



Instituto Politécnico de Beja

Escola Superior Agrária

Mestrado de Engenharia Alimentar

**Monitorização das condições ambientais na cura de queijo de
cabra de leite cru**

José Pedro Pica Ganchinho

Beja

2020

Instituto Politécnico de Beja
Escola Superior Agrária
Mestrado de Engenharia Alimentar

**Monitorização das condições ambientais na cura de queijo de
cabra de leite cru**

**Dissertação de mestrado apresentada na Escola Superior Agraria do Instituto
Politécnico de Beja**

Elaborado por:

José Pedro Pica Ganchinho

Orientado por:

Doutor João Jorge Mestre Dias

Beja

2020

*Dedico a minha tese à memória das minhas avós Ica e Irene
e ao meu avô Zé Manuel, de quem sou um orgulhoso neto*

Agradecimentos

Ao Professor Doutor João Jorge Mestre Dias, o meu maior agradecimento por toda a disponibilidade, ensinamento e orientação prestada, pelo apoio incondicional e compreensão que sempre manifestou.

Ao Professor Doutor Nuno Bartolomeu Alvarenga, pela orientação prestada, pelo conhecimento transmitido ao longo do curso e pelo apoio prestado na parte da análise sensorial. E ao INIAV, pela disponibilização dos laboratórios para a elaboração da análise sensorial.

À Patrícia Lage, pela ajuda essencial que me deu na elaboração das análises em laboratório e no tratamento dos resultados.

A Engenheiro João Baixinho Costa, gerente da queijaria Bilores Queijo Artesanal, pela oportunidade de realizar os ensaios na empresa e pela disponibilidade e apoio prestados.

A toda a equipa Bilores, em especial aqueles que me ajudaram durante os ensaios realizados na queijaria e aqueles que asseguraram o meu trabalho quando eu me precisei de dedicar à tese.

Aos meus pais por me terem dado todas as oportunidades ao longo da vida, por terem feito de mim a pessoa que sou hoje, por terem acreditado em mim, por estarem sempre ao meu lado, por nunca me terem deixado desistir dos meus sonhos, porque eles fizeram com que fosse possível a realização de mais uma etapa da minha vida.

À minha irmã por existir, por me dar força para continuar, com o seu exemplo, mas, principalmente por me aturar.

A todos os meus amigos de sempre e aos amigos e colegas de curso.

À Ana Rita por nunca ter saído do meu lado, por nunca me ter deixado desistir e por toda a ajuda que sempre disponibilizou. Obrigada por todo o carinho, amor, paciência e apoio de sempre.

Um Muito Obrigado a Todos

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 (SAICT-POL/23356/2016 ALT20-03-0145-FEDER-023356).



Resumo

O objetivo deste trabalho foi aprofundar um pouco o conhecimento sobre o queijo de cabra, em específico, monitorizar e identificar as condições ambientais ótimas na cura do queijo de cabra fabricado a partir de leite cru e avaliar o seu impacto na qualidade do produto final.

O queijo alvo do estudo foi o queijo de cabra “Merendeira”, produzido na queijaria Bilores Queijo Artesanal. As condições da cura das câmaras (velocidade do ar, temperatura e humidade relativa do ar) foram monitorizadas ao longo dos 36 dias da cura dos queijos. Foram retiradas amostras no início, aos 15 dias e no fim da cura às quais foram feitas análises físicas (análise de imagem, peso/altura/diâmetro, cor e análises reológicas) e análises químicas (pH, acidez, aW e humidade) e uma análise sensorial no fim da cura.

Dos resultados obtidos foi possível verificar que a luminância aumentou até aos 15 dias e depois diminuiu até ao final da cura e obtiveram-se valores mais altos na casca do que na pasta do queijo. Os queijos perderam cerca de 100 a 110g ao longo da cura, diminuindo tanto o seu diâmetro como a sua altura. Relativamente à cor, na pasta esta manteve-se relativamente constante, enquanto que na casca a cor escureceu ao longo da cura. A dureza dos queijos aumentou ao longo da cura, até valores de 15, 24, 35 e 37N para os sensores 6, 7, 8 e 10, respetivamente. Para a adesividade registram-se valores entre -8 e -5Ns. O pH diminuiu até meio da cura, aumentando depois até ao final da mesma até valores entre 5,2 e 5,6. A acidez teve um comportamento oposto ao pH, tendo-se obtidos valores muito similares para os queijos dos quatro sensores no final da cura (entre 6 e 8). Os queijos terminaram a cura com teores de humidade de 48, 44, 43 e 45%, respetivamente para os queijos dos sensores 6, 7, 8 e 10. No que diz respeito à atividade da água esta diminuiu ao longo da cura, terminando com valores entre 0,89 e 0,92.

Dos resultados obtidos para a análise sensorial observámos que apesar dos queijos do sensor 6 terem sido aqueles que foram distinguidos com mais pontos na intensidade do cheiro e do sabor e aroma, foram os queijos do sensor 10 aqueles que obtiveram uma melhor aceitabilidade no geral.

Conclui-se que as condições ideais para a cura do queijo em estudo são uma primeira fase com uma velocidade do ar de 0,06 m/s, uma temperatura de 9,8° C e uma humidade

relativa do ar de 91,2% e uma segunda fase com uma velocidade do ar de 0,03 m/s, uma temperatura de 16,7° C e uma humidade relativa do ar de 65,9%.

Palavras-chave

Queijo de cabra, leite cru, condições ambientais da cura, propriedade físicas, propriedades químicas, análise sensorial

Abstract

The aim of this work was to further deepen the knowledge about goat cheese, in particular, to monitor and identify the optimal environmental conditions for ripening goat cheese made from raw milk and to assess its impact on the quality of the final product.

The target cheese of the study was the “Merendeira” goat cheese, produced in the Bilores Queijo Artesanal cheese factory. The ripening conditions of the rooms (air speed, temperature and relative humidity) were monitored over 36 days. Samples were taken at the beginning, at 15 days and at the end of the ripening time, for physical (image analysis, weight / height / diameter, color and rheological analyzes), chemical (pH, acidity, aW and humidity) and sensorial analysis at the end of the maturation process.

From the obtained results it was possible to verify that the luminance increased up to 15 days and then decreased until the end of the maturation and higher values were obtained in the rind than in the cheese core. The cheeses reduced weight about 100 to 110g during ripening process, decreasing both diameter and height. Regarding color, in the core it remained relatively constant, while in the rind the color darkened during ripening. The hardness of the cheeses increased, up to values around 15, 24, 35 and 37N for sensors 6, 7, 8 and 10, respectively. For adhesiveness, values between -8 and -5Ns were recorded. The pH decreased until the middle of the ripening, and then increased until the end of time to values between 5.2 and 5.6. The acidity had a behavior opposite to the pH, presenting similar values for the cheeses of the four sensors at the end of the ripening (between 6 and 8). The cheeses finished ripening with moisture contents of 48, 44, 43 and 45%, respectively for cheeses from sensors 6, 7, 8 and 10. Regarding Aw, decreased during ripening time, ending with values between 0.89 and 0.92.

The results obtained for a sensory analysis observed that, despite the sensors of sensor 6 were those that were differentiated with more points in the intensity of smell and taste and aroma, the sensors of sensor 10 were those that obtained a better general acceptability.

It is concluded that the ideal conditions for ripening such type of cheese are: i) At an initial stage: 0.06 m/s air velocity, 9.8° C and 91.2% relative humidity; ii) at a second stage: 0.03 m/s air velocity, 16.7 ° C and 65.9% relative humidity.

Keywords

Goat cheese, raw milk, ripening, environmental conditions for cheese maturing, physical properties, chemical properties, sensory analysis

Índice Geral

Resumo	iv
Palavras-chave	v
Abstract.....	vi
Keywords.....	vii
Índice Geral	viii
Índice de Figuras	x
Índice de Tabelas	xi
1. Introdução e objetivos	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. Do leite ao queijo	3
2.2. Queijo de cabra	4
2.3. Leite cru	5
2.4. Cura de queijos	6
2.4.1. Proteólise	7
2.4.2. Lipólise	7
2.4.3. Glicólise.....	8
2.5. Condições ambientais na cura de queijos	9
3. Metodologias	10
3.1. Locais e laboratórios	10
3.2. Produção das amostras	10
3.3. Medição das condições ambientais	14
3.4. Amostragem e preparação das amostras	17
3.5. Análises físicas	18
3.5.1. Análise digital da imagem	18
3.5.2. Peso/ Altura/ Diâmetro	19

3.5.3.	Cor	19
3.5.4.	Reologia.....	20
3.6.	Análises químicas	21
3.6.1.	pH	21
3.6.2.	Acidez.....	21
3.6.3.	aW.....	21
3.6.4.	Humidade	21
3.7.	Análise sensorial	23
4.	Resultados e discussão	24
4.1.	Condições ambientais de cura.....	24
4.2.	Análises Físicas.....	26
4.2.1.	Análise digital de Imagem.....	26
4.2.2.	Peso/ Altura/ Diâmetro	27
4.2.3.	Whiteness index.....	30
4.2.4.	Dureza.....	32
4.2.5.	Adesividade	33
4.3.	Análises químicas	35
4.3.1.	pH	35
4.3.2.	Acidez.....	36
4.3.3.	Humidade	36
4.3.4.	aW.....	37
4.4.	Análise sensorial	39
5.	Conclusões.....	41
6.	Bibliografia.....	43
Anexo I	48

Índice de Figuras

Figura 1: Sala de fabrico da queijaria Bilores	10
Figura 2: Corte da coalhada.....	11
Figura 3: Enchimento dos moldes	11
Figura 4: Prensa pneumática horizontal	11
Figura 5: Câmara de cura 1.....	12
Figura 6: Câmara de cura 2.....	12
Figura 7: Esquema geral processo de fabrico.....	13
Figura 8: Localização dos locais de amostragem na câmara de cura 1	14
Figura 9: Localização dos locais de amostragem na câmara de cura 2	15
Figura 10: Colocação de uma amostra de queijo num módulo local de aquisição de dados	16
Figura 11: Sistema de aquisição de dados	16
Figura 12: Esquema representativo análise digital de imagem	18
Figura 13: Análise das componentes RGB.....	19
Figura 14: Gráfico força vs tempo.....	20
Figura 15: Variação da luminância da casca ao longo da cura.....	26
Figura 16: Variação da luminância da pasta ao longo da cura	27
Figura 17: Variação do peso médio dos queijos ao longo da cura	28
Figura 18: Variação da altura dos queijos ao longo da cura.....	29
Figura 19: Variação do diâmetro dos queijos ao longo da cura	30
Figura 20: Variação do “whiteness index” da pasta ao longo da cura	31
Figura 21: Variação do “whiteness index” da casca ao longo da cura	32
Figura 22: Variação da dureza ao longo da cura	33
Figura 23: Variação da adesividade ao longo da cura	34
Figura 24: Variação do pH ao longo da cura.....	35
Figura 25: Variação da acidez ao longo da cura.....	36
Figura 26: Variação da humidade ao longo da cura	37
Figura 27: Variação da actividade da água ao longo da cura	38

Índice de Tabelas

Tabela 1: Plano de recolha de amostras de queijo	17
Tabela 2: Média e desvio padrão dos dados recolhidos nas camaras de cura (velocidade do ar, temperatura e humidade)	24
Tabela 3: Resultados da análise sensorial de perfil	40

1. Introdução e objetivos

A produção de queijos artesanais representa um repositório de conhecimentos e experiências adquiridas ao longo de gerações criando uma herança cultural, histórica e gastronómica de grande valor que deve ser preservada. Nas últimas décadas tem-se verificado a alteração das tradicionais casas de cura de queijo sem controlo de atmosfera para as modernas câmaras associadas a equipamentos de frio com controlo de temperatura, humidade e qualidade do ar. Estas alterações têm sido impostas principalmente para responder às exigências do mercado, mas também para acompanhar a evolução dos requisitos legais. No entanto, esta mudança tem ocorrido de uma forma repentina, sem os necessários estudos de adaptação às especificidades de cada tipo de queijo de forma a garantir a manutenção das condições de cura tradicionais. Para além disso, tem-se assistido a uma grande dificuldade dos empresários no que se refere à homogeneização das condições ambientais no interior das câmaras e, assim, da qualidade dos queijos (Dias et al., 2019).

Esta área de estudo, está ainda pouco relatada na literatura científica internacional, no entanto estudos indicam a sua influência no desenvolvimento microbiano nos queijos, afetando as características sensoriais dos mesmos (Picque et al. 2009). Outros estudos apontam para o impacto das condições ambientais na qualidade do queijo Emmental e Camembert, onde se verificou que as diferenças de humidade ao longo da cura eram as principais responsáveis pelo aparecimento de defeitos na superfície. O projeto “CFD4CHEESE - Aplicação da mecânica dos fluidos computacional na otimização das condições de cura de queijos tradicionais” pretende dar resposta a esta falta de conhecimento nesta área específica do fabrico de queijo e, para tal, desenvolveu a tecnologia necessária e que será empregue no presente estudo.

Este projeto foi desenvolvido na empresa Bilores Queijo Artesanal, no âmbito da dissertação em engenharia alimentar pelo Instituto Politécnico de Beja. Com origem num negócio familiar, a empresa Queijos Bilores tem acompanhado as inovações do sector e as crescentes exigências do mercado, conjugando de uma forma equilibrada o processo tradicional de produção de queijo, com a tecnologia e a inovação. A produção da Bilores no seu início centrava-se no fabrico de queijos frescos atabafados, no entanto, a procura dos queijos foi crescendo, obrigando à criação de uma nova unidade fabril, que acontece

em Fevereiro de 2011. Esta nova fase marca o início da era de inovação, com a diversificação de produtos e com a novidade de produção de queijos de leite cru, que vieram a conquistar o mercado e até a ser reconhecidos internacionalmente com prémios conquistados. Este queijo de leite cru é denominado A Merendeira e é sobre ele que recairá este projeto. Com este estudo pretende-se aprofundar um pouco o conhecimento sobre o queijo de cabra, em específico, monitorizar e identificar as condições ambientais ótimas na cura do queijo de cabra fabricado a partir de leite cru e avaliar o seu impacto na qualidade do produto final.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Do leite ao queijo

O queijo é um dos mais antigos produtos processados, o seu fabrico tem sido uma prática constante há milhares de anos. Tal como outros alimentos processados, este teve uma origem accidental, devido ao armazenamento de leite fresco em estômagos de animais. Graças à ação da microflora presente naturalmente no leite e às enzimas presentes nas glândulas da parede interna do estômago, o leite sofreu um processo fermentativo, transformando-se num produto de massa compacta, com sabor agradável e de fácil conservação e transporte que hoje conhecemos como queijo (Amos, 2007).

