

Análise físico-química e microbiológica durante o processo de produção de queijo

F. A. Pereira¹ y R. P. F. Guiné^{1,2}

¹ Dep. Indústrias Alimentares – Escola Superior Agrária de Viseu, Quinta da Alagoa, Estrada de Nelas, Ranhados, 3500-606 Viseu, Portugal. e-mail: raquelguine@esav.ipv.pt

² CI&DETS – Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal.

Resumo

Este trabalho pretende estudar a linha de produção de diferentes queijos: queijo curado de vaca, queijo curado meio gordo e queijo de mistura (leites de vaca e ovelha). Da comparação da composição e das propriedades do leite cru de vaca e ovelha, tanto ao nível físico-químico como microbiológico, é evidente a riqueza do leite de ovelha comparativamente ao leite de vaca, particularmente no que respeita ao nível de proteínas, lactose e cálcio. Do trabalho realizado é possível retirar algumas conclusões importantes, nomeadamente que toda a matéria-prima está apta para transformação quer a nível físico-químico quer microbiológico; que os tratamentos térmicos, termização e pasteurização contribuem para uma diminuição da carga microbiana; que o produto acabado possui as características desejadas ao fim de 20 dias de maturação; e que o queijo de mistura possui maior teor de gordura em comparação com o queijo meio gordo, e sendo este também o mais rentável a nível de transformação tecnológica.

Palabras clave: leite, queijo, maturação, propriedades.

Physical-chemical and microbiological analysis during the process of production of Cheese

Abstract

This work aims at studying the production line of different cheeses: cow's cured cheese, half fat and mixture cured cheese (cow's and sheep's milks). By comparing the composition and properties of the cow and sheep raw milk, not only at a physical-chemical level but also on a microbial level, it is evident the richness of the sheep's milk comparatively to the cow's milk, particularly in what concerns the level of protein, lactose and calcium. The results made it possible to underline some important conclusions, namely that all the raw material is suitable for the transformation at the physico-chemical or microbiological levels; that the thermal treatments, thermization and pasteurization contribute for a decrease of the microbial charge; and that the finished product possesses the desired characteristics at the end of 20 days of maturation. Furthermore, the mixture cheese is the fatter comparing to the half fat, and is the one that presents itself more profitable in the level of technological transformation.

Keywords: milk, cheese, maturation, properties.

Introdução

Foi no ano de 1909 que o Congresso Internacional da Repressão das fraudes definiu o leite como o produto integral da ordenha total e ininterrupta de uma fêmea leiteira em boas condições de saúde, bem alimentada e não fatigada. Deve ser recolhido com asseio e não deve conter colostro (Sá e Barbosa, 1990). Os fatores que influenciam a composição do leite podem ser a natureza genética (diferentes raças), fatores fisiológicos (relacionados com a evolução ao longo da lactação), tipo de alimentação (a nível energético e composição das rações), fatores climatéricos (estação do ano) ou fatores zootécnicos (ordenha) (Correia, 2008). O Regulamento (CE) n.º 853/2004 do parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 fixa os requisitos aplicáveis à produção de leite cru.

A qualidade do leite é avaliada tendo em conta os parâmetros mais usuais: pH, acidez titulável, densidade e temperatura de congelação. O pH permite avaliar a sua frescura, já que o leite fresco normal é neutro com tendência ligeiramente ácida (6,5-6,7). Um pH inferior a 6,5 indica que se trata de leite ácido, enquanto superior a 7 indica tratar-se de um leite mamiloso. O mesmo acontece para o leite de ovelha, em que o valor médio do pH é de 6,65. A acidez titulável é expressa em graus Dornic (1°D corresponde a 0,1 g de ácido láctico por litro de leite). Assim, para leite fresco com pH neutro (6,7) não existe ácido láctico (Castro, 1985a). A densidade do leite está associada à sua riqueza em matéria seca, sendo mais baixa para leites mais pobres. Contudo, é importante referir que o leite contém matéria gorda com densidade inferior a 1 (0,93 a 20 °C), motivo pelo qual um leite rico em matéria gorda apresenta uma densidade mais baixa enquanto o leite desnatado apresenta uma densidade mais elevada. A densidade média do leite de ovelha a uma temperatura de 20 °C é de 1,036. A densidade relativa do leite de vaca a uma temperatura de 20 °C deve estar situada entre 1,028 e 1,036 (Castro, 1985a). Quanto à temperatura de congelação do leite, esta é variável de acordo com as condições de ordenha, e permite saber se um leite foi adulterado ou não pela adição de água. De acordo com a portaria n.º.78/90 de 1 de Fevereiro, qualquer tipo de leite deve apresentar um máximo de água correspondente a um índice crioscópico de -0,520 °C (-520 m°C).

