

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA FABRICAÇÃO DO QUEIJO
PRATO A PARTIR DE RETENTADOS OBTIDOS POR
ULTRAFILTRAÇÃO DE LEITE COM OU SEM PRÉ-FERMENTAÇÃO**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **José Raimundo Ferreira Dornellas** aprovada pela Comissão Julgadora em 13 de março de 2003.

Campinas, 13 de março de 2003.


Prof. Dr. Salvador Massagué Roig
Presidente da Banca

JOSÉ RAIMUNDO FERREIRA DORNELLAS
Administrador de Empresas

PROF. DR. SALVADOR MASSAGUER ROIG
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de
Doutor em Tecnologia de Alimentos

**CAMPINAS-SP
2003**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNIDADE	FE
Nº CHAMADA	UNICAMP
	D735c
V	EX
TOMBO BC/	54992
PROC.	16.224103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$11,00
DATA	05/08/03
Nº CPD	

CM00187112-7

BIB ID 295926

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

D735c Dornellas, José Raimundo Ferreira
Contribuição ao estudo da fabricação do queijo prato a partir de retentados obtidos por ultrafiltração de leite com ou sem pré-fermentação / José Raimundo Ferreira Dornellas. – Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Salvador Massaguer Roig
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Queijo. 2. Ultrafiltração. 3. Cultura lática.
4. Microestrutura. I. Massaguer Roig, Salvador. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III. Título.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
(Orientador)



Profª. Dra. Mirna Lúcia Gigante
(Membro)



Profª. Eliana Paula Ribeiro
(Membro)



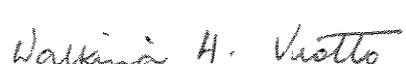
Prof. Dr. Ismael Antônio Bonassi
(Membro)



Profª Drª. Ariene Gimenes Fernandes Van Dender
(Membro)



Profª. Drª Leila Peres
(Membro)



Profª Drª. Walkiria Hanada Viotto
(Membro)

200326291

“Tudo é loucura ou sonho no começo. Nada do que o homem fez no mundo teve início de outra maneira. Mas já tantos sonhos se realizaram que não temos o direito de duvidar de nenhum”.

Monteiro Lobato.

A engenharia Divina é perfeita, pois na complexidade das diferenças individuais, não há o propósito de engrandecimento de uns em detrimento de outros, mas, sobretudo, da complementação destas mesmas diferenças, em prol do maior desenvolvimento humano.

O autor.

Ao atingir a maturidade profissional, no final de 2002 completei 21 anos de minha formatura como técnico em leite e derivados, do Instituto de Laticínios Cândido Tostes - ILCT. E pousando meu breve olhar na “via Láctea” da minha trajetória, vejo um corredor que reflete esta caminhada e com esta visão figurativa, lembro-me da nossa fábrica escola do Instituto, que no final do corredor sustenta no alto da porta da fábrica a seguinte mensagem: “PARA SABER MANDAR É PRECISO SABER FAZER, PARA SABER FAZER É PRECISO APRENDER FAZENDO”.

Sinto-me profundamente agradecido e orgulhoso da minha trajetória. Agradecido por ter tido a Escola que através de uma simples frase como esta, incutiu no jovem idealista, a noção do que é ter uma profissão, pelo simples fato de saber executá-la. E orgulhoso por ter tido mestres do mais alto nível intelectual e profissional.

Sou Mineiro, sou Queijeiro.

O autor.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos mestres da minha trajetória de vida e formação:

Aos meus pais, mestres primeiros que me ensinaram respeito, dedicação e ética humana.

Ao Pe. Guilherme Goossens (In memorian), meu primeiro Reitor e orientador espiritual. Meu pai intelectual, contigo tudo começou, a paixão pelos livros, pelos estudos, pelo teatro.

Aos meus mestres dos meus cursos elementares, que me iniciaram no caminho do saber.

Aos meus mestres do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, especialmente ao Prof. Dr. Múcio Mansur Furtado por ter sido o maior incentivador desta minha caminhada e à memória do Prof. Jacob Franklin de Oliveira, que deve estar em algum lugar da via láctea produzindo enormes queijos astrais, metódica e milimetricamente.

Aos meus mestres da Universidade Estadual de Ponta Grossa, especialmente à Profa. Cândida Leonor Miranda, por ter não só me ensinado Metodologia Científica, mas brilhantemente Marketing e MKT de Vida.

Aos meus mestres da Universidade estadual de Campinas, especificamente ao Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig, com quem não só aprendi ciência e tecnologia, mas, sobretudo a tornar-me um pesquisador crítico e minuciosamente específico. Ao Prof. Dr. Carlos R. F. Grosso, por ter me iniciado como co-orientador no mestrado e pelos inúmeros incentivos e “toques” humanos, que são sabedoria milenar, que só podem ser guardadas no baú do coração e à prof. Dra. Mirna Lúcia Gigante, pela amizade, incentivo e cooperação.