Apesar de inicialmente ter como objetivo proporcionar uma medida de conservação para a sua matéria prima, o leite, o queijo tem-se demonstrado um alimento muito importante na dieta humana, com características nutricionais muito relevantes (McSweeney et. al., 2017). Aproximadamente um terço da produção mundial de leite é utilizado no fabrico de queijo (Farkye, 2004), na maioria a partir do leite da vaca, ovelha ou cabra. No entanto, também existem queijos produzidos a partir do leite da búfala (Vacca et. al., 2018), como é o caso do Mozzarella. A maior parte das propriedades dos queijos são derivadas das propriedades químicas do leite utilizado na sua produção. No entanto, cada passo do processo de fabrico do queijo afeta as características nutricionais e sensoriais do produto final (Raynal-Ljutovac et. al., 2011).

Entende-se por queijo o produto fresco ou curado, de consistência variável, obtido por coagulação e dessoramento do leite total ou parcialmente desnatado mesmo que reconstituído, assim como da nata, do leitelho e a mistura de alguns ou de todos estes produtos (incluindo lactosoro), com ou sem a adição de géneros alimentícios. É classificado de acordo com: i) o leite utilizado (de vaca, ovelha ou cabra); ii) a cura; iii) a textura ou consistência, e; iv) teor de matéria gorda no resíduo seco (NP 1598).

O fabrico de queijo consiste num processo de concentração, onde ocorre a remoção da água e alguns minerais presentes no leite, com a consequente concentração da matéria sólida, obtendo-se uma matriz enriquecida em gordura e proteína (Perry, 2004). O processo inicia-se pela seleção e preparação do leite, o qual chega cru à queijaria, podendo posteriormente sofrer algum tratamento térmico. Por acidificação ou adição de um agente coagulante, o leite é transformado num gel, denominado coágulo ou coalhada. Segue-se o corte da coalhada, permitindo obter uma maior superfície livre, o que vai facilitar a

saída do soro. O dessoramento diz respeito então a esta remoção do soro, de forma rápida e suave, o que vai ser muito importante na qualidade e poder de conservação do queijo. De seguida, procede-se à moldagem, em que a massa da coalhada é colocada em moldes e é espremida lentamente. A prensagem serve sobretudo para melhorar a consistência, a textura e a forma do queijo, eliminando o excesso do soro. Esta prensagem pode ser feita pela ação da gravidade, manualmente ou com a utilização de uma prensa. A salga pode ser efetuada no leite, na coalhada ou na superfície do queijo. Esta, para além de funcionar como condimento, remove a humidade do queijo através do efeito osmótico. O sal adicionado contribui para o sabor, durabilidade, consistência e evolução durante a sua maturação (Moreira, 2011). Por fim temos a etapa da cura ou maturação do queijo, que é obrigatória em queijos fabricados a partir de leite cru, sendo abordado em pormenor mais a frente.

2.2. Queijo de cabra

Em Portugal, o queijo e a indústria que o envolve assumem um papel muito importante, quer pela quantidade consumida, quer pela diversidade, tipos e variedades existente. Alguns dos queijos fabricados no nosso país possuem o estatuto de denominação de origem protegida (DOP) ou indicação geográfica protegida (IGP), sendo muitos elaborados em zonas restritas, com tradição secular no fabrico de queijo. Em Portugal encontram-se protegidos 12 queijos com este estatuto, de diferentes proveniências e com modos de produção específicos (Reis e Malcata, 2011). Destes, a grande maioria é produzida com leite de ovelha, já a nível mundial a grande parte dos queijos provém do leite de vaca e por este motivo existe mais bibliografia disponível para estes dois tipos de queijos do que queijos produzidos com leite de cabra.

A cabra é um animal altamente apropriado para a produção de leite pois estas são capazes de produzir até 10% do seu peso em leite (400-1500L por lactação) (Grille et al., 2013). Segundo Mens (1985), o leite de cabra apresenta uma cor branco-mate, tem um sabor adocicado, por vezes algo salgado, agradável, característico. Quando ordenhado de fresco possui um sabor mais neutro, mas, em contrapartida, depois de armazenado no frio, adquire um sabor característico. Em comparação com o leite de vaca, as proteínas do leite de cabra apresentam maior digestibilidade e menor potencial alergénico, a sua gordura também é mais facilmente digerida e apresenta um perfil de ácidos gordos com menor

probabilidade de acumulação nas paredes internas das artérias, comparativamente ao leite de vaca (Haenlein, 2004).

O diâmetro médio dos glóbulos de gordura dos leites de cabra, vaca, búfala e ovelha são de 3,49, 4,55, 5,92 e 3,30 μm , respetivamente (Park, 2006). Glóbulos de gordura menores favorecem uma melhor dispersão e uma mistura mais homogênea da, o que permite às lipases uma maior área superficial, melhorando a sua ação digestiva. Este fator torna o leite de cabra mais digestível e menos propenso a intolerâncias, como já referido anteriormente (Kosikowski e Mistry, 1999). O leite de cabra tem uma alta concentração de ácidos gordos, incluindo os ácidos cáprico, caprílico e capróico. A composição desses ácidos gordos de cadeia curta fornece ao leite de cabra e seus queijos o seu sabor picante único. Quando o queijo de cabra é envelhecido, este gosto picante pode intensificar-se (Kosikowski e Mistry, 1999). Simultaneamente também confere uma coloração bege após a maturação, diferente dos de leite de vaca (Montingelli, 2005). As qualidades sensoriais do queijo são ainda influenciadas por outros fatores, incluindo a genética animal, o ambiente de produção de leite, as tecnologias de processamento e as características químicas e microbiológicas da matéria-prima utilizada. No entanto, a qualidade e a composição do leite cru estão entre os principais fatores que determinam o rendimento e a qualidade do queijo (Coulon et. al., 2004).

2.3. Leite cru

Entende-se por leite cru, todo o leite produzido pela secreção da glândula mamária de animais de criação, não aquecido a uma temperatura superior a 40°C nem submetido a um tratamento de efeito equivalente (Regulamento (CE) 853/2004).

A qualidade de qualquer tipo de queijo está diretamente ligada à qualidade do leite que lhe dá origem, do ponto de vista das propriedades microbianas, bioquímicas, sensoriais, entre outras.

Produzir queijos a partir de leite cru é uma tarefa desafiante. A qualidade do leite que chega a uma queijaria depende de vários fatores tais como, a saúde dos animais, o alimento que estes consomem, os processos de ordenha, as condições de higiene dos equipamentos de ordenha e as condições de armazenamento e transporte deste leite (Bachmann et. al., 2011).

Os queijos obtidos a partir de leite cru apresentam um desenvolvimento de aromas mais intenso, mais rápido e mais completo, bem como uma textura mais macia, resultante da extensão da proteólise, que origina péptidos e aminoácidos de cadeia curta, os quais influenciam consideravelmente as características sensoriais do queijo (Poveda et. al., 2004).

A utilização de leite cru para produção de queijo foi uma prática comum até há algumas décadas. Com a industrialização do fabrico de queijo, as fabricas tornaram-se maiores, os tempos de armazenamento do leite aumentaram e, consequentemente, a qualidade microbiana deste leite e do queijo que é produzido a partir dele variavam consequentemente de lote para lote. Desde a década de 1940 que o leite cru tem sido cada vez mais substituído por leite tratado termicamente no fabrico de queijo, permitindo um maior controlo dos processos e aumentando a segurança alimentar pela eliminação de qualquer microrganismo patogénico presente no leite (Bachmann et. al., 2011). No entanto, esta arte de fazer queijo de leite cru manteve-se, embora com algumas dificuldades, nos países do sul da Europa e felizmente, pois os melhores queijos, ou seja, os mais aromáticos e saborosos, são produzidos a partir do leite cru (Modesto e Barbosa, 2007).

2.4.Cura de queijos

A cura é a última etapa do processo de produção de um queijo. Durante a maturação, o queijo passa por várias transformações, tanto biológicas como bioquímicas, que lhe vai conferir propriedades sensoriais características como a textura, aromas e sabores. Esta etapa é especialmente importante nos queijos produzidos com leite cru, pois estas transformações vão tornar estes queijos em alimentos seguros para o consumo (Kujawski et al., 2003). Os microrganismos presentes no queijo assumem um papel importante durante a maturação devido ao efeito nas características do produto final, principalmente através da atividade das enzimas sintetizadas (McSweeney, 2004). Esta é uma etapa lenta, onde se desenvolve uma intensa actividade microbiana, alterações bioquímicas, físicas e químicas tais como a fermentação da lactose, a hidrólise das proteínas e gorduras e a síntese de compostos aromáticos. Estes fenómenos complexos afetam todos os compostos solúveis e insolúveis da matriz, resultantes da ação das enzimas do agente coagulante, das enzimas dos microrganismos, e, com menor importância, das enzimas nativas do leite

(Narimatsu et. al., 2003). A degradação da proteína (proteólise) modifica, principalmente, a textura e o sabor. Por outro lado, a hidrólise das gorduras (lipólise) liberta ácidos gordos livres, intensificando o aroma. Já a fermentação da lactose (glicólise), modifica o pH (acidez) influenciando o sabor (Cavalcante, 2004), mas também a flora microbiana.

2.4.1. Proteólise

A proteólise é o fenómeno bioquímico mais complexo durante a fase de cura e também o mais importante pois, como foi dito anteriormente, tem um papel fundamental no desenvolvimento da textura e do sabor do queijo. A proteólise ocorre devido à ação das enzimas do agente de coagulação, das enzimas proteolíticas presentes naturalmente no leite, assim como as enzimas sintetizadas pela flora microbiana presente (Sousa, et.al., 2001). Como referido anteriormente, este fenómeno é o principal responsável pelas propriedades de textura, como a dureza, elasticidade, coesão, adesividade, fracturabilidade e outras propriedades emulsionantes (Fox et al., 2000). A proteólise consiste na degradação das proteínas por enzimas proteolíticas, principalmente as caseínas, do qual resultam péptidos e/ou aminoácidos livres. Estes aminoácidos podem ser, posteriormente, convertidos em moléculas mais pequenas, como amónia, ácidos orgânicos, aminas, ésteres, compostos de baixo peso molecular, enxofre, entre outros, que contribuem para o aromas e paladares característico (Moreira, 2011; Fox et. al., 2000). A duração deste processo depende do agente coagulante, nomeadamente do tipo e da quantidade utilizada, dos fermentos utilizados, da humidade, do pH, do teor de sal e da temperatura da câmara (Cavalcante, 2004; Moreira, 2011).

2.4.2. Lipólise

A lipólise é o processo de hidrólise dos lípidos em que, pela ação das lipases naturais do leite e das lipases microbianas, se desenvolvem compostos que contribuem para o aroma e cheiro característico do queijo, promovido pela libertação de ácidos gordos voláteis (Silva, 2001). No leite existem lipases naturais, sensíveis à temperatura, sendo necessário um tratamento de 78°C/10s para a sua inativação completa. Assim, queijos obtidos a partir de leite cru, ou apenas submetidos a tratamentos térmicos muito ligeiros, estão sujeitos à ação destas lipases.

Este fenómeno afeta as características sensoriais do queijo, sobretudo quando se formam ácidos gordos livres e voláteis de cadeia curta, que contribuem positivamente para o seu sabor. Estes podem reagir de forma a produzir outros compostos, como as metilcetonas, ésteres alifáticos e aromáticos, aldeídos, lactonas e álcoois, que permitem obter sabores característicos de determinados queijos (Canada, 2001). A lipólise mais intensa ocorre durante a primeira semana da maturação, sob a ação das lipases do leite cru, estabilizando pouco depois a um valor constante até ao final da maturação (Malcata, 1996). Entre os fatores que influenciam a atividade lipolítica, inclui-se a qualidade do leite, o seu grau de agitação e homogeneização, o pH, a concentração de sal e o tempo e temperatura de maturação (Canada, 2001). Caso a concentração de ácidos gordos livres de cadeia curta esteja acima do desejável, o queijo desenvolverá um sabor rançoso indesejável (Gomes, 2011).

2.4.3. Glicólise

A glicólise consiste na conversão da lactose em ácido láctico pelas bactérias lácticas. No entanto, existem ainda outros microrganismos capazes de fermentar a lactose com produção de compostos indesejáveis, originando defeitos no queijo. Um exemplo é a presença de coliformes que transformam a lactose em ácido láctico, em ácido acético e ácido fórmico ou a presença de leveduras que podem transformar a lactose em ácidos orgânicos, em álcool, em acetaldeído e em CO₂ (Dumais *et al*, 1991).

Ao longo da transformação de leite em queijo a maior parte da lactose é extraída na remoção do soro. No entanto, existe também, embora residualmente, uma quantidade de lactose dissolvida no soro presente entre os grãos da coalhada (Moreira, 2011). O ácido láctico apresenta um papel importante na regulação do pH do queijo, uma vez que afeta todas as restantes reações bioquímicas. No entanto, é importante referir que no processo de maturação, a glicólise é a reação bioquímica com menor impacto no desenvolvimento do sabor e aroma do queijo (Moreira, 2011). Um metabolismo da lactose residual completo e extenso é essencial para a produção de queijos de boa qualidade e a sua rapidez depende de vários fatores como temperatura, concentração de sal e a flora microbiana. Entre estes, talvez o mais importante seja a concentração de sal, uma vez que as bactérias lácticas de arranque são mais sensíveis ao sal (Alvarenga, 2008).

2.5. Condições ambientais na cura de queijos

Além dos fatores indicados anteriormente, a qualidade do queijo está também dependente das condições ambientais como a temperatura, humidade relativa e velocidade do ar (Martins, 2006). Tradicionalmente, os queijos eram curados naturalmente em locais frescos, húmidos e ventilados, tais como cavernas ou caves, sem controlo das condições ambientais (Mirade et al., 2012). Atualmente, com a evolução da indústria e dos requisitos legais, a cura dos queijos decorre em câmaras com controlo automático de temperatura e humidade relativa.

A temperatura é um fator chave, atuando diretamente no crescimento e na atividade da microflora responsável pela maturação do queijo. Aumentar a temperatura é uma das maneiras mais fáceis de acelerar o processo de maturação (Leclercq-Perlat et al., 2012). No entanto este aumento da temperatura de maturação pode também levar a alterações importantes no produto final tanto a nível microbiológico como bioquímico e sensorial (Kujawski et al., 2003).

