



EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO E ULTRAFILTRAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO QUEIJO TIPO PRATO

Leonardo Souza da ROSA*
Maria Isabel QUEIROZ*
Marta Maria Marchezan AUGUSTO*

■RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da pré-fermentação e ultrafiltração nas características físico-químicas do queijo tipo prato. Foram avaliados quatro tratamentos: A – Controle; B – Ultrafiltrado; C – Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado mediante cultura láctica Choozit™ Ram 52 (Danisco) e D – Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ Lyofast MOS 0,64 C (Sacco). O leite concentrado foi obtido em sistema piloto de ultrafiltração, com módulo de membrana espiral 3838 HFk-1312, marca Koch®, de peso molecular de corte de 10.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 3,0:1, com pressão de entrada e saída de 4,8 e 4,0 kgf.cm⁻², vazão de 3,1 m³.h⁻¹ e temperatura de 49°C. O delineamento experimental utilizado foi um *Split-plot* em blocos com triplicatas. Os resultados demonstraram que as características físico-químicas (umidade, gordura, gordura no extrato seco, proteína, sal e extrato seco total) para o tratamento C, acidez e extrato seco desengordurado para o tratamento B, apresentaram-se similares ao A – controle. O tratamento C proporcionou os maiores valores para rendimento ajustado (15,38% - estatisticamente significativo – p<0,05). Em virtude desses resultados, conclui-se que a ultrafiltração e pré-fermentação, executadas nos tratamentos B e C, podem ser utilizadas na fabricação do queijo tipo prato, sem ocorrer a perda de seu padrão de qualidade.

■PALAVRAS CHAVE: Queijo prato; pré-fermentação; ultrafiltração; rendimento.

INTRODUÇÃO

Segundo os padrões estabelecidos no regulamento técnico de Identidade e Qualidade, o queijo prato caracteriza-se por ser maturado por um período mínimo de 25 dias, obtido por coagulação do leite por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas. É classificado como um queijo gordo, de média umidade, devendo apresentar textura compacta, lisa, fechada, com

algumas olhaduras pequenas e arredondadas, de coloração amarelada ou amarelo-palha, massa semicozida e lavada conferindo uma característica elástica com consistência semidura.^{8, 9, 43}

A obtenção dessas características está associada à utilização de um fermento misto de bactérias lácticas acidificantes e aromatizantes. Esse fermento normalmente é constituído de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, micro-organismos acidificantes homofermentativos. Quando o composto de flora acidulante e aromatizante contém os micro-organismos já citados e as bactérias *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, ocorre a fermentação do citrato do leite, produzindo compostos aromáticos como diacetil e acetaldeído, além de pequena quantidade de dióxido de carbono, responsáveis pelas olhaduras típicas desse queijo.^{16, 52, 56}

Um dos principais fatores que garantem a viabilidade econômica da produção de queijos é o rendimento, que pode ser influenciado pela composição do leite (principalmente gordura e proteína), porcentagem de transição dos constituintes do leite para o queijo e a porcentagem de umidade retida. Além disso, a qualidade do leite, o coalho, fermento láctico e a tecnologia de fabricação são determinantes para definir o rendimento de queijos.^{3, 28, 32, 34, 41}

O rendimento em queijos é definido como a quantidade de queijo com determinado teor de umidade, produzido a partir de um peso fixo (100 kg) de leite com um dado conteúdo de gordura, sendo um indicativo da eficiência das operações de fabricação.^{17, 23, 31}

A ultrafiltração (UF) é uma tecnologia de separação de componentes de um meio fluido, por uma membrana semipermeável, sendo a separação desses componentes dependente do valor do peso molecular de corte da membrana. Assim, quando o meio é forçado a fluir sob pressão, origina-se o filtrado, ou permeado, formado por compostos de menor peso molecular, os quais passarão em parte pela membrana. Já o concentrado, ou retentado, é constituído por compostos de maior peso molecular que serão retidos.^{20, 21}

Na ultrafiltração do leite, as membranas são permeáveis a componentes de baixo peso molecular como lacto-

* Departamento de Química – Escola de Química e Alimentos – Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Pelotas – RS – Brasil.
E-mail: leonardosrw@yahoo.com.br.

se, sais minerais e vitaminas. No entanto, gordura e componentes protéicos serão concentrados em proporção inversa à redução de volume do leite.^{41, 57}

Em 1969, o uso da ultrafiltração do leite para a fabricação de queijos foi proposto por Maubois et al.,³⁷ com o nome de processo MMV, o qual está baseado na concentração do leite até esse possuir, aproximadamente, a mesma composição do queijo, obtendo-se, assim, o pré-queijo líquido. Entretanto, esse processo tem como principal desvantagem o alto poder de tamponamento dos retentados devido ao aumento da concentração de fosfatos e proteínas, resultando em queijos com pH acima de 5,2, o que pode afetar sua qualidade.^{45, 53}

Como alternativas para a aplicação da ultrafiltração do leite para a fabricação de queijos, tem sido sugerido a utilização de retentados de leite com menores valores de pH, utilizando-se, para isso, a pré-fermentação com culturas starters até determinados níveis de pH.^{14, 18, 27}

Em face disso, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da pré-fermentação e ultrafiltração nas características físico-químicas do queijo tipo prato.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma rota de coleta granelizada, composta por 16 produtores subdivididos em duas partes (oito produtores integrantes da primeira parte e os restantes pertencentes à segunda parte), todos localizados no município de Pelotas (RS), foi selecionada para a coleta do leite cru e refrigerado, que foi padronizado a 3,2 - 3,3% de gordura e pasteurizado (em duas etapas) a 74°C/15 segundos. Após esse processo, foi dividido em quatro bateladas de 137kg para a fabricação dos queijos correspondentes a quatro tratamentos assim definidos: A (Controle); B (Ultrafiltrado); C (Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado mediante cultura láctica Choozit™ Ram 52 – Danisco) e D (Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ Lyofast MOS 0,64 C – Sacco).

