EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DO LEITE NA COMPOSIÇÃO DE QUEIJO TIPO CAMEMBERT

EFFECT OF MILK STORAGE DURATION ON THE COMPOSITION OF CAMEMBERT-TYPE CHEESE

Beatriz Nunes Pereira[1], Joao Tomaz Silva Barcellos Junior [3], Mariane Garcia Orqis Barcellos [3] , Fernanda Germano Alves Gautério[2].

[1] Discente de Pós-Graduação da UNIPAMPA, [2] Docente da UNIPAMPA, [3] Servidores técnico da unipampa

Resumo: O congelamento do leite cru é utilizado por pequenos produtores para acumular volume e contornar a sazonalidade da produção, mas provoca alterações físico-químicas que podem comprometer a fabricação de queijos, especialmente os de massa mole e casca florida, cuja qualidade depende da retenção de gordura no coágulo. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de armazenamento congelado do leite sobre a composição centesimal de queijo tipo Camembert. Leite cru de vacas da raça Jersey, proveniente de agroindústria familiar da Região da Campanha Gaúcha, foi caracterizado físico-quimicamente e armazenado congelado em freezer. Foram fabricados dois queijos tipo Camembert pelo mesmo procedimento, com pasteurização, adição de cultura mesofílica, *Penicillium camemberti* e quimosina, salga em salmoura e maturação por 14 dias a 12 °C: o queijo CF7, com leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana, e o queijo CF30, com o mesmo leite armazenado por aproximadamente um mês. Os queijos foram analisados quanto aos teores de proteína, lipídios e cinzas, expressos em base seca. O leite apresentou 5,20 % de gordura, 4,00 % de proteína e 13,00 % de extrato seco total, com acidez, pH e densidade dentro dos padrões. O queijo elaborado com leite armazenado por um mês apresentou teor de lipídios 43,2 % menor (15,84 % contra 27,87 %) e teor de proteína 19,5 % maior (75,69 % contra 63,33 %). O aumento da proteína em base seca foi, portanto, relativo, decorrente da perda de gordura para o soro. Nenhum dos queijos atingiu o mínimo de 30 % de gordura no extrato seco estabelecido pelo Codex Alimentarius para o Camembert. Conclui-se que o prolongamento do armazenamento congelado do leite reduz drasticamente a retenção de gordura no queijo tipo Camembert, comprometendo sua composição e sua conformidade, e que o uso de leite congelado na fabricação desse queijo requer congelamento rápido e armazenamento curto.

Palavras-chave: Leite congelado; Queijo de casca florida; Gordura no extrato seco; Jersey; Agroindústria familiar.

Abstract: Raw milk freezing is used by small-scale producers to accumulate volume and overcome production seasonality, but it causes physicochemical changes that may compromise cheese manufacturing, especially soft-ripened cheeses with bloomy rinds, whose quality depends on fat retention in the curd. This study aimed to evaluate the

effect of frozen milk storage time on the proximate composition of Camembert-type cheese. Raw milk from Jersey cows, obtained from a family-run dairy in the Campanha Gaúcha region, was physicochemically characterized and stored frozen in a freezer. Two Camembert-type cheeses were manufactured using the same procedure, including pasteurization, addition of mesophilic culture, Penicillium camemberti and chymosin, brining, and ripening for 14 days at 12 °C: cheese CF7, made with milk stored frozen for approximately one week, and cheese CF30, made with the same milk stored frozen for approximately one month. The cheeses were analyzed for protein, lipid, and ash contents, expressed on a dry-matter basis. The milk presented 5.20% fat, 4.00% protein, and 13.00% total solids, with acidity, pH, and density within the established standards. The cheese made with milk stored for one month presented a 43.2% lower lipid content (15.84% versus 27.87%) and a 19.5% higher protein content (75.69% versus 63.33%). The increase in protein on a dry-matter basis was therefore relative, resulting from fat loss into the whey. Neither cheese reached the minimum fat content of 30% in dry matter established by the Codex Alimentarius for Camembert. It is concluded that prolonged frozen storage of milk drastically reduces fat retention in Camembert-type cheese, compromising its composition and compliance, and that the use of frozen milk in the manufacture of this cheese requires rapid freezing and short storage periods.