Ao nível químico interessa o valor de MTS (matéria seca total), já que quanto maior o valor de MTS melhor será o rendimento na transformação tecnológica para obtenção do queijo. Os constituintes mais importantes do leite são: os glúcidos, a gordura, a matéria azotada, os biocatalisadores e a matéria salina (Castro, 1985b; Sá e Barbosa, 1990). Existem inúmeros microrganismos associados ao leite e ao queijo, destacando-se os que são benéficos e os que são prejudiciais. Os microrganismos do leite de vaca e ovelha são comuns a outros tipos de leites (Sá e Barbosa, 1990).

A Figura 1 apresenta o diagrama de fabrico do queijo, e destacam-se aqui apenas algumas das operações. A termização é um tratamento térmico (aquecimento) realizado por um permutador de placas a 65°C durante 15 segundos, o qual destrói a maior parte da carga microbiana do leite e previne o crescimento de contaminantes psicotróficos (ex: pseudomonas sp.), favorecendo a qualidade do leite durante a sua armazenagem e evitando a formação de lipases e proteínas termorresistentes. Após a termização e arrefecimento do leite, este é armazenado em silos a uma temperatura que ronde os 6,4 °C e onde permanece até à sua laboração. A pasteurização serve para destruir todos os microrganismos patogénicos, reduzir a flora banal a um valor mais baixo e inativar algumas enzimas. É aplicado um tratamento HTST em que o leite é submetido a temperaturas de 73 a 75 °C durante 15 segundos. Desta forma é possível manter a composição do leite e aumentar o rendimento no fabrico do queijo. A prova da fosfatase verifica se o leite foi ou não bem pasteurizado. À medida que se dá o enchimento da cuba é introduzido cloreto de cálcio, que serve para otimizar, uniformizar e acelerar a coagulação e sinérese do queijo, repondo cálcio que é retirado na pasteurização. São também introduzidos outros ingredientes como a lizosima e culturas lácteas.

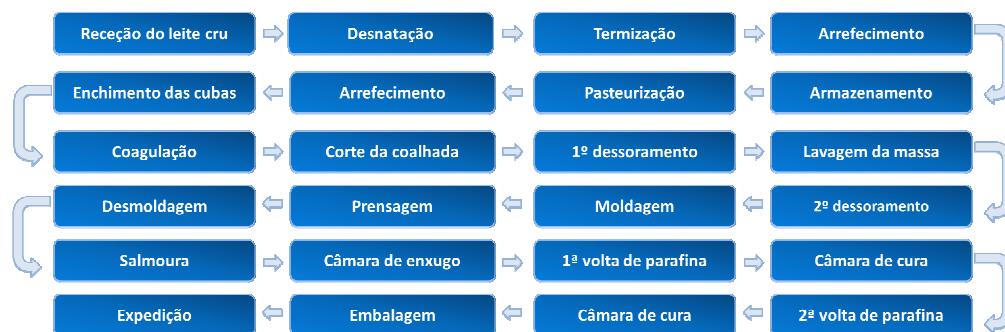


Figura 1. Esquema tecnológico do fabrico do queijo.