Aos meus mestres da Universidade São Judas Tadeu, especialmente ao meu querido mestre Antônio Januzzelli (Janô), que não me ensinou técnicas corporais ou teatrais, mas um tesouro de reconhecimento de minha humanidade inteira.

À Joyce Lussu, mestra política, feminista e poetiza italiana (In memoriam). Fino quando sarai viva nei miei ricordi, i tuoi occhi vedranno al di là Del 2000, sarai sempre viva, fino a l'istoria della mia umanità e di tutta la gente Che ti conoscerà per colpa, dei miei pensieri, e de tutto che raconterò del nostro tempo. Tempo di imparare, tempo de riconoscerme umano e capace.

Ao mestre Peter Bosch, com quem tive a grata satisfação de dividir o meu tempo profissional na Cooperativa Central de Latícios do Paraná Ltda. CCLPL – Batavo, e na Elegê Alimentos. Você é um mestre na liderança de pessoas e na motivação de uma equipe de trabalho.

À Profª Drª. e amiga Tereza C. A. Almeida, diretora da Sensory, que não mediu esforços, dedicação e paciência para me ensinar o que aprendi de Análise Sensorial.

Ao Prof. Dr. Pedro Eduardo Felício, pelo incentivo e pelo prazer e a disciplina com que ensinas os teus imensos conhecimentos, demonstrando que só com paixão, dedicação e vocação pelo ensino e pesquisa, pode se atingir objetivos verdadeiros.

Ao Prof. Dr. Ademir José Petenate, pela paciência e inúmeros esforços na contribuição da minha formação profissional.

À mestra Leila Maria Spadoti, companheira de luta e de projetos, mestra no trabalho em equipe. Você tem um grande potencial, aprendi e espero continuar aprendendo com a sua convivência.

Ao Mauro Sérgio Dias Moreira, mestre do companheirismo e do compartilhar uma existência de vida. “Seguo il percorso del vento, toglì il respiro pensare un pò a te, Che ancora a dispetto del tempo cammini com me”...

AGRADECIMENTOS

À Divindade Suprema, fonte de recursos inesgotáveis e auxílio no meu progresso.

Ao Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig, pela orientação, amizade, cooperação e tantas contribuições técnico-científicas neste trabalho.

À companheira Leila Maria Spadotti, que não mediu esforços para que alcançássemos este objetivo.

Aos Professores (as): Dr^a. Mirna Lúcia Gigante, Dr^a. Walkiria H. Viotto, Dr^a Leila Peres, Dr^a. Eliana Paula Ribeiro, Dr. Ismael Antonio Bonassi, Dr^a. Ariene Gimenes Van Dender que contribuíram para a qualidade final do trabalho com suas críticas e sugestões.

A Darlila A. Galina e ao Antonio Sérgio Salles, pela amizade, apoio e contribuições no trabalho de Análise Sensorial.

À minha família, que sempre me apoiou.

Aos técnicos do laboratório de leite e aos companheiros que dividiram o laboratório quando da realização dos nossos trabalhos, na esperança de que todos tenhamos aprendido a difícil arte da convivência humana.

A Bete, Ana Maria, Ana Lourdes, Nelson, Carolina (Lab. cereais), Camila (Lab. cereais), Aninha (Lab. Frutas), Alice (Lab. Embalagens), Aduino, Judith (Lab. Carnes), José Roberto (Lab. Carnes), Marlene, Babi, Jaime, Sr. Nilo e Sr. Zé (padaria), Bernadete, a todos vocês a minha mais profunda e eterna gratidão.

Aos funcionários da secretaria da Pós, especialmente ao Cosme e ao Jonas, por estarem sempre prestativos e não medirem esforços para o andamento de todo processo.

Aos funcionários da biblioteca da FEA, por todas as contribuições.

Aos colegas de todos os anos de estudo na pós, na esperança de que façam o melhor proveito dos anos partilhados e dedicados à nossa formação.

À FAPESP pelo Auxílio Pesquisa nº 00/ 14079-8.

Ao CNPQ pelo um ano e cinco meses de bolsa para o cumprimento do meu doutoramento (outubro/2000 até fevereiro / 2002).

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) pelas facilidades e instalações utilizadas para realização deste trabalho.

A Fermentec Tecnologia Ltda., principalmente a Nancy Ohata Santana e Neveton Benedito Piaccini, que contribuíram com a doação de butirômetros de Análise de queijos importados e aferidos.

A HUHTAMAKI (antiga Brasholanda) pela doação de 50 formas de queijo Prato de 0,5 kg, e respectivos dessoradores, que muito contribuíram para realização de todos os experimentos.