Keywords: *Penicillium camemberti; physical chemistry; analysis.*

INTRODUÇÃO

O queijo Camembert, originário da Normandia, é um queijo de massa mole e casca florida cuja superfície é recoberta por *Penicillium camemberti*, responsável, durante a maturação, pela textura cremosa e pelo sabor característico (Lima et al., 2010). No Brasil, por não haver regulamento técnico específico, adotam-se como referência os parâmetros do *Codex Alimentarius*, que estabelece para o Camembert o mínimo de 30 % de gordura no extrato seco, com faixa de referência de 45 a 55 %, e maturação de cerca de dez dias a temperaturas entre 10 e 16 °C (*Codex Alimentarius Commission*, 2022). Durante a maturação, *P. camemberti* consome o ácido láctico da superfície e promove proteólise e lipólise intensas; os ácidos graxos liberados originam metilcetonas e outros compostos voláteis que compõem o aroma do queijo (Fox et al., 2017). Como esse tipo de queijo não é prensado nem cozido, sua composição depende diretamente da capacidade do coágulo de reter gordura e proteína, sendo a gordura ao mesmo tempo um requisito de composição e o principal substrato para o desenvolvimento do sabor.

O congelamento do leite cru constitui uma estratégia de conservação que permite acumular volumes de matéria-prima para o processamento e minimizar os efeitos da sazonalidade produtiva. Essa alternativa é particularmente relevante na ovinocultura e na caprinocultura leiteiras, nas quais a produção pode ser limitada por animal e concentrada em determinados períodos do ano, dificultando o fornecimento contínuo de leite às unidades de processamento (Wendorff, 2001; Fava et al., 2014; Tribst et al., 2019). No Brasil, Nespolo et al. (2024) avaliaram os efeitos da refrigeração e do congelamento sobre a qualidade microbiológica e físico-química do leite ovino durante o armazenamento, contribuindo para a compreensão das implicações dessa estratégia de conservação. No caso do leite caprino, estudos experimentais também investigaram condições de congelamento e descongelamento visando à preservação de suas características nutricionais e físico-químicas (Yu et al., 2021). Além disso, o congelamento de leite ovino na propriedade até sua entrega à indústria processadora é contemplado pelo *National Dairy Code* canadense, em sua versão revisada em 2024. Embora essa documentação demonstra o reconhecimento técnico e regulatório da prática em outro contexto produtivo, sua adoção atual e sua abrangência no Brasil ainda precisam ser confirmadas por estudos de campo. Para o leite bovino, Moreno e Emata (2022) investigaram os efeitos de diferentes métodos de conservação, incluindo o congelamento, sobre a qualidade do leite cru.

Desde os primeiros estudos sobre o tema, reconhece-se que o leite submetido ao congelamento está sujeito a dois tipos principais de instabilidade: a separação da gordura, que ocorre já durante o congelamento em razão de danos à membrana dos glóbulos, e a floculação das proteínas, sobretudo das caseínas, que depende da temperatura final e da duração do armazenamento congelado (Webb e Hall, 1935; Muir, 1984). Estudos posteriores mostraram que o congelamento altera o pH e o equilíbrio salino do leite (Van den Berg, 1961; De La Fuente et al., 1997), favorece a liberação de ácidos graxos livres durante o armazenamento (Needs, 1992) e pode comprometer as propriedades de

coagulação enzimática, com aumento do tempo de coagulação e redução da firmeza do coágulo (Pazzola et al., 2013). Em leite bovino, o congelamento convencional reduziu os teores de gordura e proteína em comparação ao leite refrigerado (Moreno e Emata, 2022), e o leite descongelado sem adição de cloreto de cálcio chegou a não coagular durante a fabricação de um queijo fresco (Moreno e Emata, 2021).

Apesar desse conjunto de evidências, os trabalhos que avaliaram a coagulação do leite congelado ou a fabricação de queijos com essa matéria-prima utilizaram predominantemente leite de ovelha e de cabra e queijos frescos ou salmourados (De La Fuente et al., 1997; Pazzola et al., 2013; Kljajević et al., 2017; Moreno e Emata, 2021). Na literatura consultada, não foram identificados estudos que avaliassem diretamente a fabricação do Camembert tradicional com leite congelado. Esse é o problema abordado neste estudo, pois o Camembert reúne características que o tornam especialmente vulnerável às alterações do leite congelado: emprego de leite cru, dependência de um coágulo firme para a moldagem manual, ausência de prensagem, exigências mínimas de gordura e de extrato seco e uma maturação fúngica intensamente lipolítica e proteolítica.

