

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE *MOZZARELLA*. DE LEITE DE BÚFALA OBTIDA A PARTIR DE MASSA FERMENTADA E CONGELADA.

TATIANE C. **FRIANO**¹; ARIENE G. F. **VAN DENDER**²; ALCINA M. **LISERRE**³; LEILA M. **SPADOTI**³; LÍGIA D. **DOMINGOS**³; PATRÍCIA G. **SILVA**³; KARINA B. de **SOUZA**⁴.

Nº 0801020

Resumo

A *Mozzarella* de búfala autêntica apresenta uma superfície branco-porcelana, película superficial delgada, forma esférica e estrutura em camadas finas, superpostas, tendendo a decompor-se na parte interna. O sabor é característico e a consistência é levemente elástica. Devido às peculiaridades da tecnologia de preparo, é produzida no Brasil principalmente por pequenas indústrias e a nível artesanal, sendo distribuída por quase todo o país. O objetivo deste projeto foi estudar as características físico-químicas da *Mozzarella* de búfala produzida a partir de massa fermentada e congelada, que pode ser estocada para a utilização em momento oportuno, na medida em que houver escassez na oferta de leite. Os resultados demonstraram que a qualidade da *Mozzarella* fabricada a partir de massa congelada é similar à do queijo tradicional, por um período de até seis meses de estocagem.

Abstract

Buffalo mozzarella is a fresh, stringy textured cheese with porcelain-white colour, an extremely thin rind and delicate taste. The peculiarity of this cheese is entirely due to the technology used in its traditional manufacturing procedure. Though an Italian original, buffalo mozzarella is consumed all over the world today. The objective of this project was to study the physical-chemical characteristics of buffalo mozzarella produced from frozen fermented buffalo curds, which can be stored for a certain period of time and used at a more appropriate time of year, when seasonal demand for buffalo mozzarella is high and buffalo milk supply is low. The results demonstrated that the quality of mozzarella cheese made from frozen curds is similar to the cheese made from fresh curds, over a storage period of six months.

Key-words: buffalo milk, mozzarella, freezing technology

Introdução

A *mozzarella* de búfala autêntica apresenta uma superfície branco-porcelana, película superficial delgada, forma esférica e estrutura em camadas finas, superpostas, tendendo a decompor-se na parte interna. O sabor é característico e a consistência é levemente

1. Bolsista CNPq: Graduação em Nutrição, UNIP, Campinas-SP, ✉ tatiane_friano@yahoo.com.br

2. Orientador: Pesquisador, TECNOLAT/ITAL, Campinas-SP

3. Colaboradores: ITAL, Av. Brasil, 2880, Jardim Chapadão, Campinas, SP, 13070-178

4. Colaborador: COPPRIR, Av. Padre Antônio Brunetti, 1176, Itapetininga, SP, 18208-080

elástica (VALLE, 1989). Devido às peculiaridades da tecnologia de preparo, esse queijo é produzido no Brasil principalmente por pequenas indústrias, sendo distribuído por quase todo o país.

Atualmente devido ao crescimento da demanda por este produto, têm ocorrido problemas de abastecimento principalmente durante o período da entressafra (primavera/verão). Uma alternativa para contornar o problema consiste na aplicação da tecnologia de congelamento da massa coagulada e fermentada de leite de búfala e em sua utilização para a produção de *mozzarella* na entressafra. Entretanto, durante o tempo de estocagem da massa para fabricação de *mozzarella* ou do próprio queijo filado, em temperatura de congelamento, podem ocorrer modificações físicas e químicas, principalmente em relação às proteínas do queijo. Estas alterações devem ser controladas, pois podem representar perda de qualidade no produto final. Neste trabalho são avaliadas as características físico-químicas do queijo fabricado a partir de massa congelada em duas temperaturas em comparação com o produto convencional congelado.

