

COMPOSIÇÃO, PROTEÓLISE, CAPACIDADE DE DERRETIMENTO E FORMAÇÃO DE “BLISTERS” DO QUEIJO MUSSARELA OBTIDO PELOS MÉTODOS TRADICIONAL E DE ULTRAFILTRAÇÃO¹

Patrícia D. PIZAIA², Leila M. SPADOTTI², Agnes NARIMATSU², José Raimundo F. DORNELLAS², Salvador M. ROIG^{2,*}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar a composição, a proteólise, a capacidade de derretimento e a formação de “blisters” (bolhas) em queijos tipo Mussarela fabricados com retentado de leite (MR) de fator de concentração volumétrica (FCV) de 2,34:1, com um queijo Mussarela padrão (MP) fabricado com leite não ultrafiltrado. Foi realizado um ensaio de produção com 3 lotes de MR e um lote de MP. Determinou-se a composição do leite, retentado, soro, água de filagem e queijos e a proteólise, a capacidade de derretimento e a formação de “blisters” nos queijos com 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento refrigerado. MRs apresentaram maiores valores de pH e de porcentagem de cinzas e de proteína total e menores porcentagens de acidez titulável, gordura, gordura no extrato seco e sal quando comparadas a MP. Durante o tempo de estocagem, as MRs apresentaram menor proteólise e capacidade de derretimento, em todas as datas analisadas. A porcentagem de área coberta por “blisters” na pizza e o diâmetro médio dos mesmos foram maiores na MP durante o primeiro mês de estocagem e depois ambos os tipos de queijos apresentaram comportamentos similares para estes 2 parâmetros.

Palavras-chave: Mussarela; tecnologia de membranas; proteólise; propriedades funcionais.

SUMMARY

MOZZARELLA BY ULTRAFILTRATION: COMPOSITION, PROTEOLYSIS, MELTING CAPACITY AND BLISTERS FORMATION. The objective of this research was to compare the composition, proteolysis, melting capacity and blisters formation in Mozzarella cheese manufactured with milk retentate (MR) of a volumetric concentration factor (FCV) of 2.34:1, with a standard Mozzarella cheese (MP) manufactured with non ultrafiltered milk. It was realized one production assay with 3 batches of MRs and one of MP. It was evaluated the milk, retentate, whey, stretching water and cheeses composition and the proteolysis, melting capacity and the blisters formation on cheeses with 7, 15, 30 and 60 days of refrigerates storage. MRs presented larger pH, ash and total protein contents and lower titratable acidity and fat, fat on dry matter and salt contents when compared to MP. Along the storage time the MRs presented lower proteolysis and melting capacity in all the analyzed dates. The pizza area percentage covered by blisters and their average diameters were larger for the MP during the first storage month and thereafter both kinds of cheese presented similar behavior for these two parameters.

Keywords: Mozzarella; membrane technology; proteolysis; functional properties.

1 – INTRODUÇÃO

A Mussarela é o queijo de massa filada mais produzido no Brasil e segundo estimativas de FURTADO [9] sua produção deve superar 200 mil toneladas. Este tipo de queijo é utilizado principalmente no preparo de pizzas devendo apresentar boas propriedades funcionais de fatiamento, derretimento, liberação de óleo livre, estiramento, escurecimento não enzimático e formação de “blisters” [17]. Pesquisas realizadas em pizzarias indicaram que entre as críticas mais freqüentes feitas pelos consumidores ao queijo Mussarela usado nas pizzas, encontram-se: derretimento excessivo do queijo e a formação de “blisters” [26].

Além do processo tradicional, há relatos de fabricação de queijo Mussarela por ultrafiltração desde o final dos anos 70 [5, 22]. A ultrafiltração consiste numa tecnologia utilizada para concentrar o leite por meio de membranas semipermeáveis [6]. A elaboração de queijo Mussarela, a partir de retentado com teor de sólidos semelhante ao do queijo obtido pelo processo tradicional (concentração total), tende a apresentar inúmeras vantagens, tais como: economia no tratamento de efluentes,

melhor utilização do espaço físico da fábrica e aumento de rendimento de fabricação dos queijos [18, 20, 23, 24]. Porém, tal queijo pode apresentar problemas de filagem, bem como menores valores de derretimento e estiramento [5, 18, 21], uma vez que tende a apresentar em sua composição as soroproteínas, as quais afetam a proteólise [21], que é um dos principais fatores que influenciam tais propriedades funcionais [16]. Uma alternativa para conciliar as vantagens da técnica de ultrafiltração do leite com uma redução nas desvantagens que ela apresenta seria fabricar queijo Mussarela a partir de retentado de FCV intermediário (FCV 4:1 a 6:1), obtendo desta forma queijos com características mais próximas das de um queijo Mussarela tradicional.