O tema justifica-se, em primeiro lugar, porque o congelamento é adotado justamente por produtores de pequena escala para acumular volume e contornar a sazonalidade, e porque perdas de rendimento e desvios de composição representam prejuízo econômico direto na fabricação de queijos (Fox et al., 2017). Em segundo lugar, porque os próprios cadernos de especificações das Denominações de Origem Protegidas proíbem a conservação do leite e da coalhada a temperaturas negativas, o que indica que o congelamento é reconhecido como fator capaz de descaracterizar o produto. Compreender quais etapas da fabricação são afetadas e de que forma permite orientar produtores de queijos tipo Camembert sobre os riscos e as condições de uso dessa matéria-prima.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de armazenamento do leite cru congelado sobre a composição físico-química de queijo tipo *Camembert*, comparando os teores de proteína,

lipídios e cinzas de queijos elaborados com leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana e um mês. Adicionalmente, buscou-se relacionar as diferenças observadas na composição dos queijos às possíveis alterações tecnológicas decorrentes do congelamento do leite, com base nas evidências científicas disponíveis na literatura.

METODOLOGIA

Foi utilizado leite cru de vacas da raça Jersey, proveniente de uma agroindústria familiar da Região da Campanha Gaúcha, no Rio Grande do Sul. Após a aquisição, o leite foi armazenado congelado em freezer convencional até o momento da fabricação dos queijos. A partir do mesmo lote de leite, foram definidos dois tratamentos, de acordo com o tempo de armazenamento congelado: o queijo Q7 foi fabricado com leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana, e o queijo Q30 foi fabricado com leite armazenado congelado por aproximadamente um mês. Antes de cada fabricação, o leite foi descongelado. Os demais insumos foram adquiridos no comércio local de Bagé (RS) ou em lojas especializadas.

Fabricação do queijo tipo Camembert

Os dois queijos foram fabricados pelo mesmo procedimento, adaptado da metodologia proposta por Herbert (2021) e representado na Figura 1.

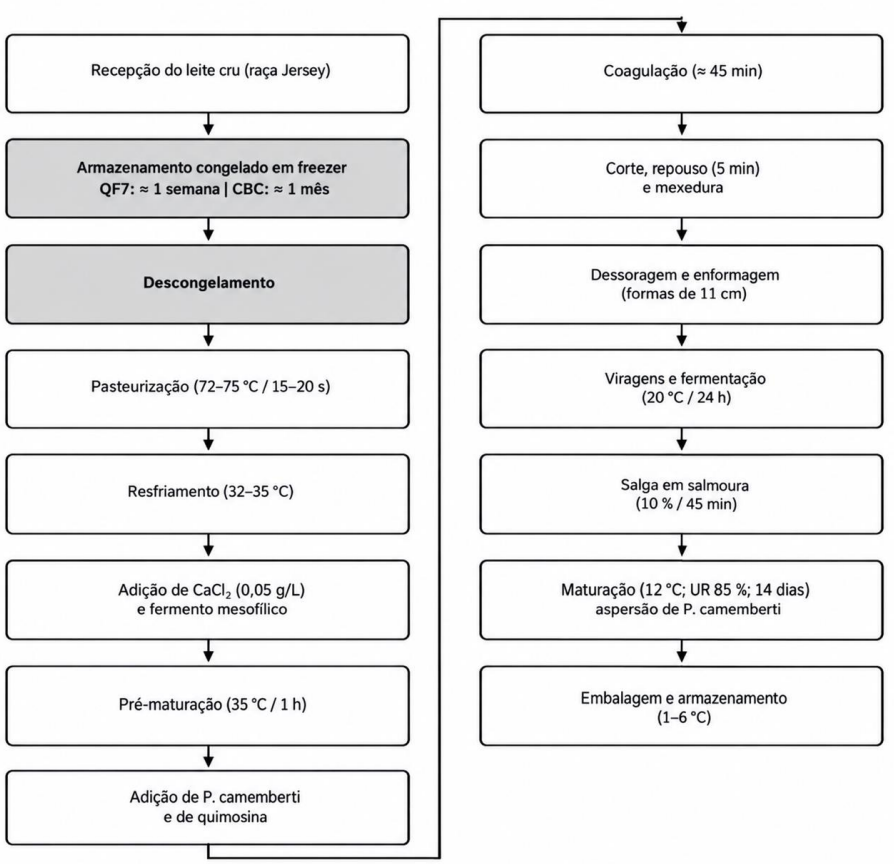


Figura 1. Fluxograma de fabricação do queijo tipo Camembert empregado nos dois tratamentos. As etapas em destaque correspondem ao armazenamento congelado e ao descongelamento do leite, que diferenciaram os queijos QF7 (leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana) e QF30 (aproximadamente um mês).
Fonte: Adaptado de Herbert (2021).

