

Marlene Inês Caseiro Tenreiro

ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO SERRA DA ESTRELA

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar



Marlene Inês Caseiro Tenreiro

ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO SERRA DA ESTRELA

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar

Trabalho efectuado sob orientação de
Prof. Doutora Raquel Guiné

Trabalho co-orientado por
Prof. Mestre Ana Cristina Correia



“As doutrinas expressas neste trabalho são da
exclusiva responsabilidade do autor”

Agradecimentos

A realização deste trabalho não seria possível sem o apoio e ajuda de algumas pessoas que ajudaram a concretiza-lo.

Primeiramente quero agradecer à minha orientadora Professora Doutora Raquel Guiné, e à minha co-orientadora Professora Mestre Ana Cristina Correia pela disponibilidade, paciência e ajuda que manifestaram durante toda a elaboração do trabalho.

Ao Professor Doutor Paulo Barracosa e à restante “equipa” do projeto Cardop pela disponibilização de todas as amostras e toda a disponibilidade e ajuda prestada ao longo da realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Rui Coutinho e à Dona Bina, pelo apoio e disponibilidade prestada ao longo do trabalho prático, que foi precioso.

Ao Sr. António Marques e à Sra. Emília de Fornos de Algodres pela disponibilidade de me receberem na sua queijaria, pela simpatia e por todos os conhecimentos que me transmitiram.

Quero agradecer especialmente aos meus pais, à minha irmã pelo constante apoio durante a realização deste trabalho, sem eles não seria possível.

A todos os meus amigos e “colegas de laboratório” que estiveram sempre presentes, em especial à Sarah Ramos, Ana Rita Calado e Susana Sério pela ajuda e companhia.

Por último, gostaria de agradecer, de um modo geral, a todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e químicas de queijo Serra da Estrela de pasta semi mole e correlacionar estes resultados com os resultados da análise sensorial.

Foram alvo de estudo 29 amostras de queijo Serra da Estrela produzidas com 6 ecótipos de cardo diferentes. Os queijos foram produzidos em várias queijarias da região demarcada para a produção do queijo Serra da Estrela, mais propriamente dos concelhos de Penalva do Castelo, Oliveira do Hospital e Fornos de Algodres.

Procedeu-se à avaliação das propriedades químicas como a humidade, o pH, cloretos, cinzas e proteínas, de propriedades físicas, como a textura e a cor e uma avaliação sensorial.

Dos resultados obtidos foi possível verificar que os valores da humidade variaram entre 34,9% e 49,8%. As cinzas e a proteína encontram-se abaixo dos valores na literatura (3,4%–5,5% e 13,0%–21,9%, respetivamente). Os cloretos variaram entre 1,1% e 3,0% e o pH entre 4,8 e 5,7.

Verificou-se que com mais dias de maturação, e portanto menor humidade, as amostras apresentam, maior firmeza, menos adesividade e menos pegamento da pasta. Os valores da dureza da casca e da pasta variam entre 1,56N e 9,40N e 0,4 N e 3,4 N, respetivamente. A adesividade é bastante elevada (de -26,29 N.sec a -2,21 N.sec), o que traduz o carácter amanteigado destes queijos.

Nas coordenadas de cor os valores de L* variaram entre 53,57 a 64,34, os de a* entre -4,53 e 1,29 e os de b* entre 15,56 e 29,03, revelando uma cor amarelada.

Os resultados da análise sensorial não apresentam grande variabilidade entre os diferentes ecótipos e verificou-se que, em geral, as

análises instrumentais realizadas acabaram por confirmar a percepção dos provadores.

Palavras – chave: Queijo Serra da Estrela, textura, propriedades físicas, propriedades químicas, análise sensorial.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the physical and chemical characteristics of Serra da Estrela cheese and correlate these results with the results of sensory analysis.

Were targeted for study 29 samples of Serra da Estrela cheese produced with 6 different ecotypes thistle. The cheese where produced in various dairies in the area demarcated for the production of Serra da Estrela cheese, more specifically the municipalities of Penalva do Castelo, Oliveira do Hospital and Fornos de Algodres.

In this work were some chemical properties such as humidity, pH, chloride, ash, and proteins, and physical properties such as color and texture and finally a sensory evaluation were undertaken.

From our results was observed that the values of humidity ranged from 34,9 % and 49.8 %. The ash and protein are below the values in the literature (3.4 % to 5.5 % and 21.9 % to 13.0 %, respectively). The chlorides ranged between 1.1 % and 3.0% and pH between 4.8 and 5.7. It was found that for more days of ripening, and therefore lower humidity, the samples exhibit greater firmness and less stickiness and adhesiveness. The values of hardness of the crust and flesh varied between 1.56 N and 9.40 N and 0.4 N and 3.4 N, respectively. The stickiness is quite high (-26.29 to -2.21 N.sec N.sec), which reflects the character of these soft cheeses.

In the color coordinates L* values ranged from 53.57 to 64.34, the a* values between -4.53 and 1.29 and of b* between 15.56 and 29.03, showing a yellowish color.

The results of sensory analysis did not show great variability between different ecotypes and it was found that, in general, the instrumental analyzes eventually confirm the perception of tasters.

Keywords: Serra da Estrela Cheese, texture, chemical properties, physical properties, sensorial analysis.

Índice

Agradecimentos	IV
Resumo	V
Abstract	VII
Índice	IX
Índice Figuras	XI
Índice Tabelas	XII
1. Introdução	13
2. Revisão bibliográfica	16
2.1. Queijo Serra da Estrela	17
2.1.1. Definição	17
2.1.2. Características	18
2.1.3. Etapas de fabrico	19
2.2. Matérias - primas	23
2.2.1. Leite de ovelha.....	23
2.2.2. Sal.....	24
2.2.3. Cardo	24
2.3. Transformação do leite em queijo	25
2.3.1. Estrutura da micela de caseína.....	25
2.3.2. Coagulação	27
2.3.3. Maturação	28
3. Material e métodos	33
3.1. Materiais	34
3.2. Análises químicas	36
3.2.1. Humidade.....	36
3.2.2. Cinzas totais.....	36
3.2.3. Proteína Bruta	37
3.2.4. Cloretos.....	38

3.2.5. pH.....	39
3.3. Análises físicas.....	39
3.3.1. Textura.....	39
3.3.2. Cor	41
3.4. Análise sensorial	43
4. Apresentação e discussão de resultados	45
4.1. Acompanhamento do processo de produção em queijaria.....	46
4.2. Análises químicas	48
4.2.1. Humidade.....	48
4.2.2. Cinzas	50
4.2.3. Proteína.....	51
4.2.4. Cloretos.....	53
4.2.5. pH.....	54
4.3. Propriedades físicas	56
4.3.1. Textura.....	56
4.3.2. Cor	61
4.4. Análise sensorial	64
4.5. Comparação da análise sensorial com as propriedades químicas e físicas	66
5. Conclusão.....	72
6. Referências bibliográficas	75
Anexos	81
Anexo I	82

Índice Figuras

Figura 1: Aspeto do Queijo Serra da Estrela.....	18
Figura 2: Coagem do leite.....	19
Figura 3: Corte da coalhada e distribuição em panos brancos	20
Figura 4: Aperto da coalha nos cinchos	21
Figura 5:Cynara Cardunculus L	25
Figura 6: Estrutura da micela de caseína.....	26
Figura 7:Exemplo de uma análise de textura efetuada aos queijos.....	41
Figura 8: Evolução do peso médio do queijo ao longo da cura.....	46
Figura 9: Evolução das coordenadas de cor ao longo da cura.	47
Figura 10: Resultados da percentagem de humidade.....	48
Figura 11: Resultados da percentagem de cinzas.	50
Figura 12: Resultados da percentagem de proteína.	51
Figura 13: Resultados da percentagem de cloretos.....	53
Figura 14: Resultados do pH.....	55
Figura 15: Resultados da dureza da casca.....	56
Figura 16: Resultados da firmeza da pasta.....	57
Figura 17: Resultados da adesividade.	59
Figura 18: Resultados do pegamento.	60
Figura 19: Resultados de L*.....	61
Figura 20:Resultados de a*.....	62
Figura 21: Resultados de b*.....	63
Figura 22: Perfil sensorial do aspeto das amostras.	64
Figura 23: Perfil sensorial do sabor e aroma das amostras.	65
Figura 24: Perfil sensorial das amostras ecótipo 1.....	66
Figura 25: Perfil sensorial das amostras ecótipo 19.....	67
Figura 26: Perfil sensorial das amostras ecótipo 21.....	68
Figura 27: Perfil sensorial das amostras ecótipo 32.....	69
Figura 28:Perfil Sensorial das amostras ecótipo 33.....	70
Figura 29: Perfil sensorial das amostras ecótipo 37.....	71

Índice Tabelas

Tabela 1:Dias de maturação das amostras 35

1. Introdução

O queijo Serra da Estrela é um queijo de ovelha curado, de pasta semi-mole, amanteigada, branca ou ligeiramente amarelada, com poucos ou nenhuns “olhos”, obtido por dessoramento lento da coalhada, depois da coagulação do leite de ovelha cru e estreme pelo Cardo (*Cynara cardunculus var.,L*), de fabrico artesanal e proveniente da Área Geográfica de Produção “Serra da Estrela” (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho).

As características do Queijo Serra da Estrela são variadas e estão definidas por lei (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho). Os teores de humidade, a gordura, a forma do queijo, a crosta, a consistência e a pasta são típicos e resultam do tipo de leite e da tecnologia de fabrico e cura específicos do “Serra da Estrela” (Rodrigues et al., 2000). Tem a forma de um cilindro baixo e regular, com abaulamento lateral e ligeiro na face superior e sem bordos definidos, apresenta uma consistência maleável, permitindo alguma flutuação. Tem uma textura amanteigada, deformável ao corte, bem ligada, cremosa e untosa. Possui um aroma suave, limpo e ligeiramente acidulado.

A textura, o sabor e o aroma do queijo estão associados à sua composição química e pH. A aparência e o aroma dos queijos são apreciados antes do seu sabor.

A textura é o principal atributo de qualidade dos queijos e durante o seu fabrico, vários fatores podem contribuir para a sua textura final. A textura dos alimentos é subjetiva. A organização internacional de normalização define textura de produtos alimentares como “Todos os atributos reológicos e estruturais dos produtos perceptível por meio mecânico, táctil e quando apropriado recetores visuais e auditivos” (Gunasekaram e Mehmet, 2003).

A análise sensorial em queijos permite avaliar a sua qualidade, caracterizar queijos durante o desenvolvimento do produto e testar a sua aceitação no consumidor (McSweeney, 2007).

A cor é uma característica muito importante dos alimentos funcionando como o primeiro índice de qualidade é o primeiro parâmetros de qualidade

avaliado pelos consumidores, sendo fundamental para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser levado à boca. A cor é a primeira sensação que o consumidor percebe e utiliza como uma ferramenta para aceitar ou rejeitar o alimento (Fuquay et al., 2011).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar algumas características físicas, como a textura e a cor, também características químicas, como a humidade, cloretos, cinzas, proteínas e pH em queijos Serra da Estrela, e ainda fazer uma análise sensorial e comparar os resultados com as análises laboratoriais realizadas. Também foi acompanhado o processo de fabrico de um lote de queijos para avaliar a evolução da cor e perda de peso ao longo do processo de cura.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Queijo Serra da Estrela

2.1.1. Definição

O queijo Serra da Estrela teve origem nos tempos de ocupação Romana na Península Ibérica, onde as técnicas associadas ao fabrico foram passando de geração em geração.

É um produto tradicional da Beira Alta, que é produzido em dezoito concelhos de quatro distritos: Aguiar da Beira, Celorico da Beira, Fornos de Algodres, Gouveia, Guarda, Manteigas, Seia e Trancoso do distrito da Guarda; Covilhã do distrito de Castelo Branco; Arganil, Oliveira do Hospital e Tábua do distrito de Coimbra e Carregal do Sal, Mangualde, Nelas, Penalva do Castelo, Tondela e Viseu do distrito de Viseu (Rodrigues et al., 2000).

O queijo Serra da Estrela foi o primeiro queijo tradicional português de ovelha com Região Demarcada, em 1985 (Rodrigues et al., 2000). É o queijo mais tradicional produzido em Portugal e existem vários aspetos que o tornam único. É produzido pela coagulação de leite de ovelha cru utilizando um coalho vegetal, permitindo obter um queijo com sabor característico e a textura final amanteigada. No entanto existem variações na qualidade final do queijo devido às diferenças na matéria-prima utilizada, às práticas de fabrico e à maturação.

O queijo “Serra da Estrela” está definido como um queijo de ovelha curado, de pasta semi-mole, amanteigada, branca ou ligeiramente amarelada bem ligada, cremosa e untosa, com poucos ou nenhuns “olhos”, obtido por dessoramento lento da coalhada, depois da coagulação do leite de ovelha cru e estreme pelo Cardo (*Cynara cardunculus var.,L*), de fabrico artesanal e proveniente da Região Demarcada/ Área Geográfica de Produção “Serra da Estrela” (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho). Este queijo tem de ser produzido com leite de ovelha cru, produzido na área geográfica de produção “Serra da Estrela” e as ovelhas deverão ser de raças locais, a Bordaleira Serra da Estrela e a Churra Mondegueira, a coagulação tem de ser feita exclusivamente pelo cardo. Normalmente o período de produção é de Novembro a Abril (Rodrigues et al., 2000).

2.1.2. Características

As características do queijo Serra da Estrela estão também definidas legalmente pelo Decreto Regulamentar 42/85, de 5 de julho. Este apresenta-se sobre a forma de um cilindro baixo e regular com um abaulamento lateral e ligeiro na face superior e sem bordos definidos (Figura 1). Tem uma consistência semi-mole com alguma flutuação. Deve ter um peso entre 1,0 e 1,7 kg, com aproximadamente um diâmetro de 15 a 20 centímetros e uma altura de 4 a 6 centímetros. A casca deve ser lisa, bem formada, fina, inteira, uniforme e de cor amarelo- palha claro. Tem uma pasta fechada com poucos ou nenhuns olhos, apresenta uma textura medianamente amanteigada deformável ao corte, bem ligada, cremosa e untosa e uma cor branca ou ligeiramente amarelada. Possui um aroma e sabor suave, limpo e ligeiramente acidulado. Apresenta um teor de humidade de 61% a 69% (isento de matéria gorda), um teor de gordura entre 45% e 60% (em extrato seco) (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho).



Figura 1: Aspeto do Queijo Serra da Estrela.

A maturação deste queijo é lenta, a temperaturas baixas entre 6 e 12°C e humidade relativa elevada que varia entre 85 e 90%, sendo o tempo mínimo de cura de 30 dias. (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho).

Existe muita variabilidade na produção deste tipo de queijo, que se deve à qualidade e composição do leite, à qualidade e quantidade de sal e de cardo utilizado, às diferentes técnicas de fabrico, às condições durante a coagulação a drenagem do soro, prensagem, salga e maturação.

2.1.3. Etapas de fabrico

A composição e a qualidade higiénica do leite devem ser mantidas ao longo do tempo de produção do queijo Serra da Estrela, para que o queijo também varie o menos possível (Rodrigues et al., 2000).

O leite de ovelha utilizado não é sujeito a nenhum tipo de tratamento físico ou químico antes da coagulação com o coalho vegetal. A flora microbiana existente no leite cru pode ser importante durante a maturação do queijo.

A preparação do leite consiste na agitação suave para dissolver a gordura, coagem e acerto da temperatura. O leite é coado através de panos brancos (Figura 2), limpos e destinados exclusivamente a esse efeito. O pano é fixado no bordo do recipiente e preso por uma cinta metálica e verte-se o leite sobre o pano. O acerto da temperatura consiste em aquecer o leite na cuba até uma temperatura que varia entre os 28 e os 32°C (Rodrigues et al., 2000).



Figura 2: Coagem do leite.

Após o aquecimento do leite procede-se à sua coagulação exclusivamente com flor do cardo (*Cynara cardunculus var.,L*), em quantidades tradicionais, cerca de 0,2 a 0,3 g de flor de cardo por litro de leite. Esta adição pode ser efetuada de diversas formas, através de um macerado de flor de cardo que é deitado diretamente no leite seguido de uma mistura eficaz, ou maceração da flor de cardo com sal e água, colocando a pasta dentro de um pano com as extremidades fechadas, chamado de “boneca” seguido por imersão no leite, agitação e espremedura (Rodrigues et al., 2000).

O sal é adicionado ao leite nesta fase, quer seja na totalidade ou parcialmente, e a quantidade adicionada varia de acordo com os produtores de queijo. No caso de a salga ser efetuada no leite a quantidade de sal varia entre 20 e 25 g por litro de leite enquanto em salga mista a quantidade de sal adicionada varia entre 7 e 10 g por litro de leite (Rodrigues et al., 2000).

O leite é deixado em repouso cerca de quarenta e cinco a sessenta minutos. Decorrido esse tempo a coalhada está em condições de ser trabalhada, apresentando um aspeto de iogurte espesso. É efetuado o corte da coalhada com a ajuda de uma colher ou da lira, que tem como objetivo facilitar a saída de soro com o mínimo de perdas de proteína e gordura, seguindo-se a sua distribuição em panos brancos, que depois de apertados para a saída de soro, são colocados em cinchos (Rodrigues et al., 2000), como mostra a Figura 3.



Figura 3: Corte da coalhada e distribuição em panos brancos.

O dessoramento da coalhada é obtido por pressão manual e sucessivos apertos com viragens do cincho até que a saída de soro deixe de ser significativa. O soro vai escorrendo pela francela (Figura 4) sendo recolhido em recipiente apropriado (Rodrigues et al., 2000).



Figura 4: Aperto da coalha nos cinchos.

Para formar a casca do queijo a queijeira pica com os dedos a parte superior do queijo até três ou quatro centímetros de espessura, esmigalhando bem a massa para a enxugar mais para depois comprimi-la muito bem com as palmas das mãos de forma a formar uma superfície lisa, unida e uniforme. De seguida o queijo vai para a fase de prensagem. Em queijarias modernas, o queijo é sujeito a uma compressão em prensa durante quatro horas, enquanto em queijarias mais tradicionais se coloca um peso de 4 a 5 kg em cima do queijo durante seis horas (Rodrigues et al., 2000).