No presente estudo queijos tipo Mussarela fabricados a partir de retentado (FCV=2,34:1) e pelo processo tradicional (leite não ultrafiltrado) foram analisados e comparados com relação a: composição, proteólise, capacidade de derretimento e formação de “blisters”.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Ultrafiltração do leite

Leite cru tipo B (100kg), proveniente da Cooperativa dos Produtores de Leite da Região de Campinas, foi tratado termicamente a 68°C/2min. Uma parte do leite (20kg) foi resfriada a 35°C e colocada em uma cuba de fabricação (capacidade para 20kg) para elaboração de

¹ Recebido para publicação em 20/09/2002. Aceito para publicação em 22/04/2003 (000968).

² Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. CEP: 13083-970-Campinas-SP, Brasil. E-mail: salvador@fea.unicamp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada.

um lote de MP e a outra parte (80kg) foi resfriada a 55°C e submetida a um processo de concentração por ultrafiltração (UF). O leite foi concentrado em um sistema de UF dotado de membranas minerais com peso molecular de corte de 20.000 Daltons, TECH – SP, modelo S 37, com pressão de entrada e de saída de, respectivamente, 2,5 e 1,5kgf/cm², até FCV=2,3:1. Após o processo de concentração, o retentado obtido foi pasteurizado a 63°C por 30min e resfriado a 35°C para ser utilizado no processamento de queijos. O volume total de retentado foi dividido em 3 porções iguais, sendo cada uma delas colocada em uma cuba e utilizada para processamento de Mussarela (MR1, MR2 e MR3).

O valor de FCV foi calculado conforme a Equação 1:

$$FCV = \frac{\text{Teor de gordura no retentado (\%)}}{\text{Teor de gordura no leite (\%)}} \quad (1)$$

2.2 – Fabricação dos queijos

Queijo tipo Mussarela foi elaborado pelo método convencional a partir de leite não ultrafiltrado (MP) e a partir de retentado (MR1, MR2 e MR3) no mesmo dia da chegada do leite na planta piloto. Para a fabricação de MP adicionou-se ao leite cultura láctica termófila (FILATTA XX3-Visbyvac), na concentração recomendada pelo fabricante, cloreto de cálcio 50% (0,4mL/Kg de leite) e coalho (coalho de vitelo – Bela Vista – 90% de quimosina), em quantidade suficiente para coagular o leite em 40min. a temperatura de 35°C. Na fabricação das MRs procedeu-se de maneira similar, utilizando-se cultura láctica e agente coagulante na proporção necessária para o leite inicial equivalente a quantidade de retentado empregada, porém sem o uso de cloreto de cálcio. Após a coagulação (tempo de 40 minutos para MP e MRs), a massa foi cortada em cubos de cerca de 1cm de aresta e deixada em repouso por 5min. Iniciou-se, então, uma agitação lenta e contínua dessa massa por cerca de 20 minutos (1ª mexedura), seguida pelo aquecimento da mesma (2ª mexedura), até 42°C, de modo a se obter o ponto de massa da Mussarela. No caso do queijo Mussarela obtido a partir de retentado, o tempo total de mexedura (1 e 2) foi de cerca de 10 minutos, enquanto que no caso da MP, esse tempo foi de 40 minutos. Atingido o ponto de massa, a Mussarela foi deixada fermentando no soro a 42°C até ser obtido o pH de filagem da massa (no caso do leite utilizado esse pH foi de 4,9). Ao atingir pH 4,9, foi realizada a dessora da massa e a mesma foi cortada em tiras de cerca de 7cm de espessura, filada em água a 80°C (relação água de filagem:massa de 3:1), moldada, enformada em formas plásticas retangulares de 0,5Kg e colocada em água a 7±1°C por cerca de 10 horas. No dia seguinte ao da chegada do leite, os queijos foram colocados em salmoura (20% sal) por um período de 6 horas a 4±1°C, armazenadas em estufa BOD a 7±1°C para secagem, pesadas, embaladas à vácuo em sacos plásticos e estocadas em câmara BOD a 7±1°C.

2.3 – Análises

2.3.1 – Composição do leite, concentrado, soro e água de filagem

A determinação do teor de nitrogênio total (NT) foi feita pelo método micro-Kjeldahl, segundo a metodologia AOAC 991.20 [1], usando fator de conversão 6,38 para proteína.

Para a determinação do pH usou-se um pHômetro previamente calibrado. A determinação do teor de gordura foi realizada pelo método de Mojonnier, segundo AOAC 989.05 [1], a da acidez titulável (AT) segundo a metodologia AOAC 947.05 [1] e a análise dos teores de extrato seco total (EST) e cinzas de acordo com as metodologias AOAC 925.23 e AOAC 935.42 [1], respectivamente.

Todas as determinações foram feitas em triplicata.

2.3.2 – Composição dos queijos

A determinação do teor de NT foi realizada pelo método Kjeldahl, conforme metodologia da AOAC 920.123 [1], usando fator de conversão 6,38 para proteína. As determinações das porcentagens de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NNC) e em TCA 12% (NNP) foram feitas segundo BARBANO *et al.* [2] e metodologia AOAC 991.21 [1], respectivamente.