Análises físico-químicas

O leite foi caracterizado quanto aos teores de proteína, lipídios, umidade, cinzas e lactose, à acidez titulável, ao pH, à densidade e ao extrato seco total. Nos queijos, foram determinados os teores de proteína, lipídios e cinzas. A proteína foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl, os lipídios por extração direta em Soxhlet, a umidade por secagem direta em estufa a 105 °C, as cinzas por incineração em mufla e a acidez por titulação, todos conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008); o pH foi medido em potenciômetro de bancada. Os resultados dos queijos foram expressos em base seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas do leite estão apresentados na Tabela 1. Os teores de gordura e de proteína superaram os mínimos de 3,0 % e 2,9 % respectivamente pela Instrução Normativa nº 76/2018, e o extrato seco total foi superior ao mínimo exigido de 11,4 % (Brasil, 2018). A acidez titulável e a densidade situaram-se dentro das faixas exigidas (1,028 a 1,034 g/mL), e o pH foi compatível com leite íntegro. Esses valores são próximos aos relatados por Batista et al. (2022) para vacas Jersey da Região da Campanha Gaúcha, que apresentaram em média 4,25 % de gordura, 3,76 % de proteína e 13,57 % de sólidos totais, e confirmam a elevada concentração de sólidos característica da raça.

A concentração de lactose encontrada apresentou-se ligeiramente inferior ao valor médio relatado na literatura para leite bovino aproximadamente 4,5% (Batista, 2022), contudo, variações são comuns em função de fatores como raça, estágio de lactação e nutrição do animal. Ainda assim, o valor obtido não compromete a fermentação, uma vez que há substrato suficiente para o metabolismo dos microrganismos láticos durante a produção do queijo (Furtado, 2013).

Tabela 1: Composição físico-química do leite cru de vacas Jersey utilizado na fabricação dos queijos e requisitos da Instrução Normativa nº 76/2018

Parâmetro	Leite (média ± DP)	Requisito IN 76/2018
Gordura (%)	5,20 ± 0,60	≥ 3,0
Proteína (%)	4,00 ± 1,30	≥ 2,9
Lactose (%)	2,98 ± 0,00	≥ 4,3
Cinzas (%)	0,82 ± 0,02	—
Umidade (%)	87,00 ± 0,06	—
Extrato seco total (%)	13,00 ± 0,09	≥ 11,4
Sólidos não gordurosos (%)*	7,80	≥ 8,4
Acidez (g ácido láctico/100 mL)	0,17 ± 0,01	0,14 a 0,18
pH	6,90 ± 0,03	—
Densidade (g/mL)	1,034 ± 0,07	1,028 a 1,034

*Valores calculados: sólidos não gordurosos = extrato seco total − gordura; DP: desvio padrão. Fonte: Autora (2026); requisitos conforme Brasil (2018).

Composição dos queijos tipo Camembert

A composição dos queijos fabricados com leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana (QF7) e por aproximadamente um mês (QF30) está apresentada na Tabela 2. O tempo de armazenamento congelado afetou os teores de lipídios e de proteína.

Tabela 2: Composição em base seca dos queijos tipo Camembert fabricados com leite armazenado congelado por aproximadamente uma semana (QF7) e um mês (QF30)

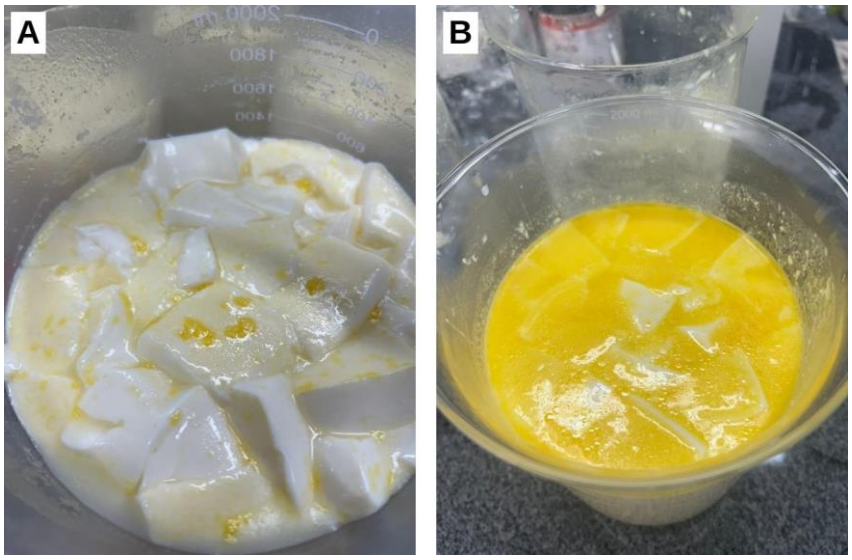
Parâmetro (% base seca)	QF7 (≈ 1 semana)	QF30 (≈ 1 mês)
Proteína	63,33 ± 0,30	75,69 ± 0,30
Lipídios	27,87 ± 0,90	15,84 ± 0,80
Cinzas	8,63 ± 0,50	7,93 ± 0,30