Os tratamentos A e B têm como origem o leite coletado na primeira parte da rota de coleta granelizada, enquanto os tratamentos C e D foram originados pelo leite proveniente da segunda parcela da rota.

Ultrafiltração do Leite

O leite pasteurizado e padronizado referente aos tratamentos B, C e D foi concentrado por ultrafiltração em sistema piloto, com módulo de membrana espiral 3838 HFK-1312, marca Koch®, de peso molecular de corte de 10 KDaltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 3,0:1, com pressão de entrada e saída de 4,8 e 4,0kgf.cm⁻².

Para atingir o FCV desejado, foi monitorado o nível de permeação e o volume de permeado foi calculado segundo Lewis,³⁴ através da Equação 1:

$$FCV = \frac{\text{Massa Leite (kg)}}{\text{Massa Leite (kg)} - \text{Massa Permeado (kg)}} \quad \text{Equação 1}$$

O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a equação 2 proposta por Renner & El-Salam:⁴⁷

$$FCV = \frac{\text{Teor Gordura Retentado (\%)}}{\text{Teor Gordura Leite (\%)}} \quad \text{Equação 2}$$

Elaboração dos queijos controle

Na fabricação dos queijos correspondentes ao controle (A), adicionou-se ao leite 165mL (0,4mL/kg leite pasteurizado e padronizado) de solução de cloreto de cálcio 50% p/v, fermento Biolact M02 (fermento mesofílico - *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis*, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana* - 0,2 mL/kg leite pasteurizado e padronizado), nitrato de sódio (0,4mL/kg leite pasteurizado e padronizado) e coagulante (na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos, a temperatura de 37°C).

Após a coagulação, efetuou-se o corte da massa em tamanho adequado para o queijo Prato (cubos de 0,5cm³ x 0,5cm³ de aresta). A seguir, iniciou-se a agitação, de forma lenta e contínua, acelerando-se à medida que ocorria a dessora. Após 20 minutos, iniciou-se a dessora de 30% de soro e, na sequência, o aquecimento direto para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C.^{15, 59}

Ao término do aquecimento, a massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos, com o dobro do peso da massa, colocada em formas plásticas retangulares e prensada em prensa vertical, com pressão de 2,0Kgf.cm⁻², por três horas. Posteriormente, os queijos foram imersos em solução salina 20%, à temperatura de 4°C, por 24 horas e armazenados em câmara (8°C/24 horas), sendo então pesados e embalados à vácuo, em embalagens multicamada compostas por filme termo-encolhível CRY-O-VAC. A maturação dos queijos foi realizada em câmara a 7°C/U.R 85% durante 25 dias.

Elaboração dos queijos com leite ultrafiltrado e ultrafiltrado com pré-fermentação

Na elaboração dos queijos relativos aos tratamentos com pré-fermentação (C e D), uma percentagem de 15% (20kg) de leite ultrafiltrado, para cada tratamento, foi retirada e destinada a pré-fermentação com culturas lácticas, as quais eram constituídas de múltiplas cepas mistas DVS (Direct Vat Set): *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* – tratamento C e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* – tratamento D.

Após a pré-fermentação, efetuou-se a mistura da porção fermentada aos respectivos 85% (117kg) restantes do leite, transferindo-se o volume total (137kg) para a cuba de elaboração. No tratamento B, utilizou-se cultura láctea, composta por múltiplas cepas mistas DVS de *Lactococcus*

lactis subsp. lactis, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. Diacetylactis*. A elaboração dos queijos com leite ultrafiltrado (tratamentos B, C e D) foi realizada sem a adição do cloreto de cálcio, sendo as demais etapas de fabricação semelhantes ao processamento do queijo prato controle.

Determinações físico-químicas do leite, soro, retentado e permeado

Nas determinações físico-químicas, foram utilizados os seguintes métodos oficiais, segundo AOAC¹ – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS: cinzas (935.42); teor de gordura (método de Mojonnier - 989.05); teor de nitrogênio total Kjeldahl (991.20), usando fator de conversão 6,38; teor de nitrogênio não protéico (991.210); acidez titulável (947.05); teores de extrato seco total (925.23). O teor de extrato seco desengordurado foi determinado por diferença segundo a Equação 3.

$$\% \text{ ESD} = \% \text{ EST} - \% \text{ G} \quad \text{Equação 3}$$

Em que: EST: Extrato Seco Total; G: Gordura.

Na determinação de pH, usou-se um potenciômetro previamente calibrado, marca digimed modelo DM - 23. O teor de lactose foi determinado por diferença, conforme expresso pela Equação 4.

$$\% \text{ Lact.} = \% \text{ EST} - (\% \text{ C} + \% \text{ Prot} + \% \text{ NNP} + \% \text{ G}) \quad \text{Equação 4}$$

Em que: C: Cinzas; Prot: Proteínas; NNP: Nitrogênio não Proteico; G: Gordura

Determinações físico-químicas nos queijos

A amostragem dos queijos para as análises de composição foi realizada da seguinte forma: as peças de queijos foram tomadas aleatoriamente e divididas em três partes, sendo duas laterais e uma central. A parte central foi cortada em cubos menores, triturada em multiprocessador e homogeneizada manualmente. O material assim obtido foi acondicionado em frascos plásticos, sem espaço livre. As amostras foram mantidas sob refrigeração entre 5 e 7°C até sua utilização para as análises de composição dos queijos.

Um total de três peças de queijo de cada tratamento foram analisadas em relação aos parâmetros físico-químicos utilizando-se os seguintes métodos oficiais, segundo AOAC: ¹ cinzas (935.42); teor de nitrogênio total Kjeldahl (991.20), usando fator de conversão 6,38; teores de extrato seco total (925.23). Na determinação de pH, usou-se um potenciômetro previamente calibrado da marca digimed modelo DM - 23.