Para análise do teor de EST foi empregada a metodologia AOAC 925.23 [1] e para o de cinzas utilizou-se a metodologia AOAC 935.42 [1]. A determinação do teor de gordura foi feita pelo método de Gerber [14]. Para a determinação do pH usou-se um pHômetro previamente calibrado. Os valores de acidez titulável (AT) e de sal (S) foram obtidos a partir da metodologia AOAC 920.124 [1] e pelo método de Volhard [27], respectivamente.

Todas as determinações foram feitas em triplicata.

2.3.3 – Avaliação da proteólise

A proteólise nos queijos foi avaliada por meio dos índices de extensão e profundidade de proteólise com 7, 15, 30 e 60 dias de estocagem (Equações 2 e 3).

$$\text{Extensão} = \frac{(\% \text{ nitrogênio solúvel a pH 4,6}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}} \quad (2)$$

$$\text{Profundidade} = \frac{(\% \text{ nitrogênio solúvel em TCA 12\%}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}} \quad (3)$$

Todas as determinações foram feitas em triplicata.

2.3.4 – Avaliação da capacidade de derretimento dos queijos

A capacidade de derretimento dos queijos Mussarela foi determinada através da adaptação do método de Schreiber's, para queijo processado, descrito por KOSIKOWSKI & MISTRY [19]. A adaptação consistiu em retirar do canto extremo da peça de queijo um cilindro

de 36mm de diâmetro e com o auxílio de um cortador de ovo modificado cortar este cilindro em fatias de 7mm de espessura, sendo a primeira e a última desprezadas. Cada fatia foi colocada no centro de uma placa de Petri, tampada e deixada à temperatura ambiente por 30 minutos. As placas já estavam devidamente marcadas com quatro linhas dispostas em ângulos de 45°. O diâmetro de cada amostra foi calculado como a média dos diâmetros, nas quatro direções, medidos antes e após o derretimento por 7 minutos em estufa a 107°C.

A partir dos diâmetros médios, foi calculada a porcentagem de derretimento das fatias de queijo, segundo a Equação 4:

$$\% \text{ de derretimento} = \frac{A_f - A_i}{A_i} \times 100 \quad (4)$$

onde:

A_f: área da fatia após o derretimento (calculada com o diâmetro médio)

A_i: área da fatia antes do derretimento (calculada com o diâmetro médio).

O teste foi realizado em quadruplicata nos queijos com 7, 15, 30 e 60 dias de estocagem.

2.3.5 – Avaliação da formação de “blisters”

A metodologia para avaliação da formação de “blisters” consistiu em deixar os pedaços de queijo por meia hora a temperatura ambiente e, então, fatiá-los com 2mm de espessura. Enquanto isso, a temperatura do forno foi ajustada para 230°C. Após o fatiamento, colocou-se uma camada de queijo Mussarela (aproximadamente 27 gramas) sobre um disco de pizza semipronta de 7mm de espessura e com um diâmetro médio de 14,5cm. Sobre uma chapa de metal colocou-se quatro pizzas, cada qual preparada com um tipo de queijo (MP, MR1, MR2 e MR3). O teste foi repetido três vezes, sempre alternando a disposição dos queijos no sentido horário para minimizar erros de distribuição de calor dentro do forno e esperando 10 minutos entre cada teste para atingir o equilíbrio térmico dentro do forno.

Depois de três minutos no forno, resfriou-se as pizzas em temperatura ambiente por 30min. e, então, dividiu-se as mesmas em 8 pedaços. Aleatoriamente foram escolhidos dois pedaços, porém nunca vizinhos, para efetuar-se a avaliação da formação de “blisters”. Os “blisters” foram classificados de acordo com o tamanho: de 1 a 4mm de diâmetro foram considerados pequenos, de 5 a 9mm de diâmetro de tamanho médio, de 1cm a 1,5cm de diâmetro grandes e maiores que 1,5cm extra grande. Somou-se a quantidade de “blisters” de cada tamanho dos dois pedaços e tirou-se a média. Para calcular a porcentagem da superfície da pizza ocupada pelos “blisters” realizou-se a seguinte média ponderada (Equação 5):

$$\% \text{ da área} = \frac{8 \times (n.P \times A_p + n.M \times A_m + n.G \times A_g + n.GG \times A_{gg})}{A_t} \times 100 \quad (5)$$

onde:

n.P: número médio de “blisters” pequenos;

n.M: número médio de “blisters” médios;

n.G: número médio de “blisters” grandes;

n.GG: número médio de “blisters” extra grande;

A_t: área total da pizza;

A_p: área média de “blisters” pequeno (calculada com base no diâmetro médio: 2,5mm);

A_m: área média de “blisters” médio (calculada a partir do diâmetro médio: 7mm);

A_g: área média de “blisters” grande (calculada com o diâmetro médio: 12,5mm);

A_{gg}: área do “blisters” extra grande calculada com seu próprio diâmetro.

Para calcular o diâmetro médio foi feita a seguinte média ponderada com os diâmetros médios de cada tamanho (Equação 6):

$$\text{Diâmetro médio} = \frac{n.P \times 2,5 + n.M \times 7 + n.G \times 12,5 + n.GG \times D_m}{n.P + n.M + n.G + n.GG} \quad (6)$$

Onde:

n.P: número médio de “blisters” pequenos;

n.M: número médio de “blisters” médios;

n.G: número médio de “blisters” grandes;

n.GG: número médio de “blisters” extra grande;

D_m: diâmetro médio dos “blisters” extra grande.