Médias ± desvio padrão

Fonte: Autora (2026)

O efeito mais expressivo foi a redução do teor de lipídios, que passou de 27,87 % no queijo QF7 para 15,84 % no queijo QF30, uma queda de 43,2 % em base seca. A Figura 2 mostra a coalhada no momento do corte nos dois processamentos: com o leite armazenado por menos tempo, o soro apresentou pouca gordura livre, enquanto, com o leite armazenado por um mês, o soro tornou-se intensamente amarelado, com gordura separada visível na superfície. A observação visual confirma que a diferença nos teores de lipídios resultou da perda de gordura para o soro durante a fabricação, e não de variação na matéria-prima, já que os dois queijos foram produzidos com o mesmo lote de leite.

Figura 2 –Coalhada no momento do corte. A: leite armazenado congelado por menor tempo (queijo QF7), com pouca gordura livre no soro. B: leite armazenado congelado por aproximadamente um mês (queijo QF30), com soro amarelado e intensa separação de gordura.



Fonte: Autora (2026).

A formação de cristais de gelo e a desidratação da interface rompem a membrana do glóbulo de gordura, provocando coalescência parcial e separação da gordura após o descongelamento (Muir, 1984; Bottiroli et al., 2020). O congelamento lento, como o que ocorre em freezers convencionais, forma cristais maiores, que danificam os glóbulos de gordura em maior extensão (Malta, 2019; Moreno e Emata, 2022). Uma vez desestabilizada, a gordura deixa de ser aprisionada na rede de para-caseína durante a coagulação e é expulsa com o soro no corte, na mexedura e na dessoragem. O aumento da perda entre uma semana e um mês de armazenamento indica que os danos à fração lipídica se acumulam ao longo do armazenamento congelado, em concordância com Muir (1984), que distingue os efeitos do ato de congelar daqueles decorrentes

da duração do armazenamento, e com Needs (1992), que observou aumento progressivo da lipólise em leite mantido congelado por meses.

O teor de proteína, por sua vez, foi maior no queijo QF30 do que no queijo QF7. Essa variação pode estar relacionada, principalmente, às condições de armazenamento da matéria-prima. Durante o congelamento lento do leite, formam-se grandes cristais de gelo que concentram a fase líquida remanescente. Essa concentração eleva o teor de sais provenientes das micelas de caseína, especialmente o fosfato de cálcio, aumentando a força iônica do meio. Nessa condição, parte do fosfato de cálcio coloidal precipita-se como $Ca_3(PO_4)_2$, liberando íons H^+ e promovendo a redução do pH de aproximadamente 6,7 para 5,8. Essa acidificação intensifica a solubilização das proteínas lácteas, uma vez que a desestabilização do equilíbrio mineral compromete a integridade das micelas (Fukuda, 2003).

A literatura não indica que o congelamento aumente a retenção de proteína; ao contrário, a crioprecipitação das caseínas e a dissociação da β-caseína tendem a reduzir a recuperação proteica (Couto, 2011; Moreno e Emata, 2022). Assim, o maior teor protéico do queijo QF30 reflete a concentração dos sólidos remanescentes após a perda de gordura, e não um ganho real de proteína.

A redução acentuada da gordura observada no queijo QF7 sugere que houve perda importante de gordura mesmo com cerca de uma semana de armazenamento, e a nova redução pela metade no queijo QF30 evidencia o agravamento com o tempo. Como o estudo não incluiu um queijo fabricado com leite fresco, não foi possível separar o efeito do congelamento em si do efeito de outras etapas do processo, como a pasteurização e a mexedura, sobre a perda observada no queijo QF7.

