricidade total da empresa. De acordo com estimativas efetuadas, o compressor trabalha cerca de 19,6% do tempo o que significa um potencial de ganho energético total de 9.21% para as empresas.

No que diz respeito ao consumo da água, há uma diminuição de 26,44% com a utilização do protótipo. Contudo, o seu impacto é mais reduzido devido ao custo deste recurso ser inferior. Além disso, o total da água a utilizar nas câmaras de cura é residual uma vez que a

maior parte da água utilizada é destinada à lavagem dos queijos e do vestuário.

6.4 – Análise do impacto económico

Nesta etapa, pretende-se evidenciar o valor económico que potencialmente poderá ser criado, em média, através da implementação das câmaras de cura resultantes deste projeto de investigação, em cada empresa produtora de queijo das regiões de Beja, Évora e Setúbal. Conhecendo o valor acrescentado médio por empresa, poderá ser realizada uma extrapolação para um nível macro do setor de produção de queijos nas regiões estudadas.

Para a realização da análise do impacto económico do projeto sobre as empresas do setor, teve-se em consideração os principais efeitos decorrentes da implementação dos protótipos das câmaras de cura de queijo, nomeadamente:

- Maior eficácia na qualidade dos queijos produzidos, o que contribui para uma maior quantidade de produto final disponível para venda. Considerou-se um crescimento potencial de 15% das quantidades de quilogramas de produto acabado com qualidade para ser vendido no imediato;
- Incremento do preço de venda dos queijos na ordem dos 10%, em virtude da possibilidade da certificação DOP. De notar que, de acordo com Cabo et al (2017), a certificação DOP pode contribuir para um aumento do preço de venda, em certos casos, até 23%;
- Diminuição da quantidade dos stocks de produtos acabados, uma vez que, ao considerar-se que a implementação das câmaras de cura irá permitir uma maior eficácia na produção de queijos, está-se também a criar condições para reduzir os stocks de queijo

que se encontram em processo de “envelhecimento” para valores residuais;

- Finalmente, teve-se, ainda em referência a potencial diminuição do consumo de eletricidade, de acordo com os ensaios realizados com os protótipos, na ordem dos 9%.

Para além dos impactos acima referidos, para realizar o estudo completo do impacto económico da implementação das câmaras de cura, consideraram-se, ainda, os seguintes pressupostos:

- Os valores de referência para as quantidades de vendas mensais médias das empresas produtoras de queijos de Beja, Évora e Setúbal, foram estabelecidos através dos dados obtidos no inquérito elaborado no âmbito do projeto, junto de várias empresas produtoras das regiões alvo. Assim, ao nível das quantidades de quilogramas produzidas por dia em média, as empresas referiram as seguintes quantidades: 155 kg/dia na região de Beja, 174 kg/dia na região de Setúbal e 138 kg/dia na região de Évora. Nesse sentido, considerou-se uma quantidade média de 3,425kg por mês;
- O preço médio de venda por kg incluído no modelo de avaliação, também teve por referência os dados obtidos junto das empresas, tendo-se considerado o valor de 12,21€ / kg, que resultou da média dos preços praticados das 3 regiões: em Beja 13,39€/kg; em Évora 12,50€/kg; e em Setúbal 10,75€/kg;
- Assim, obteve-se um valor médio de volume de negócios anual de 501.919,15€;
- O valor de eletricidade anual de referência, foi obtido através do montante médio de gasto em eletricidade das empresas estudadas que se situou na ordem dos 2,3% do volume de vendas ao longo dos anos de 2017 e 2018. Deste modo, obteve-se um

valor anual de referência de 11.544,14€, sobre o qual se considerou uma poupança de 9% com a implementação das câmaras de cura e que representa uma diminuição dessa rubrica de custos em 1.038,97€;

- A eventual obtenção da certificação DOP tem custos associados e, nesse sentido, foi considerado um valor de 5.000€. Destaca-se que, usou-se como referência o valor, em média, pago pelas empresas produtoras de queijo da Serra da Estrela, que ronda um custo anual de 4.500€ (de acordo com a informação obtida num artigo de 2017 do jornal Folha do Centro);
- Considerou-se uma redução de 80% do nível de stocks de produto acabado, apesar de ser expectável que com a implementação das câmaras de cura o número de queijos envolvido em processos de “envelhecimento” seja muito residual. Como valor de referência para os stocks de produtos acabados, teve-se por base o seu peso relativamente ao volume de negócios nas empresas estudadas ao longo dos anos de 2017 e 2018, nomeadamente, 9% que em valor monetário representa 45.172,72€;
- De acordo com as entrevistas realizadas e com a dimensão das empresas estudadas, constata-se que a grande maioria irá utilizar 2 câmaras de cura. Nesse sentido, consideraram-se os custos necessários em duplicado para a implementação das câmaras, estando incluídos os seguintes encargos por câmara:
 - Montagem dos painéis da câmara: 9.950€;
 - Montagem do sistema de frio e humidificação: 7.000€;
 - Sistema de automação: 6.605€.
- Para efeitos do estudo, considerou-se uma taxa de impostos sobre o rendimento das pessoas coletivas de 21%;