Estas avaliações foram realizadas nos queijos com 7, 15, 30 e 60 dias de estocagem.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Composição química

3.1.1 – Composição do leite

Os valores de pH, AT, EST, gordura, PT e cinzas, do leite e do retentado utilizados na obtenção dos queijos, estão apresentados na *Tabela 1*.

TABELA 1. Composição do leite e do retentado utilizados na fabricação dos queijos.

	pH	AT(°D)	EST(%)	Gordura(%)	PT(%)	Cinzas(%)
Leite	6,79	16,39	11,62	3,56	3,27	0,68
Retentado	6,51	29,70	21,24	8,34	7,16	0,99

3.1.2 – Comportamento do pH das massas durante a fermentação.

A evolução do pH das massas, obtidas a partir de retentado e a partir de leite não ultrafiltrado, durante o processo de fermentação, pode ser observada na *Figura 1*.

As massas obtidas a partir de retentado apresentaram um tempo de fermentação, para obtenção do pH de filagem de pH=4,9, maior (3h e 30min.) do que o obser-

vado para a massa do queijo padrão (2h e 30min.), resultados que concordam com o comportamento relatado por JANA [15].

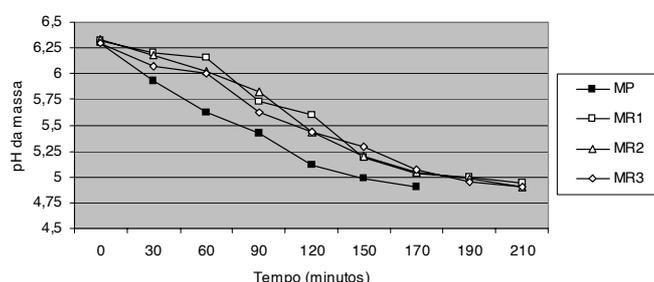


FIGURA 1. Comportamento do pH das massas do queijo Mussarela padrão (MP) e dos queijos Mussarela elaborados a partir de retentado de FCV 2,34:1 (MR1, MR2 e MR3), ao longo do período de fermentação.

3.1.3 – Composição do soro

A composição do soro obtido a partir do processamento encontra-se na *Tabela 2*.

TABELA 2. Composição do soro

	pH	AT(°D)	EST(%)	Gordura(%)	PT(%)
MP	6,39	10,75	6,48	0,36	1,12
MR1	6,33	15,36	10,55	3,31	2,11
MR2	6,35	15,36	10,55	3,51	2,17
MR3	6,32	15,36	10,05	2,91	2,21

Embora a diferença de pH dos soros dos queijos Mussarela elaborados a partir de leite não ultrafiltrado e a partir de retentado fosse muito pequena, observou-se uma diferença apreciável quanto a AT, % de EST, % de gordura e %PT.

Nos soros dos 3 lotes de queijo Mussarela fabricados com retentado observou-se uma maior perda de gordura e proteína e, conseqüentemente, de sólidos totais. Isso está de acordo com a literatura [12, 21, 28], segundo a qual perdas de gordura e de proteína podem ocorrer na elaboração de queijos a partir de retentado de FCV intermediário. Entretanto, apesar da perda de constituintes ter sido maior nos soros obtidos a partir de queijos elaborados com retentado, seu volume foi menor que o obtido no processo de fabricação da Mussarela Padrão.

3.1.4 – Composição da água de filagem

A composição da água de filagem obtida na fabricação dos queijos pode ser observada na *Tabela 3*.

TABELA 3. Composição da água de filagem.

	pH	AT(°D)	EST(%)	Gordura(%)	PT(%)
MP	4,62	6,15	1,4	0,90	0,4
MR1	4,61	6,66	2,84	2,32	0,40
MR2	4,58	6,66	2,68	2,09	0,43
MR3	4,60	6,15	2,44	2,03	0,42

O comportamento observado para as águas de filagem dos diferentes queijos foi semelhante ao dos soros, exceto com relação ao teor de proteína que foi similar para os dois tipos de queijo (MP e MRs).

3.1.5 – Composição dos queijos

Os valores de pH, AT, EST, gordura, GES, cinzas, PT e sal dos queijos obtidos estão apresentados na *Tabela 4*. Os dados são referentes aos queijos com 7 dias de fabricação.

TABELA 4. Composição dos queijos.

Componente	MP	MR1	MR2	MR3
pH	5,20	5,39	5,35	5,32
AT(%ácido láctico)	0,76	0,62	0,64	0,74
EST (%)	53,63	53,00	55,34	54,13
Gordura (%)	25,83	21,00	21,17	21,17
GES* (%)	48,16	39,62	38,25	39,11
Cinzas (%)	3,62	4,03	3,95	3,87
PT (%)	20,83	25,85	27,93	25,37
Sal (%)	2,17	1,91	1,74	1,83

*GES=(%Gordura x 100)/%EST.