O teor de cinzas não diferiu entre os tratamentos, indicando que a retenção de minerais foi semelhante nos dois processamentos. Como ambos os queijos passaram pela mesma salga em salmoura, parte expressiva das cinzas corresponde ao cloreto de sódio absorvido, o que pode ter atenuado eventuais diferenças na fração mineral proveniente do leite. Ainda assim, a redistribuição

do cálcio entre as fases solúvel e coloidal durante o congelamento é relevante para a coagulação (Van den Berg, 1961; Lucey e Fox, 1993; De La Fuente et al., 1997). A literatura descreve efeitos do congelamento sobre a composição e as propriedades físicas do leite, com possíveis repercussões em seu comportamento durante a fabricação de queijos. Nesse contexto, a Tabela 2 apresenta uma síntese dos principais estudos sobre os efeitos do congelamento nas propriedades físico-químicas do leite e em aspectos tecnológicos relacionados à produção de queijos.

Tabela 2: Síntese de estudos sobre os efeitos do congelamento do leite em suas propriedades e na fabricação de queijos

Estudo	Leite e condição	Principais resultados
Webb e Hall (1935)	Leite e creme bovinos	Congelamento lento favoreceu a separação da gordura; caseínas tornaram-se insolúveis após semanas congeladas
Van den Berg (1961)	Leite bovino armazenado congelado	Redução do pH nas primeiras 2–3 semanas de armazenamento
Needs (1992)	Ovino; −12, −20 e −27 °C por 6 meses	Aumento dos ácidos graxos livres, com velocidade dependente da temperatura
De La Fuente et al. (1997)	Ovino e caprino; −18 °C por 3 meses	Leve aumento de Ca, P e Mg coloidais; coagulação menos afetada que no leite refrigerado por vários dias
Pazzola et al. (2013)	Ovino (Sarda); 1, 3 e 5 meses	Maior tempo de coagulação, coágulo menos firme e amostras sem coagulação após armazenamento longo
Fava et al. (2014)	Ovino (Lacaune); 7 dias	Composição química e características físicas inalteradas
Kljajević et al. (2017)	Caprino; leite e coalhada a −27 °C por 7 dias	Queijo de leite congelado mais semelhante ao controle que o de coalhada congelada
Bottiroli et al. (2020)	Bovino UHT; −20 e −80 °C por 72 h	Sem diferença sensorial; discreto aumento do tamanho de partículas a −80 °C

Estudo	Leite e condição	Principais resultados
Moreno e Emata (2021)	Bovino cru; −18 °C por 16 h; queijo fresco	Sem $CaCl_2$ não houve coagulação; 0,07 % de $CaCl_2$ elevou gordura, proteína e sólidos
Moreno e Emata (2022)	Bovino cru; −18 °C (16 h) e −40 °C (10 h)	Congelamento lento reduziu gordura e proteína; congelamento rápido aproximou-se do leite refrigerado

Fonte: Elaborado com base nos estudos citados.

Em conjunto, os estudos indicam que a magnitude das alterações depende de três fatores principais: a velocidade de congelamento, a temperatura de armazenamento e a duração do armazenamento. Congelamentos curtos e rápidos produzem alterações discretas (Fava et al., 2014; Bottiroli et al., 2020), enquanto armazenamentos de vários meses, sobretudo em temperaturas mais próximas do ponto de congelamento, comprometem de forma acentuada a coagulação e favorecem a lipólise (Needs, 1992; Pazzola et al., 2013).

Os resultados indicam que o tempo de armazenamento congelado é um fator crítico quando o leite se destina à fabricação de queijos. Para agroindústrias familiares que dependem do congelamento para acumular volume, a literatura recomenda resfriar previamente o leite a 4–6 °C e congelá-lo rapidamente, em torno de −25 °C (Fava et al., 2014), preferindo-se o congelamento rápido, que produz leite mais semelhante ao refrigerado (Moreno e Emata, 2022). O armazenamento deve ser o mais curto possível e em temperatura estável, uma vez que os prejuízos à coagulação e à fração lipídica aumentam com o tempo (Needs, 1992; Pazzola et al., 2013). O descongelamento lento, sob refrigeração e com agitação suave, favorece a redispersão da gordura e a ressolubilização dos minerais (Gaber et al., 2020), e a adição de cloreto de cálcio em dose adequada contribui para a firmeza do coágulo e a retenção de sólidos (Moreno e Emata, 2021).

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Cada tratamento correspondeu a um único processamento, de modo que a triplicata refere-se às determinações analíticas e não a repetições de fabricação; o tempo de armazenamento confunde-se,

portanto, com a data de fabricação. Não houve um queijo controle elaborado com leite fresco, e a temperatura e a velocidade de congelamento não foram monitoradas. Também não foram avaliados o rendimento de fabricação, a composição do soro, a umidade dos queijos em base úmida, a lipólise e a aceitação sensorial. Estudos futuros devem incluir esses parâmetros, repetições independentes de fabricação e diferentes condições de congelamento e de armazenamento, para estabelecer limites seguros de uso do leite congelado na fabricação de queijo tipo Camembert.