Materiais e métodos

Foram realizados três processamentos de fabricação de *mozzarella* utilizando-se leite de búfala proveniente de um laticínio localizado na região do Sudoeste Paulista e como coadjuvantes o fermento STM6[®] e o coagulante Chymax[®], ambos fornecidos pela Christian Hansen, Valinhos. As principais etapas de fabricação foram: pasteurização lenta, adição de fermento e coagulante, coagulação, corte, mexedura, dessoragem parcial, fermentação no soro, congelamento da massa, filagem, modelagem, salga e acondicionamento em soro em embalagens plásticas (Cryovac BB300). Após a fermentação de cada processamento, a massa foi dividida em três partes, sendo a primeira submetida ao processo convencional de fabricação da *mozzarella* e as outras duas partes armazenadas a $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $-26\pm 2^{\circ}\text{C}$, respectivamente. A *mozzarella* fabricada no dia do processamento foi congelada como controle. Após 45, 90, 135 e 180 dias, amostras de cada massa (-20°C e -26°C) e a *mozzarella* congelada (controle) foram retiradas do freezer para descongelamento em câmara fria de 8 a 10°C por aproximadamente 24 horas. Então, realizou-se a filagem das massas e as respectivas análises físico-químicas da massa congelada, do queijo congelado e dos queijos filados no dia. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com metodologias oficiais.

Assim, o **pH** das amostras foi determinado por meio de um potenciômetro digital e a acidez do leite de búfala foi determinada pelo método de Dornic (NaOH 0,11N), sendo expresso em

graus Dornic (°D) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). O **teor de extrato seco total (EST)** foi determinado pelo método de secagem das amostras com areia tratada até peso constante, em estufa à temperatura entre 102-104°C (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1982). Para determinação do **teor de gordura (G)** presente nas amostras foram utilizados métodos butirométricos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). As **cinzas** das amostras foram determinadas em mufla regulada para temperatura em torno de 550 ± 5°C (HORWITZ, 2005). Os **teores de sal e de lactose (L)** foram determinados de acordo com Serres et al. (1973) e Acton (1977), respectivamente. Os **teores de nitrogênio total (NT), nitrogênio solúvel pH 4,6 (NSpH4,6) e de nitrogênio não-protéico (NNP)** das amostras foram determinados pelo método oficial Kjeldahl (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962, 1964, VAKALERIS e PRICE, 1959, ASCHAFFENBURG e DREWRY, 1959). Os Índices de Extensão (IEP) e de Profundidade (IPP) de Proteólise foram calculados pela relação de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio não-protéico por nitrogênio total, respectivamente. A gordura no extrato seco (GES) foi calculada pela relação entre a concentração de gordura e o valor do extrato seco.

Resultados e Discussão

O leite de búfala utilizado, de acordo com as análises físico-químicas realizadas, apresentou 17,48% de extrato seco, 7,22% de gordura, 4,82% de proteína, 0,80% de cinzas e 5,12% de lactose. Esses dados estão compatíveis com os encontrados por Verruma-BERNARDI et al. (2000).

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados médios das determinações físico-químicas da massa e do queijo, respectivamente, nas temperaturas de -20°C e -26°C submetidas ao Teste de Tukey e com indicação de resultados significativamente diferentes ou iguais a um nível de significância de 5%.

Observa-se na Tabela 1 que as massas não apresentaram diferenças significativas em seus parâmetros físico-químicos entre os tratamentos testados e ao longo do período de armazenamento. Os teores médios de umidade ($U = 100 - EST$) e de GES variaram entre 51,79 e 44,60% e entre 61,76 e 59,31%, respectivamente. Estes valores estão de acordo com aqueles regulamentados pela Portaria 366/1997 do Ministério da Agricultura, referente ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de massa para elaborar queijo *Mozzarella* (teor de U máximo: 55 g/100g e teor de GES mínimo: 35g/100g) (BRASIL, 1997). Com relação aos resultados obtidos com os queijos (Tabela 2), o EST variou entre 49,31 e 52,90%, com exceção das amostras compostas por queijo congelado (controles), as quais