Material e Métodos

À chegada aos terminais o leite é analisado tendo em conta o fim específico a que se destina. Quanto ao controlo de qualidade destaca-se o interesse de algumas determinações mais importantes para a caracterização da matéria-prima (leite), quer do ponto físico-químico quer microbiológico, e ainda organolético (Sá e Barbosa, 1990). Quanto às análises organoléticas, a cor, o cheiro e aspeto geral são avaliados por um técnico à chegada à instalação. A cor do leite deverá apresentar-se branca ou ligeiramente amarelada, sendo o tom mais ou menos amarelo proveniente da cor da gordura e também da riqueza butirosa do leite. Quanto ao aspeto geral faz-se o exame da superfície livre do leite, que sendo limpo e de boa proveniência não apresenta impurezas em suspensão. No presente trabalho a determinação da gordura do leite foi feita pelo método automático Milko-Scan nº.133B, que utiliza leitores a infravermelho (Foss Electric, Dinamarca). Dada a grande quantidade de análises efetuadas e a diversidade de métodos aplicados, apresenta-se na Tabela 1 o resumo de todas as análises e respetivas metodologias para as análises físico-químicas e microbiológicas efetuadas aos diferentes materiais/produzidos. Zeng et al (1996) referem que o Delvotest pode apresentar 7% de falsos positivos na pesquisa de antibióticos.

Tabela 1. Procedimentos experimentais para as análises efetuadas aos leites e aos queijos.

Amostras	Análises Microbiológicas	Métodos	Análises Físico-Químicas	Métodos
Leite cru 11,12,13 31,32,33,34 41,42,43	Pesquisa de Antibiótico	Delvotest	Acidez	NP-470(1983)- Determinação de Acidez
	TMT- Microrganismos totais a 30°C	NP-459 (1985)- Microbiologia alimentar contagem de microrganismos totais a 30°C, processo de referência	MG-Matéria Gorda; P- proteína; L-lactose; ESD-Extrato seco desengordurado	Milko-Scan 133B
	Contagem de Células somáticas	Métodos standard em laboratório externo	Índice-crioscópico	Model 4250 cryoscope
Leite termizado S1, S2	TMT	NP-459 (1985)	MG, P, L, ESD	Milko-Scan 133B
	Células somáticas	Métodos standard em laboratório externo		
Leite pasteurizado C1,C2,C3, C4,C5	Coliformes Totais <i>E. Coli</i>	NP 1935 (1986) Microbiologia alimentar. Leites e produtos lácteos. Pesquisa de bactérias Coliformes NP 2308 (1986) Microbiologia alimentar. Regras gerais para pesquisa de <i>E. coli</i> .	Pesquisa da Fosfatase	Lactognost –NP 458(1967)
Salmoura SLM	--	--	Densidade pH Acidez	Densímetro Potenciómetro NP-470(1983)
Queijo meio gordo (QMG) Queijo mistura (QMT)	<i>E. coli</i> Coliformes totais <i>Staphylococcus aureus</i>	NP 1935 (1986) NP 2308 (1986). NP 2260 (1986) Microbiologia alimentar. Regras gerais para a pesquisa de <i>S. aureus</i>	Gordura pH Humidade	Milko-Scan Potenciómetro Balança de humidade Sortirius MA 40

A determinação do peso dos queijos foi realizada durante 20 dias, através de uma balança de precisão, tendo sido depois calculada a perda de peso percentual em relação ao peso inicial. Foi ainda avaliado o rendimento da produção queijeira através da razão entre a quantidade de leite utilizada e a quantidade de queijo obtida.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos relativos às propriedades físico-químicas e microbiológicas aos leites. Verifica-se que todo o leite cru se encontra isento de antibióticos e que os valores da acidez estão conforme a regulamentação. Quanto ao índice crioscópico, verifica-se a existência de água acima do limite permitido para algumas amostras: a amostra 11 apresenta um teor de 0,8% de água, a amostra 42 cerca de 0,2% e a amostra 43 uma percentagem de 3,3 de água. Verifica-se que o leite de ovelha possui valores superiores ao de vaca para gordura, lactose e extrato seco. Todo o leite recebido apresenta um valor de células somáticas que não ultrapassa os limites estabelecidos, porém, quanto ao TMT o leite das amostras 11 e 32 apresenta contagens acima do limite permitido.

Tabela 2. Resultados obtidos para as análises efetuadas aos leites.