A humidade relativa nas câmaras de cura depende do tipo de queijo que se pretende produzir, este parâmetro afeta diretamente a atividade de água no queijo e a perda de água do mesmo (Leclercq-Perlat et al., 2012). Estudos indicam que um decréscimo da humidade relativa de 98% para 95% aumenta a perda de água até 2,5 vezes (Mirade et al., 2004). Malcata et. al. (1995), estudaram a influência da temperatura e da humidade relativa do ar na proteólise e lipólise de queijos de cabra, concluindo que o aumento da temperatura influencia mais estes dois metabolismos que o mesmo aumento na humidade relativa do ar.

O papel da ventilação nas câmaras de cura é complexo e está ainda pouco estudado. No entanto, a circulação de ar, por um lado, permite a remoção do calor e da humidade libertados pelo queijo e, por outro lado, determina a perda de água e a concentração dos gases na atmosfera que envolve os queijos, atuando assim diretamente na cura dos queijos (Mirade, 2007). Estudos indicam que um aumento da velocidade do ar na câmara de cura de 0 a 0,5 m/s faz com que a perda de peso do queijo aumente até 6 vezes (Mirade et al., 2004).

3. Metodologias

3.1. Locais e laboratórios

O ensaio de fabrico do queijo teve lugar na queijaria Bilores, localizada na cidade de Moura. As amostras recolhidas foram analisadas no Laboratório de Lacticínios e Reologia Alimentar da Escola Superior Agrária e nos laboratórios da Unidade de Tecnologia e Inovação do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (Oeiras).

3.2. Produção das amostras

O ensaio iniciou-se no dia 29 de Maio de 2019, com o fabrico de 31 queijos de 340g cada, resultante da laboração de 65 litros de leite de cabra de acordo com o método de fabrico utilizado na queijaria Bilores. O leite recebido na queijaria foi aquecido, por um permutador de placas (Fig. 1), até à temperatura de 32°C. Sendo depois transferido para uma cuba de inox, aquecida com banho maria a uma temperatura de 33°C (Fig. 1). Foram adicionados 292g de sal, sendo homogeneizado com a utilização das pás de agitação.



Figura 1: Sala de fabrico da queijaria Bilores

Foi adicionado o coalho de origem microbiana da marca Enzilab numa quantidade de 32,5 ml e registado o tempo de início da coagulação. Foram também trocadas as pás de agitação pelas liras de corte. Após 15 minutos a coalhada foi realizado o primeiro corte da coalhada (Fig. 2). Aguardou-se mais 5 minutos e procedeu-se ao segundo corte. Depois

do segundo corte, a coalhada dessorou durante 10 min, sendo depois retirada da cuba para o pano e procedendo-se ao enchimento dos moldes (Fig. 3).



Figura 2: Corte da coalhada



Figura 3: Enchimento dos moldes

Procedeu-se depois à prensagem da totalidade dos moldes numa prensa pneumática horizontal (Fig. 4). Nesta prensa os moldes vão ser sujeitos a pressões crescentes nomeadamente: 1) 0,5bar durante 15min; 2) 1,0 bar durante 20min; 3) 1,5bar durante 20min e; 4) 2,0bar durante 20min.



Figura 4: Prensa pneumática horizontal

Após a prensagem dos moldes, os queijos são retirados e desmoldados, seguindo-se a salga através de sal esfregado na superfície. Finalmente, os queijos são colocados sobre uma rede plástica e posteriormente em tabuleiros de inox, colocados em pilhas. Estas são

colocadas numa câmara 4°C, com reduzida humidade, durante 24 horas. Posteriormente, seguem para a “Câmara de cura 1” (Fig. 5), a 9-11°C e provida de humidificação por aspersão, durante 20 dias. Durante este tempo, os queijos são lavados em água corrente, quando necessário. Posteriormente, os queijos são transferidos para a “Câmara de cura 2” (Fig. 6), a 16-18°C e com extração de humidade, onde vão permanecer 15-20 dias. Terminada a cura os queijos são embalados a vácuo e armazenados na câmara de produto final prontos para a expedição.



Figura 5: Câmara de cura 1



Figura 6: Câmara de cura 2

A Figura 7 representa o esquema de fabrico do queijo tipo merendeira seguido na empresa Bilores- Queijo Artesanal.

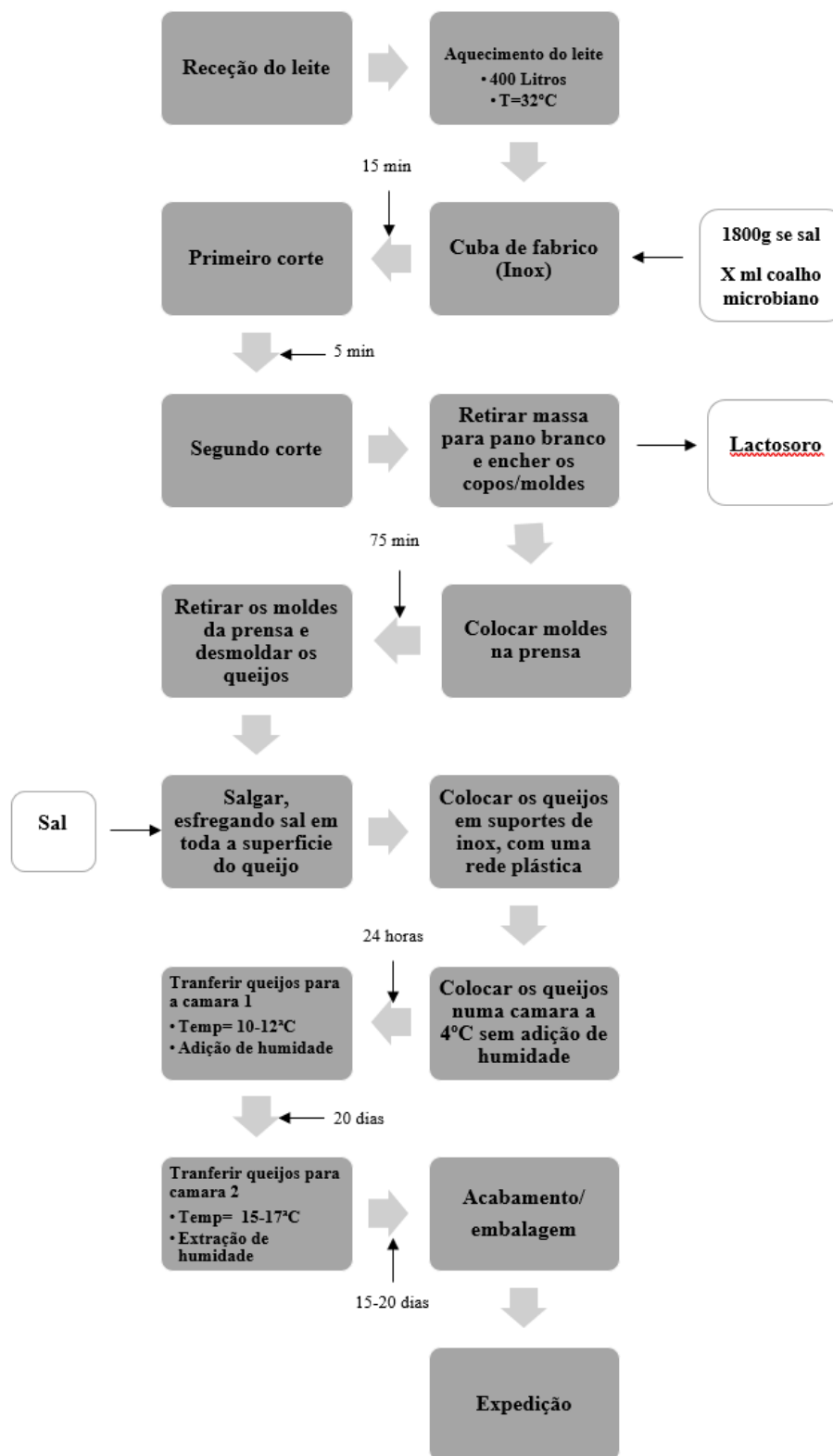


Figura 7: Esquema geral processo de fabrico

3.3. Medição das condições ambientais

A designação e distribuição dos locais de amostragem encontra-se representada na figura 8, referente à câmara de cura 1, e na figura 9, referente à câmara de cura 2.

Câmara de cura 1

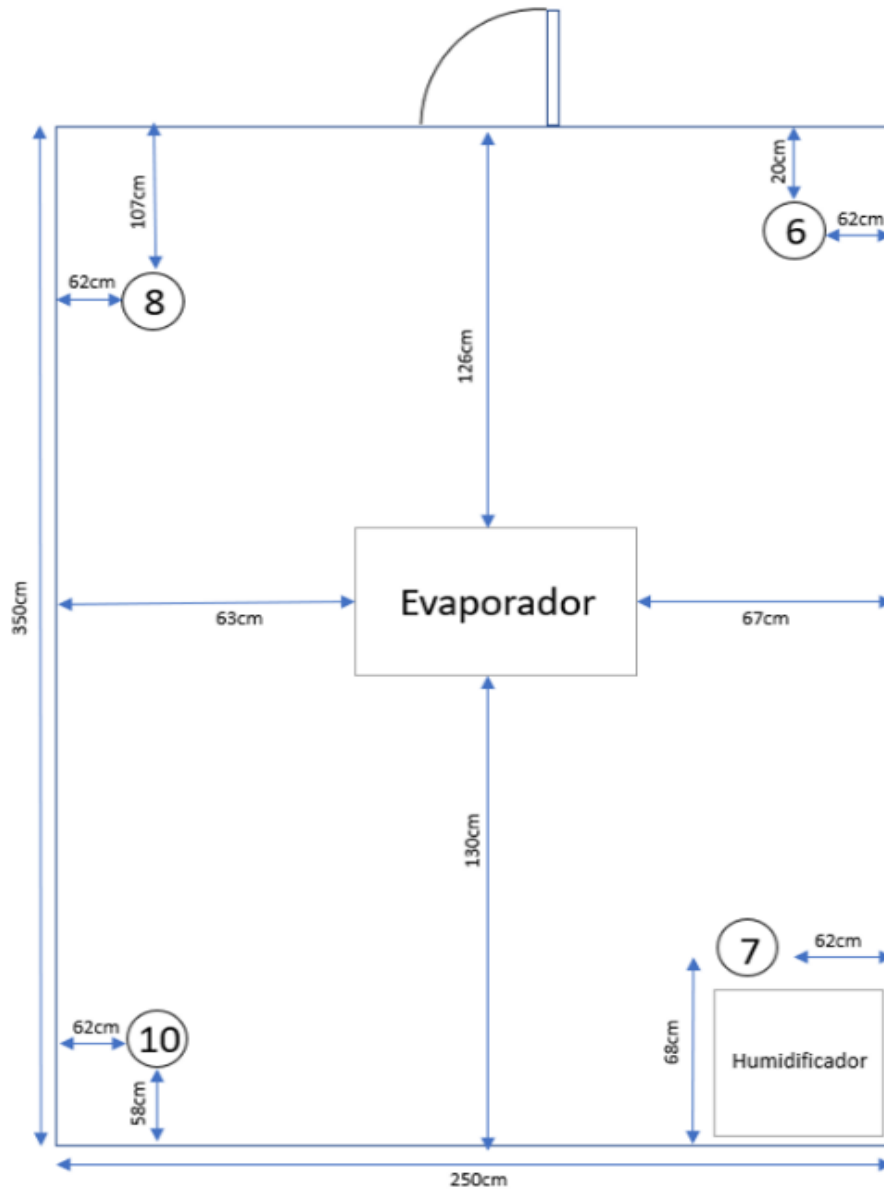


Figura 8: Localização dos locais de amostragem na câmara de cura 1

Câmara de cura 2

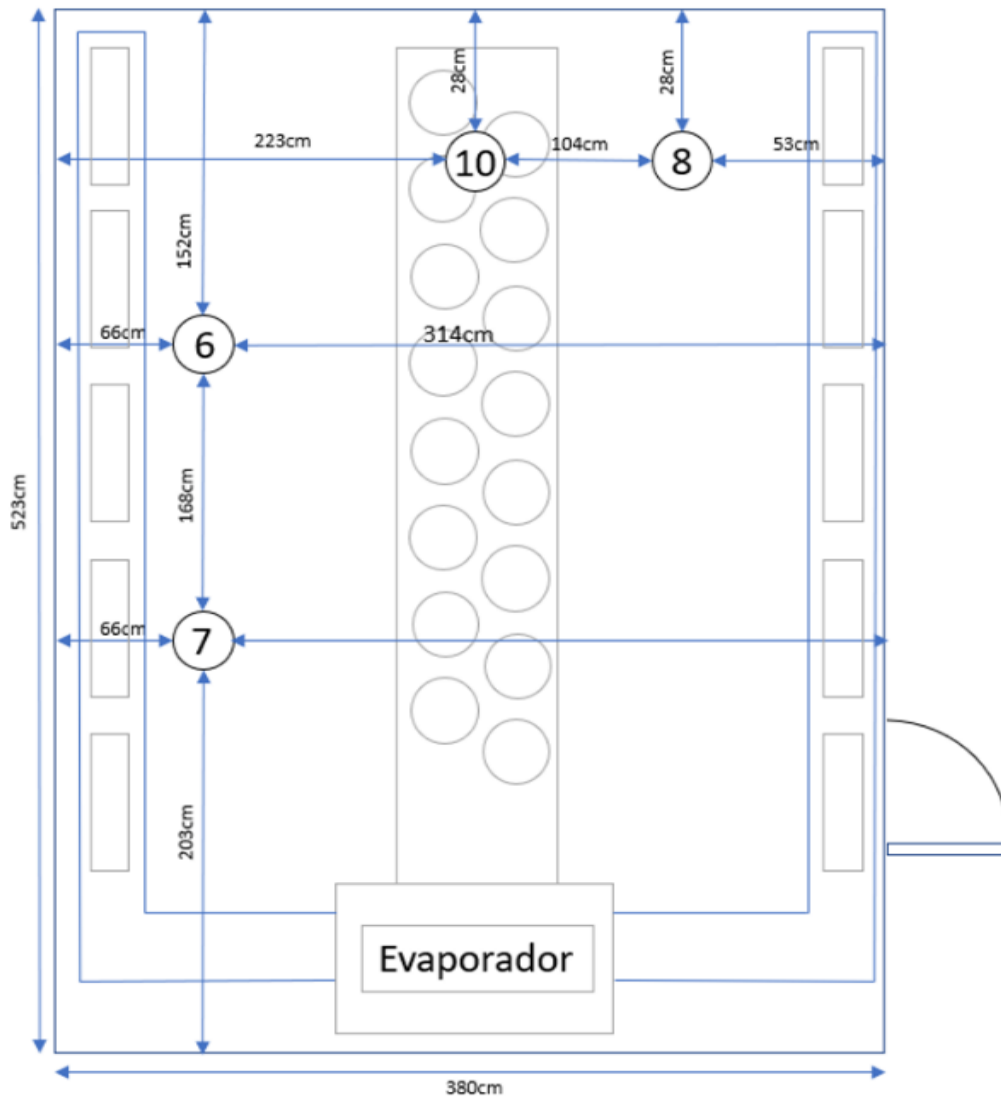


Figura 9: Localização dos locais de amostragem na câmara de cura 2

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



Figura 10: Colocação de uma amostra de queijo num módulo local de aquisição de dados

A figura 11 representa o sistema de aquisição de dados, controlo e visualização, através dum diagrama de blocos, incluindo o sentido das comunicações e a relação entre os diversos sub-sistemas. 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.