A análise dos dados da *Tabela 4* mostra que queijos elaborados a partir de retentado diferem dos elaborados a partir de leite não ultrafiltrado com relação a: pH, AT, gordura, GES, cinzas, PT e sal. Apesar das diferenças observadas, os valores obtidos para os dois tipos de queijo encontram-se dentro da composição média do queijo Mussarela no Brasil [10], com exceção do teor de gordura, GES e de sal do queijo padrão, que se apresentaram maiores do que a média nacional.

Os teores elevados de gordura e GES do queijo padrão em relação a média brasileira (% de gordura = 22 a 24, % GES ≤ 45) deve-se ao fato deste queijo ter sido elaborado a partir de leite com alto teor de gordura (*Tabela 1*). Em relação a porcentagem de sal, embora atualmente ela tenda a se encontrar na faixa de 1,4 a 1,8 [7], no mercado americano dados da literatura mostram que em queijos Mussarela comerciais o teor de sal tem variado de 0,8 a 3,3% [16].

Queijos obtidos por ultrafiltração apresentaram menores teores de gordura e maior teor de proteína, o que também foi observado por COVACEVICH & KOSIKOWSKI [5]. Os menores teores de gordura observados devem-se a excessiva perda de gordura no soro e na água de filagem. Várias hipóteses têm sido consideradas para explicar essas perdas. GREEN *et al.* [11] observou uma redução no grau de agregação das micelas de caseína, à medida que aumentava o FCV do retentado utilizado, favorecendo a perda de gordura. Em outras pesquisas BUSH *et al.* [4] relataram que uma maior perda de gordura em queijos elaborados a partir de retentados com FCV maior ou igual a dois poderiam ser resultantes da dificuldade de manipulação da coalhada, levando a uma abrasão na mesma e conseqüente perda de glóbulos de gordura. Em relação ao maior teor de proteína, esse resultado é decorrente da incorporação de proteínas do soro no queijo [21].

3.1.6 – Evolução do pH e da acidez dos queijos

Os valores de pH e de AT das MRs, bem como da MP, ao longo de 60 dias de armazenamento refrigerado, são apresentados nas *Figuras 2 e 3*.

O comportamento do pH do queijo MP foi semelhante ao apresentado pelos queijos Mussarela elaborados

a partir de retentado. No primeiro mês de estocagem observou-se uma diminuição do pH, em função da degradação da lactose residual. Após esse período, a liberação de aminoácidos básicos [25], decorrentes da proteólise secundária, foi responsável pelo aumento do pH. Os dados de acidez foram similares para os 2 tipos de queijo elaborados, porém, o maior valor de pH apresentado pelos queijos MR deve-se ao fato dos mesmos apresentarem um maior poder tamponante [15].

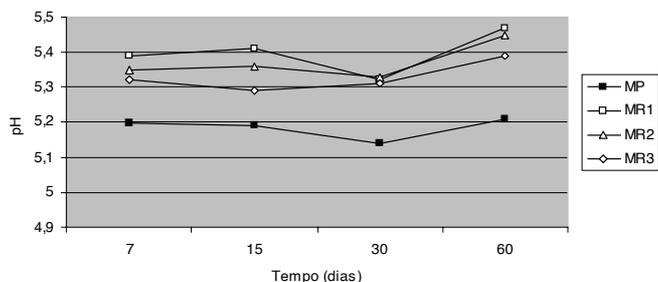


FIGURA 2. Evolução do pH dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

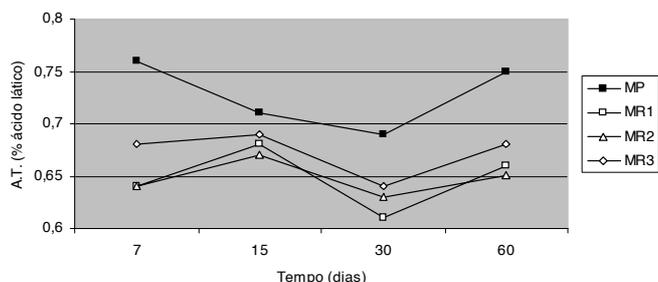


FIGURA 3. Evolução da acidez titulável dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

3.1.7 - Evolução da proteólise dos queijos

A evolução dos índices de extensão e profundidade de proteólise dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3), ao longo de 60 dias de estocagem, está apresentada nas Figuras 4 e 5.

Nos 2 tipos de queijos (MP e MR), os índices de extensão e profundidade de proteólise aumentaram ao longo do tempo, porém, os valores dos índices de proteólise dos queijos MR foram menores do que os observados para a MP. Provavelmente tal fato é decorrente da presença nos mesmos das soroproteínas, as quais afetam de várias formas a proteólise nos queijos [21]. As soroproteínas tendem a limitar fisicamente o acesso das enzimas proteolíticas às caseínas, ao se ligarem à superfície das mesmas, além de causarem mudanças na viscosidade da fase aquosa, retardando a difusão das enzimas [21]. Além disso, as proteínas do soro, que se encontram em sua forma nativa, também podem inibir a atividade proteolítica das enzimas naturais do leite, da cultura láctica e do coalho pelo fato de que essa fração protéica contém substâncias inibidoras de proteases e peptidases [13].