CONCLUSÃO

O tempo de armazenamento congelado do leite afetou de forma expressiva a composição do queijo tipo Camembert. O queijo fabricado com leite armazenado congelado por aproximadamente um mês apresentou teor de lipídios em base seca 43,2 % menor do que o fabricado com leite armazenado por aproximadamente uma semana, enquanto o teor de proteína aumentou apenas de forma relativa, em consequência da perda de gordura, e o teor de cinzas não foi alterado.

A perda de gordura ocorreu para o soro durante a fabricação, como evidenciado pela separação visível de gordura na coalhada e pela redução da relação gordura:proteína de 1,30 no leite para 0,44 e 0,21 nos queijos. Nenhum dos queijos atingiu o teor mínimo de gordura no extrato seco de referência para o Camembert, embora o leite Jersey utilizado fosse rico em gordura.

Conclui-se que o leite destinado à fabricação de queijo tipo Camembert deve, preferencialmente, ser processado fresco e que, quando o congelamento for necessário, o armazenamento deve ser o mais curto possível, associado a congelamento rápido, descongelamento controlado e ajuste da dose de cloreto de cálcio.

REFERÊNCIAS

ALINOVI, M.; MUCCHETTI, G.; WIKING, L. et al. Freezing as a solution to preserve the quality of dairy products: the case of milk, curds and cheese. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 20, p. 3340-3360, 2021. DOI: 10.1080/10408398.2020.1798348.

BATISTA, L. S.; HAERTEL, S. L. C.; SILVA, V. R. et al. Avaliação da produtividade e qualidade do leite de rebanhos da raça Jersey do Rio Grande do Sul. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 71, n. 276, p. 233-240, 2022.

BOTTIROLI, R.; ZHANG, C.; APREA, E. et al. Short communication: short-time freezing does not alter the sensory properties or the physical stability of ultra-high-temperature hydrolyzed-lactose milk. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 10, p. 8822-8828, 2020. DOI: 10.3168/jds.2020-18415.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 2018. Seção 1, p. 9.

CANADA. Agriculture and Agri-Food Canada. National Dairy Code: Part I. Revised October 2024. [S. l.]: Government of Canada, 2024. Disponível em: https://agriculture.canada.ca/en/sector/animal-industry/canadian-dairy-information-centre/acts-3. Acesso em: 15 out. 2026

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Standard for Camembert (CXS 276-1973)**. Rome: FAO/WHO, 2022.

COUTO, C. N. B. **Efeito das condições de armazenamento de amostras de leite no índice de caseinomacropeptídeo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

DE LA FUENTE, M. A.; REQUENA, T.; JUÁREZ, M. Salt balance in ewe's and goat's milk during storage at chilling and freezing temperatures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 1, p. 82-88, 1997. DOI: 10.1021/jf960388a.

FAVA, L. W.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C.; PINTO, A. T. Evaluation of physico-chemical characteristics of fresh, refrigerated and frozen Lacaune ewes' milk. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1924-1930, 2014.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M. et al. **Fundamentals of Cheese Science**. 2. ed. New York: Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-1-4899-7681-9.

FURTADO MM. **Queijos especiais**. 1º Edição, São Paulo (SP), Setembro Editora 2013.

FUKUDA, S. P. **Estudo da correlação entre o método da ninidrina ácida e a cromatografia líquida de alta eficiência para a dosagem de glicomacropeptídeo e caseinomacropeptídeo em leite**. 2003. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Disponível em: https://www.bing.com/ck/a?!&&p=e1c1ab625eb9d83fe3f6c782e19467ad7f478dcfc7654956c2bdf7729b68fe31JmltdHM9MTc2NDk3OTIwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=2ab8f5ea-7c51-69ee-3fab-e6ca7d3a6843&psq=ESTUDO+DA+CORRELA%c3%87%c3%83O+ENTRE+O+M%c3%89TODO+DA+NINIDRINA+%c3%81CIDA+E+A+CROMATOGRAFIA+L%c3%8dQUIDA+DE+ALTA+EFICI%c3%8aNCIA+PARA+A+DOSAGEM+DE+GLICOMACROPEPT%c3%8dDEO+E+CASEINOMACROPEPT%c3%8dDEO+EM+LEITE&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cucmVwb3NpdG9yaW8udW5pY2FtcC5ici9CdXNjYS9Eb3dubG9hZD9jb2RpZ29BcnF1aXZvPTQ2MDY5NQ Acesso em: 15 out. 2026;

GABER, S. M.; JOHANSEN, A. G.; SCHÜLLER, R. B. et al. Effect of freezing temperatures and time on mineral balance, particle size, rennet and acid coagulation of casein concentrates produced by microfiltration. **International Dairy Journal**, v. 101, art. 104563, 2020. DOI: 10.1016/j.idairyj.2019.104563.