O teor de gordura (G) foi determinado pelo método de Gerber¹⁰ e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela equação 5, proposta por Brasil: ⁸

$$\text{GES} = (\text{Teor Gordura} (\%) / \text{Teor EST} (\%)) \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

Os teores de acidez total e umidade foram determinados conforme AOAC¹ 920. 124 e 925.23. O teor de sal

foi obtido pelo método de Volhard. ⁴⁹ Todas as determinações físico-químicas foram realizadas em queijos com sete dias de armazenamento.

Determinação da recuperação de proteína e gordura

A porcentagem de recuperação do componente (proteína e gordura) foi calculada para soro e queijo, de acordo com a Equação 6, segundo FIL - IDF: ²⁰

$$\text{RCP} = (\text{Massa produto (kg)} \times \text{Teor componente produto} (\%) / \text{Massa leite ou retentado (kg)} \times \text{Teor componente leite ou re-tentado} (\%)) \times 100$$

RC_p - Percentual de recuperação do componente do produto.

Tendo-se como produto, o soro ou queijo e, como componente, a proteína ou gordura.

A recuperação total (RT) de gordura e proteína foi calculada pela Equação 7:

$$\text{RT} = \text{RC}_{\text{SORO}} + \text{RC}_{\text{QUEIJO}} \quad \text{Equação 7}$$

Determinação do rendimento

O rendimento (R) foi determinado de acordo com a Equação 8, proposta por Emmons: ¹⁷

$$\text{R} = (\text{Massa Queijo} / 100 \text{kg Leite}) \times 100 \quad \text{Equação 8}$$

O rendimento dos queijos para cada tratamento foi calculado dividindo-se a massa do queijo pela massa total de leite. Devido a variações de umidade e teor de sal, foi calculado também o rendimento ajustado (R_{AJ}) conforme Barbano & Sherbon, ⁴ mediante a Equação 9, considerando-se o conteúdo desejado de sal de 1,7% e umidade de 43%.

$$\text{R}_{\text{AJ}} = (\text{Rendimento}) \times [100 - (\text{Umidade real} (\%) + \text{Teor sal} (\%))] / [100 - (\text{Umidade desejada} (\%) + \text{Teor sal desejado} (\%))] \quad \text{Equação 9}$$

Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o *Split-plot* (parcelas subdividas) em blocos, em que as parcelas correspondem aos tratamentos, a subparcela ao tempo e o bloco a batelada de leite a ser processado. Foram utilizadas duas bateladas, formando dois blocos. Os tratamentos avaliados foram: A - Controle; B - Ultrafiltrado; C - Ultrafiltrado e com pré-fermentação de 15% do retentado e cultura láctica Choozit™ Ram 52 (Danisco) (C₁) e D - Ultrafiltrado com pré-fermentação de 15% do retentado e cultura láctica Lyofast LH 0,91/ Lyofast MOS 0,64 C (Sacco) (C₂).

As análises de composição foram realizadas no sétimo dia após a produção e o rendimento dos queijos resultantes dos quatro tratamentos foi avaliado através da análise de variância, utilizando-se procedimento de comparação múltipla entre pares de médias através do teste de Tukey, com nível de probabilidade de 0,05.

O tratamento estatístico dos dados foi efetuado segundo o Software *Estatística 7.0*, nos módulos de Análise de variância (ANOVA) e Estatística básica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Físico-Química do Leite e dos Queijos

Na Tabela 1, observam-se valores obtidos para as determinações físico-químicas considerando-se os padrões de identidade e qualidade para o leite estabelecidos por Brasil.⁷ Os resultados indicaram que o leite pasteurizado, utilizado na elaboração dos queijos correspondentes aos diferentes tratamentos, apresentou as características adequadas para a elaboração dos queijos.

A composição do leite é um dos fatores importantes no rendimento em queijos. As variações de raça, estágio de lactação e estado de saúde do animal influenciam na composição do leite repercutindo na composição final do queijo e comprometendo os teores de caseína e gordura, fundamentais para o rendimento.^{23, 46, 51, 60}

No que se refere aos parâmetros de umidade (87,45%) e Extrato Seco Total – EST (12,55%), ambos estão de acordo com a composição característica do leite, conforme citados por Van Boekel et al.⁵⁴ e Maurer-Rothmann.³⁸

Os valores médios obtidos para os parâmetros proteína (3,48±0,063), gordura (3,24±0,036) e pH (6,62±0,008) foram semelhantes aos resultados alcançados por Cichoski et al.,¹³ Spadoti et al.⁵⁰ e Augusto & Viotto.²

Os resultados obtidos para o índice crioscópico, que, indiretamente, indicam a concentração de sólidos presentes no leite (-0,533°H±0,0068), estão de acordo com os valores encontrados por Cichoski et al.¹² Foi possível verificar,

ainda, mediante análise de comparação de médias, que os valores obtidos para todos os parâmetros físico-químicos, exceto umidade, cinzas e EST, não apresentaram diferença significativa (p<0,05).

Avaliando-se os dados expressos na Tabela 2, verificam-se algumas diferenças importantes entre os tratamentos (A-0,43% ácido láctico; C-0,65% ácido láctico; D-0,87% ácido láctico) em relação ao parâmetro acidez, as quais podem ser atribuídas à etapa de pré-fermentação (15% retentado) com as culturas lácticas *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* – mesofílica, correspondente ao tratamento C e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* – mesofílica e termofílica, utilizadas no tratamento D.

A análise estatística dos valores de cinzas, mediante o teste de Tukey, evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos (p=0,00021). O teor médio de cinzas nos queijos segue uma tendência, maior para C (3,95%), seguido de B (3,84%) em comparação com A (3,52%) e D (3,16%).