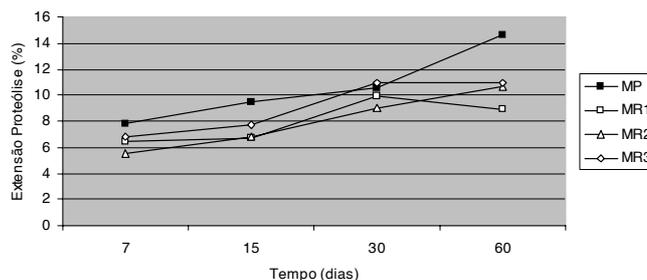


FIGURA 4. Evolução dos índices de extensão de proteólise dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

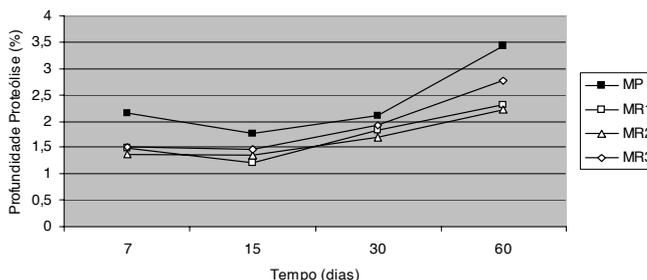


FIGURA 5. Evolução dos índices de profundidade de proteólise dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

3.1.8 - Evolução do derretimento e da formação de "blisters"

A Figura 6 mostra que a capacidade de derretimento da MP foi constante até cerca de 30 dias de estocagem, tendendo depois a diminuir, comportamento este diferente do observado em pesquisas realizadas por KINDSTEDT [16]. Segundo KINDSTEDT [16], o queijo Mussarela logo após o seu processamento apresenta dificuldade em derreter, uma vez que nesta fase suas proteínas apresentam alto peso molecular, o que as torna pouco solúveis. Após duas a três semanas essas proteínas são hidrolisadas, ficando mais solúveis o que vai aumentando a capacidade de derretimento da Mussarela, até a mesma apresentar-se excessiva e tornar o queijo impróprio para uso no preparo de pizzas.

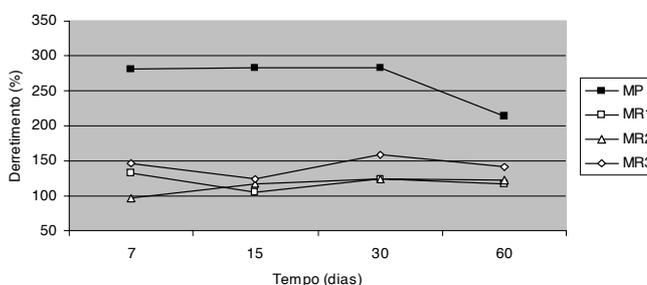


FIGURA 6. Capacidade de derretimento, em porcentagem, dos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

A capacidade de derretimento das Mussarelas elaboradas a partir de retentado variou pouco ao longo da estocagem, apresentando um comportamento mais próximo do observado por KINDSTEDT [16] em experimentos realizados com Mussarelas elaboradas a partir de leite não ultrafiltrado, e foi menor do que a observada na MP. Esta menor capacidade de derretimento de MRs, quando comparadas a MP, também foi observado por COVACEVICH & KOSIKOWSKI [5]. Tal comportamento resultou das seguintes características apresentadas pelas MRs: menor taxa de proteólise (*Figuras 4 e 5*); maior pH (*Tabela 4*), o que implica em maior teor de cálcio na massa, tornando-a mais firme e menor teor de gordura (*Tabela 4*), características estas que, segundo FURTADO [7], interferem na capacidade de derretimento do queijo, prejudicando-a.

Os resultados obtidos através da metodologia analítica adotada para avaliação do derretimento dos queijos deste experimento diferiram do observado nas pizzas elaboradas para o teste de formação de “blisters”. Neste teste observou-se que com o aumento do período de estocagem, aumentou a capacidade de derretimento de ambos tipos de queijo, sendo que no caso do queijo padrão, este derretimento mostrou-se excessivo na última data de análise (60 dias), prejudicando a aparência da pizza. Assim, embora as MRs apresentem uma menor taxa de derretimento, esse comportamento pode ser benéfico se considerarmos que tal fato aumenta o período de comercialização do queijo Mussarela para uso em pizza.

De acordo com FURTADO [8], “blisters” pequenos (cerca de 0,5 a 1,5cm de diâmetro) são considerados normais na pizza, não devendo, entretanto, representar mais de 25% da área da pizza. Neste experimento, em todos os testes realizados para avaliação de “blisters” não foram observados “blisters” com diâmetro igual ou superior a 1,5cm e a porcentagem de área ocupada pelos mesmos sempre foi menor que 2%, tanto para a MP como para as MRs (*Figuras 7 e 8*).