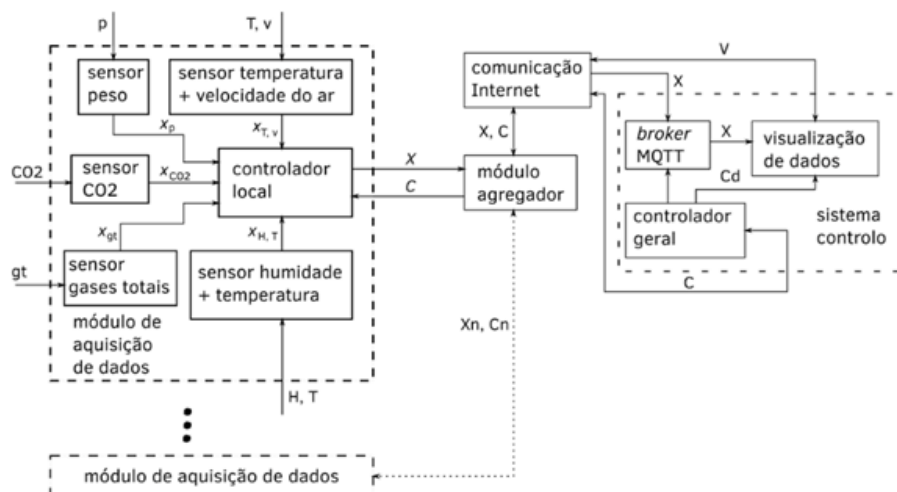


Figura 11: Sistema de aquisição de dados

3.4. Amostragem e preparação das amostras

Após o fabrico, foram recolhidas três amostras de queijo, representativas do início da cura em saco de propileno transparente. Em cada um dos quatro locais identificados (local #6, #7, #8 e #10) foram colocados sete queijos, sendo um colocado sobre a célula de carga do módulo local (fig. 8 e fig. 9) para avaliação da perda de peso. Três amostras de queijo foram retiradas aos 15 dias de cura quatro amostras aos 36 dias, de cada local (Tabela 1).

Tabela 1: Plano de recolha de amostras de queijo

Data	Local				Total
	6	7	8	10	
Dia 0	-	-	-	-	3
Dia 15	3	3	3	3	12
Dia 36	4	4	4	4	16
Total					31

3.5. Análises físicas

3.5.1. Análise digital da imagem

O processamento da análise digital da imagem foi realizado com recurso ao software ImageJ (National Institutes of Health, EUA), com recolha de imagens através de uma máquina fotográfica digital CANON (abertura f/16, tempo de exposição 1/4s, ISO-100) e iluminação através de duas lâmpadas CIE D65 (Phillips TL-D 18W/965). A resolução da máquina fotográfica foi de 8,9 megapixéis (3456 x 2592) e formato JPEG 24-bit sRGB (8-bits para cada canal Red-Green-Blue). As condições foram definidas, usando por base ensaios prévios de calibração com um padrão branco Minolta ($Y = 92,7$, $x = 0,3159$, $y = 0,3324$). A instalação encontra-se esquematizada na figura 10, assim como as distâncias consideradas.

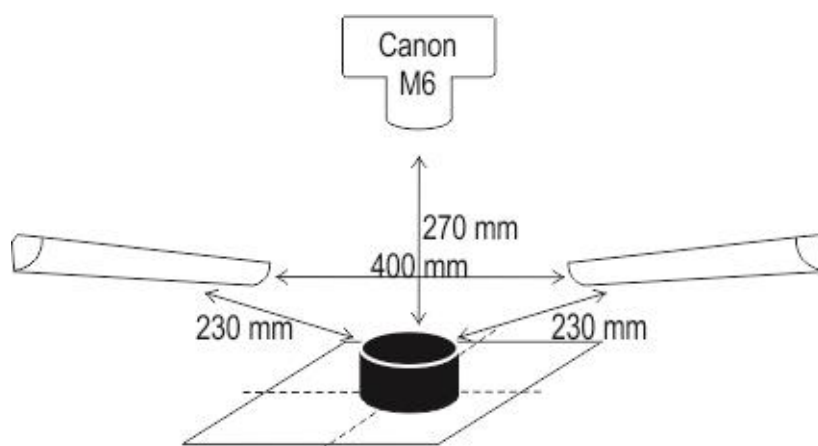


Figura 12: Esquema representativo análise digital de imagem

A análise digital da imagem foi efetuada na superfície e no interior dos queijos, onde foram determinados os parâmetros R(red)/G(green)/B(blue) (figura 13). O processo de análise da imagem incluiu as etapas: ajuste do brilho e do contraste, seleção da região de interesse (ROI) e análise das componentes RGB da imagem. A partir das componentes RGB determinou-se a luminância (Y), de acordo com a Equação 1 (Nopens, et. al., 2008). Esta determinação foi efetuada em quintuplicado em cada amostra de queijo.

$$Y = \text{int} (0.299R + 0.587G + 0.114B) \quad (1)$$

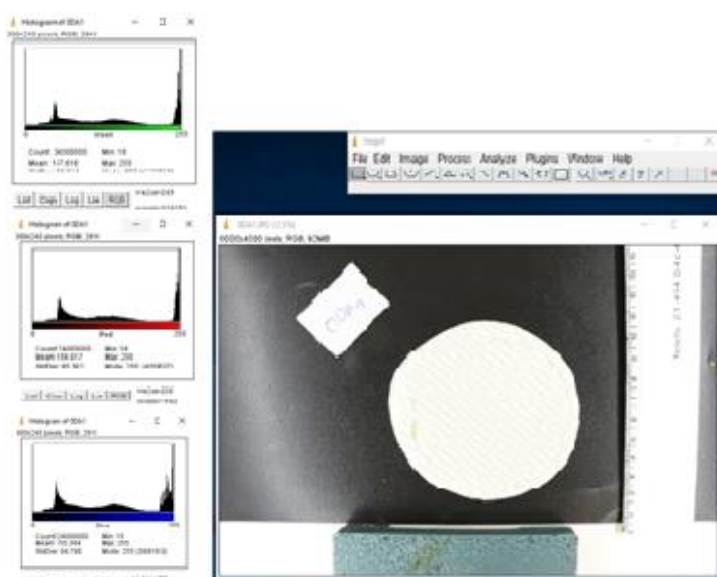


Figura 13: Análise das componentes RGB

3.5.2. Peso/ Altura/ Diâmetro

O peso das amostras foi averiguado utilizando a balança Mettler Toledo PB3001-S (EUA), sendo os resultados apresentados com arredondamento às décimas. No que diz respeito à altura e ao diâmetro estes foram medidos utilizando uma régua graduada aos milímetros (mm) e os resultados foram apresentados nesta mesma unidade. Esta determinação foi efetuada em cada amostras de queijo.

3.5.3. Cor

A determinação da cor da casca e da pasta do queijo foi realizada por meio do colorímetro Minolta CR-300 (Japão), em função da refletância e com apresentação dos resultados de acordo com o sistema CIELAB, onde L^* corresponde à luminosidade que varia entre 0 (preto) e 100 (branco), a^* corresponde à tonalidade verde/vermelho que varia entre - 60 (verde) e + 60 (vermelho) e b^* corresponde à tonalidade azul/amarelo que varia entre - 60 (azul) e + 60 (amarelo) (Minolta, 1991). O equipamento foi previamente calibrado com um padrão branco Minolta ($Y = 92.7$, $x = 0.3134$, $y = 0.3195$). O parâmetro “Whiteness Index” (WI) foi calculado a partir das componentes $L^*a^*b^*$, de acordo com a Equação 2 (Nopens et al., 2008):

$$WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0.5} \quad (2)$$

Esta determinação foi efetuada em quintuplicado em cada amostra de queijo.

3.5.4. Reologia

Para a análise da textura, foi realizado o teste TPA, no texturómetro TA.XT Plus100 (Stable Micro Systems, Inglaterra) à temperatura de 20 ± 1 °C e através de uma sonda cilíndrica de 20 mm de diâmetro. Nas condições do ensaio foi definido 5,00 mm/s de velocidade de descida, 5s de tempo de repouso entre o primeiro e o segundo ciclo e 20mm de profundidade de penetração da sonda. Foram obtidos os gráficos força vs tempo (Figura 14), a partir dos quais foi calculada a dureza (força máxima, em N) e adesividade (área negativa, em N.s). Esta determinação foi efetuada em quintuplicado em cada amostra de queijo.

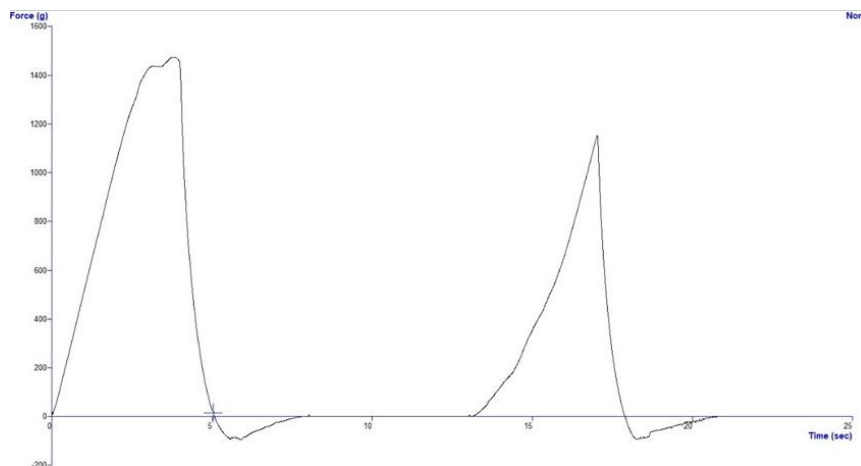


Figura 14: Gráfico força vs tempo

3.6. Análises químicas

3.6.1. pH

A determinação do pH foi efetuada diretamente na pasta do queijo, através de um medidor portátil Cheese pH Tester (Hanna Instrumentas, EUA) previamente calibrado com soluções padrão pH=4 e pH=7, munido de um eletrodo de penetração. Esta determinação foi efetuada em quintuplicado em cada amostra de queijo.

3.6.2. Acidez

A determinação da acidez efetuou-se por titulação com solução alcalina de NaOH 0,1N, na presença de indicador de fenolftaleína, após extração com água a 40°C (AOAC, 1990). Os resultados foram expressos em ml NaOH 1N/100g queijo. Precisão do método: $\pm 0,01 \text{ cm}^3 \text{ NaOH N/100g}$. Esta determinação foi efetuada em duplicado em cada amostra de queijo.

3.6.3. aW

A atividade da água foi determinada através de método higrométrico (Rotronic HydroPalm, Suíça), a $20^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$, após um tempo de estabilização de 15 minutos. Esta determinação foi efetuada em duplicado em cada amostra de queijo.

3.6.4. Humidade

O teor de humidade foi determinado por gravimetria, de acordo com a norma NP 3544 de 1987. Realizou-se uma toma de amostra inicial de aproximadamente 3g, colocada numa estufa a $101 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 4 h, utilizando areia tratada como material dispersante. Posteriormente, foram feitas secagens sucessivas durante 1h30m até que duas pesagens seguidas não diferissem mais de 0,5 mg ou houvesse aumento de massa. O teor de humidade (H), expresso em % m/m, foi obtido através da Equação 3:

$$H(\% \text{ m/m}) = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} * 100 \quad (3)$$

Onde m_0 é a massa da cápsula com areia e vareta (em g); m_1 é a massa da cápsula com areia, vareta e toma da amostra (em g); e m_2 é a massa da cápsula com areia, vareta

e amostra após secagem (em g). Esta determinação foi efetuada em duplicado em cada amostra de queijo.

3.7. Análise sensorial

A avaliação sensorial decorreu nos Laboratórios da Unidade de Tecnologia e Inovação do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, de acordo com a ficha de prova apresentada no Anexo 1 e tendo por base o método de análise descritiva. As amostras de queijo foram codificadas com três algarismos e colocadas à disposição dos provadores juntamente com água e maçã, para efectuar a lavagem da boca. A cada provador foram apresentadas quatro amostras, sendo solicitado que classificasse numa escala de 7 níveis (quando apropriado) os atributos associados à “crosta”, “aspecto”, “cheiro”, “textura”, “sabor e aroma” e, por fim, apreciação hedónica. No que diz respeito à crosta, foi avaliada a sua cor, a perceção de humidade e a sua rugosidade. Em relação ao aspeto, analisou-se a cor da pasta, a homogeneidade da cor da pasta, a quantidade de olhos, a homogeneidade da forma dos olhos, a homogeneidade do tamanho dos olhos e a homogeneidade da distribuição dos olhos. Quanto ao cheiro, avaliou-se a sua intensidade, identificou-se a existência de algum cheiro específico e a intensidade deste. Relativamente à textura avaliaram-se aspetos como firmeza, granulosidade e untuosidade. Foi avaliada a intensidade do sabor e do aroma e a possível identificação de alguma aroma/sabor, juntamente com a sua intensidade. Por fim, na apreciação hedónica, as amostras foram avaliadas globalmente de 1 a 5.