À BV Representações Comércio Importação e Exportação Ltda., especialmente ao Sr. Alencar Moreira de Oliveira, pela doação de culturas lácticas e coalho de vitelo utilizados nos experimentos e ensaios preliminares.

A CHR HANSEN Ind. e Com Ltda, pela doação de culturas lácticas utilizadas nos ensaios preliminares e Corante de Urucum utilizado em todos os processamentos.

A CRYOVAC Brasil Ltda., pela doação de embalagens termoencolhíveis utilizadas nos experimentos.

A Danisco pela doação de culturas lácticas utilizadas nos experimentos e ensaios preliminares.

À Indústria de Máquinas Tambrás Ltda., especialmente ao Sr. Carlos Romildo Jordão e ao Sr. Inael Guimarães Lisboa, pela confecção e doação das liras utilizadas nos processos produtivos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que tentaram, de uma forma ou de outra, impedir a realização do meu doutoramento, agradeço a oportunidade de prepararem-me para estar sempre pronto a “combater o bom combate”.

Ah! Estava me esquecendo: Daquelas pessoas que se acham coisa e tal, penso que há muita lorota, não pode ser Emmmental, quem nasceu para ser Ricota.

ÍNDICE GERAL

Resumo Geral	<i>xvii</i>
Introdução Geral	<i>xxiii</i>
Justificativa	<i>xxv</i>
Objetivos Específicos	<i>xxvii</i>
Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica	1
O queijo Prato.....	3
A ultrafiltração.....	5
A coagulação do leite e a ultrafiltração.....	7
O rendimento em queijos, recuperação de elementos e a ultrafiltração.....	8
A fermentação láctica e ultrafiltração.....	10
A proteólise e a maturação de queijos e a ultrafiltração.....	11
A determinação da textura e propriedades funcionais em queijos e a Ultrafiltração.....	16
A análise sensorial em queijos e a ultrafiltração.....	18
O derretimento do queijo e a ultrafiltração.....	20
A fabricação de queijos, microestrutura e a ultrafiltração.....	21
Bibliografia.....	24
Capítulo 2 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração(2,5:1) no rendimento, rendimento ajustado e recuperação de constituintes do queijo Prato	35
Resumo.....	37
Summary.....	39
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	57
Bibliografia.....	58

Capítulo 3 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração (2,5:1) na proteólise do queijo Prato.....	63
Resumo.....	65
Summary.....	67
Introdução.....	69
Material e Métodos.....	71
Resultados e Discussão.....	75
Conclusões.....	85
Bibliografia.....	86
Capítulo 4 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração (2,5:1) na capacidade de derretimento do queijo Prato	89
Resumo.....	91
Summary.....	92
Introdução.....	93
Material e Métodos.....	96
Resultados e Discussão.....	100
Conclusões.....	107
Bibliografia.....	108
Capítulo 5 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração (2,5:1) na microestrutura do queijo Prato.	111
Resumo.....	113
Summary.....	115
Introdução.....	116
Material e Métodos.....	120
Resultados e Discussão.....	124
Conclusões.....	128
Bibliografia.....	129

Capítulo 6 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração (2,5:1) na textura instrumental do queijo Prato.

Prato.	133
Resumo.....	135
Summary.....	137
Introdução.....	139
Material e Métodos.....	142
Resultados e Discussão.....	147
Conclusões.....	164
Bibliografia.....	164

Capítulo 7 – Efeito da pré-fermentação de diferentes porções de leite concentrado por ultrafiltração (2,5:1) na Análise Sensorial – Teste de

Aceitação e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do queijo Prato.....	169
Resumo.....	171
Summary.....	173
Introdução.....	175
Material e Métodos.....	177
Resultados e Discussão.....	187
Conclusões.....	198
Bibliografia.....	199

RESUMO GERAL

Neste estudo, foram avaliados quatro diferentes tratamentos com objetivo de produzir queijo Tipo Prato, com intuito de verificar a influencia dos mesmos na composição centesimal, no rendimento de fabricação (kg de queijo/kg de leite) e no rendimento ajustado (a um valor pré-determinado de umidade e sal), recuperação de proteína e gordura, na proteólise, na microestrutura, no perfil de textura instrumental (TPA), perfil de derretimento, e perfil sensorial dos queijos obtidos nas diferentes alternativas de fabricação. Os diferentes tratamentos utilizados para a fabricação dos queijos se caracterizavam por: QP - queijo Prato padrão produzido pelo processo convencional, QR-0 - queijo tipo Prato obtido a partir de leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, sem pré-fermentação de parte do retentado, QR-10 - queijo tipo Prato obtido a partir de leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, com pré-fermentação de dez por cento do retentado, e QR-20 - queijo tipo Prato obtido a partir de leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, com pré-fermentação de vinte por cento do retentado. Foram realizados três experimentos, em três datas diferentes, sendo que os quatro diferentes tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção.