Nos casos de dupla salga do queijo, a salga externa é feita após a prensagem onde os queijos são esfregados com sal em toda a superfície, após serem retirados do cincho- Este tipo de salga é realizado em pequenas queijarias ou em queijarias com mais tradição (Rodrigues et al., 2000).

Para o processo de maturação o queijo é envolvido na superfície lateral com uma cinta de pano branco limpo desinfetado e seco. Numa primeira fase chamada de “reima” existe uma fermentação do queijo em que se vai formando

a crosta e a massa vai amanteigando, o que acontece a temperaturas baixas e com elevada humidade (aproximadamente 95%), de modo a controlar os microrganismos e a facilitar a formação da casca e da massa. Esta fase tem uma duração entre dez a quinze dias, e durante este período os queijos devem ser virados e mudados as cintas de pano todos os dias. É efetuada a sua primeira lavagem nesta fase quando o queijo se apresentar ligeiramente enxuto por volta do décimo dia. Após 15 dias, aproximadamente, os queijos são mudados para outra sala de cura, nesta segunda fase os queijos são dispostos em prateleiras onde são virados e lavados todos os dias, diminuindo a frequência de viragens e lavagens à medida que avança a cura, nesta fase a humidade do ambiente é mais baixa, aproximadamente 85% e a temperatura sofre um ligeiro aumento que tem como finalidade ajudar a formação da pasta amanteigada, da casca cor amarelo-palha e do sabor e aroma característicos (Rodrigues et al., 2000).

2.2. Matérias - primas

2.2.1. Leite de ovelha

O leite de ovelha possui um teor de sólidos, gordura, proteína, lactose e minerais mais elevado que nos leites oriundos de outras espécies pecuárias, tendo também um conteúdo nutritivo mais elevado (Park et al., 2007).

As propriedades físico-químicas do leite variam e dependem das condições de produção e das características individuais de cada animal (Pavic et al., 2002).

O leite de ovelha é o mais rico em proteína, sendo a fração azotada do leite de ovelha quase na sua totalidade proteica (95%), contendo pouca matéria azotada não proteica (5%). Os constituintes proteicos são maioritariamente caseínas (α , β , k), correspondendo a 78-83%, e os restantes são proteínas de soro, essencialmente β -lactoglobulina e α -lactalbumina, mas também outras como imunoglobulinas, albumina do soro e lactoferrina (Park et al., 2007). As caseínas são as únicas proteínas do leite que coagulam, e que permitem o fabrico do queijo (Park & Haenlein, 2006).

Contrariamente aos outros tipos de caseína, a caseína k é insensível ao cálcio e estabiliza as outras caseínas fosforiladas perante este catião. Possui também propriedades que facilitam a proteólise pelo coalho, dando origem à coagulação do leite, sendo a caseína k a principal proteína responsável pela coagulação do leite (Park & Haenlein, 2006).

O leite de ovelha possui gordura em maior quantidade que as outras raças pecuárias, mas mais importante é a sua distribuição de lípidos. Os lípidos são constituídos maioritariamente por glicéridos (98%) na forma de triglicéridos de cadeia média, mas também contêm outros lípidos simples (monoglicéridos, diglicéridos), lípidos complexos (fosfoglicéridos) e componentes lipossolúveis (colesterol, hidrocarbonetos) (Park & Haenlein, 2006).

Em geral, o leite de ovelha contém 0,9% minerais e possui alguns elementos minerais em quantidades superiores, tais como cálcio, fósforo, magnésio, zinco e ferro (Park & Haenlein, 2006).

2.2.2. Sal

O sal comum (NaCl) é usado como conservante de alimentos há muitos anos, juntamente com a fermentação e a desidratação. O sal, tal como o pH e a atividade da água, contribui para a prevenção de crescimento de agentes patogénicos no queijo. Outra característica do sal é que contribui diretamente para o sabor do queijo, o que faz com que seja uma característica muito apreciada pelos consumidores. Tem ainda influência na cura do queijo, principalmente através dos efeitos sobre a atividade da água, controlando assim a atividade microbiana e enzimática, e tendo também influência na humidade final do queijo e na sua textura (Guinee et al., 2004).

2.2.3. Cardo

O cardo utilizado para a produção do queijo Serra da Estrela é o *Cynara cardunculus L* (Figura 5), da Família ASTERACEAE, sendo uma planta abundante na Península Ibérica. A sua atividade coagulante do leite é devida à presença das cardosinas, que são proteinases aspárticas isoladas dos carpelos da planta de *Cynara cardunculus L*. A utilização das proteinases vegetais como coagulantes do leite tem despertado interesse, uma vez que são enzimas naturais que podem substituir o coalho de origem bovina e a quimosina recombinante (Gomez et al., 2001).

As duas cardosinas responsáveis pela atividade proteolítica são as cardosinas A e B. A cardosina A é mais abundante que a cardosina B e representam cerca de 60% do total de proteínas solúveis presentes nos estigmas maduros da planta. Apesar de serem semelhantes, existem diferenças nas suas propriedades catalíticas: a cardosina B tem maior atividade proteolítica e a cardosina A apresenta uma maior especificidade (Ramalho Santos et al, 1998).



Figura 5: Cynara Cardunculus L.

2.3. Transformação do leite em queijo

2.3.1. Estrutura da micela de caseína

Para o processo de coagulação, e os processos ocorridos durante a cura, é importante definir um modelo para o comportamento das moléculas de proteína bem como para as alterações que se verificam ao longo dos processos para a obtenção do queijo, a coagulação, a sinérese e a cura. As moléculas de proteína encontram-se associadas em partículas que são conhecidas como micelas de caseína e contêm cerca de 80% da proteína do leite. A sua estrutura é coloidal, a forma pode ser considerada esférica e são compostas por várias moléculas agrupadas em diferentes tipos: α S1-, α S2-, β -, e κ -caseínas (Schmidt, 1982;). Em todos os modelos de organização estrutural conhecidos, a κ -caseína aparece na superfície da micela e desempenha um papel fundamental na estabilidade do colóide (Schmidt, 1982; Horne, 2006). Destes, o mais difundido foi proposto em 1982 por Schmidt e pode observar-se na Figura 6.

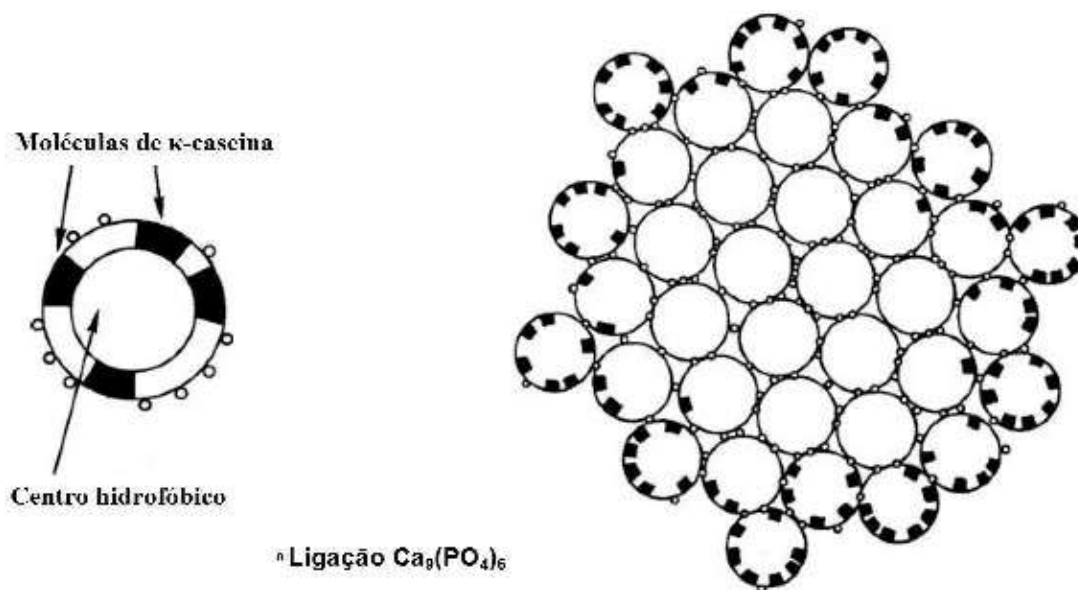


Figura 6: Estrutura da micela de caseína.

As α_{S1} -, α_{S2} -, β - e κ -caseínas são fosforiladas nos resíduos específicos do aminoácido serina (Ser) e contêm 8, 9–11, 5 e 1 grupos fosfato respectivamente (Farrell Jr. et al., 2004). Os grupos fosfato são esterificados na forma de monoésteres de serina e esta associação tem a capacidade de se ligar fortemente aos cátions polivalentes contribuindo para a neutralização da carga (Pinho, 2003). Para as concentrações de proteína e cálcio existentes na maior parte dos leites, as α_{S1} -, α_{S2} - e β -caseínas têm tendência a precipitar a partir desta ligação, bem como da neutralização da carga a ela associada (Farrell Jr. et al., 2004). No entanto, a κ -caseína estabiliza as micelas assim formadas num estado coloidal estável, devido ao seu comportamento simultaneamente hidrofóbico e hidrofílico, conferindo-lhe propriedades de superfície.

O modelo assenta numa orientação sub-micelar, sendo o centro hidrofóbico ocupado pelas α_{S1} -, α_{S2} - e β -caseínas, que se ligam entre si por ligações fosfato de cálcio e as sub-micelas exteriores são mais ricas em κ -caseínas, uma vez que estas têm propriedades de superfície (Chakraborty e Basak, 2008).

A estrutura da micela de caseína é sensível a fatores externos, como por exemplo a presença de enzimas, o pH e a temperatura.

2.3.2. Coagulação

A coagulação enzimática da proteína do leite ocorre em duas fases e pode ser efetuada por meio de enzimas de origem animal, vegetal e microbiana.

A primeira fase designa-se por enzimática e o coagulante promove um corte na ligação peptídica existente entre as posições 105 e 106, constituída pelos aminoácidos fenilalanina e metionina da κ -caseína (Phe105-Met106). A enzima que apresenta maior especificidade para quebra desta ligação, a quimosina, é de origem animal. Esta ação divide a κ -caseína em dois resíduos: o resíduo glicomacropéptido (GMP), solúvel, hidrofílico, constituído pelos aminoácidos 106-169, o qual fica no soro e o resíduo para- κ -caseína, insolúvel, hidrofóbico, constituído pelos aminoácidos 1-105, o qual permanece ligado às α_{S1} - e β -caseínas e, por ser altamente hidrofóbico e alcalino, conduz à destabilização das micelas (Gunasekaren e Ak, 2003; Awad, 2007).

A primeira ação do agente coagulante é a quebra da ligação que fixa o resíduo GMP à κ -caseína (Phe105-Met106), separando-o da estrutura micelar, desestabilizando a micela e obrigando-a ao início de uma nova ordem coloidal, a segunda fase da coagulação. Apesar de haver uma grande semelhança entre as enzimas de origem vegetal e animal (quimosina), o facto é que as enzimas de origem vegetal não têm um grau de especificidade tão grande para a ligação Phe105-Met106 da κ -caseína. No entanto, são mais proteolíticas e têm uma maior especificidade no que se refere à hidrólise das α_S - e β -caseínas (Awad, 2007)

Na segunda fase da coagulação, as micelas modificadas tendem a agregar-se e a formar uma rede, inicialmente débil, que vai aprisionando os glóbulos de gordura, a água e os materiais solúveis em água. A agregação corresponde à formação do gel pela associação de resíduos de micela

modificados, e é altamente dependente do pH, da temperatura, do conteúdo em cálcio e em caseína. Uma subida nestes três últimos fatores provoca uma diminuição no tempo de coagulação e um aumento na firmeza do gel (Sandra et al., 2007). As ligações fosfato de cálcio na agregação das micelas são importantes, pois o número destas ligações aumenta com a concentração de Ca^{2+} no meio (Awad, 2007) mas, por outro lado, diminui com o decréscimo do pH (Karlsson et al., 2007).

A agregação de micelas de caseína forma uma estrutura constituída por cordões com cerca de três unidades micelares de largura e dez de comprimento, alternados por alguns nódulos de unidades micelares. Estes cordões começam a crescer e a ocupar o volume do recipiente e o gel começa a formar-se. As partículas começam a agregar-se em cadeias cada vez maiores, que começam a ramificar e, por fim, formam a estrutura de gel assumida pela rede proteica conhecida como coalhada (Awad, 2007).

Devido à dinâmica de formação das cadeias, a coalhada tem tendência a contrair provocando a exsudação do líquido. Este fenómeno é conhecido por sinérese (Gunasekaren e Ak, 2003) e depende de vários fatores como o tratamento térmico, a homogeneização do leite, a quantidade sais como cloreto de cálcio e cloreto de sódio, a quantidade de agente coagulante, a temperatura de coagulação, o pH e o uso de práticas como corte e lavagem da coalhada. O controlo da sinérese permite, aos produtores de queijo, controlar a humidade final e a atividade da água (a_w) da coalhada fresca e, assim, exercer influência determinante na dinâmica do processo de maturação.

2.3.3. Maturação

A maturação (ou cura) tem um papel fundamental no desenvolvimento das características individuais de cada queijo. Apesar de haver algumas variedades de queijos que são consumidas frescas, a maioria são consumidas após um período de maturação que pode ir dos 30 dias até mais de dois anos. Durante este período ocorrem três eventos bioquímicos primários: o metabolismo da lactose, o metabolismo das proteínas e o metabolismo dos

lípidos, conhecidos por glicólise, proteólise e lipólise, respetivamente. Estas reações primárias são as responsáveis pelas alterações ocorridas durante a cura que mais determinam a textura e o desenvolvimento do “flavour” básico dos queijos. No entanto, inúmeras modificações secundárias ocorrem paralelamente e, não só são responsáveis pelo desenvolvimento dos aspetos finos do “flavour”, como também contribuem para modificar a textura. Estes fenómenos complexos afetam todos os compostos solúveis e insolúveis da matriz, e são devidos à ação das enzimas do agente coagulante, dos microrganismos e, com menor importância, das enzimas nativas do leite (Narimatsu et al., 2003).

O tipo de leite usado é um dos fatores mais importantes na maturação de queijo devido à presença de microrganismos de diferentes géneros. Em queijos obtidos a partir de leite cru, os microrganismos dominantes, durante a cura, são bactérias ácido lácticas dos géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* e *Enterococcus*. Pensa-se que estas bactérias sejam as principais responsáveis pelo desenvolvimento dos aromas ao longo da cura. No final da cura, estas bactérias lácticas prevalecem e controlam a proliferação de microrganismos indesejáveis (Dahl et al., 2000).

Glicólise

Grande parte da lactose é extraída com o soro durante a produção de queijo, apesar de permanecer sempre uma quantidade de lactose residual dissolvida no soro existente na coalhada. Esta é rapidamente convertida em ácido láctico pela ação das bactérias lácticas e a acidificação do meio tem um efeito importante na estrutura da matriz proteica, por via da desmineralização das micelas de caseína. Um metabolismo da lactose residual completo e extenso é essencial para a produção de queijos de boa qualidade e a sua rapidez depende, entre outros fatores, da quantidade de sal existente na coalhada.

Para além das bactérias lácticas, existem outros microrganismos capazes de fermentar os monossacáridos da lactose e transformá-los em

diversos produtos, que podem ser indesejáveis e produzem defeitos no queijo. Por exemplo, os coliformes transformam a lactose em ácido láctico, em ácido acético e em ácido fórmico, enquanto que as leveduras transformam-na em ácidos orgânicos, em álcool, em acetaldeído e em CO₂.

Proteólise

A matriz proteica sofre mudanças estruturais durante a cura. O fenómeno responsável por esta alteração é a proteólise, que é o acontecimento mais importante no desenvolvimento do perfil de “flavour” e da textura (Pinho, 2003). A proteólise contribui para a libertação de aminoácidos e péptidos, que podem estar diretamente associados ao sabor amargo, maior libertação de compostos sápidos durante a mastigação, subida do pH devido à produção de compostos alcalinos dos quais se destaca o NH₃ e colapso da rede proteica, aumento de pH e captação da água, devido aos recém-formados grupos amina e carboxilo.

A proteólise é um fenómeno muito complexo, devido à diversidade das proteínas do leite, à variedade da flora existente e à variedade das enzimas proteolíticas que nele participam. Os principais contribuintes para o processo de proteólise são: o agente coagulante, as proteases e as peptidases do fermento láctico e/ou da flora secundária, bem como das enzimas naturais do leite (Narimatsu et al., 2003).

A degradação das caseínas é sequencial. A primeira ligação a ser quebrada, como já foi referido anteriormente, é a ligação Phe105-Met106 da κ -caseína. Quanto às outras caseínas, as α_S -caseínas são mais sensíveis à proteólise do que as β -caseínas (Poveda et al., 2004). Numa fase inicial da proteólise a degradação das β -caseínas é predominante. No entanto, no final, observam-se taxas de degradação das α_S -caseínas superiores e, como resultado final, a extensão de degradação no final da cura é superior para as α_S -caseínas (Gorostiza et al., 2004). A evolução do pH do queijo ao longo da cura pode estar relacionada com estas diferenças. Enquanto que a extensão da hidrólise da β -caseína é semelhante para valores de pH 6,5 e 5,5, no caso

das α_S -caseínas só se verifica hidrólise completa a pH 5,5. Em ambas as caseínas, a hidrólise é mais rápida para valores de pH inferiores.

A hidrólise das β -caseínas tem como resultado um resíduo C-terminal com características hidrofóbicas, que se designa por γ -caseína e polipéptidos N-terminais hidrofílicos. Estes dois polipéptidos interagem entre si e formam um complexo solúvel no soro, designado proteose-peptona. Os produtos da hidrólise das β -caseínas poderão estar relacionados com o aparecimento do sabor amargo (Madsen e Ardo, 2001). As α_S -caseínas têm um comportamento diferente: enquanto a hidrólise das α_{S1} -caseínas é lenta e também tem como produto as γ -caseínas, as α_{S2} -caseínas têm uma hidrólise mais rápida e já foram detetados onze péptidos diferentes desta reação, todos eles associados a cortes em ligações constituídas por lisina e arginina.