Esses resultados podem ser explicados em virtude da acidificação causada pela pré-fermentação em condições favoráveis de temperatura (35°C) para a multiplicação das bactérias lácticas mesofílicas (culturas utilizadas nos tratamentos A, B e C), responsáveis pela fermentação da lactose com produção de ácido láctico, maior solubilização de minerais complexados à caseína e a possível maior lixiviação desses minerais durante o subsequente tratamento físico (aquecimento) da massa e dessoragem da mesma, em comparação a cultura láctica utilizada no tratamento D, resultados os quais concordam com Brule & Fauquant,¹¹ Mahaut et al.,³⁵ Jay,²⁹ Hannon et al.²⁷

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros da caracterização físico-química do leite.

Parâmetros	Tratamentos				Média**	Valores RTIQ
	A*	B*	C*	D*		
Índice Crioscópico (°H)	-0,532 ^a	-0,536 ^a	-0,531 ^a	-0,535 ^a	-0,533	> 0,530
Densidade (15°C)	1,032 ^a	1,033 ^a	1,032 ^a	1,033 ^a	1,032	1,028 a 1,034
Acidez (°D)	16,25 ^a	16,25 ^a	15,80 ^a	15,90 ^a	16,05	14,0 a 18,0
pH	6,62 ^a	6,63 ^a	6,61 ^a	6,62 ^a	6,62	-
Umidade (%)	87,55 ^a	87,27 ^b	87,52 ^a	87,47 ^{ab}	87,45	-
Lactose (%)	4,78 ^a	4,84 ^a	4,84 ^a	4,82 ^a	4,82	-
Proteína (%)	3,48 ^a	3,53 ^a	3,41 ^a	3,50 ^a	3,48	-
Gordura (%)	3,25 ^a	3,25 ^a	3,24 ^a	3,24 ^a	3,24	-
Cinzas (%)	0,71 ^b	0,75 ^a	0,71 ^b	0,72 ^b	0,72	-
NNP (%)	0,22 ^a	0,24 ^a	0,26 ^a	0,24 ^a	0,24	-
EST (%)	12,44 ^b	12,72 ^a	12,48 ^b	12,52 ^{ab}	12,55	-
ESD (%)	9,19 ^a	9,37 ^a	9,36 ^a	9,28 ^a	9,36	< 8,4

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p<0,05).

* Número de repetições = 3; ** Número de repetições = 12.

RTIQ – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica Choozit™ Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0.91/ MOS 0,64 C (Sacco).

Tabela 2 – Valores médios dos parâmetros da caracterização físico-química dos queijos.

Parâmetros	Tratamentos				Média**	Valores RTIQ
	A*	B*	C*	D*		
Umidade (%)	41,56 ^a	42,97 ^a	41,70 ^a	42,31 ^a	42,32	36,0 a 45,9
Gordura (%)	29,67 ^a	27,13 ^b	28,46 ^a	26,23 ^b	27,27	-
Proteína (%)	23,14 ^a	19,90 ^b	20,00 ^b	19,33 ^b	19,74	-
Cinzas (%)	3,52 ^b	3,84 ^{ab}	3,95 ^a	3,16 ^c	3,65	-
Sal (%)	1,52 ^a	1,07 ^c	1,33 ^b	1,21 ^{bc}	1,20	-
EST (%)	58,43 ^a	57,03 ^a	58,30 ^a	57,69 ^a	57,67	-
ESD (%)	28,77 ^b	30,23 ^{ab}	32,53 ^a	31,46 ^{ab}	31,41	-
GES (%)	50,81 ^a	47,57 ^{ab}	48,82 ^{ab}	45,74 ^b	47,38	45,0 a 59,9
pH	5,65 ^{ab}	5,83 ^a	5,28 ^b	5,11 ^c	5,46	-
Acidez (% Ác. Lático)	0,43 ^c	0,35 ^c	0,65 ^b	0,87 ^a	0,62	-

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

* Número de repetições = 3; ** Número de repetições = 9.

RTIQ – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica Choozit™ Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ MOS 0,64 C (Sacco).

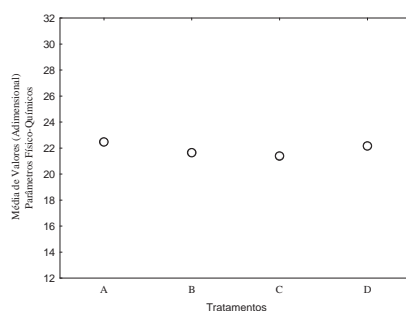


FIGURA 1 – Gráfico comparação de médias.

Os queijos do tratamento A apresentaram teor de proteína maior que os tratamentos C e D, possivelmente devido a menores valores de acidez no processo de coagulação dos queijos obtidos por tais tratamentos, ocasionando, possivelmente, uma menor estabilidade protéica.

Em relação ao teor de gordura de todos os queijos oriundos dos diferentes tratamentos avaliados, esses atendem ao regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo prato, classificados como queijos gordos (48,17% de gordura no extrato seco).^{6,9}

Salienta-se que, em virtude do uso de bombas centrífugas na unidade piloto de ultrafiltração a matriz protéica pode ter sido prejudicada em sua capacidade de reter os glóbulos de gordura durante as operações de corte e cozimento da massa, ocasionando perdas de matéria gorda nos queijos pertencentes aos tratamentos submetidos a ultrafiltração.⁶¹

Os queijos do tratamento A apresentaram quantidades de sal (1,52%) semelhantes aos valores médios esperados para esse tipo de queijo (1,6% a 1,9%), segundo Furtado & Lourenço Neto.²⁴ No entanto, os queijos obtidos mediante processo de ultrafiltração do leite apresentaram

valor médio ($n=9$) inferior (1,20%), porém esse valor supera aqueles ($1,03 \pm 0,56\%$) encontrados por Cichoski et al.¹³

Na Figura 1 estão registradas as médias gerais dos valores para os parâmetros físico-químicos avaliados nos queijos. Observou-se que os tratamentos A (22,47%) e C (22,20%) foram os mais semelhantes, demonstrando a similaridade dos queijos obtidos mediante diferentes processos de fabricação (processo tradicional e ultrafiltração).