Com o objetivo de produzir queijos tipo Prato obtidos de retentados de leite concentrado por ultrafiltração, com a presença ou ausência da operação de pré-fermentação, com as mesmas características sensoriais e de textura de queijos tipo Prato obtido pelo processo convencional, foi utilizado coalho de vitelo (90% de quimosina), foi utilizado 10% da quantidade de cultura láctica Tipo O (G3 MIX 6-VISBYVAC® - B50) indicada pelo fornecedor, os queijos foram maturados a temperatura de 7°C. A operação de ultrafiltração não afetou a composição centesimal de QR-0 quando comparado com o queijo padrão QP e tendeu a aumentar o teor de proteína nos queijos submetidos àquela operação, quais sejam , QR-0, QR-10 e QR-20. A operação de pré-fermentação de porções diferentes de

retentado tendeu a diminuir o pH e aumentar a percentagem de gordura nos queijos. Quanto ao rendimento do processo avaliado, QP obteve o melhor resultado diferenciando significativamente ($p < 0,0001$) de QR-0, QR-20 e QR-10. QR-0 apresentou maior rendimento e diferença significativa, quando comparado com os demais tratamentos, que não diferenciaram significativamente entre si, mas QR-20 apresentou tendência a apresentar maior rendimento que QR-10. Quanto ao rendimento ajustado, QP obteve o melhor resultado, diferenciando significativamente ($p = 0,0158$) dos demais tratamentos, que não apresentaram diferença significativa entre si, mas que apresentaram uma tendência tendo QR-10 melhor rendimento ajustado, seguido de QR-20 e posteriormente de QR-0. Quanto à recuperação de proteína nos queijos, os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si ($p = 0,0337$), tendo QR-0, melhor recuperação seguido de QR-10, QR-20 e QP. Quanto à recuperação de gordura nos queijos, os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si ($p = 0,0052$), tendo QP, melhor recuperação, diferindo significativamente de QR-0 seguido de QR-20, QR-10, com os quais não apresentou diferenças significativas. Os tratamentos obtidos de retentados de ultrafiltração não diferenciaram significativamente entre si.

Quanto à maturação dos queijos, avaliou-se a evolução do pH, da acidez titulável (AT), o índice de extensão de maturação (IEM) e o índice de profundidade de maturação (IPM). As operações de ultrafiltração e pré-fermentação afetaram significativamente estes parâmetros avaliados. Na variável dependente pH os tratamentos apresentaram diferença significativa entre si ($p = 0,0148$), sendo os valores inferiores para QR-20 e QR-10, respectivamente, que não diferiram significativamente entre si valores superiores para QP e QR-0, os quais não diferiram significativamente entre si, porém diferenciaram significativamente do primeiro grupo. Quanto à acidez total (AT), os tratamentos diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,0001$), sendo que QR-20 apresentou valores superiores diferenciando significativamente de QR-10. QP e QR-0 apresentaram mesmos valores, não diferenciando significativamente entre si, mas diferenciando significativamente dos demais (QR-10 e QR-20). Quanto ao IEM os tratamentos

apresentaram diferença significativa entre si ($p=0,0023$) e no tempo ($p<0,0001$). QR-20 apresentou maior índice de IEM seguido de QR-10 e não diferenciaram significativamente entre si. QR-0 apresentou maior valor que QP, mas não diferenciou significativamente deste, porém o primeiro grupo diferenciou significativamente do segundo. Quanto ao IPM, os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si. QR-20 apresentou maior valor que QR-10, porém os dois não diferiram significativamente entre si. QR-0 apresentou maior valor para IPM que QP, porém os dois não diferiram significativamente entre si. Quando comparado com QR-10 e QR-20, QP e QR-0 apresentaram diferenças significativas.

O tempo afetou significativamente ($P<0,0001$) AT, IEM e IPM, mas não afetou o pH. Quanto a Capacidade de derretimento (CD), as diferentes operações de ultrafiltração e pré-fermentação afetaram os tratamentos ao longo do tempo ($p<0,0001$). Houve interação Bloco*trat ($p<0,0001$) evidenciando que os tratamentos apresentaram perfil de derretimento diferente entre os blocos e interação trat*tempo ($p=0,0162$) evidenciando que os tratamentos ao longo do tempo apresentaram perfil de derretimento significativamente diferente entre si. Ao longo do tempo a CD dos queijos aumentou. Os queijos com maiores valores de pH e umidade apresentaram uma maior capacidade de derretimento. A microestrutura dos diversos tratamentos foi avaliada por Microscopia Eletrônica de Varredura, com a finalidade de se avaliar mudanças na estrutura física dos queijos em função das operações de ultrafiltração e pré-fermentação. A micrografia de QP comparada com a micrografia dos queijos obtidos a partir de retentados de ultrafiltração com pré-fermentação de parte do retentado (QR-10 e QR-20) e dos queijos obtidos a partir de retentados de ultrafiltração sem pré-fermentação de parte do retentado (QR-0) evidenciou mudanças nos tamanhos dos espaços vazios na matriz protéica, ocupados anteriormente pelos glóbulos gordurosos. A operação de ultrafiltração em batelada parece modificar a estrutura da matriz protéica que se torna mais grosseira e espessa.

Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) no perfil de dureza-TPA na extremidade dos queijos. Apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em dureza-TPA no centro. QR-10 apresentou maior dureza no centro seguido de QR-20, não apresentando diferença significativa de QR-20 e QP, mas apresentando diferença significativa quando comparado com QR-0. O perfil de Dureza-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 25 e 45. Quanto a Adesividade-TPA, QR-20 E QR-10 não diferiram significativamente entre si, apresentando os menores valores. QP não diferiu significativamente de QR-0 e QR10 no perfil de Adesividade-TPA no centro da amostra e não diferiu de QR-0 no centro da amostra. O perfil de Adesividade-TPA, em todos os queijos apresentou aumento ao longo do tempo, não apresentando diferenças significativas entre os dias 10, 25 e 45. Quanto ao perfil de textura Elasticidade-TPA, QP apresentou os maiores valores, diferenciando significativamente dos demais tratamentos, tanto no centro quanto na extremidade. QR-0 e QR-10 não diferenciaram significativamente entre si no perfil Elasticidade-TPA no centro, mas diferenciou-se na extremidade. QR-20 não diferenciou de QR-10 no centro. O perfil de Elasticidade-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 10 e 45. Quanto ao perfil de textura Coesividade-TPA, QP apresentou os maiores valores, não apresentou diferença significativa de QR-0 no centro e na extremidade e apresentou diferença significativa quando comparado com QR-10 e QR-20, estes últimos apresentando diferenças entre si. O perfil de Elasticidade-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 10 e 45. Os resultados de gomosidade-TPA, fraturabilidade-TPA e mastigabilidade-TPA, foram desconsiderados porque os resultados se mostraram inconsistentes e com um coeficiente de variação muito alto.

Na avaliação sensorial, no Teste de Aceitação, os queijos fabricados a partir de retentados pré-fermentados atingiram melhor aceitação nos atributos de aparência, cor e textura. O tratamento padrão obteve uma melhor performance

quanto ao sabor e intenção de compra. O atributo de sabor é o atributo que mais contribuiu para a aceitação do produto. Na Análise Descritiva Quantitativa quanto a aparência os QR-10 e QR-20 obtiveram maior intensidade de cor amarelada, diferenciando-se significativamente entre si ($p < 0,05$). Quanto aos gostos básicos, todos os tratamentos diferenciaram significativamente entre si, tendo o QR-20, maior intensidade no gosto ácido, salgado e amargo. Na avaliação estatística dos descritores sensoriais de textura e derretimento, todos os tratamentos diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$).

INTRODUÇÃO GERAL

O queijo Prato é um queijo de origem dinamarquesa semelhante ao Gouda e Danbo, porém com sabor e textura próprios sendo largamente comercializado no país. Possui ampla distribuição no Brasil e, junto com os queijos, Mussarela, Minas, Requeijão e Parmesão, são os mais consumidos. Sua produção média é de 70.000 toneladas ao ano (CICHOSCKI, 2002). O queijo Prato inclui as variedades Lanche, Cobocó, Gouda e Estepe, que possuem as mesmas raízes e são muito similares, diferindo apenas quanto ao formado e ao peso (FURTADO, 1990; SCHIFTAN & KOMATSU, 1980).

A aplicação do processo de ultrafiltração de leite para fabricação de queijos foi proposta na França por MAUBOIS, MOCQUOT e VASSAL em 1969, através de um processo que em homenagem aos seus inventores, foi denominado processo M.M.V. A técnica vem sendo utilizada com sucesso na fabricação de alguns tipos de queijos moles como Minas Frescal, Cottage, Feta, etc. As principais vantagens atribuídas a ultrafiltração para produção de queijos em relação ao processo tradicional têm sido o aumento do rendimento, a fabricação contínua e automatizada, a economia de mão de obra e de ingredientes e a produção de soro com menor poder poluente (MAUBOIS *et alii*, 1969; KOSIKOWSKI, 1986; HICKEY, 1993; GUINÉE *et alii*, 1994; RIBEIRO, 1996; SABÓIA, 2002).