4. Resultados e discussão

4.1. Condições ambientais de cura

A velocidade do ar em média foi mais elevada na camara de cura 1, com valores entre 0,04 e 0,10 m/s, como podemos ver na tabela 2. Dentro desta camara o sensor 8 registou o valor mais elevado (0,10 m/s), enquanto o local 6 registou o valor mais reduzido (0,04 m/s). Os sensores 7 e 10 obtiveram valores de velocidade do ar semelhantes e intermédios, cerca de 0,06 m/s (Tabela 2). Estas diferenças estão relacionadas com a direção do ar à saída do evaporador, em resultado da colocação de defletores à saída do ventilador. Em relação à camara 2, pode observar-se que velocidade do ar medida nos diferentes sensores não diferenciou significativamente, permanecendo entre os 0,02 e os 0,04 m/s, representando uma distribuição mais homogénea no interior da câmara.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos dados recolhidos nas camaras de cura (velocidade do ar, temperatura e humidade)

Local	Velocidade do ar (m/s)		Temperatura (°C)		Humidade (%)	
	Câmara 1	Câmara 2	Câmara 1	Câmara 2	Câmara 1	Câmara 2
6	0,04 (0,02)	0,02 (0,01)	9,6 (2,2)	17,1 (0,8)	93,1 (4,9)	64,5 (2,3)
7	0,06 (0,04)	0,03 (0,02)	10,3 (2,2)	17,6 (0,9)	89,4 (4,7)	61,1 (2,8)
8	0,10 (0,04)	0,04 (0,02)	10,0 (2,2)	17,2 (0,9)	88,1 (5,3)	63,2 (2,4)
10	0,06 (0,05)	0,03 (0,02)	9,8 (2,2)	16,7 (1,1)	91,2 (4,8)	65,9 (3,4)

Relativamente à temperatura, a camara 1 apresentou valores entre 9,6°C (local 1) e os 10,3 °C (local 7), tal como apresentado na tabela 2. Estas variações são de valor bastante reduzido, pelo que se pode concluir que existe homogeneidade da temperatura dentro da câmara. Por outro lado, a camara de cura 2 (Tabela 2) apresentou valores mais elevados, entre 16,7°C (local 10) e 17,6 °C (local 7). Os valores mais elevados observados no local 7 da câmara 2 poderão ser resultado da maior proximidade à porta da camara, aliado ao facto dos ensaios terem decorrido entre Maio e Junho, ou seja, com elevados valores de temperatura no exterior.

Relativamente à humidade relativa nas camaras de cura, foram observados valores na camara 1 entre 88,1% (local 8) e 93,1% (local 6). De facto, à semelhança do verificado em relação à temperatura, também a humidade apresentou uma elevada homogeneidade. Na camara 2, a humidade apresentou valores significativamente mais baixos, mantendo-se entre os 61,1% (local 7) e os 65,9 % (local 10).

4.2. Análises Físicas

4.2.1. Análise digital de Imagem

Os resultados da análise de imagem efetuada na superfície dos queijos encontram-se apresentados na Figura 15, onde é possível verificar que a luminância (Y_{ext}) aumenta até ao meio da cura (15d), diminuindo depois até ao final (36d). Aos 15 dias, os resultados demonstram que este parâmetro não apresenta diferenças significativas nos vários locais de cura ($P>0,05$). Aos 36 dias de cura, o valor mais elevado observou-se na superfície dos queijos do local 10 (Fig. 15), com maior humidade relativa (Tabela 2). Por outro lado, o valor mais baixo foi observado no local 7 (Fig. 15), com menor humidade relativa (Tabela 2).

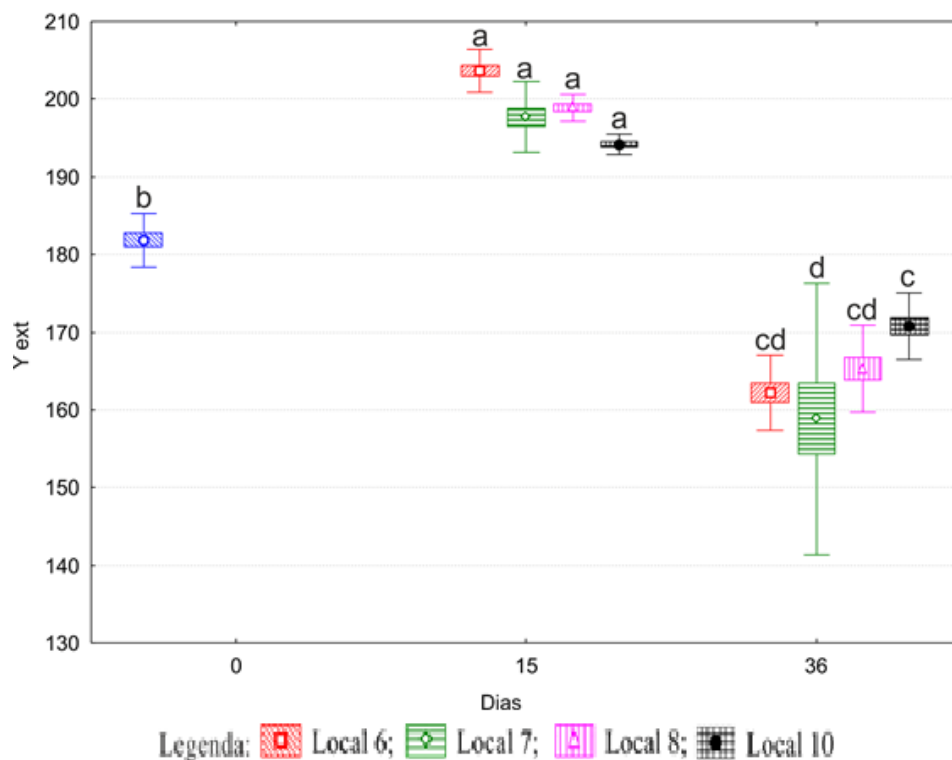


Figura 15: Variação da luminância da casca ao longo da cura

Relativamente aos resultados da análise de imagem da pasta dos queijos (figura 16), foi observada uma evolução semelhante a verificada na superfície do queijo (Fig. 15). Contrariamente ao observado na superfície, a luminância do interior (Y_{int}) apresentou valores mais reduzidos no final da cura nos queijos do local 10 e valores mais elevados no local 7 (Figura 16).

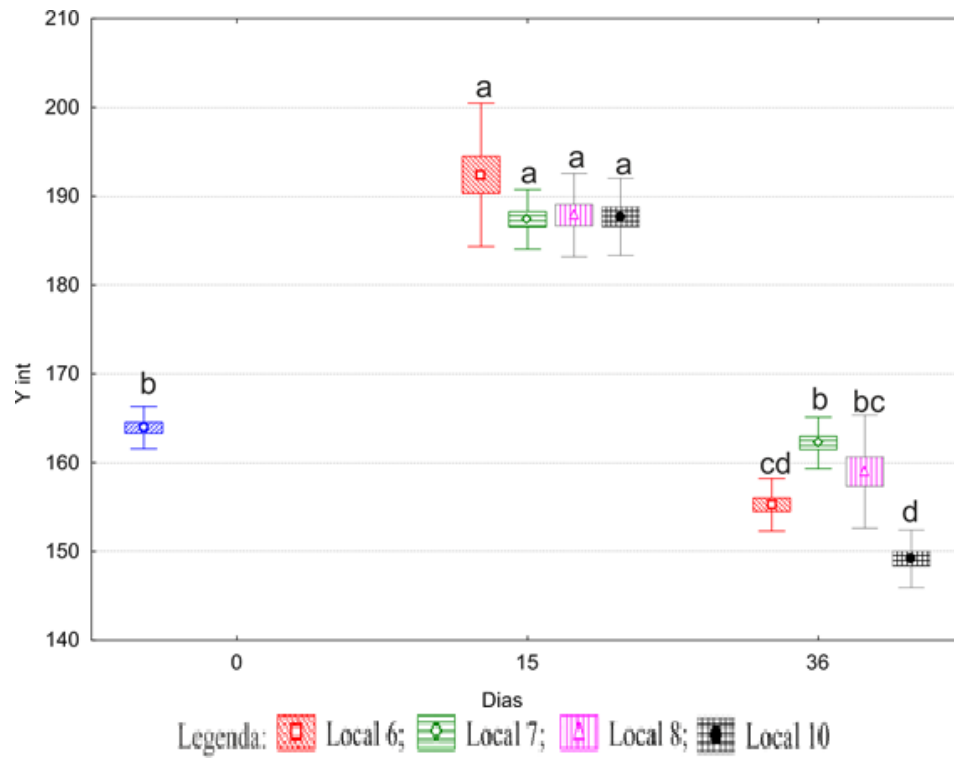


Figura 16: Variação da luminância da pasta ao longo da cura

4.2.2. Peso/ Altura/ Diâmetro

Como se pode observar pela figura 17, o peso apresenta uma redução ao longo da cura. Na camara 1, os queijos do local 10 apresentaram maior perda de peso aos 15 dias de cura, enquanto que os queijos do local 6 apresentaram menor perda, no entanto sem diferenças significativas comparativamente aos locais 7 e 8 ($P>0,05$). A localização relativamente afastada do evaporador da camara e a elevada humidade relativa a que os queijos localizados nesta posição estavam sujeitos contribuíram para que os queijos do local 6 tenham apresentado menor perda de peso na camara de cura 1.

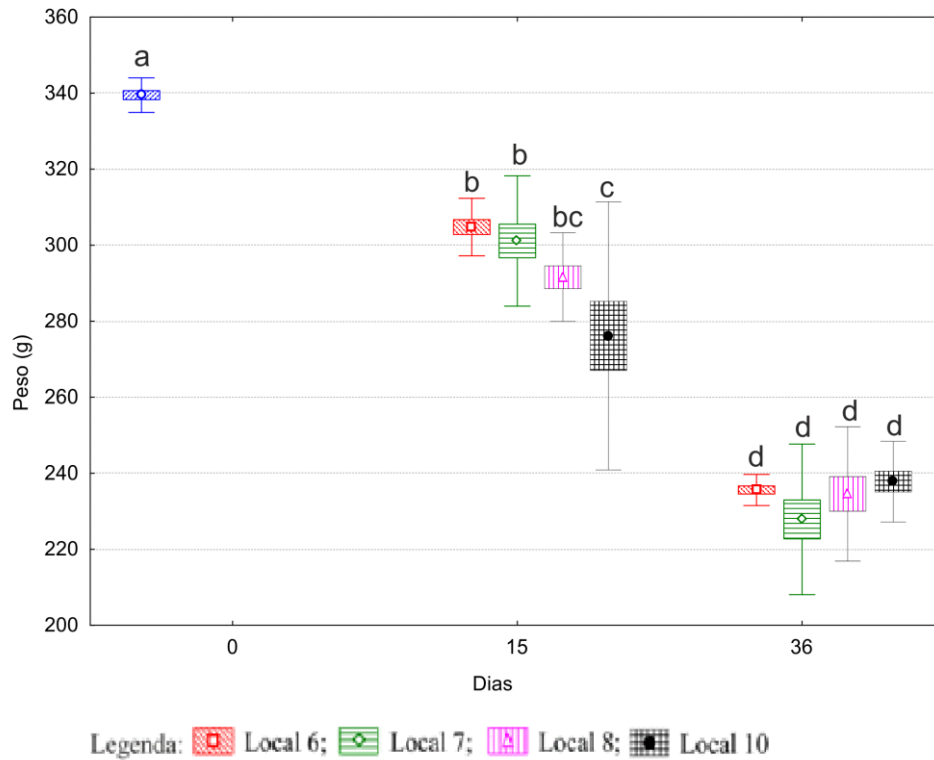


Figura 17: Variação do peso médio dos queijos ao longo da cura

Na camara 2 verificou-se a continuação da perda de peso, independentemente do local ($P < 0,05$), apresentando valores final entre 220g e 240g/queijo (Fig. 17). Os queijos do sensor 7 foram aqueles que perderam mais peso e foi neste local da câmara 2 onde se registaram temperaturas mais elevadas e a humidade relativa do ar mais baixa. No geral, os queijos perderam entre 100 e 110g de peso durante a cura.

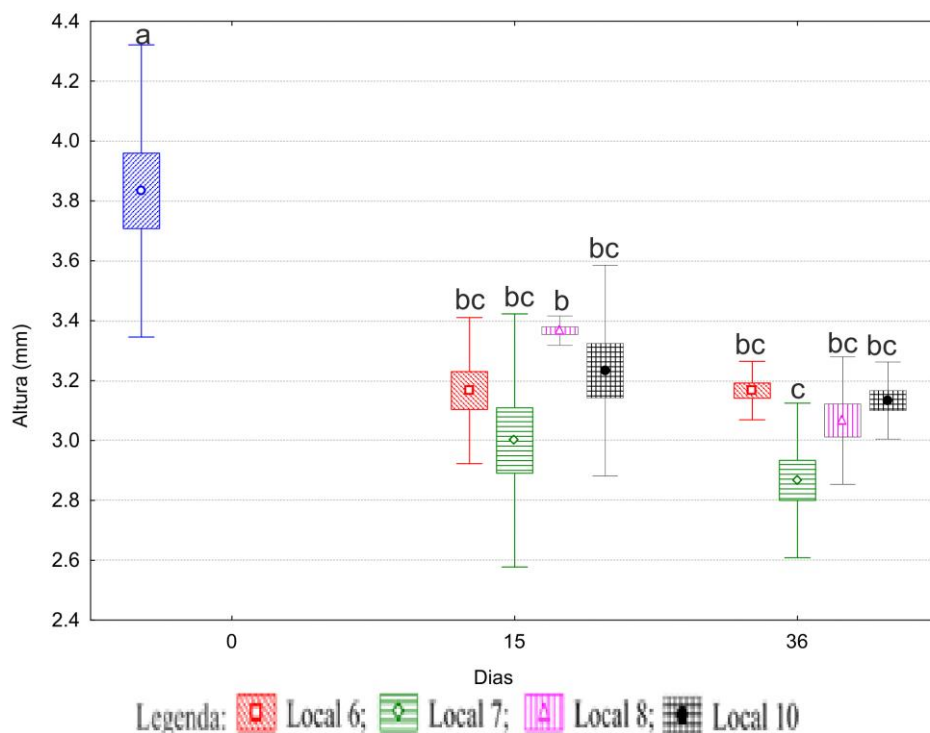


Figura 18: Variação da altura dos queijos ao longo da cura

Relativamente a altura das amostras, verificou-se uma razoável discrepância após o fabrico, devido ao facto do enchimento dos moldes ser manual e realizado por operadores diferentes. Pela observação da figura 18 verifica-se um decréscimo generalizado da altura nos diferentes locais, a imagem do observado anteriormente na variação do peso. Os queijos localizados no sensor 7 terminaram a cura com altura mais baixa ($P < 0,05$), coerente com a variação observada nos pesos na Figura 17.