As enzimas provenientes de agentes coagulantes de origem vegetal, principalmente extratos de flor de *C. Cardunculus L.*, têm sido alvo de estudos (Prados et al., 2006). O sistema enzimático existente nos extratos de flor do *C. cardunculus* é constituído por 3 formas de proteases ácidas (I, II e III). Como as formas I e II são similares, é comum agruparem-se e designar-se a este grupo por cardosina A, sendo a forma III designada por cardosina B. O complexo enzimático cardosina A apresenta semelhanças com a quimosina, enquanto que a cardosina B é similar à pepsina. Ou seja, a ação proteolítica da cardosina B não é tão específica (Silva e Malcata, 2005). Por outro lado, as enzimas vegetais demonstram ter maior capacidade proteolítica que as enzimas animais e são específicas para um maior número de ligações peptídicas (Prados et al., 2006).

A proteólise ocorrida na cura do queijo de ovelha depende do procedimento utilizado na sua produção (Roseiro et al., 2003). A pasteurização do leite mostrou ter uma influência na proteólise, a degradação das κ - e β -caseínas é mais intensa em queijo obtido a partir de leite cru, enquanto que a das α_{S2} -caseínas é mais intensa em queijo obtido a partir de leite pasteurizado (Gaya et al., 2005).

Lipólise

A lipólise é a hidrólise dos lípidos e ocorre por ação de lipases naturais do leite e de lipases de origem microbiana. A maior parte dos queijos têm uma atividade lipolítica muito ligeira durante a cura e muitos consumidores associam um elevado grau de ácidos gordos livres nos queijos ao sabor a ranço. No entanto, a libertação de ácidos gordos voláteis, principalmente os de baixo peso molecular, contribui para o desenvolvimento do aroma característico do queijo. Dentro destes, são de realçar o cáprico e o caprótico, que conferem ao queijo o que muitos designam por cheiro característico (Silva, 2001).

No leite existem uma série de 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.

As bactérias lácticas de ambos os géneros, *Lactobacillus* e *Lactococcus*, contêm uma atividade proteolítica elevada. No entanto, a atividade lipolítica é reduzida e pensa-se que a lipólise se deve principalmente às enzimas do leite e às enzimas produzidas por bactérias lácticas não de arranque. Quando se usam extratos de flor do cardo como agente coagulante, as enzimas existentes na mistura podem ter atividade lipolítica significativa.

3. Material e métodos

3.1. Materiais

As amostras utilizadas neste trabalho são provenientes da região demarcada do Queijo Serra da Estrela pertencendo aos concelhos de Penalva do Castelo, Oliveira do Hospital e Fornos de Algodres. Foram analisadas 29 amostras de queijo, produzidos com 6 ecótipos de cardo diferentes.

As amostras são designadas por códigos, de modo a salvaguardar a identidade das queijarias que as produziram. Os códigos são formados por duas letras e números, cada queijaria corresponde a um conjunto de letras e o número para diferenciar os queijos. A Tabela 1 apresenta os códigos das amostras, os dias de maturação e o ecótipo de cardo a que pertencem.

Tabela 1: Dias de maturação das amostras

Localização geográfica	Ecótipo de cardo	Amostras	Dias de maturação
Penalva do Castelo	1	CI 1	52
Penalva do Castelo	1	CI 2	74
Penalva do Castelo	19	CI 3	75
Penalva do Castelo	19	CI 4	73
Penalva do Castelo	21	CI 5	55
Penalva do Castelo	21	CI 6	71
Penalva do Castelo	21	CI 7	50
Penalva do Castelo	32	CI 8	58
Penalva do Castelo	33	CI 9	120
Penalva do Castelo	33	CI 10	49
Penalva do Castelo	37	CI 11	63
Penalva do Castelo	37	CI 12	124
Fornos de Algodres	1	FA 1	64
Fornos de Algodres	19	FA 2	62
Fornos de Algodres	21	FA 3	62
Fornos de Algodres	32	FA 4	113
Fornos de Algodres	33	FA 5	114
Fornos de Algodres	37	FA 6	116
Penalva do Castelo	1	QG 1	74
Penalva do Castelo	19	QG 2	73
Penalva do Castelo	21	QG 3	72
Penalva do Castelo	32	QG 4	121
Oliveira do Hospital	1	QA 1	64
Oliveira do Hospital	19	QA 2	65
Oliveira do Hospital	21	QA 3	71
Oliveira do Hospital	32	QA 4	177
Oliveira do Hospital	33	QA 5	114
Oliveira do Hospital	32	QL 1	99
Oliveira do Hospital	33	QL 2	104

3.2. Análises químicas

Na realização das análises químicas a colheita da amostra foi feita por corte, sendo retirada uma porção superficial de aproximadamente 0,3 cm correspondente à casca, sendo depois triturada a amostra.

Para cada análise efetuada foram realizadas 3 réplicas.

3.2.1. Humidade

A humidade da maioria dos queijos curados é condicionada pela taxa e a duração da sinérese e pela compactação da estrutura de caseína. Após a coagulação, os processos seguintes, como moldagem, prensagem e salga, que diferem conforme o tipo de queijo, são acompanhados por um abaixamento de pH e originam uma perda de humidade considerável, através da remoção do soro.

A determinação da humidade nos alimentos é considerada um procedimento analítico simples. No entanto torna-se complicado em função da exatidão e precisão dos resultados. As dificuldades encontradas são: a separação incompleta da água do produto; a decomposição do produto com formação de água e a perda de substâncias voláteis do alimento que serão computadas como peso em água (Park et al., 2006).

Para a determinação da humidade utilizou-se o método de perda de massa após desidratação até massa constante, recorrendo a uma balança de halogéneo (Mettler Toledo, HG53), regulada a uma temperatura de funcionamento de 120°C. A massa inicial das amostras foi aproximadamente 3 gramas.

3.2.2. Cinzas totais

A cinza total refere-se ao resíduo após a incineração de matéria orgânica. Os alimentos são incinerados num cadinho, geralmente feito de silicone, porcelana ou platina (muito caro, mas o menos reativo). A amostra alimentar deve ser destruída por aquecimento suave numa mufla a 550°C para

evitar a formação de espuma de lípidos e açúcares, até que seja produzido um resíduo branco ou cinza claro (Greenfield et al., 2003).

A determinação das cinzas foi efetuada através do método de Weende. Procedeu-se à calcinação da amostra por incineração completa em mufla a uma temperatura de 550°C. Em primeiro lugar procedeu-se à pesagem do cadinho, previamente calcinado a 550°C e arrefecido em exsiccador até à temperatura ambiente. Em seguida procedeu-se à pesagem de cerca de 1 grama de amostra, em cadinho previamente tarado. Seguidamente procedeu-se à calcinação em mufla à temperatura acima indicada, até à obtenção de um resíduo branco. Como foi muito complicado obter um resíduo branco, tratou-se o resíduo com HNO₃ concentrado e voltou-se a calcinar, até à obtenção do resíduo branco. Arrefeceu-se em exsiccador até à temperatura ambiente e pesou-se novamente.

3.2.3. Proteína Bruta

A determinação das proteínas efetuou-se de acordo com o método de Kjeldahl que consiste na mineralização da amostra com ácido sulfúrico, em presença de um catalisador à base de cobre, uma solução de sulfato de cobre saturada. Colocou-se num balão de kjeldhal 1 grama de amostra, cerca de 10 ml de ácido sulfúrico concentrado e 1 ml de solução saturada de sulfato de cobre. Colocou-se no mineralizar a 400°C durante aproximadamente 6h. Após arrefecimento do balão de kjeldhal, procedeu-se à adição de cerca de 50 ml de água colocando-se em seguida no aparelho de destilação, no qual se colocou para recolha do destilado, um balão de erlenmeyer de 250 ml com cerca de 20 ml de ácido bórico e uma gota de indicador misto, seguindo-se a adição de 50 ml de NaOH a 40 % e iniciou-se a destilação. Em seguida recolheu-se cerca de 150 ml de destilado (azul) o qual se titulou com HCL 0,1 N até viragem para cor (rosada).

3.2.4. Cloretos

A determinação de sal (Cloreto de sódio) nos alimentos é de extrema importância pelo facto de quando este está presente nos alimentos ressaltar o paladar de cada ingrediente e ter funções bactericidas.

Em análise de alimentos é muito comum determinar o ião cloro, expresso em cloreto de sódio. Para a sua determinação utilizam-se os métodos volumétricos de precipitação. Dentro deste tipo de métodos os mais importantes são os que empregam como solução padrão o nitrato de prata (AgNO_3), chamados de argentimétricos. A determinação efetua-se por titulação na solução obtida a partir do produto a analisar, ou da respetiva cinza (Netto, 1959).

Como exemplo de métodos argentimétricos temos por exemplo o método de Mohr, Neste método usaram-se soluções de nitrato de prata para titular cloretos. O indicador usado foi Cromato de potássio sendo o ponto final da titulação indicado pelo aparecimento de um precipitado vermelho acastanhado de Cromato de prata.

As determinações foram executadas de acordo com o seguinte procedimento: em primeiro lugar foram pesadas 1 grama de amostra para um cadinho de porcelana, previamente pesado e tarado, o qual foi carbonizado seguidamente em bico de Bunsen e colocado a incinerar em mufla a 550°C . Depois de incinerado retirou-se para exsiccador e pesou-se. Depois adicionou-se três gotas de ácido nítrico (1+9) e 30 ml de H_2O , agitou-se e filtrou-se. Em seguida lavou-se o cadinho e o filtro com 50 ml de H_2O e recebeu-se o filtrado e as águas de lavagem num erlenmeyer. Neutralizou-se com bicarbonato de sódio até pH 8,2, aquecendo-se em banho-maria até não haver mais desprendimento de gás carbónico. Em seguida procedeu-se ao seu arrefecimento e à adição de duas gotas do indicador cromato de potássio a 10 %. Por fim efetuou-se a titulação da solução com nitrato de prata 0.1N até aparecimento da coloração amarelo-avermelhada.

3.2.5. pH

O pH tem importância decisiva na textura do queijo, devido ao seu efeito na estrutura das caseínas, quer através de alterações provocadas na carga, quer a partir da desmineralização que pode ocorrer por ação duma diminuição do pH (Watkinson *et al.*, 2001).

Na monitorização do pH ao longo da maturação, observa-se uma fase inicial de diminuição do pH, correspondente ao consumo da lactose e produção de ácido láctico pela ação do crescimento das bactérias ácido - lácticas (quer sejam nativas quer sejam adicionadas) e uma fase final da cura, em que se verifica um aumento de pH, atribuído à utilização do ácido láctico com formação de produtos neutros ou alcalinos (Watkinson *et al.*, 2001). O abaixamento de pH observado na fase inicial da cura é mais evidente em queijos obtidos a partir de leite cru do que em queijos obtidos a partir de leite pasteurizado, em que são utilizadas bactérias ácido lácticas de arranque (Awad, 2006).

A determinação do pH foi efetuada diretamente na pasta do queijo, sem diluições. Para isso utilizou-se um potenciómetro, previamente calibrado com soluções padrão pH=4 e pH=7, munido de um eletrodo de penetração.

3.3. Análises físicas

3.3.1. Textura

A textura representa um papel fundamental na aceitação dos alimentos pelos consumidores (Sousa, 2001) e, em particular nos queijos, é um dos atributos mais importantes na determinação da identidade do produto (Buffa *et al.*, 2001). A textura dos alimentos pode definir-se da seguinte forma (Bourne, 1982), é um conjunto de propriedades físicas que deriva da estrutura do alimento, tem o seu lugar próprio dentro das propriedades físicas dos alimentos, é sentida pela perceção ao toque na boca ou por outras partes do corpo, como por exemplo as mãos, não está relacionada com as sensações químicas de aroma e sabor.

A textura do queijo é condicionada inicialmente pelo pH e pela razão entre a caseína intacta e a humidade. O abaixamento de pH provoca a desmineralização dos componentes das micelas, o que, por sua vez, tem uma grande influência nas ligações entre as caseínas na rede proteica (Sandra et al., 2007).

Nas duas primeiras semanas de cura observam-se alterações bastante acentuadas na textura, devido à hidrólise das α S1-caseínas. Posteriormente, as mudanças na textura são lentas e são determinadas principalmente pela taxa de proteólise, pela relação entre o teor em sal e a humidade e pela temperatura. O decréscimo da a_w durante a cura, devido à libertação de grupos iónicos com capacidade de reterem água e, em muitos casos, devido à evaporação da água, também pode ser importante no desenvolvimento da textura.

Apesar da proteólise desempenhar um papel importante no amolecimento da estrutura de alguns queijos, noutros prevalece o efeito da diminuição do a_w e/ou evaporação da água que provoca um endurecimento do queijo, uma vez que se perdem propriedades plastificantes (Awad, 2006).

Existem diferentes testes para avaliar instrumentalmente a textura de queijos. Os testes de penetração, com sondas cilíndricas e cónicas, têm-se mostrado eficazes na monitorização da textura de queijos de pasta mole (Benedito et al., 2006) e, a utilização destes testes é mais consistente com a análise sensorial do que os testes de compressão (Stampanoni e Noble, 1991).

A composição tem grande influência na textura de um queijo (Alvarenga, 2000). A textura, o sabor e o aroma do queijo dependem da sua composição, em humidade, proteína, gordura e teor de minerais, do pH da coalhada e das condições de maturação, a temperatura, o teor de humidade e da contaminação microbiana na massa e na superfície do queijo.

Para a análise das características de textura utilizou-se um texturómetro tipo TA- XT2 (Stable Microsystems, Inglaterra). Foi utilizada uma

sonda de perfuração de 2 mm de diâmetro. A velocidade de teste foi 1 mm/s e a distância 10 mm. Nos testes foram utilizados os queijos inteiros, sendo os resultados apresentados a média de cinco perfurações em cada amostra sendo distribuídas na face superior do queijo.

Os parâmetros analisados na textura foram a a firmeza da casca (“Softness”), a firmeza da pasta (“Flesh Firmness”), a adesividade (“Adhesiveness”) e o pegamento (“Stickiness”), conforme indicado na Figura 7.

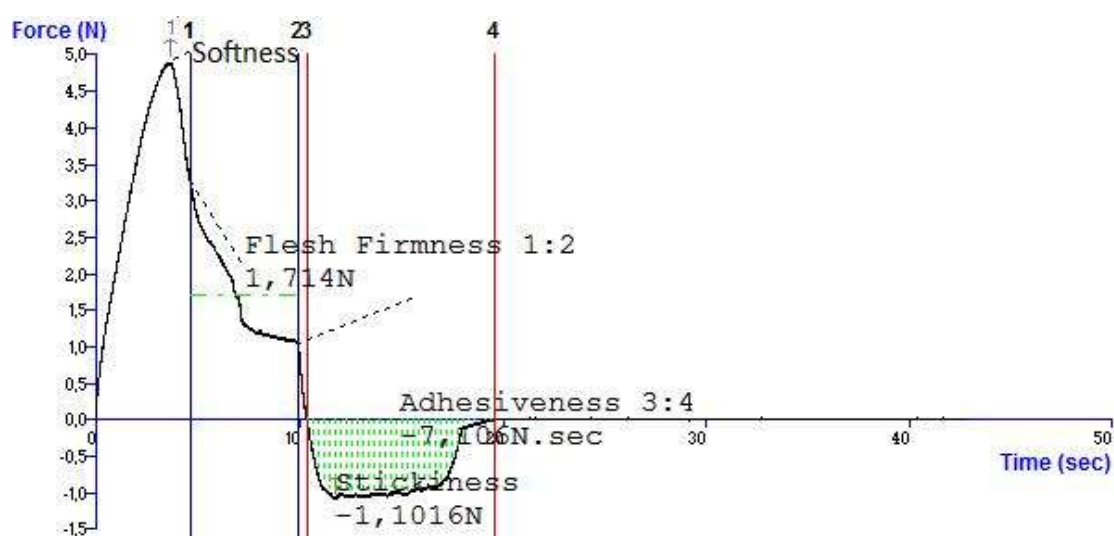


Figura 7:Exemplo de uma análise de textura efetuada aos queijos.

3.3.2. Cor

A cor pode ser avaliada instrumentalmente usando o sistema de coordenadas CIELAB definido pela “Commission Internationale de L’éclairage” – “CIE 1976 L*a*b* Uniform Colour Space” e tem sido um método usado para a determinação instrumental da cor da pasta e da crosta em queijos. A coordenada L* traduz a variação da luminosidade claro/escuro, variando entre 0 (preto) e 100 (branco), a componente a* varia entre -60 (verde) e +60 (vermelho) e a componente b* varia entre -60 (azul) e +60 (amarelo) (Buffa et al., 2001). Os parâmetros cromáticos podem ser influenciados pela composição

em gordura, por exemplo, queijos com maior teor de gordura apresentam-se mais amarelos e menos avermelhados do que queijos com menores teores de gordura.

As coordenadas L^* , a^* e b^* foram medidas usando um colorímetro portátil, Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão).

A medição da cor foi efetuada na casca do queijo, 3 medições foram realizadas na face superior e 3 medições na face inferior, sendo o resultado apresentado a média das 6 medições efetuadas em cada amostra.

3.4. Análise sensorial

Os queijos obtidos a partir de leite cru apresentam um desenvolvimento de aromas mais intenso e uma textura mais macia, o que pode ser explicado pela intensidade e pela extensão da proteólise ocorrida nestes queijos (Awad, 2006). Os produtos deste processo, como péptidos e aminoácidos, influenciam consideravelmente as características sensoriais do queijo (Poveda et al., 2004).