Entretanto, a produção de queijos semiduros e duros a partir de retentados obtidos por ultrafiltração de leite, têm apresentado alguns problemas, principalmente por resultar em queijos que apresentam deficiências no sabor, aroma e textura, diferenciando-os dos queijos tradicionais. Várias pesquisas ao redor do mundo tem sido conduzidas, com o objetivo de melhorar a qualidade destes produtos (GREEN *et alii*, 1985; GREEN *et alii*, 1986; GUINÉE *et alii*, 1994; RIBEIRO, 1996).

RIBEIRO (1996), pela importância do queijo Prato na produção nacional, pesquisou fatores de concentração dos retentados por ultrafiltração, utilização de misturas de retentados fermentados com retentados sem fermentação,

fermentação com diferentes culturas lácticas e avaliação organolépticas e aceitabilidade dos queijos finais.

Como o aparecimento de defeitos em queijos obtidos de retentados de ultrafiltração, assim como de todos os queijos derivam da qualidade da matéria-prima maturação e também da maturação que é caracterizada pela quebra das caseínas do queijo, resultante da atividade de várias enzimas. Os principais contribuintes são o coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou flora natural do leite e enzimas naturais do leite (FOX, 1991). Esta proteólise influencia as características de aroma, sabor e textura. O derretimento depende, dentre outros fatores, da taxa de maturação, sendo que quanto maior for esta taxa, maior será o derretimento. No caso do queijo prato, a aceitabilidade do consumidor está relacionada com características físico-químicas e sensoriais (SANCHEZ, 2000), e o derretimento é uma destas.

JUSTIFICATIVA

Foram quatro as justificativas principais para a realização desta pesquisa.

A primeira justificativa foi a de se avaliar a fabricação de queijos de massa semi-cozida e semi-dura obtidos de retentados de leite concentrado por ultrafiltração com ou sem pré-fermentação e sua influência nos queijos obtidos.

A segunda justificativa foi a de se avaliar propostas relatadas na literatura e outras alternativas para solucionar problemas também relatados na literatura científica com a fabricação de queijos duros e semi-duros com retentados de leite obtidos por ultrafiltração em um queijo largamente consumido no nosso país.

A terceira justificativa foi a de se avaliar a possibilidade da simplificação do processo pela não utilização do maior número possível de etapas do processo produtivo.

A quarta justificativa é que poucas pesquisas nos queijos nacionais têm sido realizadas quando se trata da ultrafiltração parcial, ou seja, da pré-concentração a um Fator de Concentração Volumétrico (FCV) de 2,5:1 a priori da fabricação pelo método tradicional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Os objetivos do presente trabalho foram:

Avaliar a composição centesimal dos queijos, permeados, retentados, e soros de fabricação dos diferentes tratamentos.

Determinar os rendimentos (prático e ajustado) de fabricação dos queijos obtidos dos diferentes tratamentos, e avaliar a recuperação de constituintes (proteína e gordura).

Avaliar o comportamento dos queijos obtidos nos diferentes tratamentos durante a vida de prateleira (Proteólise e propriedades físico químicas).

Avaliar o perfil de textura-TPA e propriedades funcionais (capacidade de derretimento) do queijo prato obtido nos diversos tratamentos.

Avaliar a microestrutura, através de da técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)do queijo prato obtido nos diversos tratamentos.

Avaliar através da Análise Descritiva Qualitativa e do Teste de Aceitação, as características sensoriais dos queijos obtidos nos diversos tratamentos.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPITULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O QUEIJO PRATO

A fabricação de queijos no Brasil é de história relativamente recente, firmando-se , do ponto de vista industrial, no início do século passado e sobretudo, a partir da década de 20, com o estabelecimento de imigrantes dinamarqueses e holandeses no Estado de Minas Gerais (FURTADO, 1990).

No Brasil, a indústria de queijos é fortemente influenciada pela indústria européia. O mercado é servido com uma ampla variedade de queijos holandeses, italianos, suíços, entre outros. Ao longo do tempo, uma grande parte destas variedades sofreu modificações no processamento e maturação, dando origem a outros tipos de queijos, sendo que o queijo prato está incluído entre estes (CICHOSCHI *et alii*, 2002)

O queijo prato é fabricado por coagulação enzimática, adicionado de uma pequena quantidade de corante visando dar o tom amarelo característico (OLIVEIRA, 1986). É de massa semicozida, o que lhe oferece uma característica elástica e apresenta-se moldado na forma de um tijolo ou paralelepípedo, constituindo a variedade lanche, ou na forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó (OLIVEIRA, 1986). O aumento de temperatura no tanque para realização do pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de uma parte do soro e adição de água a 75°C – 80°C diretamente na massa, ou através do aumento da temperatura do meio de aquecimento do tanque de coagulação.