Caracterização Físico-Química dos Soros

Os resultados da caracterização físico-químicas do soro estão expressos na Tabela 3, em que se observa que, para o soro obtido do queijo elaborado pelo processo padrão (A), os parâmetros pH (6,52) da proteína (0,54%) e do Extrato Seco Total – EST (7,85%), estão em conformidade com os valores estabelecidos no regulamento técnico de identidade e qualidade para o soro de leite.^{5,40}

Augusto & Viotto² e Spadoti et al.⁵⁰ obtiveram resultados semelhantes para o parâmetro pH (6,31 a 6,42), enquanto Farro¹⁹ encontrou respostas similares às obtidas no presente trabalho (tratamento - A) para o parâmetro cinzas (0,67 a 0,72%).

Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros físico-químicos do soro.

Parâmetros	Tratamentos				Valores RTIQ
	A	B	C	D	
Índice Crioscópico (°H)	-0,532 ^b	-0,556 ^a	-0,555 ^a	-0,546 ^a	-
pH	6,52 ^a	5,90 ^{ab}	4,83 ^b	4,87 ^b	6,0 a 6,8
Densidade (15°C)	1,029 ^b	1,032 ^{ab}	1,034 ^a	1,035 ^a	-
Umidade (%)	92,15 ^b	92,47 ^{ab}	92,65 ^a	92,24 ^b	-
Lactose (%)	4,78 ^a	4,84 ^a	4,84 ^a	4,83 ^a	-
Proteína (%)	0,54 ^c	1,44 ^b	1,33 ^{ab}	1,57 ^a	> 0,50
Gordura (%)	0,39 ^b	1,07 ^a	1,05 ^a	1,14 ^a	-
Cinzas (%)	0,66 ^a	0,68 ^a	0,66 ^a	0,66 ^a	-
NNP (%)	0,11 ^c	0,43 ^a	0,40 ^{ab}	0,39 ^b	-
EST (%)	7,85 ^a	7,52 ^{ab}	7,34 ^a	7,76 ^b	> 5,50
ESD (%)	7,46 ^a	6,45 ^{bc}	6,61 ^b	6,62 ^b	-

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Número de repetições = 3.

RTIQ – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica Choozit™ Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ MOS 0,64 C (Sacco).

O teor de gordura registrado (0,39%) está dentro dos limites usuais para o queijo prato (0,4 a 0,6%), em concordância com os valores reportados por Augusto & Viotto² e Spadoti et al.⁵⁰

Os valores de índice crioscópico, densidade, proteína e gordura no soro revelaram a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) quando comparados aos resultados obtidos entre os tratamentos A com B, C e D.

Esta constatação está relacionada ao efeito da concentração de constituintes do leite como a gordura e os componentes protéicos durante o processo de ultrafiltração, tendo-se, assim, uma redução de volume do soro produzido nos tratamentos oriundos do processo de ultrafiltração.^{36, 50, 59}

De acordo com Walstra et al.,⁶⁰ é impossível evitar perdas de gordura durante a fabricação de queijos, uma vez que os glóbulos de gordura são aprisionados ou retidos na massa justamente no lugar exato em que se encontravam no momento da coagulação.

Quando é realizado o corte, muitos glóbulos de gordura são expostos em cada superfície cortada e desprendidos das superfícies dos cubos (grãos), passando ao soro durante sua manipulação.

A maior concentração de gordura nos soros dos queijos fabricados a partir de retentado estão de acordo com dados reportados por Green²⁶ e Zidney,⁶² salientando-se que os equipamentos da planta de ultrafiltração podem influenciar as propriedades dos concentrados, podendo conferir efeito de homogeneização dos glóbulos gordurosos e um aumento das interações caseína-gordura.^{26, 62}

Além disso, coalhadas preparadas de retentados tornam-se progressivamente mais firmes à medida que o FCV aumenta e essa estrutura menos desenvolvida da coalhada tende a tornar-se mais frágil ao corte, facilitando as perdas.^{24, 33}

Os teores de proteína dos soros provenientes dos queijos B, C e D estão de acordo com resultados obtidos por Zidney.⁶²

Caracterização Físico-Química dos Retentados e Permeados

Comparando-se os retentados obtidos por ultrafiltração nos tratamentos B, C e D com o leite obtido para o tratamento A, observam-se diferenças nos parâmetros índice crioscópico, gordura, proteína e extrato seco total, isso, em decorrência de que o processo de ultrafiltração do leite na fabricação de queijos altera notadamente a composição da matéria-prima para a fabricação de queijos.

Os retentados de leite obtidos por UF apresentam conteúdos de proteína e gordura mais altos e concentração de minerais semelhantes ao leite (FIL – IDF).²⁰

Na análise dos dados expressos na Tabela 4, verifica-se, através da comparação de médias, que os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos do retentado e permeado apresentam-se semelhantes nos diferentes tratamentos avaliados, caracterizando, assim, a padronização do processo de ultrafiltração do leite.

A etapa de pré-fermentação, com a utilização de diferentes culturas lácteas, contribuiu com as variações nos valores de acidez, uma vez que, no tratamento C, tem-se uma cultura com predominância de cepas mesofílicas (*Lactococcus lactis subsp. Lactis* e *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*) e no tratamento D predomina as cepas mesofílicas e termofílicas (*Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* e *Lactobacillus helveticus*), responsáveis por uma maior fermentação da lactose.^{22, 44, 55, 57}

Recuperação de proteína e gordura

A menor recuperação de gordura nos queijos submetidos ao processo de ultrafiltração (B - 70,99%, C - 70,84% e D - 70,11%), em comparação aos queijos elaborados pelo processo tradicional (A - 86,73%), pode ser evidenciada na Tabela 5, em concordância com as variações de gordura no soro enfatizadas na Tabela 3, visto que, durante a ultrafiltração, as bombas centrífugas exercem um efeito homogeneizador dos glóbulos de gordura, diminuindo assim o tamanho de suas partículas e contribuindo para uma maior perda de gordura na operação de corte da massa.^{26, 62}

A média dos valores encontrados para a recuperação de gordura e proteína nos queijos elaborados pelo processo padrão ($RCP_G = 86,73\%$ e $RCP_p = 83,48\%$) foram superiores as reportadas por Augusto & Viotto² ($RCP_G = 81,92\%$ e $RCP_p = 74,99\%$), fato esse, atribuído à adoção de diferentes parâmetros tecnológicos nos respectivos processos de elaboração.