O tipo de queijo também pode ter influência no desenvolvimento do perfil sensorial ao longo da cura. Em queijos coagulados pela ação do coalho de origem animal observa-se menor intensidade dos aromas, do sabor ácido e da luminosidade da cor, além de serem mais firmes e menos cremosos quando comparados com queijos coagulados a partir de extratos vegetais (Tejada et al., 2007). Por outro lado, em queijos obtidos a partir de leite cru, o desenvolvimento do “flavour” é mais rápido e completo do que em queijos obtidos a partir de leite pasteurizado. A rápida fermentação da lactose, garantida pelas bactérias nativas, permite maior eficácia na expulsão do soro, influenciando o “flavour” e a textura final dos queijos (Awad, 2006).

A lipólise também influencia o desenvolvimento dos aromas do queijo. Em termos gerais, julga-se que esta maior intensidade de aromas poderá estar relacionada com a maior quantidade de ácidos gordos voláteis presentes, ou mesmo com as elevadas concentrações destes (Horne et al., 2005).

As provas sensoriais dos queijos foram realizadas por 9 provadores treinados com idade compreendida entre os 25 e os 56 anos, numa sala de prova com as condições controladas de temperatura e humidade ($21,2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $42\% \pm 1\%$, respetivamente).

As provas sensoriais de todos os queijos foram realizadas em 2 sessões.

Os parâmetros avaliados pelos provadores foram:

- Espessura, uniformidade e cor da casca;
- Uniformidade, cor e amanteigado da pasta;

- Intensidade do odor;
- Intensidade, sal, acidez, amargo e presença residual no sabor e aroma;
- E uma avaliação global em cada amostra.

A ficha de prova apresentada aos provadores encontra-se no anexo I, tendo sido esta adaptada da ficha de prova que se encontra regulamentada pelos NP 1922 para a prova de queijos Serra da Estrela, onde todos os parâmetros foram avaliados numa escala crescente de 1 a 7. Em que o valor 1 correspondia a “pouco” e o valor 7 a “muito”, à exceção da cor da pasta e da cor da casca em que o valor 1 correspondia a “branca” e o valor 7 a “amarela”.

Todas as amostras do queijo foram codificadas de forma a não ser identificada a sua origem. Assim, cada amostra foi codificada aleatoriamente com 3 algarismos.

A avaliação sensorial das amostras foi efetuada em duas fases. Inicialmente, cada amostra de queijo foi apresentada a cada provador na forma inteira e em metades para serem avaliados os parâmetros do aspeto da casca e da pasta. Posteriormente foi apresentada uma fatia desse mesmo queijo para avaliar o sabor e a textura.

4. Apresentação e discussão de resultados

4.1. Acompanhamento do processo de produção em queijaria

Ao longo do processo de maturação do queijo, foi acompanhada a evolução do peso e da cor da casca de um lote de queijos produzidos numa queijaria em Fornos de Algodres. Os resultados apresentados nas Figuras 8 e 9 são a média das pesagens e medições de cor de 12 queijos.

Os 12 queijos avaliados foram produzidos com 6 ecótipos de cardo diferentes, 3 amostras foram produzidas com o ecótipo 1, 2 amostras com o ecótipo 19, 1 amostra com o ecótipo 21, 2 amostras com o ecótipo 32, 3 amostras com o ecótipo 33 e 1 amostra com o ecótipo 37.

As primeiras pesagens foram efetuadas no dia de fabrico, logo após a prensagem, e as restantes pesagens foram efetuadas 2, 17, 30 e 45 dias após o fabrico.

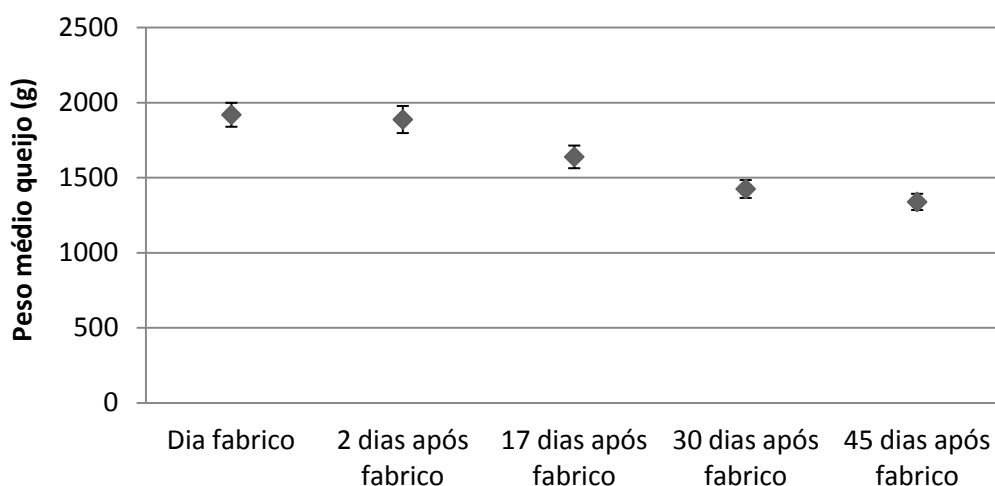


Figura 8: Evolução do peso médio do queijo ao longo da cura.

Como se pode verificar na Figura 8 o peso dos queijos foi diminuindo ao longo da maturação, o que se deve à perda de água que ocorre durante este processo. A maior perda de água dá-se da segunda para a terceira pesagem, uma vez que é neste período de tempo que ocorre uma forte fermentação láctica e simultaneamente a “reima” que consiste numa grande

perda de humidade que se concentra à superfície do queijo e que permite o desenvolvimento microbiano favorável à maturação. A terceira pesagem efetuada nos queijos foi realizada no dia em que passaram para a segunda sala de cura, onde a humidade do ar e a temperatura não são controladas, o que vai fazer com que a perda de humidade nos primeiros dias seja mais significativa. A diferença entre a pesagem 30 dias após o fabrico e a pesagem 45 dias após a pesagem é menos significativa, uma vez que a maturação ocorre mais lentamente.

A análise da cor tem como objetivo avaliar a evolução da cor ao longo do processo de maturação. Em relação à análise da cor, a coordenada L^* representa a luminosidade, após o fabrico do queijo este apresenta uma cor próxima do branco, com o decorrer do tempo de cura, a cor da casca vai ficando de cor amarelo-palha, como se pode verificar pelos valores apresentados na Figura 9.

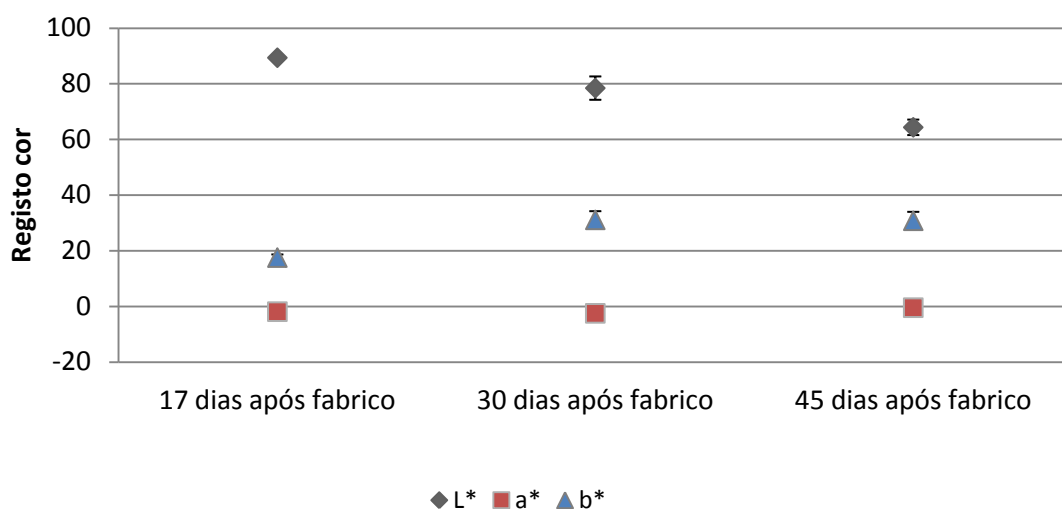


Figura 9: Evolução das coordenadas de cor ao longo da cura.

Após 17 dias de fabrico os queijos apresentavam um valor de L^* próximo de 90, perto do branco, enquanto que após 45 dias de fabrico apresentavam um valor mais baixo, estando a afastar-se da cor branca para a cor preta, como era de esperar. O valor de a^* tende a aumentar ligeiramente durante o processo de cura, mas não muito uma vez que o queijo não

apresenta tonalidades avermelhadas. Na coordenada b^* há um aumento da primeira medição para a segunda medição, tendo depois descido ligeiramente da segunda para a terceira medição, sendo que isto não deveria acontecer, uma vez que a cor da casca tende sempre a ficar com tonalidade mais amarela à medida que vai passando o tempo de cura.

4.2. Análises químicas

Os resultados obtidos para as propriedades químicas do queijo Serra da Estrela das diferentes amostras estão registados nas Figuras 10 a 14.

4.2.1. Humidade

A Figura 10 apresenta os resultados relativos à percentagem de humidade obtida para as amostras de queijo Serra da Estrela

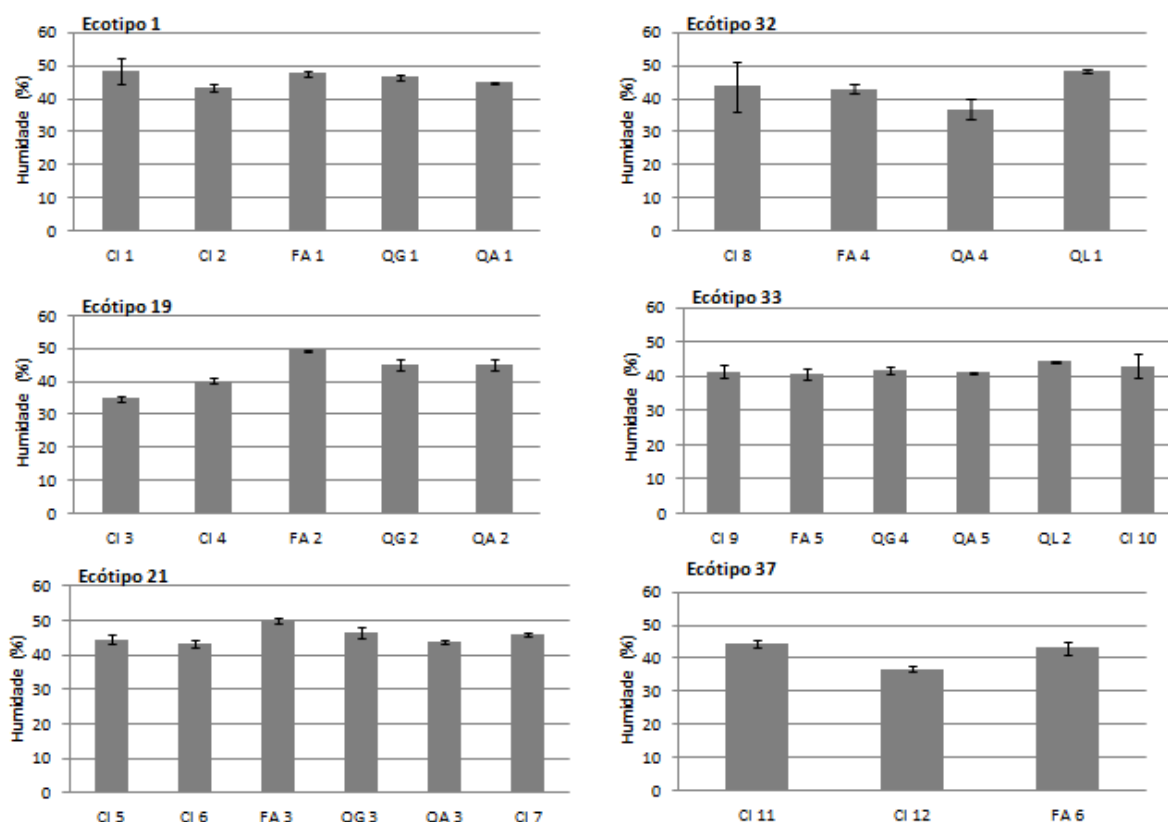


Figura 10: Resultados da percentagem de humidade.

Os valores médios obtidos na humidade para as diferentes amostras variam entre 34,89% e 49,8%. Nos ecótipos 1, 21 e 33 é onde as amostras apresentam menos variabilidade na percentagem de humidade entre elas, nos ecótipos 19, 32 e 37 as amostras apresentam grande variabilidade no seu teor de humidade. Nenhuma das amostras está de acordo com o que é definido por lei, em que o teor de humidade para o queijo varia de 61 a 69% (Dec. Regul. 42/85 de 05 de Julho) com os dias de maturação a variar entre 45 e 60 dias. Todas as amostras com dias de maturação nesse intervalo apresentam um valor inferior ao definido. A diferença obtida entre as amostras pode dever-se principalmente pela variação dos dias de maturação, os diferentes métodos de fabrico utilizados pelas diferentes queijarias e os diferentes ecótipos de cardo utilizados. No método de fabrico, a moldagem, a prensagem e a salga podem ser os responsáveis por estas diferenças. Quanto mais dias de maturação o queijo tiver, mais baixa deveria ser a humidade, o que não se observa, as amostras CI 3, CI 12 e QA 4, que apresentam os valores mais baixos e próximos entre si. No que respeita à diferença no tempo de maturação, esta varia de 75 a 177 dias.

4.2.2. Cinzas

A Figura 11 apresenta os resultados para a percentagem de cinzas obtidas para as amostras queijo Serra da Estrela.

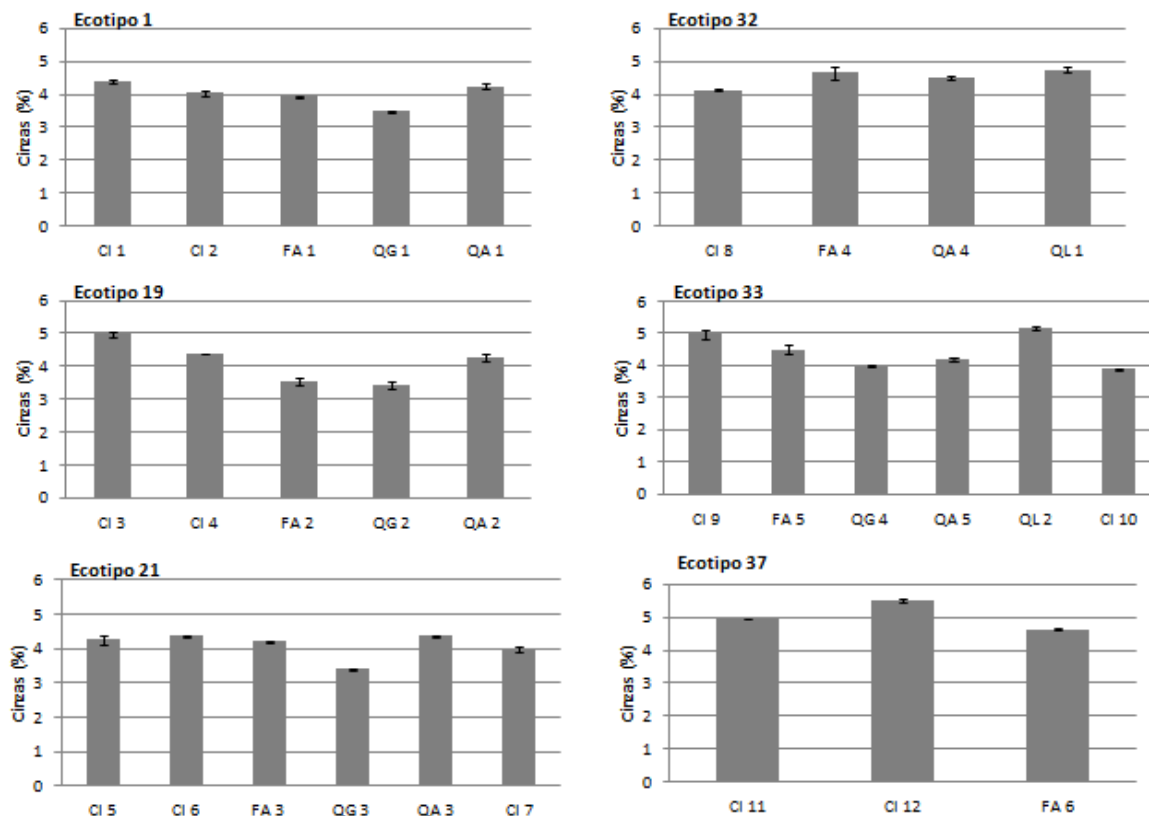


Figura 11: Resultados da percentagem de cinzas.

Os valores médios obtidos na determinação das cinzas para as diferentes amostras variam entre 3,4% e 5,5%. Nas amostras existe uma grande variação do teor de cinzas, que pode ser explicado pela diferença de minerais existentes no leite, uma vez que é a matéria-prima utilizada que mais se diferencia. O leite provém de diferentes rebanhos, foi transformado em queijo em diferentes queijarias e a quantidade de sal adicionada ao leite no processo de fabrico também varia entre as diferentes queijarias. A cinza é constituída principalmente por minerais de K, Na, Ca, Mg, entre outros (Park e António, 2006), tendo o leite de ovelha minerais de cálcio e magnésio em grandes quantidades.

Neste caso pode-se dizer que o cardo não tem uma grande influência no teor de cinzas, mas dentro das amostras de cada ecótipo existe alguma variabilidade. As amostras CI 3, FA 4, QL 1, CI 9, QL 2 e CI 12 são as que apresentam um teor de cinzas mais elevados, enquanto que as amostras QG 1, 2, 3 e FA 1 apresentam um teor de cinzas mais baixo, pelo que estes são queijos com teor de minerais reduzido. Dever-se-ia verificar um aumento do teor de cinzas ao longo do tempo de maturação, o que não acontece, por exemplo, com a amostra FA 6 com 116 dias de maturação, que apresenta uma quantidade de cinzas inferior à amostra QL 2, com 104 dias de maturação. No entanto pode dizer-se que todas as amostras apresentadas têm um teor de cinzas inferior aos valores encontrados na bibliografia que são de 5 a 6,5% (Vieira, et al. 1990).

4.2.3. Proteína

A Figura 12 apresenta a percentagem de proteína obtida para as amostras de queijo Serra da Estrela.