Relativamente ao diâmetro dos queijos, podemos ver na figura 19 que se verificou um aumento do diâmetro em todos os locais durante os primeiros 15 dias de cura, seguido de uma redução até ao final da cura. Houve inicialmente um aumento deste parâmetro e depois um decréscimo. Isto deve-se ao ambiente com elevada humidade relativa, torna os queijos moles e faz com que estes descaiam um pouco, aumentando o diâmetro. Com a mudança de camara e o aumento da temperatura ambiente, estes queijos tornam-se mais pequenos, diminuindo assim o diâmetro.

Os dois gráficos anteriores estão todos relacionados entre si, como podemos observar, pois à medida que a altura diminui o diâmetro aumenta. Exemplo disso são os queijos do sensor 7, são aqueles com uma menor altura e um maior diâmetros, sendo também estes que terminaram a cura com o menor peso.

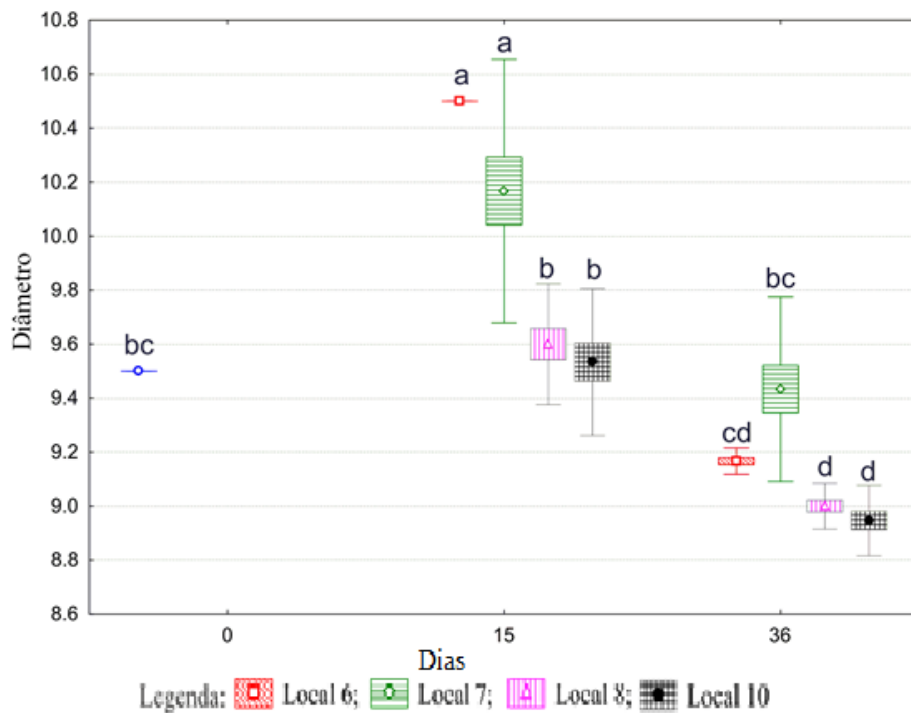


Figura 19: Variação do diâmetro dos queijos ao longo da cura

4.2.3. Whiteness index

Analisando os resultados obtidos para a cor dos queijos verificou-se uma diminuição do parâmetro WI tanto na pasta (Fig. 20) como na casca dos queijos (Fig. 21). Estes resultados indicam um escurecimento ao longo da cura, confirmando os valores observados para a luminância e referido anteriormente. Na pasta, o WI aos 15 dias é muito semelhante em todos os locais (Fig. 20), enquanto que aos 36 dias de cura se verificou um valor mais reduzido para o local 6 ($P < 0,05$).

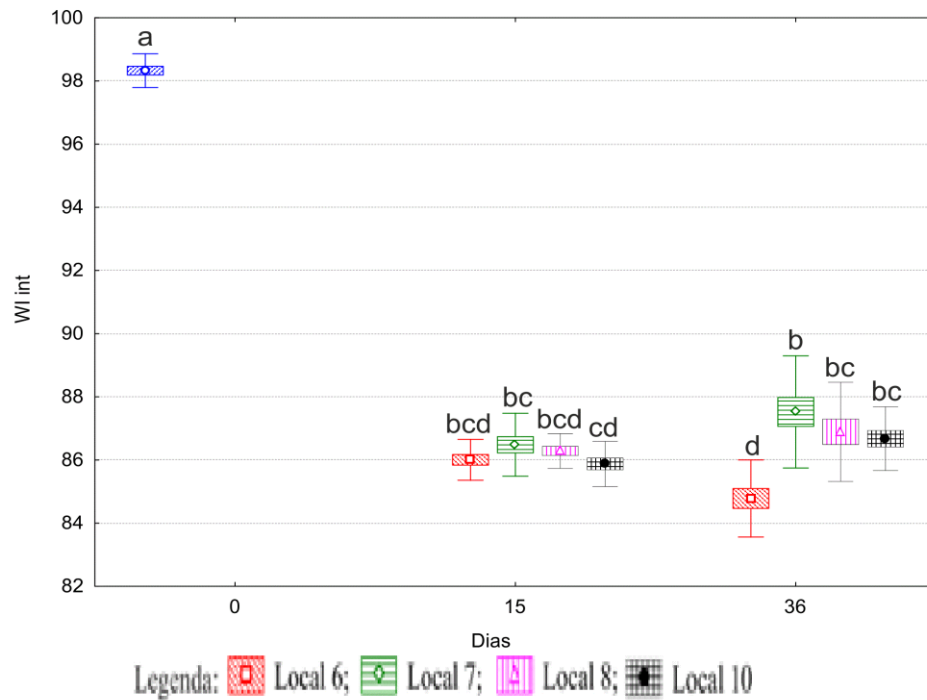


Figura 20: Variação do “whiteness index” da pasta ao longo da cura

Na casca, foi observada uma maior variabilidade nos valores do WI entre os vários locais, nas análises feitas aos 15 dias, comparativamente com a pasta. Verificou-se que os queijos colocados no local 6 apresentaram valores mais elevados de WI (Fig. 21), semelhante ao observado na análise digital da imagem (Fig. 15). No final da cura, na camara 2, os queijos dos diferentes locais não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$).

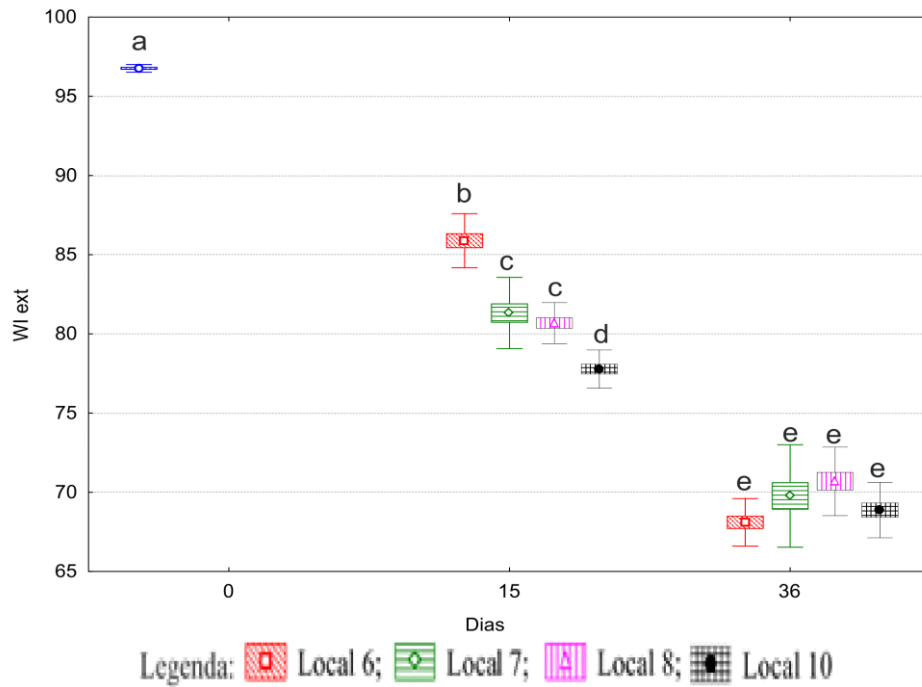


Figura 21: Variação do “whiteness index” da casca ao longo da cura

4.2.4. Dureza

Relativamente a dureza (Fig. 22), verificou-se uma tendência generalizada no seu aumento ao longo da cura. Exceção a esta tendência foram os locais 6 e 7, onde não se verificou uma evolução significativa durante os primeiros 15 de cura. No entanto, observou-se uma diferença muito significativa entre os 15 e os 36 dias de cura, resultado da menor humidade relativa e da maior temperatura na camara de cura 2 (Tabela 2).

Os valores obtidos nos sensores 8 e 10 estão próximos dos registados por Delgado et. al. (2012), que estudaram o perfil da textura em queijos de cabra ao longo da maturação. Estes autores obtiveram valores de dureza entre 40,49 e 42,13N nas análises realizadas aos 30 dias de cura.

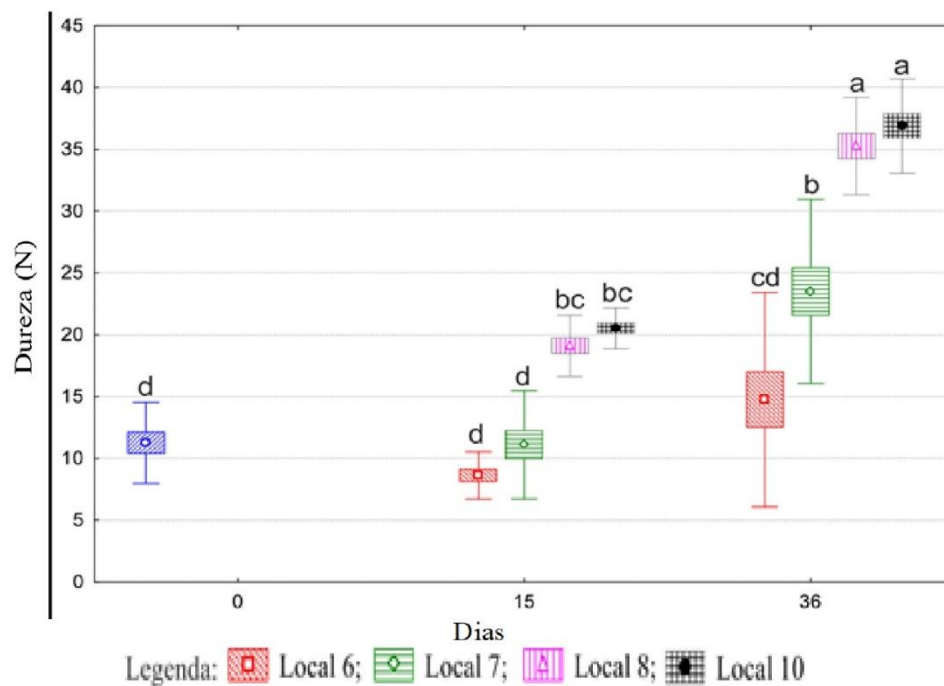


Figura 22: Variação da dureza ao longo da cura

4.2.5. Adesividade

Os dados obtidos para a adesividade demonstram que este parâmetro aumentou ao longo na cura (Fig. 23). No entanto, a evolução nos locais 8 e 10 apresentaram os valores mais elevados aos 15 dias, seguido de diminuição até aos 36 dias, em resultado das condições presentes na camara 2. No final da cura não foram observadas diferenças significativas em relação ao local ($P>0,05$), com valores mais reduzidos nos locais 6 e 10 (Fig. 23).

Os valores obtidos estão muito distantes de outros obtidos por Guiné et. al. (2015), que obtiveram valores máximos de adesividade de aproximadamente -0,6N.s, e ainda mais distantes dos resultados de Delgado et. al. (2016), que registaram valores de 11,77 N.s para os 30 dias de cura.

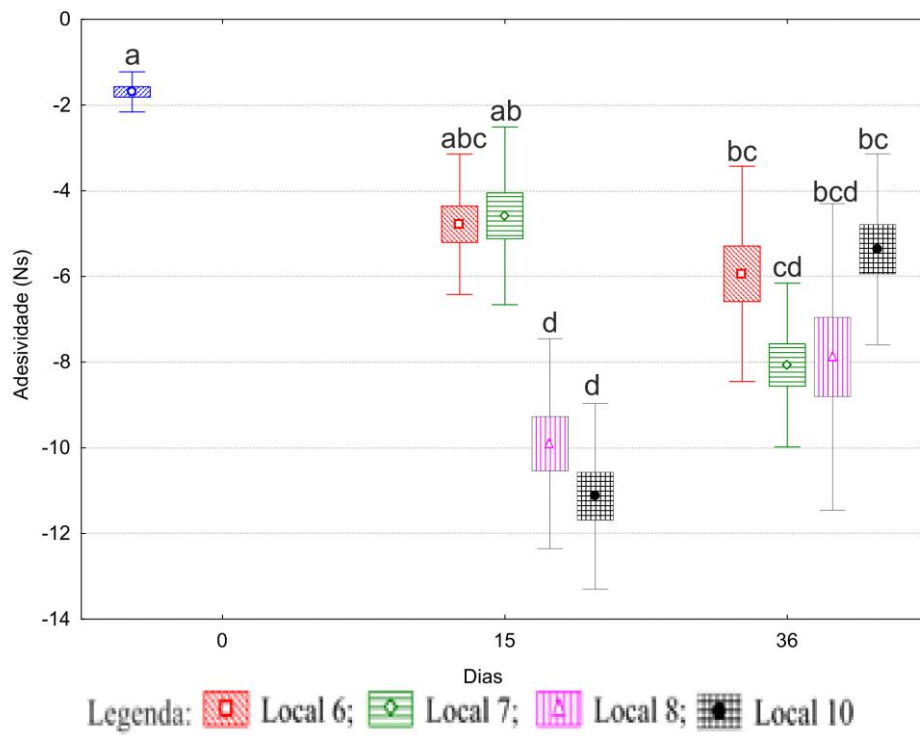


Figura 23: Variação da adesividade ao longo da cura

4.3. Análises químicas

4.3.1. pH

Em relação ao pH observou-se um decréscimo até aos 15 dias (Fig. 24), resultante da degradação da lactose pelas bactérias lácticas, convertendo em ácido láctico (Lawrence et al., 1987). Este é um processo muito importante para o controlo do desenvolvimento microbiano indesejável no queijo. O aumento do pH que se observa após os 15 dias pode ser atribuído à utilização do ácido láctico com formação de produtos neutros ou alcalinos (McSweeney et al., 2017). Todos os queijos terminaram a cura com valores de pH entre os 5,2 e os 5,6, valores estes que estão dentro daqueles descritos por Freitas e Malcata (2000).