Amostra	Propriedades Físico-químicas						Propriedades Microbiológicas		
	Antibiótico/ fosfatase	Acidez (°D)	Índice crioscópico (m°C)	Gordura (%m/m)	Proteína (%m/m)	Lactose (%m/m)	Extrato seco (%m/m)	Células Somáticas	TMT (UFC/ml)
11	S/ antib.	16,0	-516	4,34	3,22	4,85	8,69	290.000	=6,0x10 ⁵
12	S/ antib.	15,0	-521	3,53	3,23	4,90	8,76	249.000	=2,0x10 ⁴
13	S/ antib.	16,0	-525	4,09	3,45	4,99	9,06	141.000	<1,0x10 ⁴
31	S/ antib.	15,0	-521	3,50	3,24	4,79	8,65	378.000	=2,0x10 ⁵
32*	S/ antib.	17,0	-543	4,93	4,03	5,04	9,69	219.000	=6,0x10 ⁵
33	S/ antib.	15,0	-522	4,02	3,31	4,88	8,81	298.000	=1,2x10 ⁵
34	S/ antib.	16,0	-524	4,19	3,42	4,94	8,98	169.000	=1,0x10 ⁴
41	S/ antib.	17,0	-522	3,82	3,38	4,77	8,77	230.000	=2x10 ⁵
42	S/ antib.	15,0	-519	3,72	3,37	4,77	8,76	390.000	=9x10 ⁴
43	S/ antib.	15,0	-503	3,93	3,37	4,85	8,84	260.000	=1x10 ⁵
S1	--	15,5	-517	2,81	3,33	4,85	8,79	105.000	=6x10 ⁴
S2	--	15,0	-519	4,39	3,65	4,83	9,10	105.000	=4x10 ⁴
C1	S/ fosfat.	--	--	2,80	3,37	4,81	8,80	90.000	<1x10 ¹
C2	S/ fosfat.	--	--	2,80	3,37	4,84	8,84	90.000	<1x10 ¹
C3	S/ fosfat.	--	--	2,81	3,37	4,85	8,84	95.000	<1x10 ¹
C4	S/ fosfat.	--	--	2,81	3,38	4,86	8,87	95.000	<1x10 ¹
C5	S/ fosfat.	--	--	4,37	3,66	4,80	9,08	100.000	<1x10 ¹

*Esta foi a única amostra de leite cru de ovelha, sendo todas as restantes de leite cru de vaca.

Quanto às análises realizadas ao leite termizado a amostra S1 corresponde apenas a leite de vaca parcialmente desnatado enquanto S2 possui mistura de leites (vaca e ovelha). Desta forma se justifica que a amostra S2 apresenta valores bastante superiores de gordura e ligeiramente superiores de proteína e extrato seco desengordurado. No que respeita às amostras de leite pasteurizado, conclui-se que a pasteurização foi eficaz, uma vez que se verifica a ausência de fosfatase, a qual foi destruída com o tratamento. A nível microbiológico verifica-se mais uma vez a diminuição das células somáticas e a ausência de *E. Coli* e Coliformes no leite pasteurizado.

No que respeita à salmoura os resultados das análises foram: densidade = 13,0 g/cm³; acidez = 16,5°D; pH = 5,23; T = 14,1°C. Não existe legislação para fixar as propriedades a que deve obedecer a salmoura. No entanto, o valor encontrado é inferior ao limite referido na literatura, segundo o que valores de acidez acima de 20°D significam que a salmoura é de má qualidade. Quanto à densidade

vários autores sugerem uma densidade de 18 e 19 g/cm³ (Rebelo, 1994), no entanto no presente caso opta-se por uma densidade de 13 g/cm³ porque todos os queijos fabricados são queijos de meio sal, pelo que a salmoura, onde o queijo permanece mais tempo, é mais fraca.