HERBERT, H. **Avaliação dos parâmetros do processo de produção do queijo tipo Camembert**. 2021. Dissertação (Mestrado em Tecnologias em Biociências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KLJAJEVIĆ, N. V.; MILORADOVIĆ, Z. N.; MIOČINOVIĆ, J. B. Textural and physico-chemical characteristics of white brined goat cheeses made from frozen milk and curd: the use of square I-distance statistics. **Mljekarstvo**, v. 67, n. 2, 2017. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2017.0205.

KOSCHAK, M. S.; FENNEMA, O.; AMUNDSON, C. H. et al. Protein stability of frozen milk as influenced by storage temperature and ultrafiltration. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 4, p. 1211-1217, 1981. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1981.tb03025.x.

LIMA, D. C.; GOULART, P. F. P.; OLIVEIRA, R. M. Avaliações sensorial, físico-química e microbiológica de queijo Camembert em diferentes tempos de maturação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 372, p. 26-33, 2010.

LUCEY, J. A.; FOX, P. F. Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 6, p. 1714-1724, 1993.

MALTA, D. S. **Influência dos métodos de conservação nas características físico-químicas do leite de ovelha e do requeijão cremoso**. 2019. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2019.

MELLO, E. Z.; ARMACHUK, M. A. **Avaliação do queijo colonial durante a maturação: modificações físico-químicas e microbiológicas**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

MORENO, M. C. R.; EMATA, O. C. Effects of varying concentrations of calcium chloride (CaCl2) on the quality of Filipino white cheese (kesong puti) made from frozen-thawed cow's milk. **Journal of Agricultural Research, Development, Extension, and Technology**, v. 3, n. 1, p. 88-95, 2021.

MORENO, M. C. R.; EMATA, O. C. Effects of refrigeration, freezing and blast freezing on quality of raw cow's milk. **Mindanao Journal of Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 241-255, 2022.

MUIR, D. D. Reviews of the progress of dairy science: frozen concentrated milk. **Journal of Dairy Research**, v. 51, n. 4, p. 649-664, 1984. DOI: 10.1017/S0022029900032982.

NEEDS, E. C. Effects of long-term deep-freeze storage on the condition of the fat in raw sheep's milk. **Journal of Dairy Research**, v. 59, n. 1, p. 49-55, 1992. DOI: 10.1017/S0022029900030235.

NESPOLO, C. R. et al. **Effects of cold storage and freezing on sheep's milk. Food Science and Technology,** v. 44, e00137, 2024. DOI: https://doi.org/10.5327/fst.00137. Disponível em: https://fstjournal.com.br/revista/article/view/137. Acesso em: 15 out. 2026.

PAZZOLA, M.; DETTORI, M. L.; MANCA, F. et al. The effect of long-term freezing on renneting properties of Sarda sheep milk. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 78, n. 3, p. 275-279, 2013.

SPINNLER, H. E.; GRIPON, J. C. Surface mould-ripened cheeses. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M. et al. (ed.). **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 3. ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. v. 2, p. 157-174.

TRIBST, A. A. L.; FALCADE, L. T. P.; OLIVEIRA, M. M. Strategies for raw sheep milk storage in smallholdings: effect of freezing or long-term refrigerated storage on microbial growth. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 6, p. 4960-4971, 2019. DOI: 10.3168/jds.2018-15715.

VAN DEN BERG, L. Changes in pH of milk during freezing and frozen storage.**Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 1, p. 26-31, 1961.

Yu, Z.; Qiao, C.; Zhang, X.; Yan, L.; Li, L.; Liu, Y. Screening of frozen-thawed conditions for keeping nutritive compositions and physicochemical characteristics of goat milk. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 4, p. 4108–4118, 2021. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2020-19238

WEBB, B. H.; HALL, S. A. Some physical effects of freezing upon milk and cream. **Journal of Dairy Science**, v. 18, n. 5, p. 275-286, 1935. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(35)93146-0.

WENDORFF, W. L. Freezing qualities of raw ovine milk for further processing. **Journal of Dairy Science**, v. 84, supl. E, p. E74-E78, 2001. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70200-7.