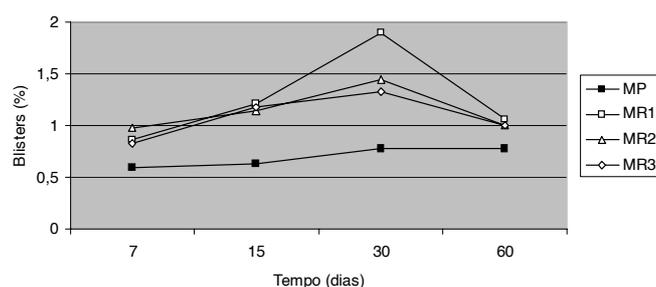


FIGURA 7. Porcentagem da superfície ocupada por “blisters” nos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

A porcentagem de área coberta por “blisters” nas pizzas elaboradas com MRs, assim como o diâmetro médio dos mesmos aumentaram no decorrer dos primeiros 30 dias de estocagem, diminuindo após esse período (*Figuras 7 e 8*).

Segundo FURTADO [8], a principal causa da formação de “blisters” seria a desidratação (formação de vapor

de água) na superfície do queijo derretido. Queijos mais novos ainda não apresentam boa capacidade de retenção de água e, ao mesmo tempo, retêm mais gordura quando derretidos. Ambas as características contribuem para a formação de bolhas. Como consequência queijos com maior período de estocagem, que retêm mais água e liberam mais gordura tendem a formar menos bolhas.

As áreas cobertas por “blisters” nas pizzas de MRs foram maiores do que nas de MP (*Figura 7*), o que pode ser explicado pelo fato desses queijos terem apresentado menor teor de gordura (*Tabela 4*), o que resultou em uma menor liberação da mesma e uma consequente maior formação de “blisters”.

No caso da MP a área da pizza coberta por “blisters” aumentou nos primeiros 30 dias de estocagem, permanecendo constante após este período (*Figura 7*). Com relação ao diâmetro médio dos “blisters” formados (*Figura 8*), observou-se um comportamento semelhante. Experimentos realizados por BARBANO *et al.* [3] também mostraram um aumento no diâmetro médio dos “blisters”, formados em Mussarelas elaboradas a partir de leite não ultrafiltrado, no decorrer do período de estocagem. Porém, estes autores observaram que, embora o diâmetro médio dos “blisters” aumentasse, a porcentagem de área coberta pelos mesmos diminuía durante o armazenamento.

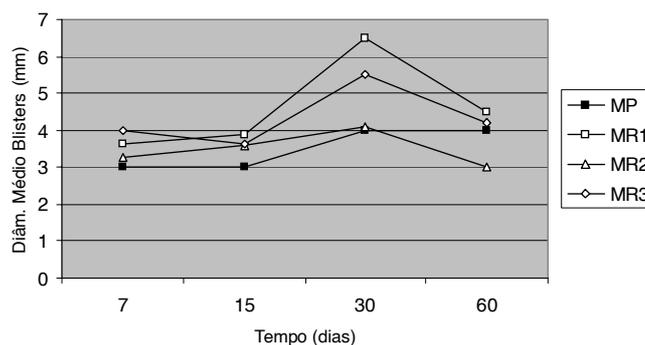


FIGURA 8. Diâmetro médio dos “blisters” nos queijos (MP, MR1, MR2 e MR3) durante a estocagem.

Durante o período de estocagem, embora a ocorrência de “blisters” tenda a diminuir [3, 8] queijos com acentuada degradação da matriz protéica podem apresentar bolhas maiores. O fenômeno parece estar relacionado com a descarboxilação de aminoácidos que ocorre tipicamente em queijos de altos índices de proteólise, apesar disso não ser comum na Mussarela para pizza [8].

4 – CONCLUSÕES

- Queijos Mussarela elaborados a partir de retentado com FCV 2,34:1 apresentaram maiores valores de pH, porcentagem de cinzas e de proteína total e menores porcentagens de acidez titulável, gordura, gordura no extrato seco e sal quando comparados ao queijo Mussarela fabricado com leite não ultrafiltrado.