Claramente se verifica, pela Tabela 3, que o queijo meio gordo possui maior humidade bem como pH, e naturalmente inferior conteúdo em gordura. Heino *et al* (2010) também reportam teores de gordura entre 22 e 25 %. Os valores de pH do presente estudo são inferiores aos de Ruas-Madiedo *et al* (2002) ou de Mehaia (2002) mas semelhantes aos de Seifu *et al* (2004). Os queijos analisados encontravam-se isentos de microrganismos, quer a nível de *E. coli* e Coliformes quer a nível de *Staphylococcus Aureus*, indicando que todo o processo de fabrico, quer ao nível do equipamento quer ao nível dos manipuladores, foi feito com respeito pelas normas higiénicas. Boutoial *et al* (2013) observaram resultados semelhantes. Ortigosa *et al* (2006) observaram a retenção de culturas adjuntas com populações de 10⁷ ufc/g ao longo da maturação dos queijos. Rehman *et al* (2000a, 2000b) observaram que as bactérias NSLAB não foram detetadas em queijo pasteurizado no primeiro mês de maturação. Dolci *et al* (2008) referem que as LAB apresentaram valores de contagem que chegaram a 10⁹ ufc/g em queijos ao fim de 15 dias de maturação.

Tabela 3. Resultados obtidos para as análises efetuadas aos queijos ao fim de 13 dias.

Amostra	Propriedades Físico-químicas			Propriedades Microbiológicas	
	pH	Humidade (%)	Gordura (%m/m)	<i>E. Coli</i> Coliformes	<i>S. aureus</i>
QMG	5,14	51,37	22,0	Ausência (<1x10 ¹)	Ausência (<1x10 ¹)
QMT	4,94	50,36	29,0	Ausência (<1x10 ¹)	Ausência (<1x10 ¹)

A Figura 2 representa as pesagens dos queijos ao longo de cerca de 20 dias. Verifica-se uma diminuição de peso ao longo do tempo, tendo sido mais acentuada nos primeiros 8-9 dias, seguindo-se uma ligeira estabilização, à medida que se aproxima dos últimos dias, em ambos os queijos. O queijo meio gordo apresenta uma perda de humidade de 18,5 % e o queijo de mistura uma perda de 20 %, sendo este o que perdeu mais água.

O rendimento do queijo é calculado perante a média de fabrico, tendo em conta os quilos totais dos lotes e o leite total utilizado no fabrico de cada lote. Assim sendo, para fabricar 1 kg de queijo meio gordo são necessários 7,79 litros de leite, e para fabricar 1 kg de queijo de mistura são necessários 7 litros de leite. Desta forma, evidencia-se claramente que o queijo de mistura possui maior rendimento que o queijo meio gordo, o que seria de esperar, uma vez que a proteína permite aumentar a rentabilidade. Verifica-se que o leite de ovelha possui o maior teor em proteína, e o queijo de mistura possui esse tipo de leite, o que justifica o aumento no rendimento. Morales-Celaya *et al* (2012) apresentam rendimentos para produção de queijo entre 92 a 95 g/L.

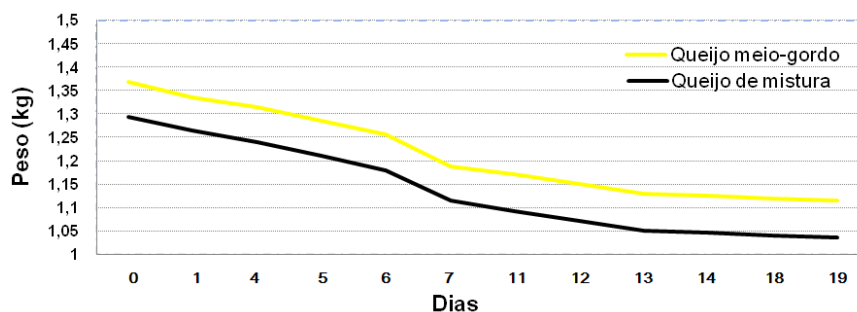


Figura 2. Evolução do peso dos queijos ao longo da maturação.