Em relação à recuperação de gordura nos queijos obtidos mediante processo de ultrafiltração do leite, foi possível verificar que tais valores são inferiores aos valores ($RCP_G = 85$ a 93%) citados por Phelan.⁴⁶ Entretanto, os valores da

recuperação de gordura e proteína encontrados no presente trabalho estão em conformidade com os resultados ($RCP_G = 70,0\%$) e ($RCP_p = 80,0\%$) obtidos por Spadoti et al.⁵⁰

Rendimento e rendimento ajustado

Na Tabela 6, verificou-se que os maiores valores de rendimento e rendimento ajustado foram obtidos para o tratamento C. Já os menores valores foram verificados no tratamento A. Essa constatação pode estar associada a existência de uma razão direta no aumento do rendimento de queijos com o aumento do fator de concentração volumétrica, quando comparado com queijos controle. Isso pode ser atribuído ao aproveitamento das proteínas do soro (α -lactoalbumina e β -lactoglobulina) retidas no leite concentrado durante a ultrafiltração, que não se encontram nos queijos obtidos mediante o processo tradicional de elaboração.^{42, 47, 48}

O maior rendimento ajustado (15,38%) obtido para os queijos do tratamento C está de acordo com as menores perdas de extrato seco total no soro (7,34%), conforme observado na Tabela 3.

Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros físico-químicos do retentado e permeado.

Parâmetros	Retentado			Permeado		
	B	C	D	B	C	D
Índice Crioscópico (°H)	-0,579 ^a	-0,579 ^a	-0,582 ^a	-0,441 ^a	-0,454 ^a	-0,445 ^a
Acidez (°D)	21,50 ^b	22,40 ^{ab}	24,50 ^a	7,30 ^b	9,10 ^a	9,00 ^a
Umidade (%)	74,37 ^a	73,90 ^a	73,78 ^a	93,82 ^a	93,89 ^a	93,69 ^a
Lactose (%)	5,19 ^b	5,77 ^a	5,88 ^a	4,32 ^a	4,25 ^a	4,28 ^a
Proteína (%)	8,94 ^a	8,79 ^a	8,85 ^a	0,77 ^a	0,74 ^a	0,76 ^a
Gordura (%)	9,84 ^a	10,00 ^a	9,94 ^a	0,0	0,0	0,0
Cinzas (%)	1,31 ^a	1,21 ^a	1,18 ^a	0,84 ^b	0,87 ^{ab}	0,93 ^a
NNP (%)	0,35 ^a	0,31 ^b	0,37 ^a	0,37 ^{ab}	0,33 ^b	0,41 ^a
EST (%)	25,63 ^a	26,10 ^a	26,23 ^a	6,18 ^a	6,11 ^a	6,31 ^a
ESD (%)	16,80 ^a	16,11 ^a	16,20 ^a	6,15 ^a	6,07 ^a	6,25 ^a

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Número de repetições = 3.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica ChoozitTM Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ MOS 0,64 C (Sacco).

Tabela 5 – Valores médios da recuperação de proteína e gordura nos queijos e soros.

Tratamentos	Recuperação (%)		Recuperação (%)	
	Proteína Queijo	Proteína Soro	Gordura Queijo	Gordura Soro
A	83,48 ^a	16,50 ^a	86,73 ^a	13,25 ^b
B	84,25 ^a	15,73 ^a	70,99 ^b	29,01 ^a
C	85,66 ^a	14,33 ^a	70,84 ^b	29,13 ^a
D	84,04 ^a	15,93 ^a	70,11 ^b	29,87 ^a

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Número de repetições = 3.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica ChoozitTM Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ MOS 0,64 C (Sacco).

Tabela 6 – Valores médios para rendimento e rendimento ajustado.

Tratamentos	Rendimento (%)	Varição (%)	Rendimento Ajustado (%)	Varição (%)
A	12,96 ^d	-	13,34 ^c	-
B	14,86 ^b	14,66	14,80 ^b	10,94
C	14,93 ^a	15,20	15,38 ^a	15,29
D	14,67 ^c	13,19	14,90 ^{ab}	11,69
Média	-	14,35	-	12,63

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Número de repetições = 3.

A: Controle; B: Ultrafiltrado; C: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado com cultura láctica ChoozitTM Ram 52 (Danisco) e D: Ultrafiltrado e com pré-fermentação do retentado a partir da cultura láctica Lyofast LH 0,91/ MOS 0,64 C (Sacco).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que as etapas de ultrafiltração e pré-fermentação executadas no tratamento C podem ser utilizadas na elaboração do queijo tipo prato, sem ocorrer a perda de seu padrão de qualidade. Portanto, são demonstrados melhores resultados para os tratamentos (B) correspondentes aos queijos elaborados a partir de ultrafiltração sem pré-fermentação e (C) queijos obtidos com cultura láctica ChoozitTM Ram 52 (Danisco), levando em consideração as características físico-químicas, rendimento e recuperação de proteína, assim evidenciadas:

1 – No tratamento B, os valores médios das características físico-químicas (acidez e extrato seco desengordurado) foram similares ao tratamento controle;

2 – No tratamento C, os valores médios das características físico-químicas (umidade, gordura, gordura no extrato seco, proteína, sal e extrato seco total) apresentaram-se similares ao tratamento controle;

3 – Rendimento de fabricação (R_{Aj}) superior (C - 15,38%) àquele obtidos mediante tratamento controle (A - 13,34%);

4 – Maior recuperação de proteína (C - 87,26%). Entretanto, esta não foi significativamente diferente ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos.