O fermento láctico utilizado na fabricação do queijo tipo prato pode ser exclusivamente acidificante ou acidificante e aromatizante. Além do sabor característico, o queijo prato deve apresentar algumas olhaduras pequenas e regulares. Para a obtenção dessas características, deve-se utilizar um fermento misto de bactérias lácticas acidificantes e bactérias aromatizantes. O fermento láctico utilizado é constituído, normalmente de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e

Lactococcus lactis subsp. *cremoris*, organismos acidificantes homofermentativos. Quando o composto de flora acidulante e aromatizante contém os microrganismos 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 CO₂, responsáveis pelas olhaduras típicas deste queijo (OLIVEIRA, 1986).

De modo geral e segundo a definição legal (MERCOSUL, 1997), o queijo prato deverá apresentar as seguintes características sensoriais:

Consistência: semidura, elástica.

Textura: compacta, lisa, fechada, com alguns olhos pequenos arredondados e/ou algumas olhaduras mecânicas.

Cor: amarelado ou amarelo-palha.

Sabor: característico.

Odor: característico.

Crosta: não possui, ou com crosta fina, lisa, sem trincas.

Olhaduras: algumas olhaduras pequenas, bem distribuídas ou sem olhaduras.

A crosta deverá ser lisa, fina, bem formada e, preferivelmente, revestida de parafina. A textura deverá apresentar olhaduras redondas ou ovulares, regularmente distribuídas, pouco numerosas e bem formadas. A consistência deverá ser macia e compacta (SCHIFTAN & KOMATSU, 1980).

A maioria dos queijos tipo Prato elaborados no Brasil deixaram de apresentar as características ideais de sabor, aroma, textura e olhaduras e isto foi atribuído por HOSKEN & GAUDERETO, (1973), às deficiências dos fermentos lácticos utilizados.

A ULTRAFILTRAÇÃO

A tecnologia de ultrafiltração consiste na separação de componentes de um meio fluido, ocorrendo quando este é forçado a fluir, sob pressão, sobre a superfície de uma membrana semipermeável (DZIEZAK, 1990).

Na ultrafiltração do leite, como as membranas são permeáveis a componentes de baixo peso molecular, nutrientes como a lactose e vitaminas hidrossolúveis passarão através da membrana, e serão encontrados em menor proporção no concentrado. Em contrapartida, a gordura, os componentes protéicos, a vitamina B₁₂ e o ácido fólico serão concentrados em proporção inversa à diminuição do volume do leite (GREEN et alii, 1984). Minerais como cálcio, magnésio e fósforo encontram-se no leite tanto em solução como ligados às proteínas e a retenção destes minerais, bem como de elementos-traço dependerá da porcentagem em que os mesmos se encontram ligados às proteínas (BASTIAN, COLLINGE & ERNSTROM, 1991).

O processo de ultrafiltração de leite para fabricação de queijos M.M.V. consiste basicamente em ultrafiltrar o leite até este possuir aproximadamente a mesma composição do queijo, obtendo-se assim o chamado pré-queijo líquido. É então adicionado o coalho, a cultura láctica, o corante e o sal, entre outros (KOSIKOWSKI, 1986). Essa invenção provocou uma revolução na tecnologia de laticínios. Numerosos trabalhos foram realizados e, atualmente, várias indústrias, inclusive no Brasil, utilizam essa tecnologia para produção de queijos. Uma modificação neste procedimento envolve uma menor concentração do leite, sendo neste caso necessária a drenagem de uma parte do soro (FOX et al, 1990). Uma das vantagens da produção de queijos com leite ultrafiltrado é incluir as soro-proteínas no queijo, que não se encontram no queijo tradicional, e assim aumentar o rendimento do produto (RENNER, 1991). Outra aplicação do uso da tecnologia de membranas é a possibilidade de padronização do teor protéico do leite, uma

vez que essas flutuações sazonais poderiam ser eliminadas e o teor de lactose poderia ser ajustado (PUHAN , 1991).

Inicialmente, acetato de celulose foi o material mais utilizado para ultrafiltração. Devido às suas limitações de resistência a pH, a temperatura e viscosidade, tal material foi substituído por polímeros orgânicos e, mais recentemente, por membranas minerais (BEATON, 1979; MAHAUT & MAUBOIS 1985 e KOSIKOWSKI, 1986). Membranas minerais à base de óxido de zircônio e suportadas por carbono grafite, apresentam um ótimo comportamento físico-químico e permitem a obtenção de produtos de alta viscosidade (GOUDEDRANCHE *et alii*, 1980; MAHAUT & MAUBOIS, 1985)

A fabricação com sucesso de queijos tipo Camembert, Saint-Paulin, Quark, Queso Blanco e queijos moles coagulados por renina, a partir do processo M.M.V. é descrito na literatura (JEPSEN, 1974; DUCRET *et alii*, 1981; MAHAUT & MAUBOIS, 1985; DELBEKE, 1987; SAEDERUP NIELSEN, 1987). Entretanto, o emprego da ultrafiltração pela indústria de queijos duros tem sido muito limitado. As prováveis razões são os altos custos do equipamento de ultrafiltração, menores taxas de maturação nos queijos UF e dificuldades de manuseio dos retentados de alto teor protéico (GUINÉE *et alii*, 1994).