Conclusões

Perante as análises realizadas verifica-se que todo o leite foi aceite para fabrico, uma vez que se encontrava dentro dos limites legais. Consta-se que com a termização e a pasteurização as contagens de microrganismos e células somáticas vão diminuindo, indicando assim que os tratamentos aplicados ao leite são eficazes. Pela avaliação das características físico-químicas dos queijos consegue-se classificá-los quanto à cura, matéria gorda e consistência, concluindo-se assim que se trata de queijos curados, meio gordo e de mistura, com pasta semi-mole.

Quanto ao rendimento verificou-se que o queijo de mistura é mais rentável que o queijo meio gordo, uma vez que necessita de menor quantidade de leite para fabricar 1kg de queijo, e que tal ocorrência se deve ao facto de incluir leite de ovelha, tendo este maior teor em proteína. Verificou-se também que desde o dia de fabrico até ao produto ser expedido os queijos vão perdendo peso, atingindo a sua maturação passados cerca de 20 dias.

Agradecimentos

À FCT e ao CI&DETS através do projeto PEst-OE/CED/UI4016/2011.

Bibliografia

- Boutoial, K.; Ferrandini, E.; Rovira, S.; García, V.; Belén López, M. (2013) Effect of feeding goats with rosemary (*Rosmarinus officinalis* spp.) by-product on milk and cheese properties. *Small Ruminant Research* **112**, 147-153.
- Castro F. L. (1985a) O leite - Leites Queijos e produtos derivados. Vol 1. Pub. Europa-América, Lisboa.
- Castro FL. (1985b) O leite - Do úbere à fábrica de lacticínios. Vol 2. Pub. Europa-América, Lisboa.
- Correia, A C. (2008). Tecnologia dos Leites. ESAV, Viseu.
- Dolci, P.; Alessandria, V.; Zeppa, G.; Rantsiou, K.; Cocolin, L. (2008) Microbiological characterization of artisanal Raschera PDO cheese: Analysis of its indigenous lactic acid bacteria. *Food Microbiology* **25**, 392-399.
- Heino, A.; Uusi-Rauva, J.; Outinen, M. (2010) Pre-treatment methods of Edam cheese milk. Effect on cheese yield and quality. *LWT - Food Science and Technology* **43**, 640-646.
- Mehaia, M. A. (2002) Manufacture of fresh soft white cheese (Domiaty-type) from ultrafiltered goats' milk. *Food Chemistry* **79**, 445-452.
- Morales-Celaya, M. F.; Lobato-Calleros, C.; Alvarez-Ramirez, J.; Vernon-Carter, E. J. (2012) Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. *LWT - Food Science and Technology* **45**, 132-141.
- Ortigosa, M.; Arizcun, C.; Irigoyen, A.; Oneca, M.; Torre, P. (2006) Effect of *lactobacillus* adjunct cultures on the microbiological and physicochemical characteristics of Roncal-type ewes' milk cheese. *Food Microbiology* **23**, 591-598.
- Rehman, S.-U.; Banks, J. L.; McSweeney, P. L. H.; Fox, P. F. (2000) Effect of ripening temperature on the growth and significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal* **10**, 45-53.
- Rehman, S.-U.; McSweeney, P. L. H.; Banks, J. L.; Brechany, E. Y.; Muir, D. D.; Fox, P. F. (2000) Ripening of Cheddar cheese made from blends of raw and pasteurised milk. *International Dairy Journal* **10**, 33-44.
- Ruas-Madiedo, P.; Alonso, L.; Delgado, T.; Bada-Gancedo, J. C.; Reyes-Gavila, C. G. (2002) Manufacture of Spanish hard cheeses from CO₂-treated milk. *Food Research International* **35**, 681-690.
- Sá, F. V.; Barbosa, M. (1990). O leite e os seus Produtos. 5ª Ed. Clássica Editora, Lisboa.
- Seifu, E.; Buys, E.M.; Donkin, E. F. (2004) Quality aspects of Gouda cheese made from goat milk preserved by the lactoperoxidase system. *International Dairy Journal* **14**, 581-589.
- Zeng, S. S.; Escobar, E. N.; Brown-Crowder, I. (1996) Evaluation of screening tests for detection of antibiotic residues in goat milk. *Small Ruminant Research* **21**, 155-160.