- Com relação à proteólise e à capacidade de derretimento, queijos Mussarela obtidos com o uso da técnica de ultrafiltração têm menores índices de proteólise e menores porcentagens de derretimento, o que pode permitir obter produtos com maior vida-de-prateleira para uso em pizza.
- A porcentagem de área coberta por “blisters” na pizza e o diâmetro médio dos mesmos foram menores em queijos Mussarela elaborados pela técnica tradicional até o primeiro mês de estocagem. A partir deste período ambos os tipos de queijos tiveram comportamento similares para estes parâmetros.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AOAC- Association of Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16thEd. Washington: AOAC. 109p, 1995.
- [2] BARBANO, D.M.; LYNCH, J.M.; FLEMING, J.R. Direct and indirect determination of true protein content of milk by Kjeldahl analysis: collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists** v. 74, p. 281, 1991.
- [3] BARBANO, D.M.; YUN, J.J.; BOND, E.F.; KALAB, M. Image Analysis Method as quality control and research tool for characterizing pizza blisters. **Scanning (SupplV)** v. 43, p. 17, 1995.
- [4] BUSH, C.S.; CAROUTTE, C.A.; AMUNDSON, C.H.; OLSON, N. F. Manufacture of Colby and Brick cheese from ultrafiltered milk. **Journal of Dairy Science** n. 66, p. 415-421, 1983.
- [5] COVACEVICH, H.R.; KOSIKOWSKI, F. Mozzarella and Cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. **Journal of Dairy Science** v. 61, n. 6, p. 701-709, 1978.
- [6] DZIEZAK, J.D. Membrane separation technology offers processors unlimited potential. **Food Technology** v. 44, n. 9, p. 108-113, 1990.
- [7] FURTADO, M.M. **Manual prático da Mussarela (pizza cheese)**. Campinas: Master Graf. 70p, 1997.
- [8] FURTADO M.M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenções**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora. 176p, 1999.
- [9] FURTADO, M.M. Entrevista Múcio M. Furtado. **Indústria de Laticínios** v. 6, n. 34, p. 5-9, 2001.
- [10] FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P. M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para produção Industrial de Queijos**. São Paulo: Dimepar. 118p, 1994.
- [11] GREEN, M. L.; TURVEY, A.; HOBBS, D. G. Development of structure and texture in cheddar cheese. **Journal of Dairy Research** n. 48, p. 343-355, 1981.
- [12] GREEN, M.L.; ANDERSON, J.S.M.; GRIFFIN, M.C.A.; GLOVER, F.A. Chemical characterization of milk concentrated by ultrafiltration. **Journal of Dairy Research** v. 51, n. 2, p. 267-278, 1984.
- [13] HICKEY, M.W.; VAN LEEUWEN, H.; HILLIER, A.J.; JAGO, G.R. Amino acid accumulation in cheddar cheese manufactured from normal and ultrafiltered milk. **The Australian Journal of Dairy Technology** v. 38, n. 3, p. 110-113, 1983.
- [14] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976. Cap. 16: Queijo, manteiga, margarina e extrato de soja, p. 177-187, 1976.
- [15] JANA, A.H. Mozzarella cheese from concentrated milk: A review. **Egyptian Journal of Dairy Science** v. 20, n. 2, p. 201-218, 1992.
- [16] KINDSTEDT, P. S. Effect of manufacturing factors, composition, and proteolysis on the functional characteristics of Mozzarella cheese. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** v. 33, n. 2, p. 167-187, 1993a.
- [17] KINDSTEDT, P. S. **Mozzarella and pizza cheese**. In: FOX, P. F. Cheese: chemistry, physics and microbiology. London: Elsevier Applied Publ. Science. p. 337-362, 1993b.
- [18] KOSIKOWSKI, F. The manufacture of Mozzarella and related cheese by ultrafiltration. **Cultured Dairy Products Journal** v. 10, n. 4, p. 15-16, 1976.
- [19] KOSIKOWSKI, F.; MISTRY, V.V. 1997. **Cheese and fermented milk foods**. Michigan: Edwards Brothers. 323p, 1997.
- [20] KOSIKOWSKI, F. 1986. New cheese-making procedures utilizing ultrafiltration. **Food technology** v. 40, n. 6, p. 71-77, 1986.
- [21] LELEVRE, J.; LAWRENCE, R.C. Manufacture of cheeses from milk concentrated by ultrafiltration. **Journal of Dairy Research** v. 55, n. 3, p. 465-478, 1988.
- [22] MAUBOIS, J.L.; KOSIKOWSKI, F. 1978. Preparation of Mozzarella cheese by membrane ultrafiltration. XX International Dairy Congress – Proceedings: p. 792-793, 1978.
- [23] MAUBOIS, J.L.; MOCQUOT, G. Application of membrane ultrafiltration to preparation of various types of cheese. **Journal of Dairy Science** v. 58, n. 7, p. 1001-1007, 1975.
- [24] MORRIS, C.E. Is this the cheese plant of the future? **Food Engineering** v. 56, n. 10, p. 99-100, 1984.
- [25] NOTTE, E. la.; SANTORO, M.; LEONI, A. M.; VITAGLIANO, M. Behaviour of free amino acids during ripening of pasta filada cheeses. **Scienza e tecnica Lattiero Casearia** v. 31, n. 1, p.19-39, 1980.
- [26] PILCHER, S.W.; KINDSTEDT, P. S. Survey of Mozzarella cheese quality at restaurant end use. **Journal of Dairy Science** v. 73, n. 6, p. 1644-1647, 1990.
- [27] RICHARDSON, G.H. **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. American Publ. Health Assoc, Washington. 412p, 1985.
- [28] SUTHERLAND, B.J.; JAMESON, G.W. Composition of hard cheese manufactured by ultrafiltration. **Australian Journal of Dairy Technology** v. 36, n. 4, p. 136-143, 1981.

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PIBIC-CNPq/CNPq (bolsas de iniciação científica e de doutorado, respectivamente) e à FAPESP (Auxílio Pesquisa 00/14079-8).