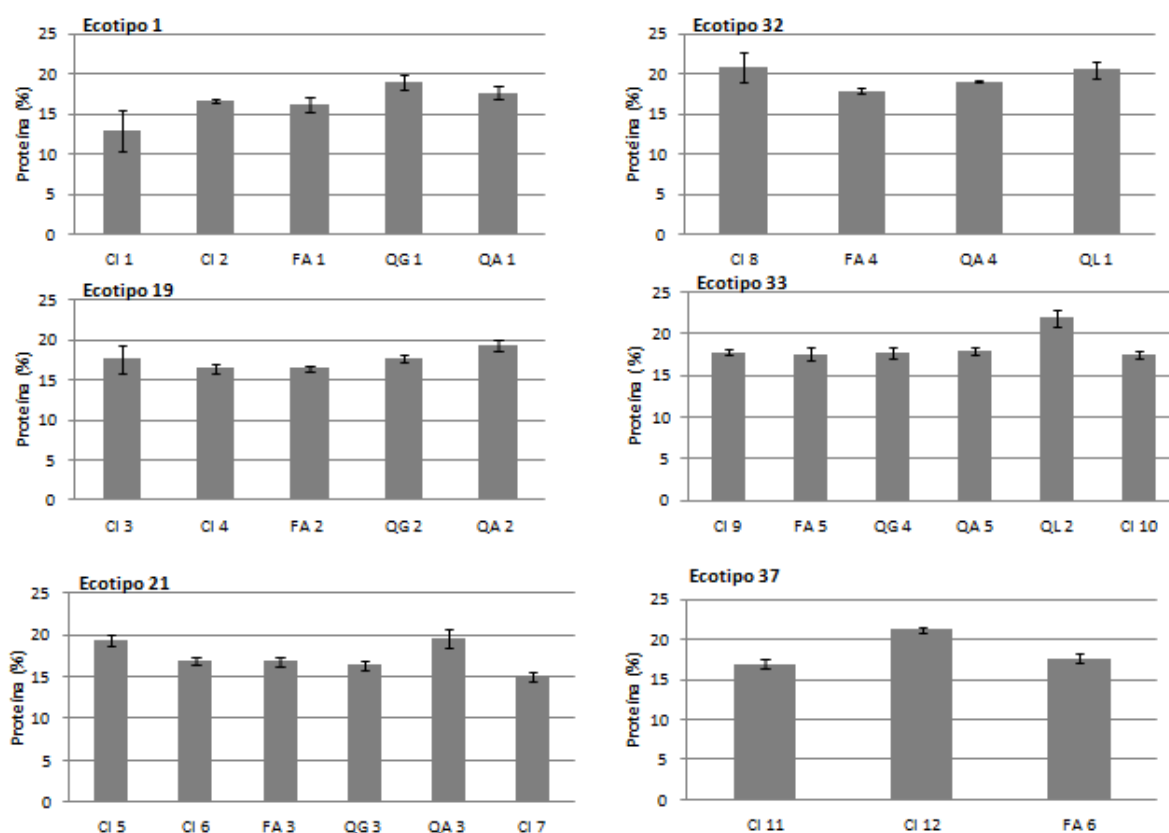


Figura 12: Resultados da percentagem de proteína.

Os valores médios obtidos na determinação da proteína para as diferentes amostras variam entre 13,0% e 21,9%. Também neste parâmetro químico existe grande variabilidade nos resultados para as amostras, sendo que todos eles estão muito inferiores aos encontrados na bibliografia que variam de 26 a 33% (Vieira, et al. 1990). As amostras com mais teor de proteína são CI 8, QL 1, QL 2 E CI 12, que apresentam valores superiores a 20%. As amostras que apresentam menor teor de proteína são as amostras CI 1 , CI 7 e CI 11. Tendo em conta os resultados apresentados, o tipo de cardo utilizado no fabrico do queijo não tem influência no teor de proteína, porque apesar dos valores de proteína estarem próximos em amostras do mesmo ecótipo de cardo, apresentam dias de maturação muito diferentes. O leite e a forma como ocorreu a maturação têm grande influência na percentagem de proteína encontrada nas amostras, sendo o leite de ovelha constituído maioritariamente por proteína de fração azotada que vão sofrendo alterações durante o processo de maturação. A percentagem de proteína tende a aumentar com o tempo de maturação e isso verifica-se de um modo geral nas amostras apresentadas, já que as amostras com menos dias de maturação são as que apresentam menores valores de proteína, que são as amostras CI 1 e CI 7 com 52 e 50 dias de maturação, respetivamente.

A percentagem de humidade também influencia a quantidade de proteína, o que se verifica com as amostras CI 1, CI7 e CI 11, que apresentam uma quantidade baixa de proteína e percentagens de humidade elevadas.

4.2.4. Cloretos

A Figura 13 apresenta a percentagem de cloretos em NaCl obtida para as amostras de queijo Serra da Estrela.

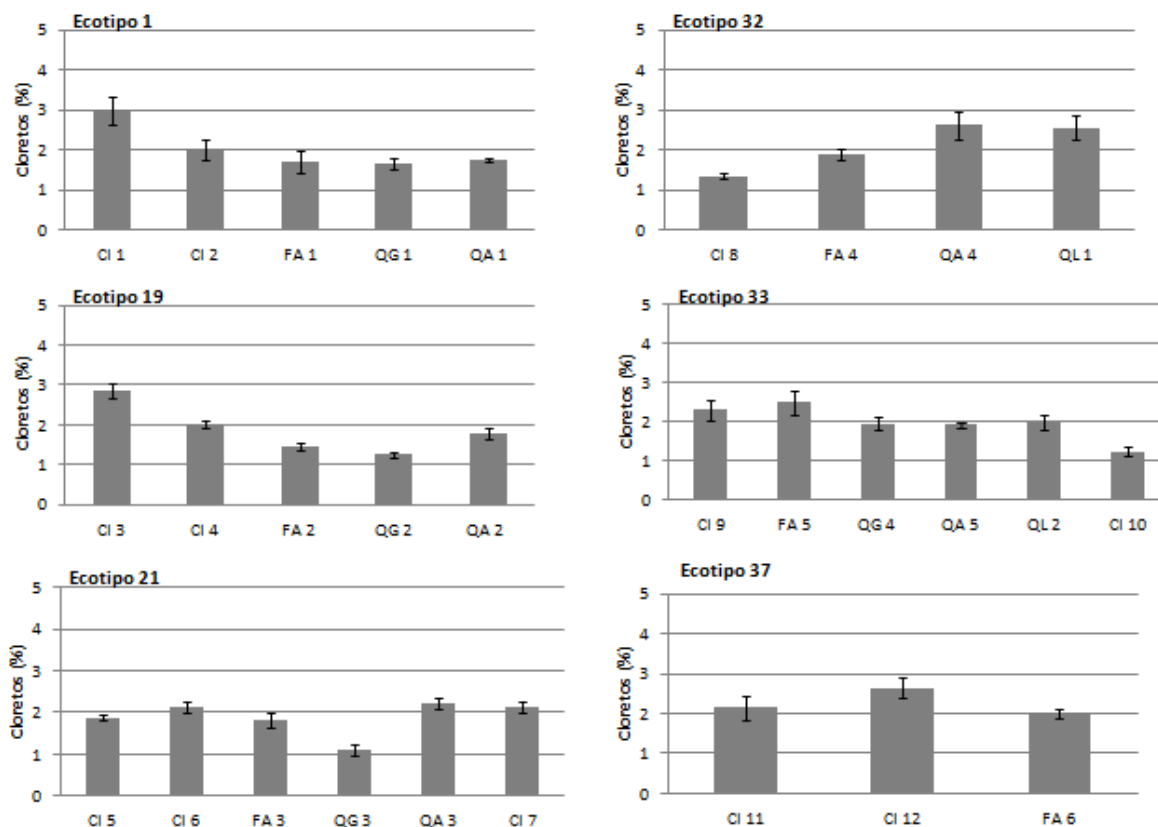


Figura 13: Resultados da percentagem de cloretos.

Os valores médios obtidos na determinação de cloretos para as diferentes amostras variam entre 1,1% e 3,0%, sendo valores muito diferenciados tratando-se do mesmo tipo de produto. O valor dos cloretos está diretamente relacionado com o teor de sal adicionado no fabrico do queijo. As amostras CI 1, CI 3, QA 4, QL 1, FA 5 E CI 12 são as que apresentam um conteúdo mais elevado de sal, sendo as amostras QG 2, QG 3, CI 8 e CI 10 as que apresentam um conteúdo de sal mais baixo. As amostras produzidas na mesma queijaria deveriam apresentar valores de cloretos próximos, uma vez que as quantidades de sal estão padronizadas em cada queijaria de acordo com os seus conhecimentos empíricos, mas isso não se verifica nas amostras em estudo. Ao comparar a percentagem de cloretos com a percentagem de

cinzas (Figura 11) verifica-se que a percentagem de cinza é proporcional à adição de sal no processo de fabrico, pois as amostras que apresentam uma percentagem de cinzas mais elevada também apresentam percentagens de cloretos mais elevadas.

A adição de sal não modifica a composição bruta dos queijos mas há uma relação inversa entre os níveis de sal e humidade e concentrações elevadas de sal são associadas ao aumento dos níveis de gordura e proteína, devido à perda de água (McSweeney, 2007). Nas amostras analisadas é difícil verificar essa relação porque apresentam dias de maturação muito diferentes que consequentemente afetam os valores da humidade e da proteína. Para um estudo mais correto desta relação dever-se-iam utilizar amostras com os mesmos dias de maturação, produzidas com a mesma quantidade de sal e com a mesma forma de incorporação do sal no processo de fabrico, para se analisar a evolução das proteínas e da humidade com a quantidade de sal.

4.2.5. pH

A Figura 14 apresenta os valores de pH obtidos para as amostras de queijo Serra da Estrela.

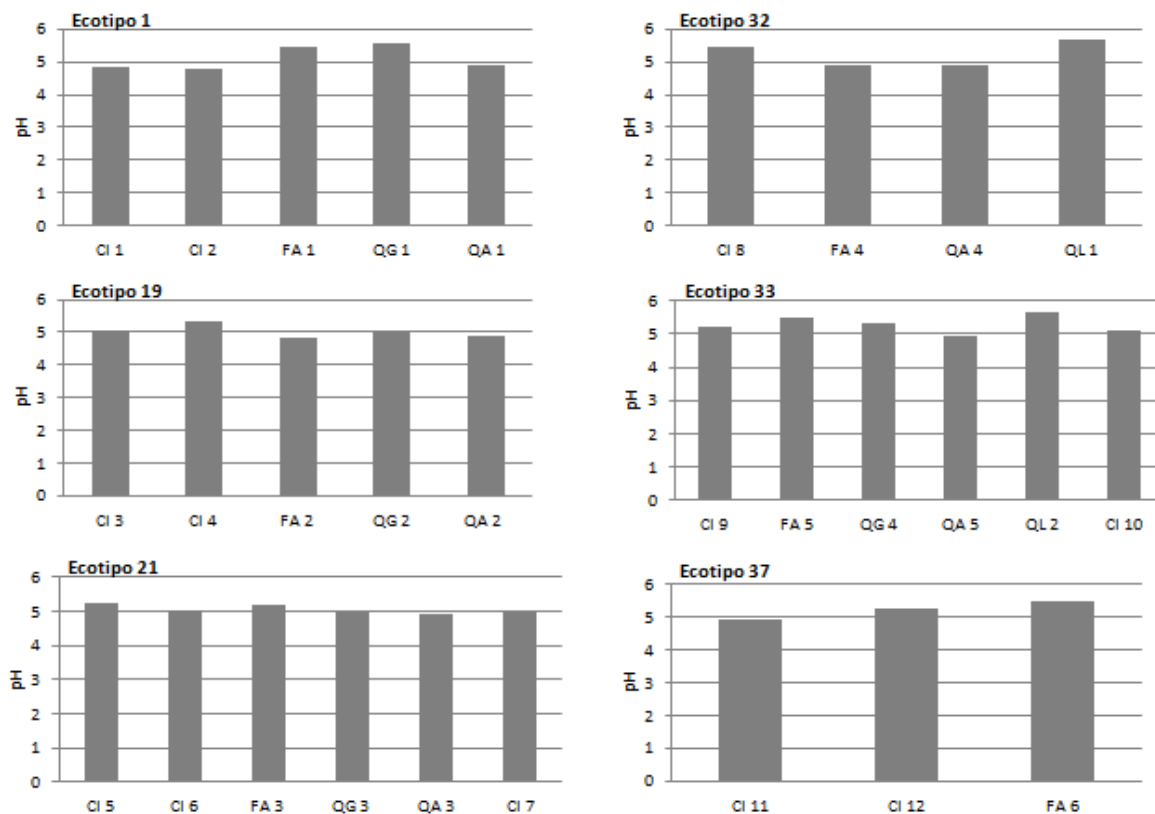


Figura 14: Resultados do pH.

Os valores obtidos para a medição do pH, nas diferentes amostras variam entre 4,81 e 5,66. O pH em queijos de ovelha está entre os valores de 4,9 e 5,7 (Canada, 2001). A maioria das amostras analisadas encontram-se dentro dos valores tabelados, e mesmo as que estão um pouco abaixo dos valores de referência encontram-se muito próximas. Não existe uma grande variabilidade nos resultados, tanto em relação às amostras no geral, como nas amostras dos diferentes ecótipos. O pH é uma característica importante durante o processo de produção, o seu valor final indica como decorreu o processo, e se há ou não ausência de defeitos, como uma elevada acidez. Pela análise das amostras nenhum queijo apresenta uma acidez elevada, uma vez que o valor máximo de pH registado foi de 5,66 na amostra QL1, mas encontra-se dentro dos limites para o queijo de ovelha.

4.3. Propriedades físicas

4.3.1. Textura

O método de fabrico aplicado e a forma como ocorre o processo de coagulação, principalmente a proteólise, têm influência na textura.

Dureza da casca

A Figura 15 apresenta os valores da dureza da casca obtidos para as amostras de queijos Serra da Estrela.

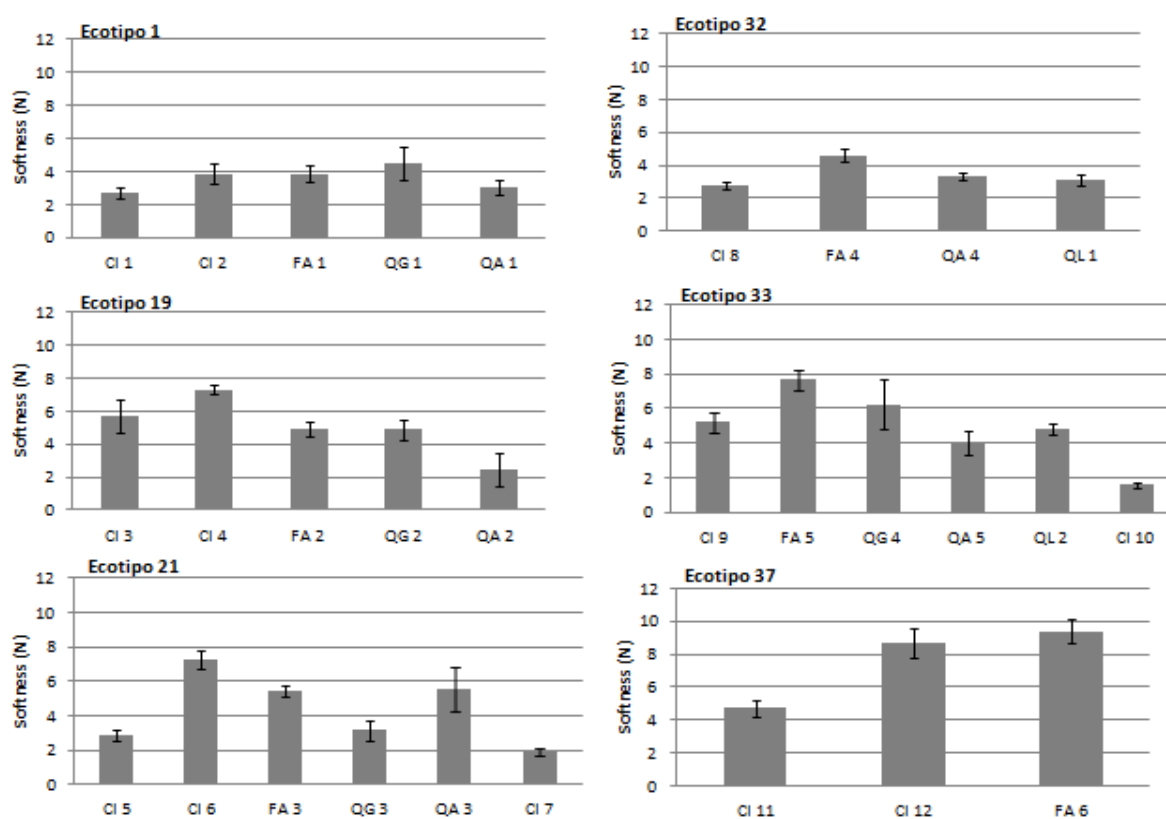


Figura 15: Resultados da dureza da casca.

Os valores da dureza da casca obtidos nas diferentes amostras variam entre 1,56N e 9,40N. Quanto maior a força, maior é a dureza da casca e existe uma grande variabilidade nas amostras em estudo. As amostras FA 5, CI 12, e FA 6 são as que apresentam uma maior dureza na casca e também são as que têm mais dias de cura enquanto as amostras CI 1, CI 7 e CI 10 apresentam valores muito reduzidos na dureza da casca e são as amostras com menos

dias de cura, o que leva a concluir que este parâmetro da textura é influenciado pelo tempo de cura, uma vez que quanto maior o tempo de cura maior é a perda de humidade. A textura da casca do queijo é a primeira avaliação que o consumidor faz ao produto, e esta deve ser capaz de suportar a massa do queijo.

Firmeza da pasta

A Figura 16 apresenta os valores da firmeza da pasta obtidos para as amostras de queijos Serra da Estrela.