sofreram uma perda de massa, o que reduziu o extrato seco para 44,79, 47,56, 47,32 e 46,18%, respectivamente. Como as amostras foram congeladas no soro, forma em que o produto é comercializado, pode ser que tenha ocorrido uma incorporação de água no produto além da perda de solutos, o que ocasionou o aumento de umidade. Paralelamente a esse aumento na umidade da *mozzarella* congelada no soro, houve uma diminuição no teor de proteína, pois nessas amostras as taxas de proteínas foram 15,94, 16,68, 16,87 e 17,54%, respectivamente, para 45, 90, 135 e 180 dias de congelamento, valores significativamente inferiores àqueles obtidos para a *mozzarella* filada a partir da massa congelada, os quais variaram entre 19,36 e 22,56%. Também nota-se que a concentração de lactose para a amostra de queijo congelado com 45 dias foi ligeiramente menor em comparação às outras amostras, o que demonstra que, além da diluição ocasionada pela incorporação de água, a lactose também pode ter sido perdida para o soro em que o queijo estava acondicionado durante o congelamento. O teor de gordura nas amostras de queijos variou entre 26,86 e 30,98%, sem diferenças significativas (Tabela 2). Os teores de sal variaram entre 0,28 e 0,81%, e essa diferença pode ser atribuída ao processo artesanal de filagem, pois as bolas apresentaram pequenas diferenças de tamanho, por serem moldadas manualmente, e provavelmente, bolas maiores absorveram menos sal que as bolas menores, ocasionando pequenas alterações nas concentrações de sal, fato que, todavia, não se mostrou perceptível na avaliação sensorial do produto.

Durante o período de estocagem das massas e queijos congelados, os mesmos foram avaliados quanto ao IEP e ao IPP e a variação dos referidos índices para as massas e queijos pode ser observada nas Tabelas 1 e 2, e na Figura 1. A média dos IEP variou de 5,27 a 5,12 e de 5,27 a 5,74, respectivamente para a massa no primeiro dia e para as massas armazenadas a -20°C e -26°C por 180 dias, respectivamente. Quanto ao IPP, o aumento foi de 2,53 para 3,13 e de 2,53 para 3,95, respectivamente, para as mesmas amostras citadas anteriormente. Todavia, as pequenas variações notadas nos índices de proteólise para a massa não foram significativamente diferentes (Tabela 1).

Em relação aos queijos, na Figura 1 e Tabela 2, pode-se observar que o IEP variou de 3,78 a 5,65 e o IPP médio, por sua vez, variou entre 1,95 e 3,11 no mesmo período. Não houve diferença significativa entre os índices para o queijo filado no dia do processamento, o queijo congelado e o queijo filado durante os 180 dias de armazenamento da massa (Tabela 2). Na literatura, praticamente não há trabalhos publicados com dados sobre a variação do IEP e IPP relacionados com o congelamento de massa fermentada e *mozzarella* de leite de búfala. Todavia, recentemente, Costa e Abreu (2007) encontraram variação de 11,5% para 16,5% no IEP e de 9,2% para 14,5% no IPP para queijo de coalho de leite de búfala com 1 dia de

fabricação e após 30 dias de estocagem sob refrigeração, respectivamente. De acordo com Reys et al. (2005), durante o armazenamento de queijos maturados em temperaturas de congelamento, ocorre um pequeno aumento no conteúdo de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e de nitrogênio não-protéico. Também, de acordo com resultados obtidos por Prados et al. (2005), a proteólise continua a ocorrer lentamente durante a estocagem congelada, observando-se teores mais altos de aminoácidos e amônia no final do período de estocagem. Entretanto, no presente trabalho, não foi notada diferença significativa entre os índices de proteólise por um período de 180 dias de congelamento.