Assim, o tratamento B, por apresentar melhores resultados para os parâmetros acidez e extrato seco desengordurado (semelhantes ao controle), associado a um rendimento ajustado 10,94% superior ao controle - A, é o tratamento mais indicado para a elaboração do queijo tipo prato.

ROSA, L. S.; QUEIROZ, M. I.; AUGUSTO, M. M. M. Effect of pre-fermentation and ultrafiltration on the physico-chemical characteristics of prato cheese. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 119-128, jan./mar. 2009.

■ **ABSTRACT:** The study aimed to evaluate the effect of pre-fermentation and ultrafiltration on the physico-chemical characteristics of the prato cheese. We evaluated four

treatments: A - Control, B - Ultrafiltration; C - Ultrafiltration and pre-fermentation of the retentate by culture ChoozitTM Ram 52 and D - Ultrafiltration and pre-fermentation of the retentate from the culture Lyofast LH 0.91 / MOS 0.64 C (Sacco). The milk concentrated was obtained in pilot system of ultrafiltration, with spiral membrane module 3838 HFK-1312, Koch[®], with molecular weight cut-off of 10,000 Daltons, at a volumetric concentration factor (FCV) 3.0:1, with inlet and outlet pressure of 4.8 e 4.0 kgf.cm⁻², flow 3.1 m³.h⁻¹ and temperature 49°C. The experimental design was a split-plot in blocks with triplicates. The results showed the physico-chemical (moisture, fat, protein, salt and total solids) for treatment C and acidity and nonfat milk solids for treatment B were similar to the control. The treatment C gave the highest values for adjusted yield (15.38% - statistically significant - $p < 0.05$). Given these results, we conclude that the steps of ultrafiltration and pre-fermentation treatment performed on B and C can be used in the manufacture of the prato cheese, without the loss of their quality standard.

■ **KEYWORDS:** Prato cheese; pre-fermentation; ultrafiltration; yield.

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, DC, 2003. 1141 p.
2. AUGUSTO, M. M. M.; VIOTTO, W. H. Efeito do tipo de coagulante e do cozimento da massa no rendimento do queijo Prato, produzido em escala industrial. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v. 63, n. 342, p. 38-46, 2008.
3. BANKS, J. M. et al. Cheese yield: composition does matter. *Dairy Ind. Int.*, London, v. 46, n. 5, p. 15-22, 1981.
4. BARBANO, D. M.; SHERBON, J. W. Cheddar cheese yields in New York. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 67, n. 8, p.1873-1883, 1984.

5. BLASCHEK, K. M.; WENDORFF, W. L.; RANKIN, S. A. Survey of salty and sweet whey composition from various cheese plants in Wisconsin. **J.Dairy Sci.**, v. 90, n. 4, p. 2029-2034, 2007.
6. BRASIL. Leis e Decretos. **Nova legislação para os produtos lácteos e alimentos para dietas especiais, diet, light e enriquecidos**. São Paulo: Varela, 2002. 327 p.
7. BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 51, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 128, Seção 1, Anexos 4 e 5, p. 13, 2002.
8. BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 68. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 239, Seção 1, Anexo 3, p. 8, 2006.
9. BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 358, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 172, Seção 1, Anexo 1, p. 19690, 1997.
10. BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Determination of fat content of milk and milk products (Gerber methods) methods**. London, 1989. 750 p.
11. BRULE, G.; FAQUANT, J. Mineral balance in skim milk and milk retentate: effect of physicochemical characteristics of the aqueous phase. **J. Dairy Res.**, v. 48, n. 1, p. 91-97, 1982.
12. CICHOSCKI, A. J. et al. Efeito da adição de probióticos nas características do queijo prato com baixo conteúdo de gordura preparado com fibra e lactato de potássio. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 45-57, 2008.
13. CICHOSCKI, A. J. et al. Characterization of prato cheese, a brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. **Food Control**, v. 13, n. 4, p. 329-336, 2002.
14. DELBEKE, R. Experiments on making Saint-Paulin by full concentration of milk with ultrafiltration, **Michwissenschaft**, v. 42, n. 4, p. 222-225, 1987.
15. DUTRA, E. P. R. **Fundamentos da fabricação de queijos**. Juiz de Fora: Centro de Pesquisa e Ensino ILCT/EPAMIG, 1997. 127 p.
16. EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. p. 107-125.
17. EMMONS, D. B. Definition and expression of cheese yield. In: INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Factors affecting the yield of cheese**. Brussels, 1993. cap. 2, p.12-25. (International Dairy Federation, Special Issue n.9301).
18. ERDEM, Y. K. Effect of ultrafiltration, fat reduction and saltin on textural properties of white brined cheese. **J. Food Eng.**, v. 71, n. 4, p. 366-372, 2005.
19. FARRO, P. C. A. **Ultrafiltração do soro de queijo minas frescal pré-tratado e microfiltrado: efeito da vazão volumétrica e da pressão transmembrana**. 2003. f.49-50. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
20. FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. Membrane process guidelines testing terms and definitions. **Bull. Int. Dairy Fed.**, Brussels, v. 134, n. 8, p.1-11, 1981.
21. FELLOWS, P. J. **Tecnologia de processamento de alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 620 p.
22. FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic y Professional, 1998. 478p.
23. FURTADO M. M. **Os principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005. p. 71-78.
24. FURTADO M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.
25. GOVINDASAMY-LUCEY, S. et al. Standardization of milk using cold ultrafiltration for the manufacture of parmesan cheese. **J. Dairy Sci.**, v. 87, n. 9, p. 2789-2799, 2004.
26. GREEN, M. L. Effect of milk pretreatment and making conditions on the properties of Cheddar cheese from milk concentrated by ultrafiltration. **J. Dairy Res.**, v. 52, n. 2, p. 555-564, 1985.
27. HANNON, J. A. et al. Lysis of starters in UF cheeses: behaviour of *mesophilic lactococci* and *thermophilic lactobacilli*. **Int. Dairy J.**, v. 16, n. 4, p. 324-334, 2006.
28. HASSAN, A.; JOHNSON, M. E.; LUCEY, J. A. Changes in the proportions of soluble and insoluble calcium during the ripening of cheddar cheese. **J. Dairy Sci.**, v. 87, n. 4, p. 854-862, 2004.
29. JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Arned, 2005. p. 65-67.
30. KAMMERLHNER, J. Rennet cheese yield. **Deut.-milchwirtschaft**, v. 45, n. 3, p. 118-125, 1994.
31. KOSIKOWSKI, F. Cheese yield prediction simplified. **Dairy Field**, v. 52, n. 31, p. 27-29, 1982.
32. LAWRENCE, R. C. Cheese yield potential of milk. In: INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Factors affecting the yield of cheese**. Brussels, 1993. cap. 7, 10, p.88-95, p.109-120. (International Dairy Federation, Special Issue n.9301).
33. LELIEVRE, J.; LAWRENCE, R. C. Manufacture of cheese from milk concentrated by ultrafiltration. **J. Dairy Res.**, v. 55, n. 3, p. 513-522, 1988.