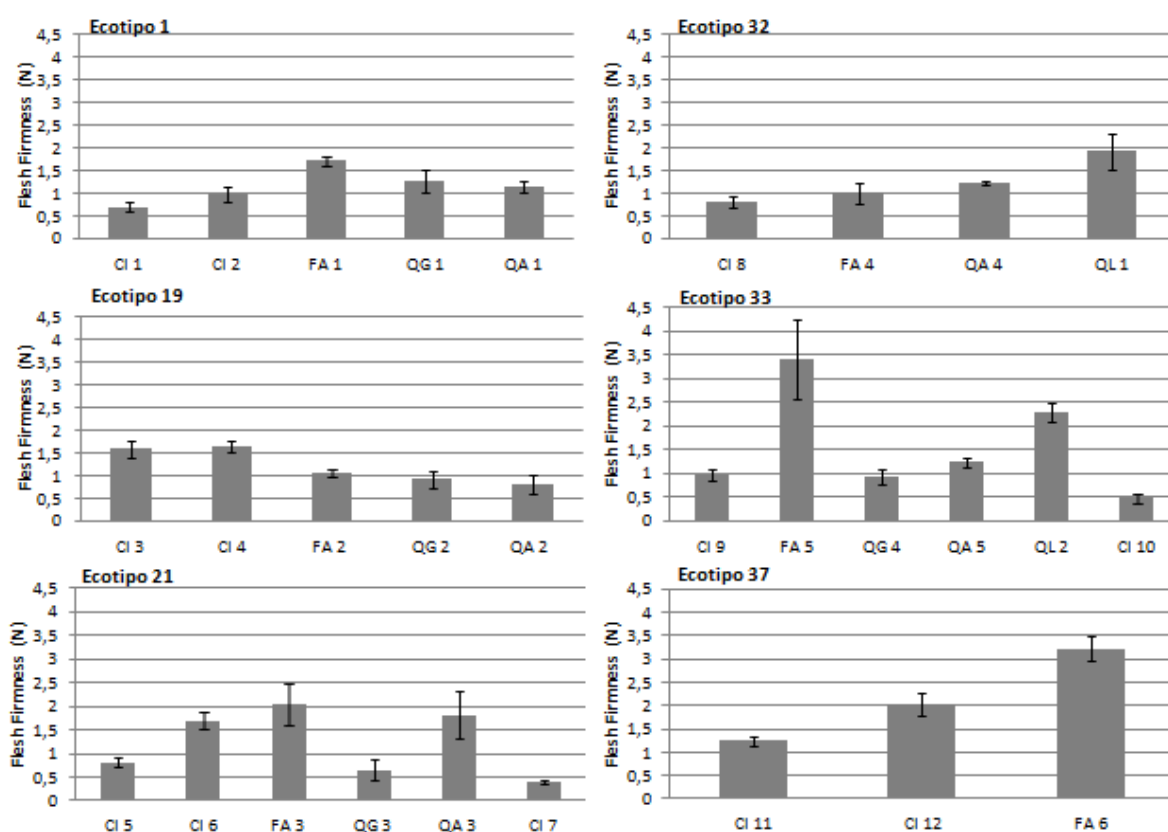


Figura 16: Resultados da firmeza da pasta.

Os valores da firmeza da pasta obtidos nas amostras variam entre 0,4 N e 3,4 N. A firmeza da pasta indica-nos se o queijo está mais ou menos amanteigado. As amostras FA 5, QL 2, CI 12, e FA 6 apresentam valores mais elevados na firmeza da pasta, sendo que todas estas amostras têm um tempo de cura elevado que é de 114, 104, 124 e 116 dias. As amostras CI 1, CI 7 e CI

10 apresentam valores mais baixos para a firmeza da pasta, apresentam um tempo de cura mais reduzido, entre 49 e 52 dias, o que indica que estes queijos são mais amanteigados que os restantes.

Ao comparar estes valores com os valores da humidade apresentados na Figura 10, verifica-se que os queijos que apresentam maior firmeza da pasta, são os que apresentam uma percentagem de humidade ligeiramente mais baixa.

A percentagem de humidade presente nas amostras e o tempo de cura têm influencia direta na dureza da casca e na firmeza da pasta. Também o ecótipo de cardo utilizado tem influência na firmeza da pasta, apesar de os ecótipos 1, 19 e 32 apresentarem resultados semelhantes para as diferentes amostras.

Adesividade

A adesividade representa a força necessária para remover o material que adere a uma superfície específica, como é o caso da língua ou dos dentes, sendo uma medida de rigidez do material.

A Figura 17 apresenta os valores da adesividade obtidos para as amostras de queijos Serra da Estrela.

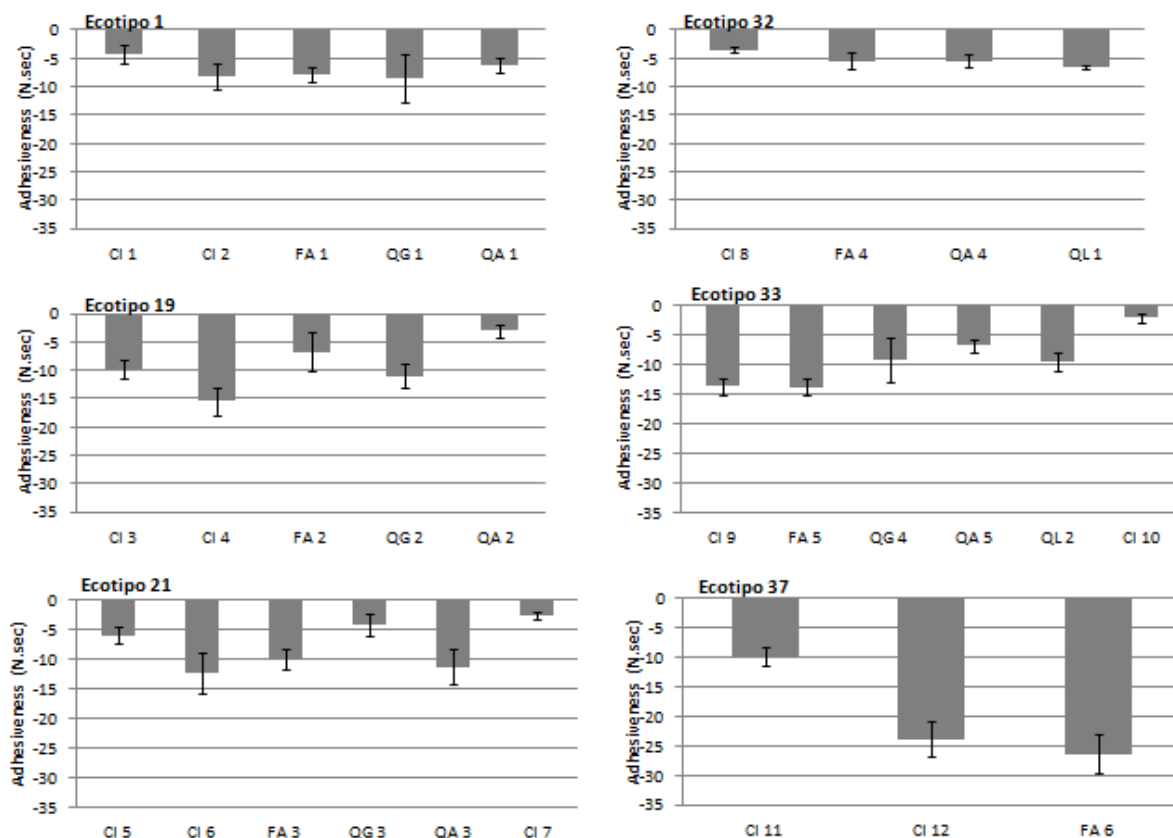


Figura 17: Resultados da adesividade.

Os valores da adesividade variam entre -26,29 N.sec e -2,21 N.sec. Existe uma grande variabilidade entre as amostras em estudo, que é devida às diferenças entre as amostras relativamente ao tempo de cura e às diferentes queijarias onde foram produzidos. As amostras que apresentam valores de adesividade mais baixos indicam que têm menor aderência. Comparando com a firmeza da pasta e a percentagem de humidade pode-se de dizer que as amostras com menor adesividade são aquelas que apresentam uma pasta mais firme e com menor percentagem de humidade e são as amostras FA 5, CI 12, e FA 6 que também apresentam uma maior dureza da casca. Contrariamente as amostras a CI 1, QA 1, QA 2, CI 7, CI 8 e CI10 apresentam maior adesividade, são queijos com pastas mais amanteigadas, e também com mais percentagem de humidade.

Pegamento

A Figura 18 apresenta os valores do pegamento obtidos para as amostras de queijos Serra da Estrela.

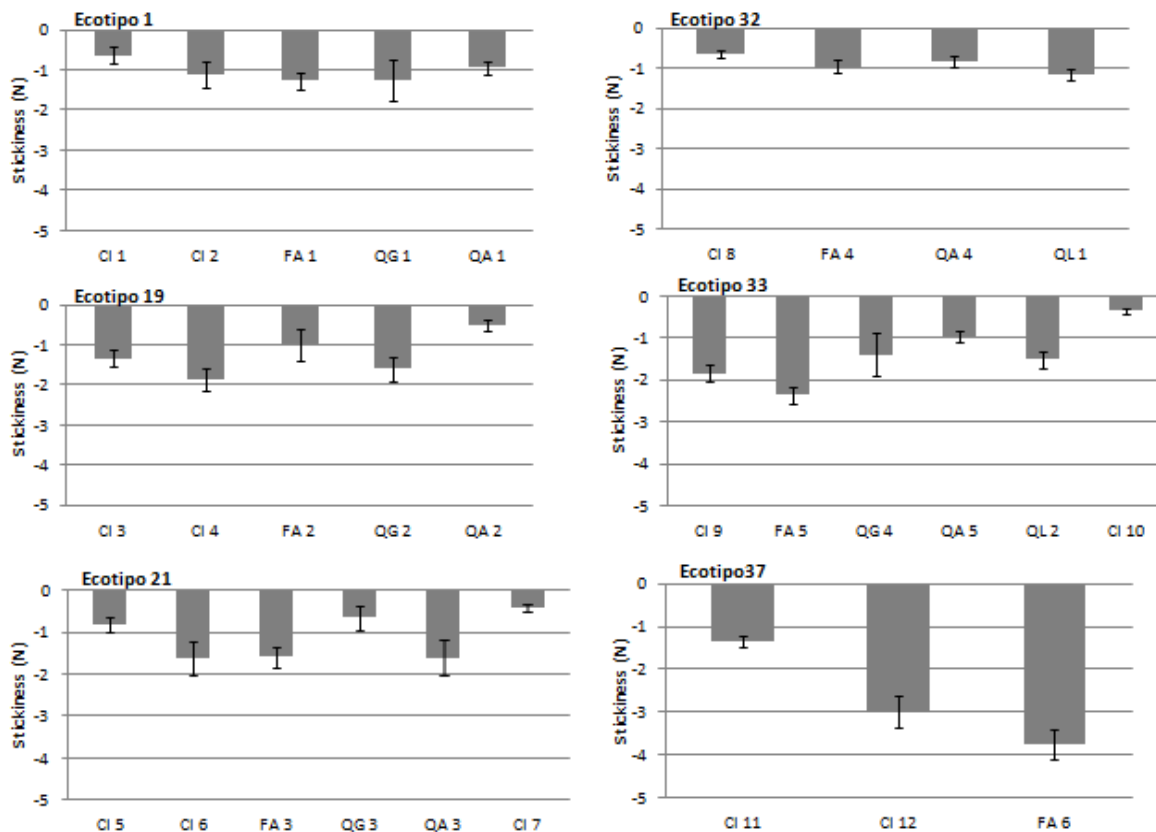


Figura 18: Resultados do pegamento.

Queijos mais pegajosos apresentam percentagens de humidade elevadas e pastas menos firmes, com mais facilidade em escorrer. Neste parâmetro as amostras também apresentam grande variabilidade entre elas e entre ecótipos.

Este parâmetro ao ser comparado com os restantes analisados na textura, vem provar que as amostras com menor firmeza na pasta e maior adesividade, são aquelas que apresentam maior pegamento, enquanto que quanto maior é a firmeza da pasta e menor a adesividade, menor é o pegamento.

4.3.2. Cor

As Figuras 19, 20 e 21 apresentam os resultados da determinação da cor nas amostras estudadas.

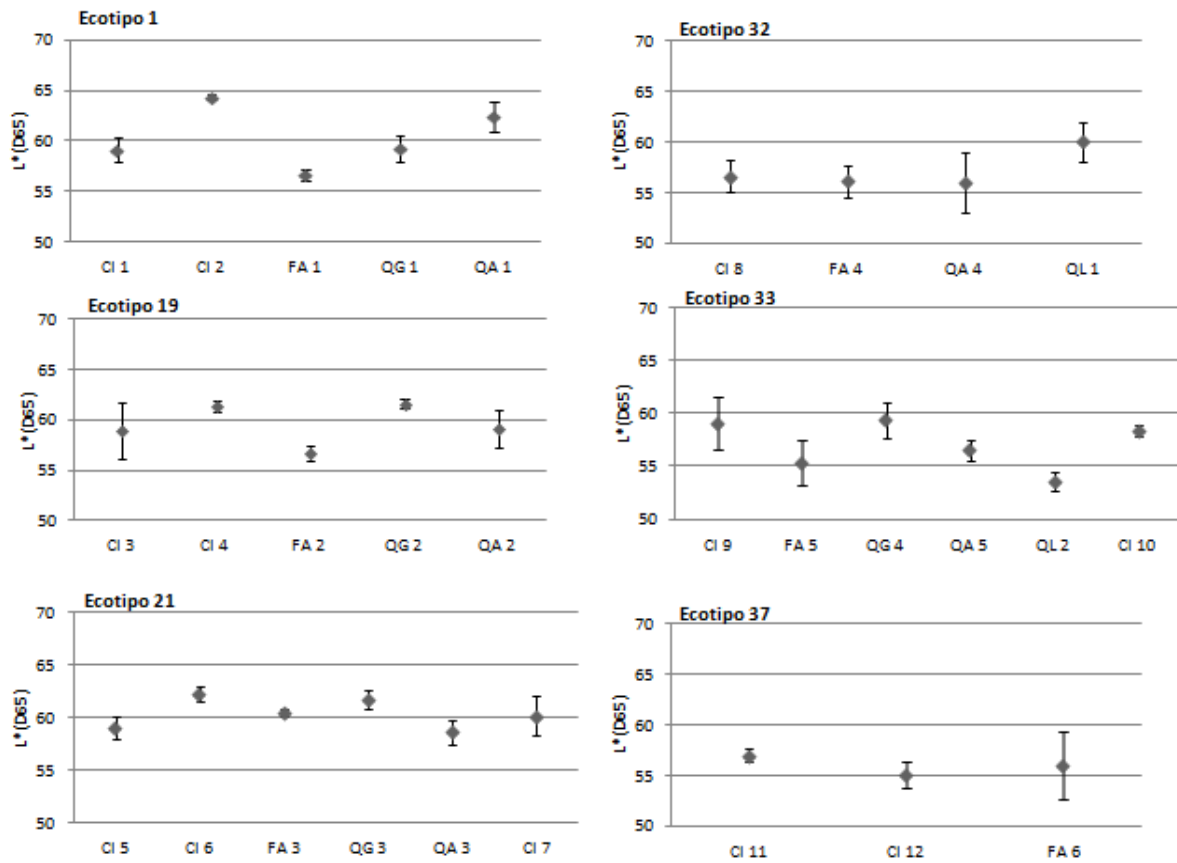


Figura 19: Resultados de L*.

Os valores de L* nas amostras variam de 53,57 a 64,34. Ao longo do tempo de maturação os valores da luminosidade tendem a diminuir. Passando do branco para uma cor mais amarela. Como se pode verificar nas amostras em estudo, as que apresentam tempos de maturação mais altos, FA 5, QL 2, CI 12 e FA 6, são as que apresentam valores de luminosidade mais baixos.

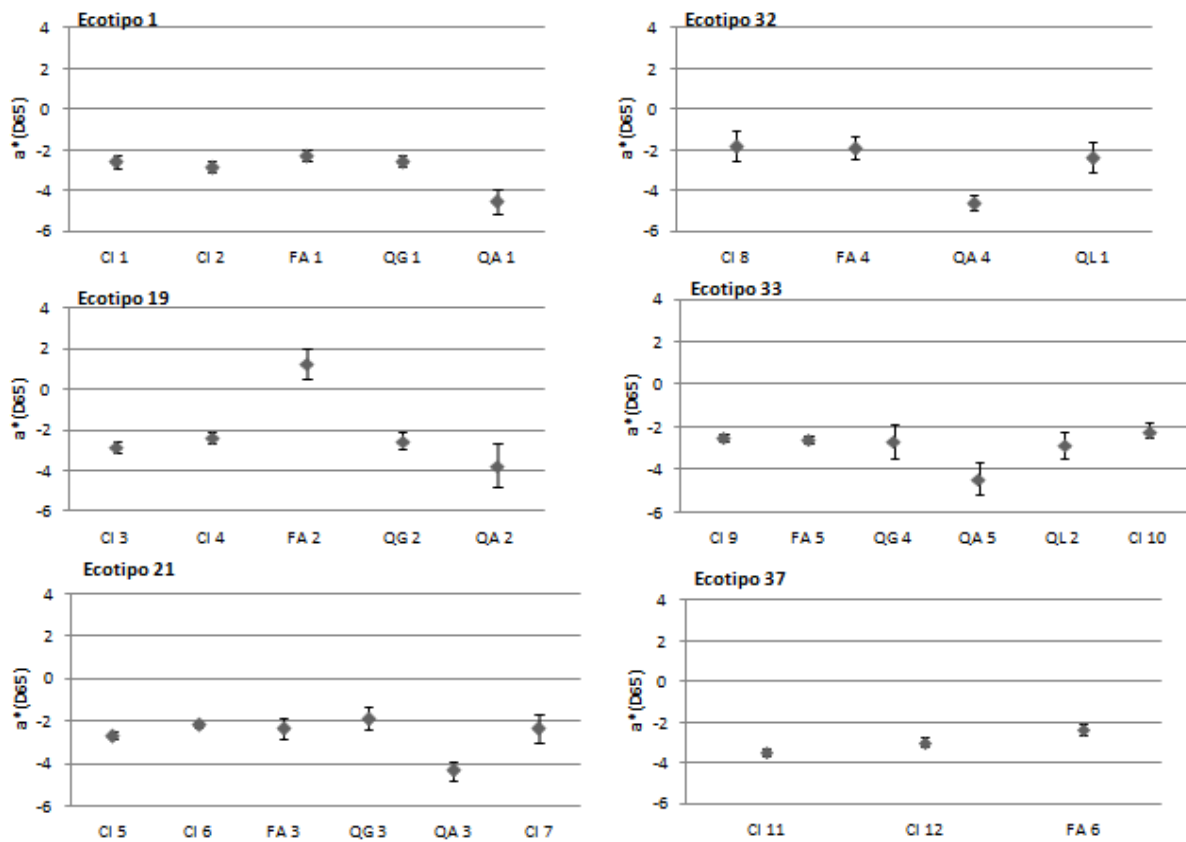


Figura 20: Resultados de a*.