Conclusões

De modo geral, os resultados obtidos mostram que não ocorreram mudanças significativas nos índices de proteólise dos queijos durante 180 dias de processamento. Além disso, os queijos filados a partir da massa congelada apresentaram características físico-químicas compatíveis com o queijo obtido de massa congelada no referido período. Pode-se concluir que a tecnologia de congelamento é viável para a produção de queijo *mozzarella* de leite de búfala por um período de até seis meses.

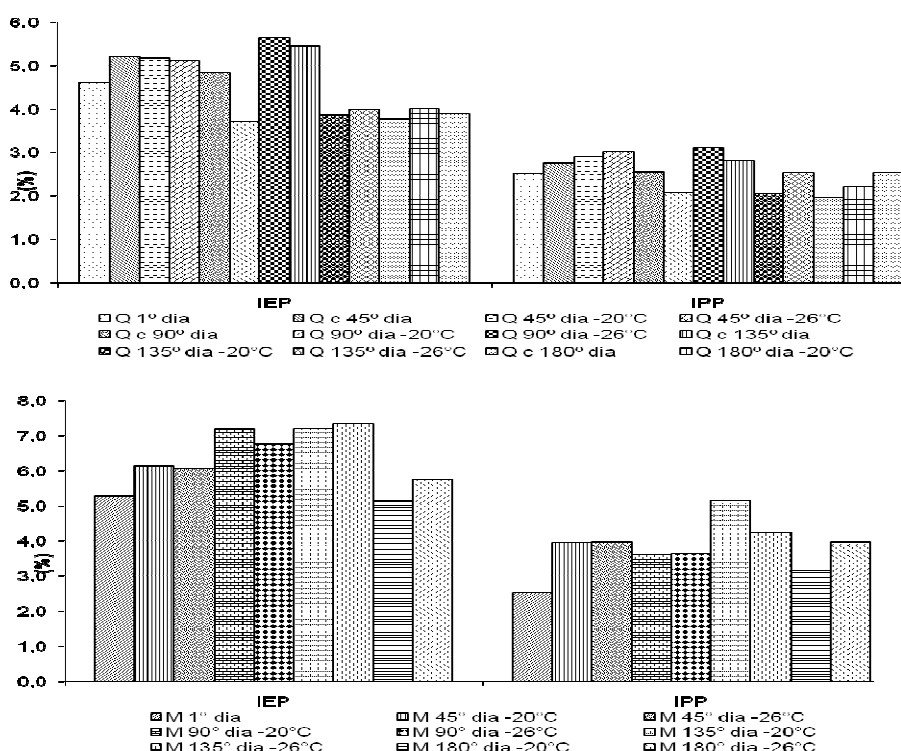


Figura 1. Variação do Índice de Extensão de Proteólise e do Índice de Profundidade de Proteólise das Massas e dos Queijos do primeiro, segundo e terceiro processamento, e após filagem com massa armazenada a -20°C e -26°C por 45, 90, 135 e 180 dias.

Tabela 1. Resultados médios das determinações físico-químicas da massa no dia do processamento e após 45 dias, 90, 135 e 180 dias de estocagem a -20°C e -26°C.