34. LEWIS, M. J. Concentration of proteins by ultrafiltration. In: HUDSON, J. F. **Developments in food proteins**. London : Applied Science Publ., 1982. v. 1, cap.3, n. 2, p. 91-130.
35. MAHAUT, M. et al. Eléments de fabrication de fromages frais par ultrafiltration sur membrane de coagulum de lait. **La Technique Laitiere**, v. 961, n. 4, p. 9-13, 1982.
36. MAUBOIS, J. L. New applications of membrane technology in the dairy industry. **La Technique Laitiere**, v. 46, n. 22, p. 91-95, 1991.
37. MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL. L. **Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers**. Paris, França, Patent Française 2.052.121, 1969.
38. MAURER-ROTHMANN, A. **Stabilisation des systèmes protéiques laitiers**. Ludwigshafen: BK Giulini GmbH, 2005. p. 14-16.
39. MAZAL, G. et al. Effect of somatic cell count on prato cheese composition. **J. Dairy Sci.**, v. 90, n. 2, p. 630-636, 2007.
40. MODLER, H. W. The composition of cheese whey in Friesland. **Neth Milk Dairy J.**, v. 42, n. 11, p. 485-498, 2000.
41. MULDER, M. **Basic principles of membrane technology**. Enschede: Center for Membrane Science and Technology, University of Twente, 2000. 564 p.
42. NELSON, B. K.; BARBANO, D. M. A Microfiltration process to maximize removal of serum protein from skim milk prior to cheese making. **J. Dairy Sci.**, v. 88, n. 5, p. 3581-3589, 2005.
43. OLIVEIRA, J. S. **Queijos: fundamentos da tecnologia**. 28. ed. São Paulo: Ed. Unicamp, 1986. 146p.
44. ORDOÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2, p. 79-99.
45. POULIOT, Y. et al. Fractionation of whey protein hydrolysates using charged UF/NF membranes. **J. Membrane Sci.**, v. 158, n. 56, p. 105-114, 1999.
46. PHELAN, J. A. Standardisation of milk for cheesemaking at factory level. **J. Soc. Dairy Technol.**, v. 34, n. 4, p. 152-156, 1981.
47. RENNER, E.; EL-SALAM M. H. **Application of ultrafiltration in the dairy industry**. London: Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
48. RIBEIRO, E. P. **Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo prato**. Campinas: FEA/UNICAMP, 1996. 144 p.
49. RICHARDSON, G. H. **Standard methods for examination of dairy products**. Washington, DC: American Health Association Publ., 1985. 412 p.
50. SPADOTI, L. M. et al. Avaliação do rendimento do queijo tipo prato obtido por modificações no processo tradicional de fabricação. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 23, n. 3, p. 492-499, 2003.
51. SCHLIMME, E. **La leche y sus componentes: propiedades químicas y físicas**. Zaragoza: Acribia, 2001. p. 57-79.
52. SILVA, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. 5. ed. São Paulo: Varela, 2003. p. 27-30.
53. UPRETI, P.; METZGER, L. E. Influence of calcium and phosphorus, lactose, and salt-to-moisture ratio on cheddar cheese quality: pH changes during ripening. **J. Dairy Sci.**, v. 90, n. 1, p. 1-12, 2007.
54. VAN BOEKEL, M. A. J. S. et al. **Ciencia y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 87-111.
55. VAN KRANENBURG, R. et al. Flavor formation from amino acids by lactic bacteria: predictions from genome sequence analysis. **Int. Dairy J.**, v. 12, n. 2, p. 111-121, 2002.
56. VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1995. Série 1, p. 293-316.
57. YVON, M.; RIJNEN, L. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. **Int. Dairy J.**, v. 11, n. 4, p. 185-201, 2001.
58. WALSTRA, P. et al. **Dairy technology: principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 75-87.
59. WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica**. Zaragoza: Acribia, 1987. p. 01-10.
60. WALSTRA, P.; NOOMEN, A.; GEURTS, T. J. Dutch-types varieties. In: FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 2nd ed. Maryland: Aspen Publ., 1999. p. 39-82.
61. WGN SISTEMAS DE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA. **Manual de operación del sistema piloto ORNF 3838**. São Paulo, 2008. sistema.
62. ZYDNEY, A. Protein separations using membrane filtration: new opportunities for whey fractionation. **Int. Dairy J.**, v. 8, n. 3, p. 243-250, 1998.