Os valores de a* variam entre -4,53 e 1,29. O valor de a* tende a aumentar ligeiramente durante o tempo de maturação, o que não se verifica, já que as amostras CI 12 e FA 6 têm dias de maturação mais elevados que as amostras CI 5 e CI 10 e apresenta valores de a* muito semelhantes.

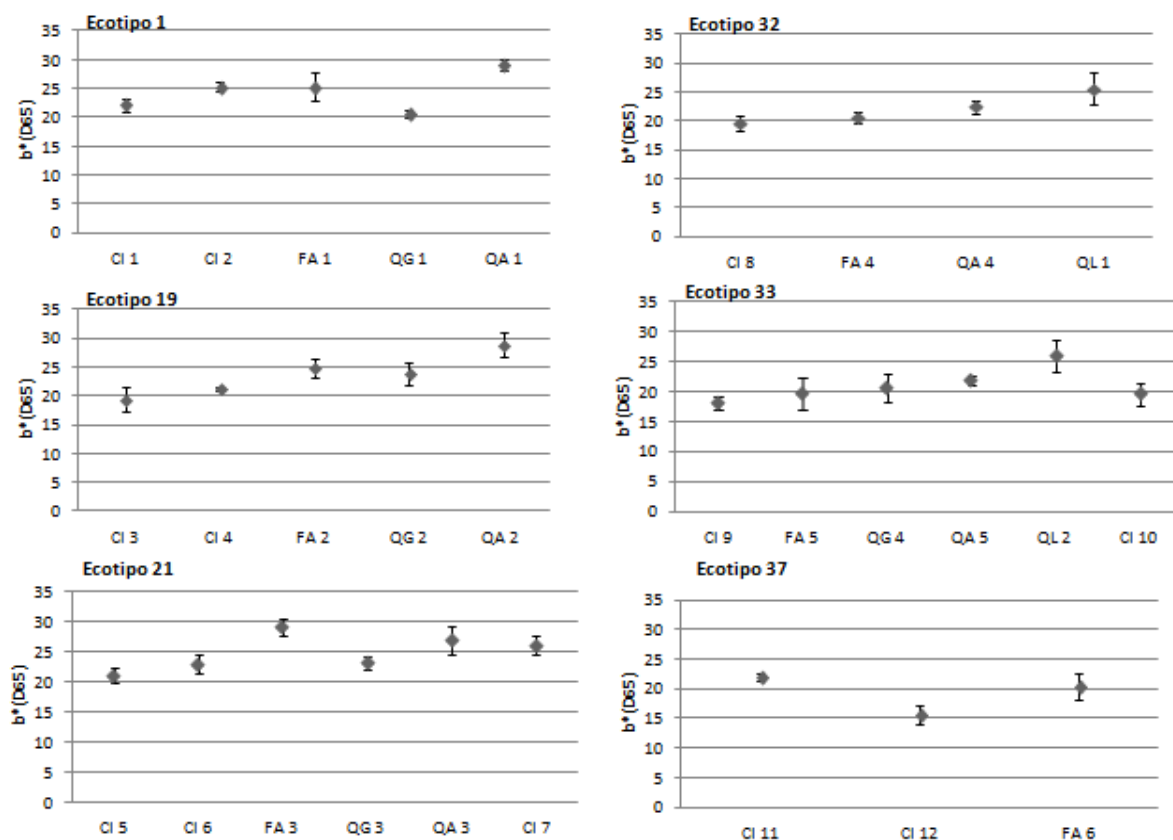


Figura 21: Resultados de b*.

Os valores de b* variam entre 15,56 e 29,03. O valor de b* também deverá aumentar durante o tempo de maturação, correspondendo à intensificação da cor amarela. Dos resultados obtidos verifica-se que há diferenças entre as diferentes queijarias e consoante o ecótipo. A forma como ocorreu a maturação tem influência na cor das amostras e verifica-se que as amostras que apresentam uma cor mais amarela são a FA 5, QL 2, CI 12 e FA 6.

Na avaliação dos diferentes parâmetros da cor as amostras apresentam grande variabilidade entre elas e também apresentam diferenças entre os diferentes ecótipos.

4.4. Análise sensorial

Com a avaliação das características sensoriais, tendo como base os valores médios obtidos pelo painel sensorial das amostras de todos os queijos, foi possível fazer uma análise das diferenças entre os vários ecótipos de cardo utilizados na produção dos queijos (Figuras 22 e 23).

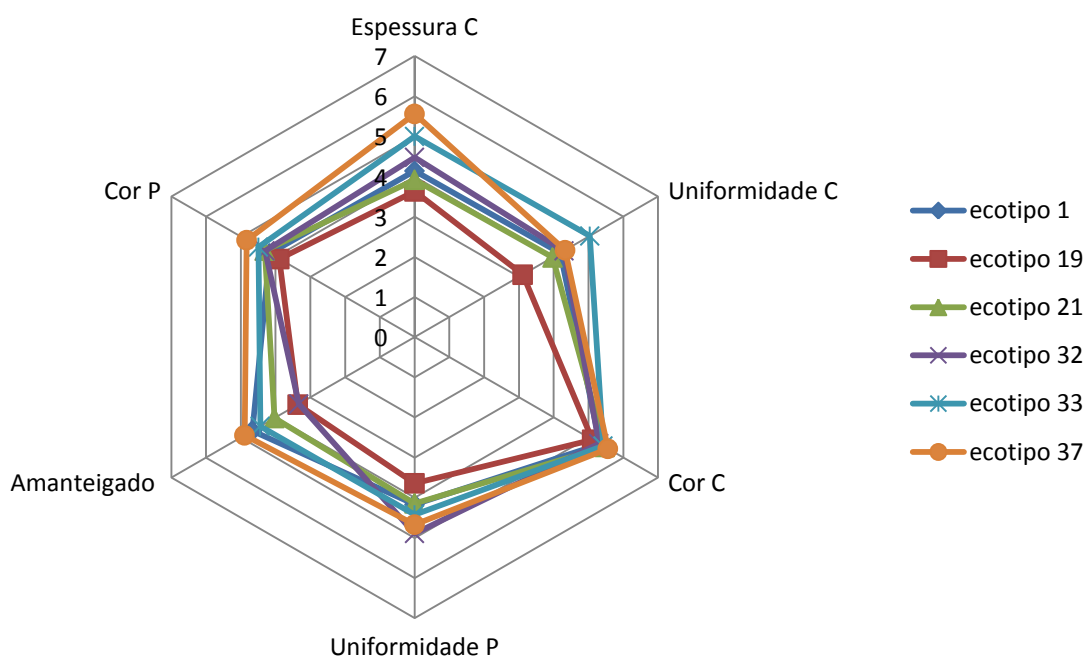


Figura 22: Perfil sensorial do aspeto das amostras.

Ao nível da avaliação do aspeto das amostras dos diferentes ecótipos (Figura 22), foi possível constatar que quer na espessura e cor da casca como na uniformidade e na cor da pasta, assim como no parâmetro amanteigado, as amostras do ecótipo 37 destacam-se das restantes amostras, apresentando uma casca mais grossa, uma cor mais amarela na pasta e na casca, uma pasta mais uniforme, sendo ainda as amostras mais amanteigadas. Por outro lado, as amostras do ecótipo 19 apresentam a casca mais fina, menos uniforme, tanto na pasta como na casca, são menos amanteigadas e a nível da cor apresentaram uma cor mais clara. Entretanto as amostras do ecótipo 1 destacam-se das restantes no parâmetro de uniformidade da casca. Contudo, nos parâmetros da cor da pasta e da casca em geral as amostras

apresentaram menos variabilidade entre elas, sendo os parâmetros referentes à espessura e à uniformidade da casca e do amanteigado os que apresentaram uma maior variabilidade.

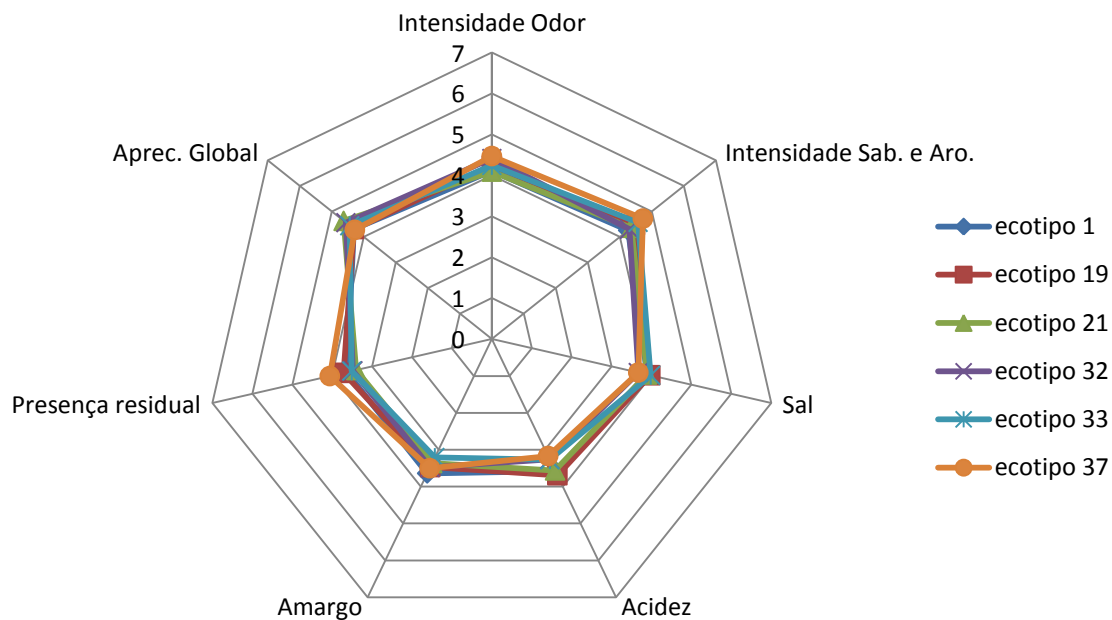


Figura 23: Perfil sensorial do sabor e aroma das amostras.

Na avaliação dos diferentes parâmetros referentes ao sabor e aroma, assim como a apreciação global, representadas na Figura 23, todas as amostras dos diferentes ecótipos apresentaram valores muito semelhantes, variando pouco entre elas. Contudo, as amostras de queijo do ecótipo 37 apresentaram valores superiores às restantes em algumas características avaliadas, nomeadamente a intensidade do odor, o sabor e o aroma e uma maior presença residual, no entanto na apreciação geral, estas amostras não foram as mais pontuadas.

4.5. Comparação da análise sensorial com as propriedades químicas e físicas

Ao nível sensorial nem todas as amostras produzidas foram utilizadas nas provas sensoriais. Assim, das amostras analisadas nas propriedades químicas e físicas, apenas as amostras CI 2, FA 1, QG 1, QA 1 foram avaliadas sensorialmente para o ecótipo 1 (Figura 24). Para o ecótipo 19 (Figura 25) foram as amostras CI 1, FA 2, QG 2 e QA 2. No que respeita ao ecótipo 21 (Figura 26) as amostras CI 6, FA 3, QG 3 e QA 3. No ecótipo 32 (Figura 27) as amostras FA 4, QA 4, QL1, as amostras CI 9, FA 4, QG 4, QA 5 e QL 2 para o ecótipo 33 (Figura 28) e para o ecótipo 37 (Figura 29) as amostras foram CI 12 e FA 6.

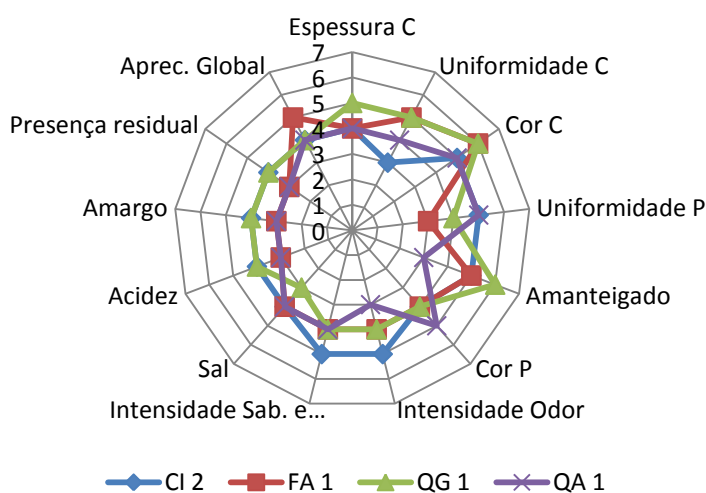


Figura 24: Perfil sensorial das amostras ecótipo 1.

De acordo com a Figura 24, os resultados médios dos provadores são concordantes com algumas análises físicas como a textura e químicas como os cloretos e o pH. Sensorialmente a amostra QG 1 apresenta uma maior espessura da casca e na análise da textura (Figura 15) esta amostra também apresenta uma maior dureza da casca.

Na quantidade de sal os resultados apresentados são muito semelhantes, no entanto a amostra QG 1 apresenta um teor de sal mais reduzido, o mesmo se comprovou na determinação dos cloretos (Figura 13).

A nível da acidez todas as amostras apresentam um nível de acidez baixo no entanto a amostra QG 1 destaca-se das outras pelo aumento de acidez, o que é comprovado pelo valor de pH medido, que é mais elevado do que nas restantes amostras. Na cor da casca as amostras FA 1 e QG 1 apresentam uma pontuação mais elevada, sendo mais amarelada, e o mesmo se verifica na análise da cor realizada instrumentalmente.

Na apreciação geral a amostra que mais se destaca é a FA 1, estando melhor classificada com nível 5, as restantes amostras apresentam resultados muito semelhantes mas inferiores.

Em relação ao ecótipo 19 (Figura 25), a maior diferença a nível sensorial destas amostras foi constatada a nível da casca, apresentando pontuações muito baixas para a espessura e uniformidade da casca, e o mesmo se verificou na avaliação da textura no parâmetro da dureza da casca. A avaliação da pasta revelou ser pouco amanteigada, no entanto as análises sensoriais mostraram o contrário, apresentando uma pasta com pouca firmeza, mais amanteigada o que pode dever-se à temperatura em que as amostras foram dadas aos provadores.

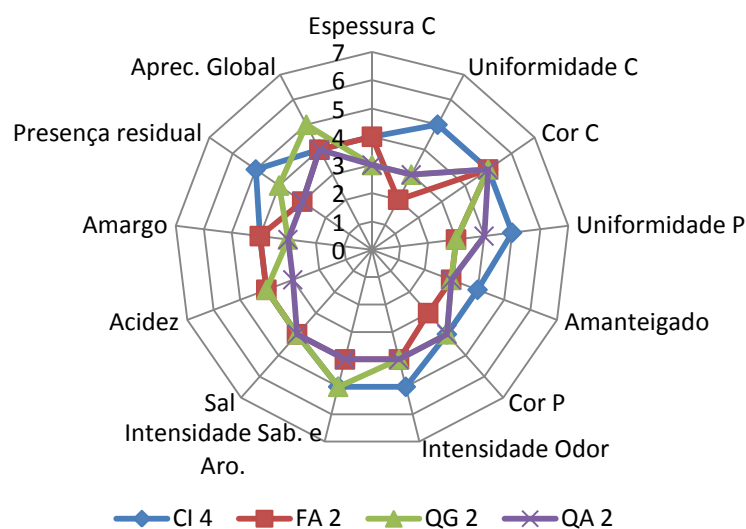


Figura 25: Perfil sensorial das amostras ecótipo 19.

Na avaliação sensorial do sal todas as amostras apresentaram valores semelhantes, no entanto a nível químico as amostras CI 4 e QA 2 apresentam teores de sal mais elevados que as restantes amostras analisadas do ecótipo 19.

A amostra QA 2 apresentou um valor menor de acidez que as restantes. Comparando com a análise do pH (Figura 14) a amostra FA 2 é que devia apresentar menos acidez, uma vez que o valor de pH é mais baixo.

Na avaliação geral a amostra QG 2 foi a melhor classificada, e as restantes amostras ficaram com uma classificação mais baixa mas muito semelhante entre elas.

Nas diferentes amostras estudadas do ecótipo 21, apresentadas na Figura 26, verificou-se que na avaliação da casca, na espessura e na cor não houve diferenças acentuáveis entre as amostras. Porém, na avaliação dos parâmetros de textura apresentados anteriormente a nível da casca, as amostras apresentam grande variabilidade. Na avaliação da pasta a amostra mais amanteigada é a QG 3, o que também acontece na avaliação da firmeza da pasta (Figura 16).