Amostra	1° dia		45° dia		90° dia		135° dia		180° dia	
	M1	Q1 _c	M1 ₋₂₀	M1 ₋₂₆	M1 ₋₂₀	M1 ₋₂₆	M1 ₋₂₀	M1 ₋₂₆	M1 ₋₂₀	M1 ₋₂₆
Determinação	M1	Q1_c	M1₋₂₀	M1₋₂₆	M1₋₂₀	M1₋₂₆	M1₋₂₀	M1₋₂₆	M1₋₂₀	M1₋₂₆
<i>pH</i>	5.19 ^A		5.11 ^A	5.17 ^A	5.19 ^A	5.14 ^A	5.16 ^A	5.16 ^A	4.99 ^A	5.09 ^A
<i>Acidez (% a. L.)</i>	0.89 ^A		0.93 ^A	0.81 ^A	0.81 ^A	0.74 ^A	0.72 ^A	0.78 ^A	0.77 ^A	0.70 ^A
<i>EST (%)</i>	55.40 ^A		51.38 ^A	51.77 ^A	52.12 ^A	52.70 ^A	51.48 ^A	48.21 ^A	51.47 ^A	49.36 ^A
<i>Gordura (%)</i>	32.89 ^A		31.11 ^A	30.79 ^A	31.88 ^A	33.07 ^A	31.51 ^A	29.93 ^A	32.82 ^A	30.07 ^A
<i>Proteína (%)</i>	19.39 ^A		17.02 ^A	16.81 ^A	17.06 ^A	16.62 ^A	17.21 ^A	16.31 ^A	16.62 ^A	17.57 ^A
<i>Cinzas (%)</i>	1.92 ^A		1.85 ^A	1.84 ^A	1.84 ^A	1.85 ^A	1.86 ^A	1.81 ^A	1.63 ^A	1.62 ^A
<i>Lactose (%)</i>	1.13 ^A		1.16 ^A	1.17 ^A	1.19 ^A	1.35 ^A	1.38 ^A	1.79 ^A	1.46 ^A	1.44 ^A
<i>GES</i>	59.31 ^A		60.03 ^A	60.72 ^A	61.20 ^A	62.71 ^A	61.81 ^A	61.76 ^A	63.19 ^A	60.55 ^A
<i>IEP</i>	5.27 ^A		6.13 ^A	6.03 ^A	7.22 ^A	6.74 ^A	7.19 ^A	7.34 ^A	5.12 ^A	5.74 ^A
<i>IPP</i>	2.53 ^A		3.94 ^A	3.94 ^A	3.61 ^A	3.64 ^A	5.14 ^A	4.22 ^A	3.13 ^A	3.95 ^A

Obs.: Para cada linha, valores relacionados com letras maiúsculas iguais não são significativamente diferentes (P≤0,05).

Tabela 2. Resultados médios das determinações físico-químicas dos queijos no dia do processamento e após 45, 90, 135 e 180 dias de estocagem a -20°C e -26°C

Amostra	1° dia		45° dia		90° dia		135° dia		180° dia	
	Q1	Q1 _c	Q1 ₋₂₀	Q1 ₋₂₆	Q1 ₋₂₀	Q1 ₋₂₆	Q1 ₋₂₀	Q1 ₋₂₆	Q1 ₋₂₀	Q1 ₋₂₆
Determinação	Q1	Q1_c	Q1₋₂₀	Q1₋₂₆	Q1₋₂₀	Q1₋₂₆	Q1₋₂₀	Q1₋₂₆	Q1₋₂₀	Q1₋₂₆
<i>pH</i>	5.21 ^A	5.27 ^A	5.21 ^A	5.23 ^A	5.28 ^A	5.19 ^A	5.23 ^A	5.29 ^A	5.23 ^A	5.21 ^A
<i>Acidez (%a.L.)</i>	0.53 ^B	0.51 ^B	0.59 ^B	0.55 ^B	0.40 ^B	0.56 ^B	0.50 ^B	1.13 ^A	0.60 ^B	0.66 ^{AB}
<i>EST (%)</i>	49.31 ^{ABC}	44.79 ^C	49.80 ^{ABC}	50.46 ^{ABC}	47.56 ^{ABC}	52.22 ^{AB}	47.32 ^{ABC}	51.72 ^{AB}	53.55 ^A	50.97 ^{ABC}
<i>Gordura (%)</i>	28.87 ^A	27.13 ^A	28.38 ^A	28.33 ^A	28.86 ^A	28.81 ^A	28.51 ^A	28.08 ^A	30.98 ^A	26.86 ^A
<i>Proteína (%)</i>	18.19 ^{CDEF}	15.94 ^F	19.33 ^{BCDE}	20.00 ^{ABCD}	16.68 ^{EF}	20.80 ^{ABC}	16.87 ^{EF}	21.60 ^{AB}	27.59 ^A	22.56 ^A
<i>Cinzas (%)</i>	1.65 ^A	1.46 ^A	1.62 ^A	1.70 ^A	1.49 ^A	1.86 ^A	1.65 ^A	1.96 ^A	1.66 ^A	1.99 ^A
<i>Sal (%)</i>	0.360 ^{AB}	0.446 ^{AB}	0.335 ^B	0.336 ^B	0.334 ^B	0.278 ^B	0.501 ^{AB}	0.320 ^B	0.814 ^A	0.670 ^{AB}
<i>Lactose (%)</i>	0.61 ^{ABC}	0.34 ^C	0.55 ^{ABC}	0.47 ^{BC}	0.46 ^{BC}	0.64 ^{ABC}	0.61 ^{ABC}	0.78 ^A	0.65 ^{AB}	0.80 ^a
<i>GES</i>	58.51 ^{ABC}	60.50 ^A	56.96 ^{ABC}	56.12 ^{ABC}	60.68 ^A	55.17 ^{ABC}	60.14 ^A	53.85 ^{BC}	59.74 ^{AB}	52.67 ^C
<i>IEP</i>	4.62 ^A	5.22 ^A	5.17 ^A	5.11 ^A	4.71 ^A	5.65 ^A	5.44 ^A	3.99 ^A	3.78 ^A	3.89 ^A
<i>IPP</i>	2.53 ^A	2.75 ^A	2.84 ^A	3.02 ^A	2.51 ^A	3.11 ^A	2.82 ^A	2.54 ^A	1.95 ^A	2.54 ^A