- De acordo com o Decreto Regulamentar nº25/2009, a vida útil de equipamentos como as câmaras de cura é de 8 anos, tendo sido esse o período considerado para se apurar o valor económico potencial a criar com o investimento. Em simultâneo, foi registada uma depreciação anual de 12,5% do valor das câmaras de cura;
- Finalmente, para se determinar o Valor Atual Líquido do projeto foi considerada uma taxa de atualização (rendibilidade que se pretende garantir anualmente através do investimento realizado) de 6%, tendo por base a taxa de rendibilidade média do ativo das empresas estudadas. Pretende-se, assim, garantir que a implementação das câmaras de cura proporcione aos investidores, no mínimo, a mesma remuneração que a generalidade das empresas a atuar na indústria criam atualmente.

De seguida, apresenta-se a Tabela 6.12 com a informação relativa aos fluxos de caixa a criar em média por cada empresa, associados à implementação das câmaras de cura alvo deste projeto de investigação.

Tabela 6.12: Fluxos de caixa associados ao estudo de viabilidade económica

ESTUDO DO IMPACTO ECONÓMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS CÂMARAS DE CURA

RUBRICAS	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Câmaras de cura	47 110,00 €							
Desinvestimento em stocks	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €
VALOR DO INVESTIMENTO	10 971,82 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €	-36 138,18 €
Incremento nas Vendas	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €	133 008,57 €
Redução gastos energia	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €	1 038,97 €
Custos da Certificação DOP	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €
Depreciações	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €	5 888,75 €
VARIAÇÃO RESULTADO LÍQUIDO	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €	123 158,80 €
FLUXOS DE CAIXA DA IMPLEMENTAÇÃO DAS CÂMARAS	112 186,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €	159 296,98 €

Pela tabela anterior, é possível observar que a implementação das câmaras de cura pode contribuir para o incremento anual das vendas em 133.008,57€. Para além disso, é esperada uma variação dos resultados líquidos de 123.158,80€.

Assim, considerando os pressupostos utilizados, os fluxos de caixa potenciais por empresa deverão, em ritmo normal da atividade, ter o valor anual de 159.296,98€.

Deste modo, considerando uma taxa de rendibilidade anual de 6% para remunerar os investidores, o Valor Atual Líquido do projeto de implementação das câmaras de cura deverá apresentar o montante de 944.758€.

Tabela 6.13: VAL do projeto

Taxa de rentabilidade (ROI médio da amostra)	6,00%
VAL	944 758,00

Na prática, verifica-se que, em média por empresa, o projeto tem um potencial de libertação de fundos ao longo da vida útil das câmaras de cura (8 períodos económicos) na ordem de 1.227.265,83€ (somatório dos fluxos de caixa gerados ao longo do tempo considerado), evidenciando capacidade para cobrir os investimentos iniciais, para gerar 282.507,83€ aos investidores (remuneração anual de 6%) e, ainda, criar autofinanciamento para a atividade no valor de 944.758€.

Assim, verifica-se que o projeto de implementação câmaras de cura apresenta viabilidade económica e poderá contribuir para uma maior sustentabilidade financeira das empresas de produção de queijos.

No entanto, as decisões de investimento são decisões previsionais sobre situações que se verificarão no futuro. Relativamente a situações futuras ninguém pode ter a certeza que determinado acontecimento se verificará. Sendo o *cash-flow* previsional do projeto um acontecimento futuro, tanto pode assumir o valor previsto como outro qualquer. Face à ignorância sobre qual será efetivamente o resultado futuro do *cash-flow*, dever-se-á ter em consideração o risco e incerteza associado a ele. Nesse sentido, foram definidos alguns cenários alternativos, a fim de se verificar a robustez do projeto à alteração de alguns dos pressupostos mais importantes para a sua viabilidade e que têm alguma incerteza relativamente à sua concretização:

- Cenário 1: não se considerou a realização da certificação DOP, o que exclui o impacto no aumento do preço de venda de 10% e o custo anual na ordem dos 5.000€;
- Cenário 2: para além da não realização da certificação DOP, considerou-se um crescimento menor da quantidade de quilogramas vendidos, na ordem dos 10% (no cenário mais provável teve-se por referência uma taxa de crescimento de 15%);
- Cenário 3: não se teve igualmente como referência a certificação DOP dos queijos, mas considerou-se um crescimento maior da quantidade de quilogramas vendidos, na ordem dos 20% (no cenário mais provável teve-se por referência uma taxa de crescimento de 15%).