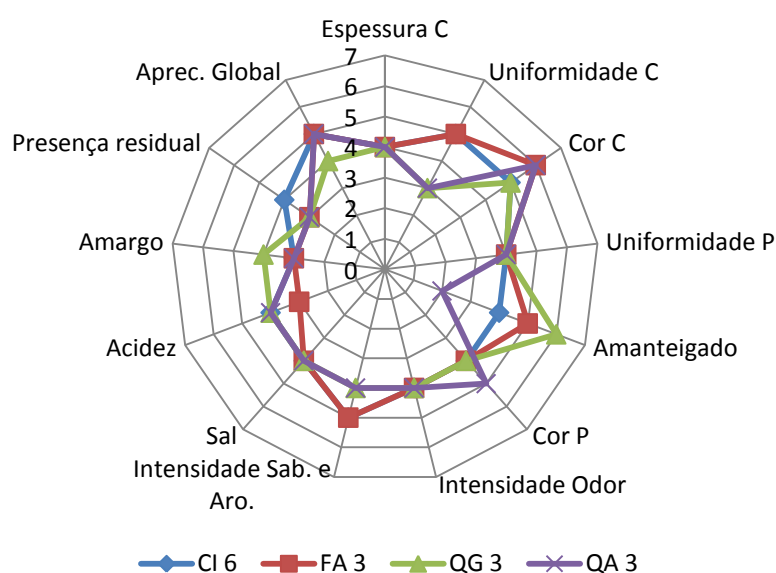


Figura 26: Perfil sensorial das amostras ecótipo 21.

A diferença de sal nas amostras não é significativa, apesar da amostra QG 3 apresentar uma menor percentagem de sal na análise química dos cloretos (Figura 13).

Na acidez a amostra FA 3 foi avaliada como sendo a amostra com menos acidez, o que não acontece com os valores medidos de pH onde apresenta um ligeiro aumento relativamente às restantes amostras.

Na apreciação geral apenas a amostra QG 3 teve uma pontuação de 4, sendo que as restantes ficaram com pontuação superior e sem diferença entre as amostras.

As amostras apresentadas na Figura 27 apresentam grande variabilidade na uniformidade da pasta e no amanteigado. Na avaliação da espessura da casca a amostra QA 4 apresenta uma casca mais espessa, sendo que a nível da dureza da casca avaliada pelo texturometro a amostra FA 4 apresenta uma maior dureza. No parâmetro amanteigado a amostra FA 4 apresenta-se melhor classificada, também na avaliação da firmeza da pasta esta amostra se apresentou mais amanteigada que as restantes, apresentado menor firmeza.

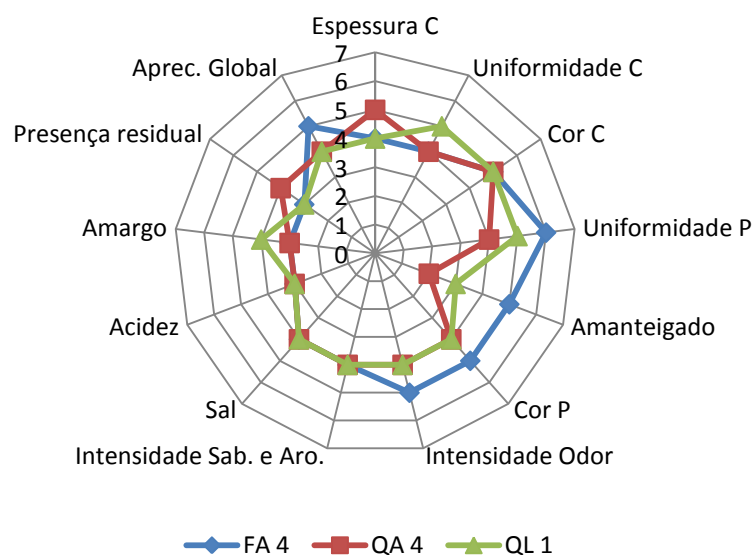


Figura 27: Perfil sensorial das amostras ecótipo 32.

Na avaliação da acidez e do sal todas as amostras não apresentam nenhuma variabilidade entre elas, a nível químico a variação do pH também é pequena e a diferença na percentagem de cloretos mostra que a amostra FA 4 deveria apresentar um teor de sal mais reduzido na avaliação sensorial.

Na avaliação das características apresentadas na Figura 28, as amostras do ecótipo 33 a nível sensorial não apresentam diferenças na espessura da casca, no entanto na avaliação da textura na dureza da casca a amostra FA 5 apresenta uma maior dureza.

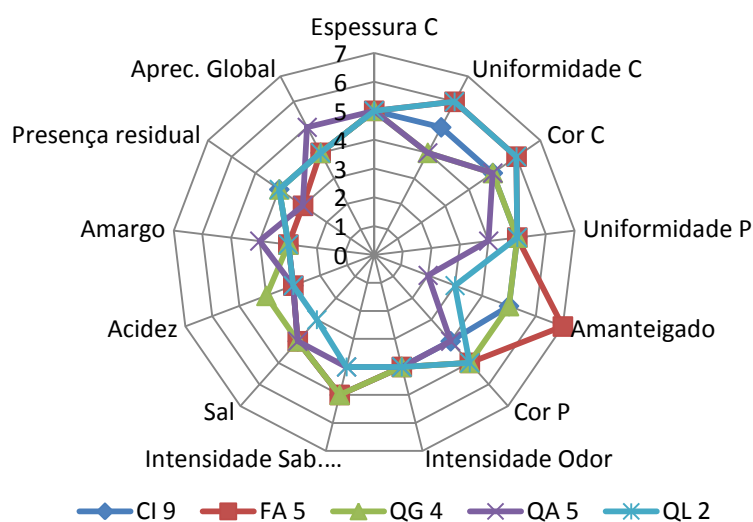


Figura 28: Perfil Sensorial das amostras ecótipo 33

A acidez e a quantidade de sal nas amostras não apresentam grande variabilidade e o mesmo acontece na avaliação química desses parâmetros. No entanto a amostra QG 4 apresenta maior acidez, o que não era de esperar. Na avaliação do sal a amostra QL 2 aparece como tendo menos sal apesar de a nível químico a quantidade de sal ser semelhante às restantes amostras.

Os resultados das amostras do ecótipo 37 apresentam-se na Figura 29, e as principais diferenças encontradas são na pasta do queijo, no parâmetro amanteigado, em que a amostra FA 6 se apresenta mais amanteigada, contrariamente aos resultados da firmeza da pasta em que esta amostra apresenta maior firmeza, logo menos amanteigada.

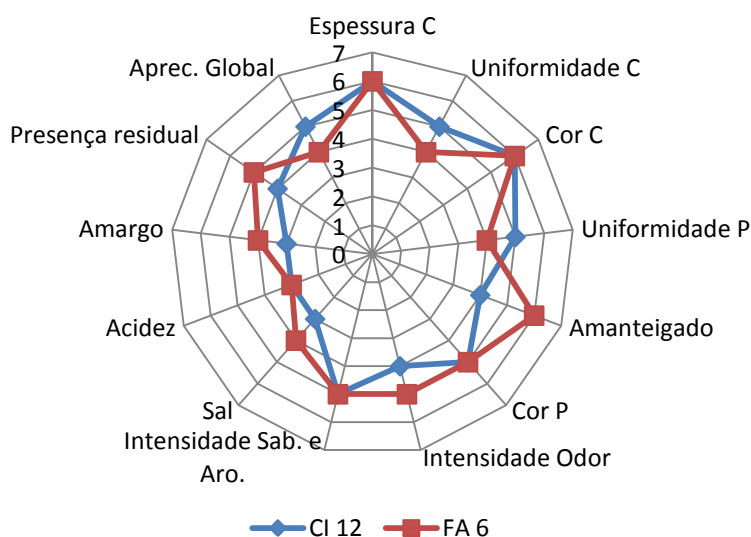


Figura 29: Perfil sensorial das amostras ecótipo 37.

Na avaliação sensorial da acidez as amostras não apresentam diferenças e a nível químico também estas amostras são muito semelhantes. Na quantidade de sal também apresentam diferenças, mas na percentagem de cloretos a amostra FA 6 apresenta mais sal que a CI 12, contrariamente ao verificado na análise sensorial.

5. Conclusão

No presente trabalho realizou-se o estudo de diferentes propriedades químicas (humidade, cloretos, pH, cinzas e proteínas), físicas (textura e cor) e sensoriais em amostras de queijo Serra da Estrela produzidos em 5 queijarias e com 6 ecótipos de cardo diferentes.

De um modo geral as amostras apresentam grande variabilidade entre si, sendo difícil fazer uma comparação precisa, uma vez que as amostras estudadas têm diferentes dias de maturação, foram produzidas em diferentes queijarias, com diferentes métodos de fabrico e quantidades de sal e cardo diferentes.

No estudo da avaliação química e física as amostras apresentam grande variabilidade entre elas e entre ecótipos de cardo. Amostras com mais dias de maturação apresentaram percentagem de humidade próximas de amostras com menos dias de maturação. Os valores da humidade variaram entre 34,89% e 49,8%, estando abaixo do valor regulamentado. As cinzas variaram entre 3,4% e 5,5%, que são baixos em comparação com a bibliografia. Os valores de cloretos, proteína e pH são influenciados pela percentagem de humidade e pelo tempo de maturação. A proteína variou entre 13,0% e 21,9%, também inferior ao encontrado na bibliografia. Os cloretos variaram entre 1,1% e 3,0% e o pH entre 4,81 e 5,66.

Na avaliação das propriedades físicas as amostras com mais dias de maturação apresentam maior dureza da casca, maior firmeza da pasta, menos adesividade e menos viscosidade da pasta. Verificou-se que estes parâmetros são influenciados pelas propriedades químicas e que um pH mais elevado leva a uma diminuição da humidade e a queijos menos amanteigados. Os valores da dureza da casca e da pasta variam entre 1,56N e 9,40N e 0,4 N e 3,4 N, respetivamente. A adesividade é bastante elevada (de -26,29 N.sec a -2,21 N.sec), o que traduz o carácter amanteigado destes queijos.

Nas coordenadas de cor os valores de L* variaram entre 53,57 a 64,34, os de a* entre -4,53 e 1,29 e os de b* entre 15,56 e 29,03.

Os resultados da análise sensorial não apresentam grande variabilidade, principalmente quando foram analisados por ecótipos. Contudo, ao comparar os resultados das diferentes amostras de queijo por ecótipos com as propriedades químicas e físicas analisadas é possível concluir que são idênticos. Amostras de queijo com maior percentagem de humidade e menor firmeza da pasta foram classificadas como mais amanteigadas, como é o caso das amostras FA 3, FA 5 e FA 6. As amostras que apresentavam valores de pH mais altos foram classificadas com menor acidez como é o caso das amostras FA 3, QL 1, FA 5 e FA 6 e amostras com menor percentagem de cloretos foram mais pontuadas no sal como a amostra FA 6. As análises químicas e físicas acabaram por confirmar a perceção dos provadores.

6. Referências bibliográficas

Awad, S. (2006). Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurised milk. *Food Chemistry* 97, 394-400.

Awad, S. (2007). Effect of sodium chloride and pH on the rennet coagulation and gel firmness. *Food Science and Technology* 40, 220-224.

Benedito, J., Simal, S., Clemente, G. e Mulet, A. (2006). Manchego cheese texture evaluation by ultrasonics and surface probes. *International Dairy Journal* 16, 431-438.

Bourne, M. C. (1982). *Food texture and viscosity - concept and measurement*, Academic Press, New York.

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.

Chakraborty, A. e Basak, S. (2008). Effect of surfactants on casein structure: A spectroscopic study. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 63, 83-90.

DR (1985). Decreto Regulamentar n.º42/85 - cria a Região Demarcada do Queijo Serra da Estrela. *Diário da República - I Série - Nº 152 de 5 de Julho*, 1847.

Dahl, S., Tavaría, F. K. e Malcata, F. X. (2000). Relationships between flavour and microbiological profiles in Serra da Estrela cheese throughout ripening. *International Dairy Journal* 10, 255-262.

Farrell Jr., H. M., Malin, E. L., Brown, E. M. e Qi, P. X. (2004). Nomenclature of the proteins of cows' milk—sixth revision. *Journal of Dairy Science* 87, 1641-1674.

Fuquay, J.; Fox, P.; McSweeney, P. (2011). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier, Academic Press, United Kingdom.

Gaya, P., Sánchez, C., Nuñez, M. e Fernández-García, E. (2005). Proteolysis during ripening of Manchego cheese made from raw or pasteurized ewes' milk. Seasonal variation. *Journal of Dairy Research* 72, 287-295.

Gomez, R., Sanchez, M. V., Ferreira, J., Tejada, L. & Fernandez-Salguero, J. (2001). Microbiological characteristics of ewes' milk cheese manufactured using aqueous extracts of flowers from various species of cardoon *Cynara L.* *Milchwissenschaft* 56(1), 16-19.

Gorostiza, A., Cichoski, A. J., Valduga, A. T., Valduga, E., Bernardo, A. e Fresno, J. M. (2004). Changes in soluble nitrogenous compounds, caseins and free aminoacids during ripening of artisanal prato cheese; a Brazilian semi-hard cows variety. *Food Chemistry* 85, 407-414.

Greenfield, H., Southgate, D.A.T. (2003). *Food composition data: production, production, management, and use*. 2nd Edition, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Guinee, T.P., Fox, P.F. (2004). Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (P. F. Fox, ed.), Vol.1, pp. 207-259. Elsevier

Gunasekaran, S. e Ak, M. M. (2003). *Cheese Rheology and Texture*, CRC Press, London.

Gunasekaram S, Mehmet AKM. (2003). *Cheese Rheology and Texture*. CRC Press, Florida. pp. 299-399.

Horne, J., Carpino, S., Tuminello, L., Rapisarda, T., Corallo, L. e Licitra, G. (2005). Differences in volatiles, and chemical, microbial and sensory characteristics between artisanal and industrial Piacentinu Ennese cheeses. *International Dairy Journal*. The Fourth IDF Symposium on Cheese: Ripening, characterization and Technology 15, 605-617.

Horne, D. S. (2006). Casein micelle structure: Models and muddles. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 11, 148-153.

Karlsson, A. O., Ipsen, R. e Ardö, Y. (2007). Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk. *International Dairy Journal* 17, 1053-1062.

McSweeney, P. (2007). *Cheese problems solved*; CRC Press, USA.

Madsen, J. S. e Ardo, Y. (2001). Exploratory study of proteolysis, rheology and sensory properties of Danbo cheese with different fat contents. *International Dairy Journal* 11, 423-431.

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.

Netto, I. (1959). *Análise de Géneros Alimentícios. Metodos físicos e químicos*. Lisboa.

Park, K.J.; António, G.C. (2006). *Análises de Materiais Biológicos*. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas.

Park, Y. W., e Haenlein, G. F. (2006). *Handbook of milk non-boivne mammals*. Blacwel Publishing.

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., e Haenlein, G. F. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum. Res.*, 68, 88-113.

Pavíc, V., antunac, N., Mioc, B., Ivankovic, A., e Havranek, J. L. (2002). Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech Journal of Animal Science*, 47, 80-84.

Pinho, O. M. C. (2003). Implementação de Metodologias Analíticas com Reduzido Impacto Ambiental para Análise de Queijo de Ovelha - Contribuição na Caracterização do Queijo Terrincho. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, Porto.

Poveda, J. M., Cabezas, L. e 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.

Prados, F., Pino, A., Rincon, F., Vioque, M. e Fernandez-Salguero, J. (2006). Influence of the frozen storage on some characteristics of ripened Manchego-type cheese manufactured with a powdered vegetable coagulant and rennet. *Food Chemistry* 95, 677-682.

Rodrigues RC, Almeida JC, Pereira CD, Gomes DS, Madanelo JP, Oliveira MJ, Fonseca ML. (2000). Queijo Serra da Estrela Processos Tradicionais e Inovações Tecnológicas. Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral, Coimbra.

Roseiro, L. B., Garcia-Risco, M., Barbosa, M., Ames, J. M. e Wilbey, R. A. (2003). Evaluation of Serpa cheese proteolysis by nitrogen content and capillary zone electrophoresis. *International Journal of Dairy Technology* 56, 99-104.

Sandra, S., Alexander, M. e Dalgleish, D. G. (2007). The rennet coagulation mechanism of skim milk as observed by transmission diffusing wave spectroscopy. *Journal of Colloid and Interface Science* 308, 364-373.

Schmidt, D. G. (1982). Association of caseins and casein micelle structure. In *Developments in Dairy Chemistry* (P. F. Fox, ed.), pp. 61-86. Applied Science, London, UK.

Silva, S. V. e Malcata, F. X. (2005). Studies pertaining to coagulant and proteolytic activities of plant proteases from *Cynara cardunculus*. *Food Chemistry* 89, 19-26.

Sousa, I. (2001). A reologia dos produtos alimentares. In *Reologia e Suas Aplicações Industriais* (A. G. Castro, J. A. Covas e A. C. Diogo, eds.), pp. 131-158. Ciência e Técnica, Instituto Piaget, Lisboa.

Tejada, L., Gomez, R. e Fernandez-Salguero, J. (2007). Sensory characteristics of ewe milk cheese made with three types of coagulant: calf rennet, powdered vegetable coagulant and crude aqueous extract from *Cyanara cardunculus*. *Journal of Food Quality* 30, 91-103.

Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., McKenna, A. e White, N. (2001). Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal* 11, 455-464.

Vieira Sá, F., Barbosa, M. (1990). *O leite e os seus produtos*. Nova Coleção Técnica Agrária, 5ª Ed., Clássica Editora, Lisboa.

Anexos

Anexo I

Ficha de prova – Queijo Serra da Estrela

Projeto CARDOP

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Instruções:

À sua frente tem uma amostra Queijo Serra da Estrela. Avalie-a sensorialmente, e sequencialmente, nos parâmetros abaixo indicados, assinalando o número correspondente à sua escolha, considerando que o 1 é o valor mais baixo e o 7 o valor mais alto.

Código: _____

Aspeto

Casca

Espessura	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Uniformidade	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Cor	<i>branca</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> amarela</i>

Pasta

Uniformidade	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Amanteigado	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Cor	<i>branca</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> amarela</i>

Odor

Intensidade	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
-------------	--------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Sabor e Aroma

Intensidade	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Sal	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Acidez	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Amargo	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Presença residual	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>
Outro: _____	<i>pouco</i>	1	2	3	4	5	6	7	<i> muito</i>

Apreciação Global	1	2	3	4	5	6	7
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---

Observações: _____

Obrigado pela sua colaboração