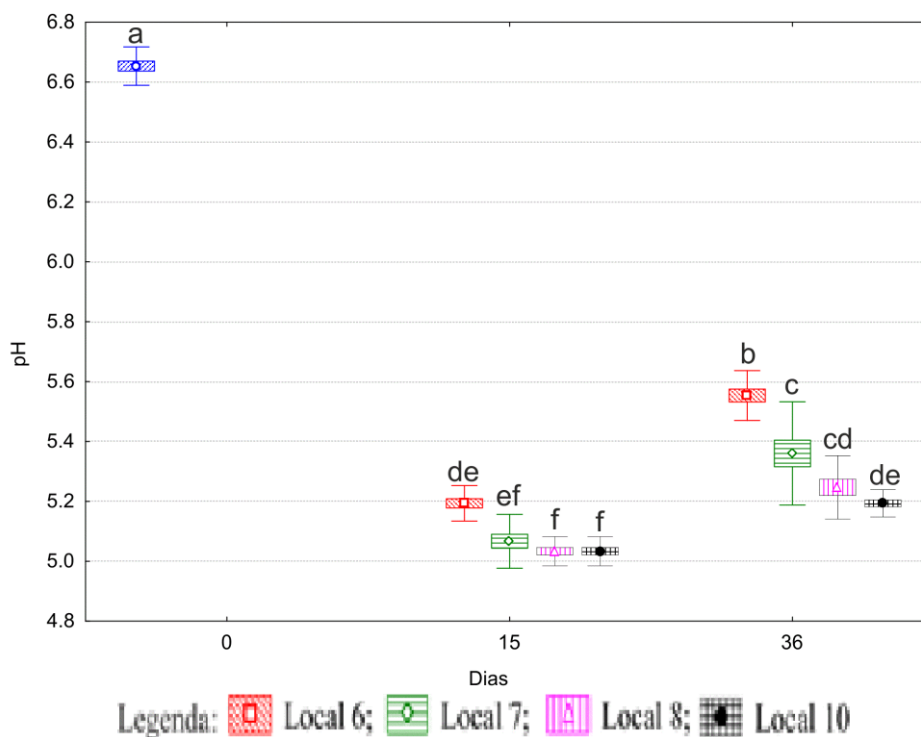


Figura 24: Variação do pH ao longo da cura

No final da cura verificou-se que o local 10 apresentou o valor mais baixo, enquanto que o local 6 apresentou o valor mais elevado ($P < 0,05$).

4.3.2. Acidez

No que diz respeito à evolução da acidez durante a cura, apresenta uma evolução oposta à do pH, como seria de esperar. Após 15 dias de cura verificou-se um aumento da acidez, devido a formação do ácido láctico (Lawrence et al., 1987). Existe depois um decréscimo da acidez devido ao consumo de ácido láctico na formação de compostos alcalinos e neutros (McSweeney et al., 2017). Os resultados indicam, contudo, que as variações da acidez não foram afectadas pela localização dos queijos ($P < 0,05$).

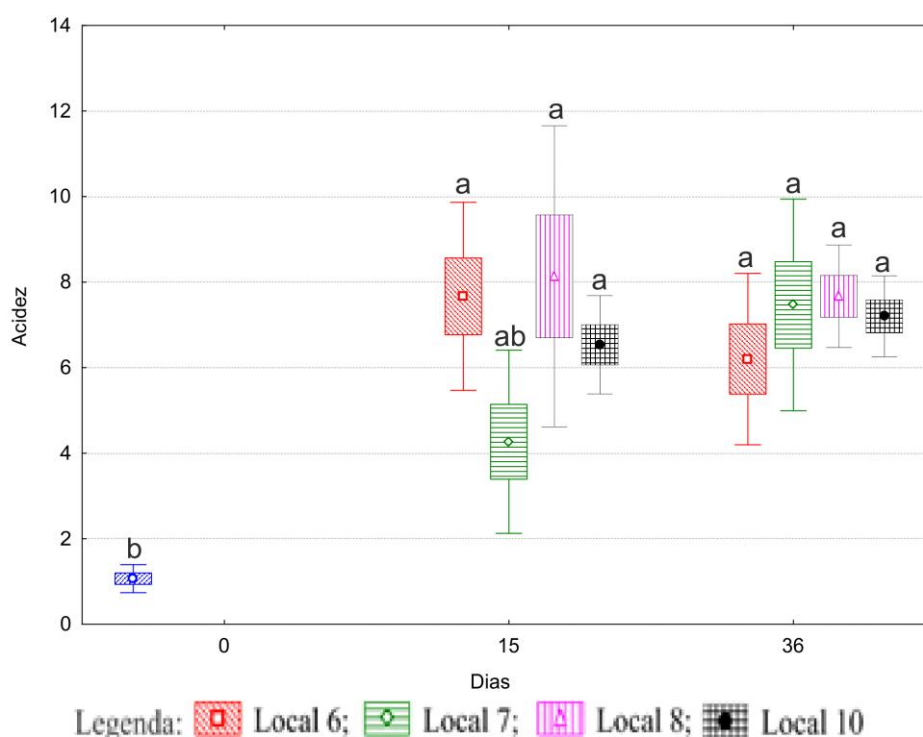


Figura 25: Variação da acidez ao longo da cura

4.3.3. Humidade

Observando o gráfico da humidade (Fig 26) é possível observar que diminuiu ao longo da cura, como seria de esperar em virtude da baixa humidade e elevada temperatura na câmara 2. Excetuando os queijos dos locais 6 e 7 que tiveram um ligeiro aumento de humidade, desde o dia 0 até ao dia 15, diminuindo depois até ao final da cura. Nas análises feitas no dia 36 é possível verificar que os queijos dos sensores 7, 8 e 10 terminaram a cura com teores de humidade semelhantes e entre 43 e 45%. Destacam-se aqui os queijos do local 6 como sendo aqueles onde o teor de humidade foi o mais elevado, terminado estes a cura com aproximadamente 49% de humidade. Este facto foi devido aos elevados

valores de humidade relativa que se encontrava no ambiente circundante os queijos deste sensor, em especial na camara 1 (Tabela 2). Os valores de humidade no final da cura estão próximos aos de Gámbaro et. al. (2017), que para queijos com período de maturação de 30 dias obteve valores médios de humidade de 45,7%.

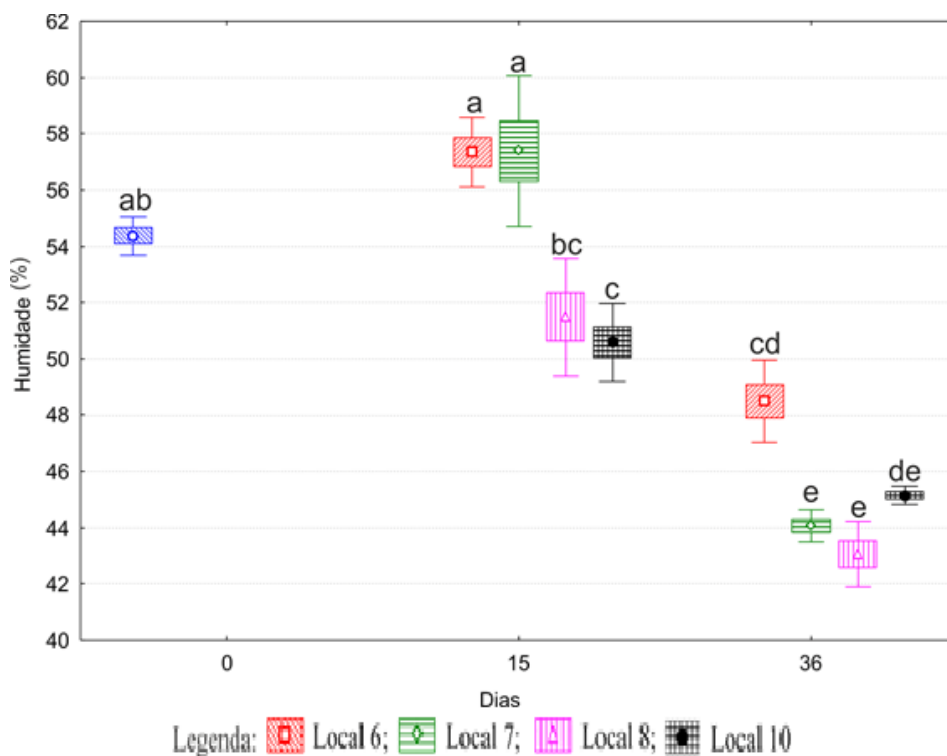


Figura 26: Variação da humidade ao longo da cura

4.3.4. aW

A atividade da água diminui ao longo da cura, como pode ser visto na figura 26. Após o fabrico foi observado um valor da actividade da água de 0,94. Durante a cura verificou-se uma redução deste valor em todos os locais, especialmente nos locais 8 e 10 ($P < 0,05$). Os valores obtidos para o final da cura (entre 0,89 e 0,92) são semelhantes aos observados por Guiné et. al. (2015), que analisaram 3 queijos de cabra presentes no mercado português e obtiveram valores de aW entre 0,86 e 0,95.

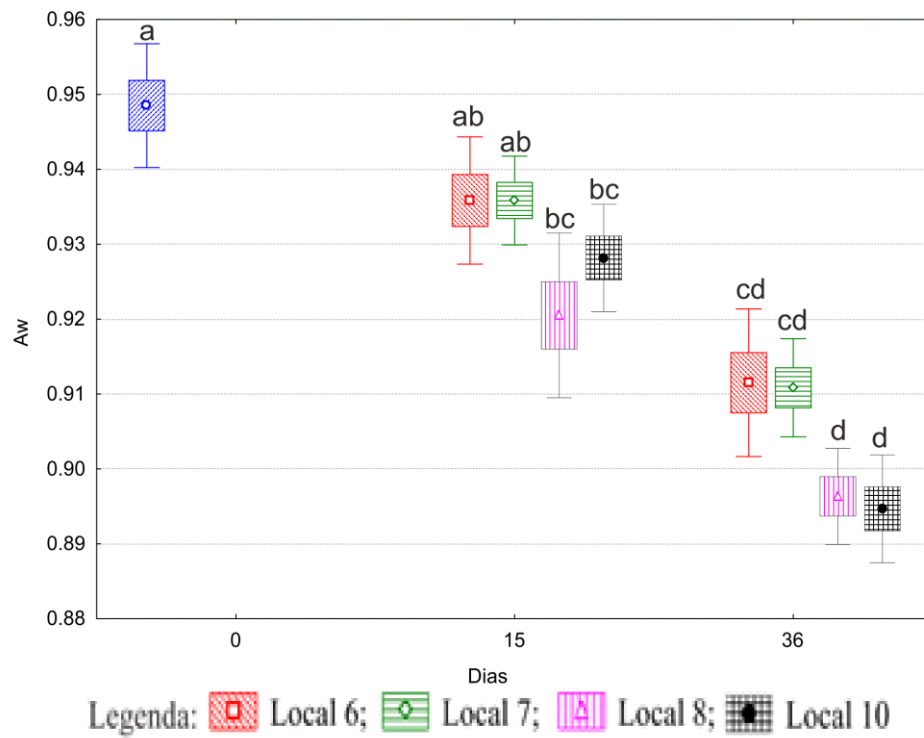


Figura 27: Variação da actividade da água ao longo da cura

4.4. Análise sensorial

Analisando os resultados obtidos na análise sensorial, tabela 3, podemos observar que quanto à cor da casca foram os queijos localizados no sensor 7 aqueles que obtiveram uma melhor pontuação, foram também estes queijos que sentiram uma temperatura mais alta e a humidade relativa do ar mais baixa durante a sua estadia na câmara 2. Os queijos do sensor 6 os que tiveram uma cor menos agradável e foram também estes onde a percepção de humidade na crosta e a rugosidade da mesma foram mais elevadas. Tudo isto deveu-se provavelmente ao facto de estes queijos terem sido aqueles onde a humidade relativa do ambiente ao seu redor foi mais elevada durante toda a cura.

Quanto aos aspectos do interior dos queijos, nota-se que a cor da pasta foi muito parecida entre todos os sensores pois as avaliações neste parâmetro não variaram muito, ficando entre os 2,4 e os 2,6. Existe, no entanto, um grande contraste relativamente aos olhos, os queijos do sensor 6 destacam-se pela elevada quantidade de olhos relativamente aos outros queijos.

No que diz respeito à textura, os queijos dos sensores 10 e 8 foram aqueles onde a firmeza e a granulidade tiveram avaliações mais altas, respetivamente. Estes valores de firmeza estão em concordância com os valores da dureza medidos em laboratório, sendo que ambas aumentam desde o sensor 6 para o sensor 10. Já no parâmetro da untuosidade os queijos do sensor 6 tiveram uma avaliação mais elevada.

Os queijos que foram distinguidos com mais pontos na intensidade do cheiro e do sabor e aroma foram os queijos do sensor 6, local onde foi registada a humidade relativa da mais elevada da câmara 1. Em conclusão, observamos que em termos de avaliação global os queijos dos 4 sensores estão muito parecidos, mas foram os queijos do sensor 10 aqueles que obtiveram uma melhor aceitabilidade.