Obs.: Para cada linha, valores relacionados com letras maiúsculas iguais não são significativamente diferentes (P≤0,05).

Referências bibliográficas

- ACTON, G. H. The determination of lactose in milk. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Victoria, v.32, n.2, p.11, 1977.
- ASCHAFFENBURG, R.; DREWRY, J. New procedure for the routine determination of the various non casein proteins of milk. **INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS**, 15. London, 1959. Proceeding International Dairy Federation, 1959. 3:1631-1637.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal.. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade da Massa para Elaboração de Queijo Muzzarella n. 366**. Brasília, 1997.
- COSTA,R.G.B.; ABREU, L.R. de Aspectos físicos, químicos e físico-químicos de queijo de coalho obtido de leite de búfala. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 359, p. 9-17, 2007.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. cap. 50, met. 985.35 e 984.27, p. 15-18.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed., Brasília: MS, 2005, p. 102-103.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese**. Brussels: FIL/IDF, 1982. (FIL-IDF, 4A).
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the protein content of processed cheese products**. Brussels: FIL/IDF, 1964. (FIL-IDF, 25).
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method**. Brussels: FIL/IDF, 1962. (FIL-IDF, 20).
- PRADOS, F. et al. Influence of the frozen storage on some characteristics of ripened Manchego-type cheese manufactured with a powdered vegetable coagulant and rennet. **Food Chemistry**. v.95, n. 4. Abril, 2005. p.677-682.
- REPS, A. et al. Effect of freezing conditions on the ripening process and the quality of cheese. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.4, n.4, p. 210-214. 2005.
- SERRES, L.; AMARIGLIO, S.; PETRANSXIENE, D. **Controle de la qualité des produits laitiers**. Ministère de l'Agriculture. Direction des Services Vétérinaires. Tome I. Analyse Physique et Chimique (Chimie VII-6), 1973.
- VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 264-276, 1959.
- VALLE, J.L.E. do. Queijos. In: VAN DENDER, A.G.F. **Utilização artesanal do leite de búfala**. Campinas: ITAL, 1989.p. 57-60. (ITAL. Manual técnico, 3).
- Verruma-BERNARDI, M. R. et al. Elaboração do queijo mozzarella de leite de búfala pelos métodos tradicional e da acidificação direta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 20. n. 2. Campinas maio/ago, 2000.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPESP pelo auxílio financeiro e pela bolsa PIBIC.