Na tabela seguinte, apresenta-se um resumo do impacto dos diferentes cenários ao nível do incremento anual das vendas, dos resultados líquidos e do valor atual líquido.

Tabela 6.14: Indicadores do projeto em cada cenário definido
RESUMO DO IMPACTO ECONÓMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS CÂMARAS DE CURA

Indicadores	10% aumento QV / sem Certificação DOP	15% aumento QV / sem Certificação DOP	20% aumento QV / sem Certificação DOP	15% aumento QV / com Certificação DOP
Incremento anual Vendas	50 191,91 €	75 287,87 €	100 383,83 €	133 008,57 €
Incremento anual Resultados	45 342,14 €	70 438,09 €	95 534,05 €	123 158,80 €
VAL	461 532,58 €	617 373,26 €	773 213,99 €	944 758,00 €

Pela observação da tabela anterior, é possível constatar que o incremento anual das vendas deverá oscilar entre os 50.191,91€ e os 133.008,57€, que o incremento anual dos resultados deverá variar entre os 45.342,14€ e os 123.158,80€ e que o montante do VAL poderá situar-se entre os 461.532,58€ e os 944.758€. Assim, confirma-se que o projeto de implementação das câmaras de cura apresenta viabilidade económica e que poderá contribuir para uma maior sustentabilidade das empresas de produção de queijos, através do incremento das quantidades de produtos acabados disponíveis para venda e da diminuição dos gastos de energia e do nível de stocks de queijos em processo de “envelhecimento”.

6.5 – Conclusão sobre o impacto económico e social da implementação do projecto

A realização desta tarefa permitiu confirmar a tradição e a importância da atividade de produção de queijos nas regiões estudadas. Para além disso, constatou-se que nas regiões estudadas existiam cerca de 50 empresas ativas e que a sua evolução económica e financeira apresentou uma quebra durante os períodos analisados, existindo uma recuperação no exercício económico de 2018. Para além disso, observou-se que as suas principais rubricas de gastos diziam respeito ao custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas e aos fornecimentos e serviços externos.

Relativamente à implementação do protótipo das câmaras de cura, concluiu-se através dos ensaios realizados, que poderá ter um impacto importante na eficácia da qualidade dos produtos acabados, incrementando as quantidades de produtos disponíveis para venda e reduzindo o nível de investimento em stocks de queijos em processo

de “envelhecimento” para vendas posteriores, com preços inferiores por quilograma. Em simultâneo, verificou-se, também, através dos ensaios relativos ao funcionamento dos protótipos desenvolvidos, que as novas câmaras de cura contribuem para uma redução do consumo de energia em cerca de 10%, sendo este um tipo de gasto importante na atividade de produção de queijos.

Para evidenciar melhor o impacto da implementação das câmaras de cura nesta atividade, efetuou-se o estudo de viabilidade económica da realização deste investimento por parte das empresas de produção de queijos situadas nas regiões estudadas. Concluiu-se que, em média por empresa, considerando uma taxa de rentabilidade anual de 6% para os investidores (de notar que, se trata da rentabilidade média do ativo das empresas estudadas e que, por isso, o projeto deverá ser capaz de gerar, para no mínimo ser tão atrativo como os investimentos já existentes), a implementação das câmaras de cura, tem potencial para contribuir para o incremento anual do volume de negócios (133.008,57€) e dos resultados líquidos (123.158,80€) e para a criação de um Valor Atual Líquido, no cenário considerado mais provável de 944.758€.