Tabela 3: Resultados da análise sensorial de perfil

Atributos		Local			
		6	7	8	10
Crosta	Cor	3,1 (0,9)	5,7 (0,5)	3,6 (1,0)	4,8 (0,5)
	Percepção de humidade	5,1 (1,2)	3,4 (1,7)	3,3 (1,8)	2,0 (0,8)
	Rugosidade	4,3 (1,7)	2,7 (1,3)	1,7 (0,8)	3,3 (1,3)
Aspecto	Cor da pasta	2,6 (1,3)	2,4 (1,0)	2,6 (1,3)	2,4 (1,0)
	Homogeneidade da cor Pasta	4,7 (1,0)	5,4 (0,7)	5,1 (1,3)	5,0 (1,5)
	Olhos	4,4 (1,0)	2,0 (1,5)	0,8 (0,7)	2,8 (1,1)
	Homogeneidade da forma dos olhos	2,1 (1,4)	4,5 (1,9)	4,3 (2,8)	2,9 (1,4)
	Homogeneidade do tamanho dos olhos	2,1 (1,0)	4,0 (2,0)	3,5 (3,1)	2,6 (1,2)
	Homogeneidade da distribuição dos olhos	2,8 (1,5)	2,8 (3,1)	3,5 (2,0)	2,7 (1,4)
Textura	Firmeza	1,2 (0,8)	2,0 (0,8)	3,8 (1,2)	4,4 (0,8)
	Granulosidade	1,3 (1,4)	1,3 (0,7)	3,2 (2,1)	2,9 (1,1)
	Untuosidade	4,7 (1,7)	4,2 (1,3)	3,2 (1,6)	3,0 (1,3)
Cheiro	Intensidade	4,3 (1,6)	3,7 (1,8)	3,7 (1,7)	3,4 (1,6)
Sabor e aroma	Intensidade	5,6 (1,0)	3,8 (1,9)	4,5 (1,3)	5,0 (0,7)
Apreciação global		3,0 (1,1)	3,3 (1,0)	3,5 (0,5)	3,7 (0,5)

5. Conclusões

No presente trabalho realizou-se o estudo da evolução do queijo de cabra “Mareadeira” ao longo da cura, avaliando o impacto das condições ambientais das câmaras de cura nas características físicas, químicas e sensoriais dos queijos. Pretendeu-se assim avaliar quais as condições ambientais ideais para a cura destes queijos e também aumentar o conhecimento existente sobre o queijo de cabra.

Após a análise dos resultados e da sua discussão de resultados é possível destacar algumas conclusões:

- Quanto maior humidade maior a luminância na casca do queijo.
- Os queijos perderam entre 100 e 110g de peso durante a cura, sendo a temperatura e a humidade relativa fatores muito importantes nesse processo. Quanto mais elevada a temperatura e mais baixa a humidade relativa do ar maior é a perda de peso.
- Em termos de cor, podemos observar que os queijos têm tendência a aumentar o escurecimento da casca ao longo da cura.
- A dureza tem tendência a aumentar durante a cura, e é mais elevada quanto mais alta a temperatura e mais baixa a humidade relativa.
- O pH teve o comportamento esperado, diminuindo até meio da cura e depois aumentando até o final. Os valores de pH obtidos (entre 5,2 e 5,6) estão de acordo com outros autores.
- A acidez teve um comportamento inverso ao pH, no entanto a localização dos queijos nas câmaras não parece ter tido impacto neste parâmetro.
- A humidade relativa da câmara tem um efeito muito significativo para a humidade dos queijos, exemplo disso foram os queijos do sensor 6 que foram aqueles que terminaram a cura com valores de humidade mais elevados. Não obstante, os valores de humidade obtidos vão de encontro aos obtidos por outros autores.
- O aW diminuiu ao longo da cura, terminando com valores entre 0,89 e 0,92, valores estes que estão próximos dos obtidos para outros queijos de cabra presentes no mercado.
- Em relação à análise sensorial, os queijos do sensor 6 foram aqueles que obtiveram uma melhor pontuação nos parâmetros do cheiro e do sabor/aroma, no entanto, foram os queijos do sensor 10 os que tiveram uma melhor apreciação global.

Assim sendo conclui-se que as condições ideais para a cura do queijo em estudo são uma primeira fase com uma velocidade do ar de 0,06 m/s, uma temperatura de 9,8° C e uma humidade relativa do ar de 91,2% e uma segunda fase com uma velocidade do ar de 0,03 m/s, uma temperatura de 16,7° C e uma humidade relativa do ar de 65,9%.

6. Bibliografia

- Almeida, M. (2016). Recheio para uso em confeitaria à base de azeite virgem e chocolate branco. Dissertação de Mestrado apresentada na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, Beja
- Alvarenga, N. B. M. G. de. (2008). Introdução da tecnologia de congelação na produção de queijo de ovelha. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agro-Industrial apresentada no Instituto Superior de Agronomia, da Universidade Técnica de Lisboa
- Amos, L.M. (2007). Enzymes from yeast adjuncts in proteolysis during cheddar cheese ripening. University of the Free State, Department of Microbial, Biochemical and Food Biotechnology, South Africa
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. 15 ed. Arlington, Virginia.
- Bachmann, H.P., Fröhlich-Wyder, M.T., Jakob, E., Roth, E., Wechsler, D., Beuvier, E., Buchin, S. (2011). Cheese: Raw Milk Cheese. Encyclopedia of Dairy Sciences, 2, 652-660 pp
- Beuvier, E. e Buchin, S., (2004). Raw milk cheeses. In: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, General Aspects, third ed., vol. 1. Elsevier Academic Press, London, UK, 319-346 pp
- Buffa, M. N., Trujillo, A. J., Pavia, M. e Guamis, B. (2001). Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goat's milk. International Dairy Journal 11, 927-934.
- Canada, J. (2001). Caracterización sensorial y físico – química del Queijo Serpa. Dissertação para optar al grado de Doctor en Tecnología de los Alimentos; Universidad de Extremadura – Facultad de Veterinaria, Cáceres
- Cavalcante, F. de M. (2004). Produção de queijos Gouda, Gruyère, Mussarela e Prato. Universidade Católica de Goiás
- Coulon, J., B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., Pirisi, A. (2004) Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. Le Lait 84: 221-241 pp
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R. & Ramírez, R. (2012). Changes in microbiology, proteolysis, texture and sensory characteristics of raw goat milk

cheeses treated by high-pressure at different stages of maturation. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 268–275 pp

- Dias, J., Alvarenga, N., Lampreia, C., Carvalho, M.J., Santos, T., Lampreia, C., Horta, M., Martins, J., Caeiro, J., Pires, M.C., Garcia, J., Coelho, L., Carvalho, G.P., Ferreira, P., Santos, R., Rodrigues, F., Duarte, F., Lidon, F. (2019). Projecto CFD4CHEESE: otimização das condições de cura de queijos tradicionais. *Tecno Alimentar*, N.º 19, 52-55 pp
- Dumais, R., Blais, J. A. e Conrad, F. (1991). Queso. In *Ciencia y Tecnología de la Leche - Principios y Aplicaciones*, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. 2, 249-266 pp
- Farkye, N.Y. (2004). Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology* 57, 91–98 pp
- Fox, P., McSweeney, P., Cogan, T., Guinee, T. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers, USA.
- Freitas, C.; Malcata, F.X. (2000). Our Industry Today. 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 pp
- Gámbaro, A., Gonzalez, V., Jimenez, S., Arechavaleta, A., Irigaray, B., Callejas, N., Grompone, M. e Vieitez, I. (2017). Chemical and sensory profiles of commercial goat cheeses. *International Dairy Journal*, 69, 1-8 pp
- Gomes, P. A. C. (2011). Evolução das características físico-químicas e da maturação em Queijo Amarelo e Queijo Picante da Beira Baixa DOP : Composição , frações azotadas e ácidos gordos livres
- Grille, L., Carro, S., Escobar, D., Bentancor, L., Borges, A., Cruz, D., et al. (2013). Evaluation of hygienic sanitary and composition quality of goat milk in a Saanenbreed herd. *Innotec*, 8, 52-59 pp
- Gripon, J. C. (1993). Mould-ripened cheeses. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2, 111-136 pp
- Guiné, R., Correia, P. e Correia, A. (2015). Avaliação Comparativa de Queijos Portugueses de Cabra e Ovelha. *Millenium*, 49. 111-130 pp
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 155-163 pp

- Kujawski, M., Cichosz, G., Podhajna, E., Sanko, B. (2003). Effect of ripening temperature on proteolysis and organoleptic properties of Edam-type cheese. *Electronic Journal of Polish Agricultural University*
- Kosikowski FV, Mistry V (1999) Cheese and fermented milk foods Volume-I, 3rd edition
- Lawrence, R. C., Creamer, L. K. e Gilles, J. (1987). Texture development during cheese ripening. *Journal of Dairy Science* 70, 1748-1760 pp
- Leclercq-Perlat, M.N., Sicard, M., Trelea, I.C., Picque, D., Corrieu, G. (2012). Temperature and relative humidity influence the microbial and physicochemical characteristics of Camembert-type cheese ripening. *J. Dairy Sci.* 95, 4666-4682 pp
- Malcata, F. X., Gomes, A. M. P., e da Costa M. L. (1995). “Probiotic” goat cheese: Effect of ripening temperature and relative humidity on proteolysis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 78
- Malcata, A. (1996). Microbiological, chemical, biochemical and technological contributions to the characterization and improvement of Serra Cheese; Tese de Doutorado; Universidade Católica Portuguesa – Escola Superior de Biotecnologia; Porto
- Martins, A. P. L., (2006). O papel do cardo na tecnologia tradicional de fabrico de queijo. Efeito dos principais fatores tecnológicos. Instituto Superior de Agronomia. Comunicação apresentada em Portalegre no âmbito do Projeto Leader+Cardum”
- McSweeney, P. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 127-144 pp
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D., Everett, D.W. (2017). Cheese: Chemistry, Physics & Microbiology. Academic Press. 4ª edição
- Mens, P. (1985). O leite de cabra. Propriedades físico – químicas, nutricionais e químicas. *O leite*. Do úbere à fábrica de laticínios. Publicações Américas, Mem Martins
- Mirade, P.S., Rougier, T., Kondjoyan, A., Daudin, J.D., Picque, D. and Corrieu, G. (2004). Caracterisation experimentale de l’ aeraulique d’ un haloir de fromagerie et des echanges air-produit. *Lait* 84:483-50 pp

- Mirade, P.S., 2007. CFD Modelling of indoor atmosphere and water exchanges during the cheese ripening process. In: Sun, D.W. (Ed.), Computational Fluid Dynamics in Food Processing. CRC Press and Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, 697–726 pp
- Mirade, P.S., Perret, B., Guillemain, H., Picque, D., Desserre, B., Montel, M.C., Corrieu, G., 2012. Quantifying energy savings during cheese ripening after implementation of sequential air ventilation in an industrial cheese making plant. *Energy* 46, 248-258 pp
- Modesto, M. L.; Barbosa, M. (2007). Queijos Portugueses e um olhar gastronómico sobre famosos queijos europeus. Editora Verbo. Lisboa
- Montingelli, N. M. M. (2005). Pré-disposição do leite de cabra para a fabricação de queijos. Monografia apresentada ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, para a obtenção do título de pós graduação em Controle de Qualidade de Alimentos
- Moreira, C. P. M. (2011). Desenvolvimento de metodologias analíticas para queijos. Estudo de caso: Queijos da Beira Interior. Universidade Técnica de Lisboa
- Narimatsu, A., Dornellas, J. R. F., Spadoti, L. M. e Pizaia, P. D. (2003). Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. *Ciência Tecnologia Alimentar* 23, 177-182 pp
- Nopens, I.; Foubert, I.; De Graef, V.; Van Laere, D.; Dewettinck, K.; Vanrolleghem, P. (2008). Automated image analysis tool for migration fat bloom evaluation of chocolate coated food products. *LWT* 41:1884-1891
- NP 1598 (1983). Queijo. Definição, classificação, acondicionamento e marcação. 2ª Edição, Instituto Português da Qualidade, Caparica
- NP 3544 (1987). Queijos e queijos fundidos. Determinação do resíduo seco e do resíduo seco isento de matéria gorda. Instituto dos Mercados Agrícolas e da Indústria Agro-Alimentar. Ed.2. Lisboa
- Park, Y., W. (2006) Goat Milk- Chemistry and Nutrition. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Blackwell Publishers. Ames, Iowa and Oxford, England. 34-58 pp
- Perry, K. (2004). Queijos: aspetos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Quim. Nova*, 27, 293-300 pp

- Picque, D., Guillemin, H., Mirade, P. S., Didienné, R., Lavigne, R., Perret, B. (2009). Effect of sequential ventilation on cheese ripening and energy consumption in pilot ripening rooms. *International Dairy Journal*, 19, 489-497 pp
- Poveda, J. M., Cabezas, L. & McSweeney, P. L. H. (2004). Free amino acid content of Manchego cheese manufactured with different starter cultures and changes throughout ripening. *Food Chemistry*, 84, 213–218 pp
- REGULAMENTO (ce) n.o 853/2004 do PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 29 de Abril de 2004
- Reis, P.J.M. e Malcata, F.X. (2011). Current state of Portuguese dairy products from ovine and caprine milk. *Small Ruminant Research*, 101, 122-133 pp
- Raynal-Ljutovac, K., Le Pape, M., Gaborit, P., & Barrucand, P. (2011). French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their impacts on consumers' acceptance. *Small Ruminant Research*, 101, 64-72 pp
- Silva, M. L. C. d. (2001). Estudo da maturação em queijo São Jorge: Caracterização do Perfil Proteolítico. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa
- Sousa, M., Ardö, Y., & McSweeney, P. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 327-345 pp
- Vacca, G.M., Stocco, G., Dettori, M.L., Summer, A., Cipolat-Gotet, C., Bittante, G., Pazzola, M. (2018). Cheese yield, cheesemaking efficiency, and daily production of 6 breeds of goats. *Journal Dairy Science*, 101, 7817–7832 pp

Anexo I



Prova de Análise Sensorial - Queijo de cabra

Nome: _____ Data: _____

Amostra (código) - _____

Assinale com um traço em cada escala, a intensidade do parâmetro

Crosta

1. Cor

Branco Amarelo torrado

2. Perceção de Humidade

Seco Húmido

3. Rugosidade

Liso Rugoso

Aspeto

1. Cor da pasta

Branco Amarelo

2. Homogeneidade da cor da pasta

Pouco Muito

3. Olhos

Nenhum Muitos

4. Homogeneidade da forma dos olhos

Nada Muito

5. Homogeneidade do tamanho (dimensão) dos olhos

Nada Muito

6. Homogeneidade da distribuição dos olhos

Nada Muito

Cheiro

1. Intensidade

Nada Muito

Identifica algum cheiro em particular? Não ☐ Sim ☐ . Diga qual(ais) e marque a intensidade:

Cheiro a: , intensidade de 1 a 7: ()

Cheiro a: , intensidade de 1 a 7: ()

Textura

1. Firmeza

Mole Duro

2. Granulosidade

Pouco Muito

3. Untuosidade

Pouco Muito

Sabor e Aroma

1. Intensidade

Pouco Muito

Identifica algum sabor ou aroma específico a anotar? Não ☐ Sim ☐

Se sim diga **quais e marque** a intensidade de um (1) a sete (7)

() Ácido () Salgado

() Amargo () Picante

() Outro, qual

() Outro, qual

Apreciação hedónica

Como aprecia a amostra na globalidade: () *

* 1 – Muito má, 2 – má, 3 – razoável, 4 – boa, 5 – muito boa