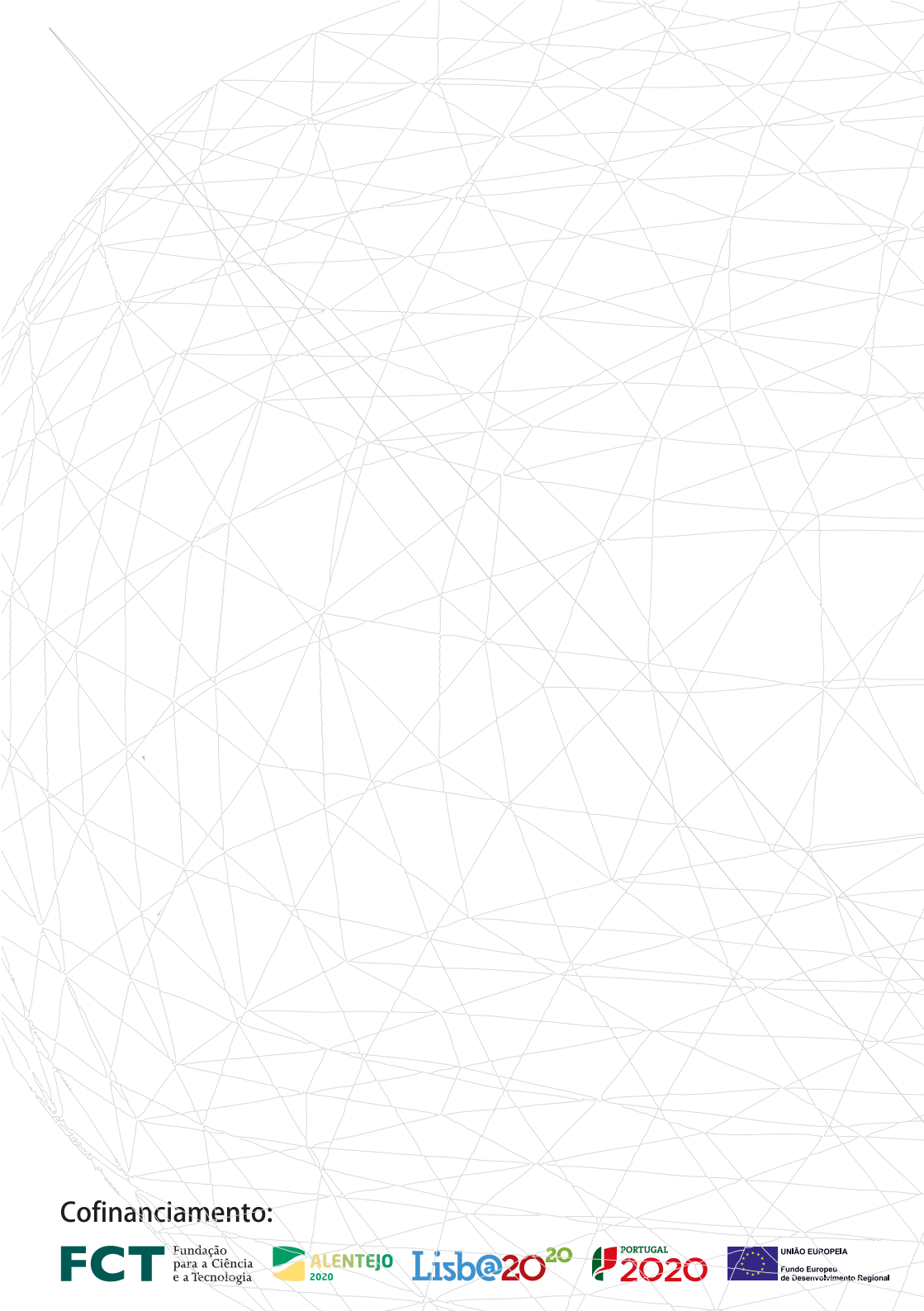
Considerando que, se verificou a existência de 46 empresas ativas nas regiões abordadas, pode-se sugerir, numa visão mais macro, que o projeto poderá contribuir anualmente para um crescimento do volume de negócios e dos resultados líquidos na ordem dos 6.118.394€ e dos 5.665.305€, respetivamente, das empresas produtoras de queijo em Évora, Beja e Setúbal.

Finalmente, tendo ainda, em consideração os fluxos de caixa potenciais associados à implementação das câmaras de cura, numa visão mais macro relacionada com as 46 empresas ativas nas regiões, pode-se igualmente sugerir que, o projeto apresenta a possibilidade

de criar um valor global ao longo dos 8 anos estudados na ordem de 56.454.228€, repartidos pelos investidores (12.995.360€ relativos a uma remuneração anual de 6%) e pela empresa através de autofinanciamento da atividade no valor de 43.458.868€.

Referências

Cabo P, Matos A, Fernandes A. & Ribeiro M. (2017). *Evolução da produção e comercialização de produtos tradicionais qualificados de ovinos e caprinos (2003-2012)*. Revista de Ciências Agrárias, 40 (especial), 329-344.



Cofinanciamento:

FCT Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



Lisb@20²⁰