Segundo BIRKKJAER & FORSINGDAL (1982) em experimentos para fabricação de queijos semiduros, tem sido preferível usar uma técnica pela qual a ultrafiltração seja seguida pelo processo de fabricação de queijo, com corte de massa e um subsequente tratamento mecânico de coágulo. Outra possibilidade é incluir uma pré-acidificação e/ou diafiltração no processamento de queijos por ultrafiltração. Ambos diminuem a capacidade tampão do retentado, resultando um menor pH nos queijos, o que é desejável, uma vez que queijos obtidos por ultrafiltração tendem a apresentar pH maior que o convencional (SPANGLER *et alii*, 1991).

Quanto ao queijo Prato, VAN DENDER *et alii* (1987) realizaram estudos preliminares com o objetivo de verificar a viabilidade tecnológica da produção

deste queijo pelo processo M.M.V. Os autores testaram o nível de diafiltração em retentados com fator de concentração 7:1, obtido com equipamento dotado de membrana mineral, e os resultados obtidos demonstram a possibilidade de se produzir queijos de massa semidura com características físico-químicas semelhantes às do queijo tipo Prato.

RIBEIRO (1996) realizou estudos de otimização da produção de queijo tipo Prato, obtendo resultados satisfatórios concentrando o leite com fator de concentração 5:1 e pré acidificando 10% do retentado e incorporando este fermento concentrado ao retentado no dia da produção, conseguindo desta forma maior rendimento de fabricação (11,3%), assim como características de aroma, sabor, aparência e textura similares ao queijo tipo Prato obtido tradicionalmente.

JAMESON (1987) descreve a aplicação de um equipamento desenvolvido para tratamento da massa, obtida pela coagulação de retentado de ultrafiltração 5:1, para fabricação de queijo tipo Cheddar, com danos mínimos nos cubos de massa.

A COAGULAÇÃO DO LEITE E A ULTRAFILTRAÇÃO

As principais fontes produtoras de agentes coagulantes incluem extratos salinos de estômagos de bovinos e porcinos jovens e adultos, sendo o de bovinos tradicionalmente empregado na fabricação de queijos. Outra fonte mais recente inclui enzimas de origem microbiana (*Mucor pusillus*, *Mucor miehei* e *Endothia parasítica*). Através do uso da tecnologia de DNA recombinante, foram desenvolvidos coagulantes a partir de microorganismo cujos códigos genéticos foram ajustados para a produção seletiva de quimosina. (TEUBER, 1990).

A função primária dos coalhos consiste especificamente da hidrólise do componente estável da caseína (κ -caseína), com um mínimo de proteólise geral, caso contrário, há uma redução no rendimento da fabricação de queijos

(FOX,1988). Existe uma grande variedade de proteinases que têm sido usadas como coagulantes do leite, como as enzimas microbianas, as extraídas de plantas (ficina, bromelina, papaína) e as proteinases gástricas de vitelos, cabritos, cordeiros e frangos (RETTL et alii, 1992; FOX, 1988).

A formação do gel ocorre em retentados de ultrafiltração quando apenas uma fração relativamente pequena de caseína é hidrolisada (GARNOT, 1988; LELIEVRE & LAWRENCE, 1988). As micelas, que não estão suficientemente modificadas nesse ponto de coagulação, são gradualmente hidrolisadas com o avançar do processo e se tornam incorporadas à estrutura do coágulo.

A redução do tempo de coagulação em função do aumento do teor de proteínas nos retentados de ultrafiltração foi observada por MEHAIA & CHERYAN (1983). Os autores atribuíram esse comportamento a um possível aumento no número de colisões, do qual depende a velocidade de agregação, devido à redução no volume da fase aquosa com o aumento do teor protéico, ou talvez devido ao aumento na concentração de cálcio, o que resultaria em maiores interações na fase secundária da coagulação.

Segundo CREAMER *et alii* (1987), a adição ao retentado de ultrafiltração de sessenta por cento da quantidade de coalho utilizada no processo tradicional, permite a obtenção de um nível residual de coalho no queijo Cheddar similar ao do controle. Por outro lado, é necessária a adição de uma quantidade maior de coalho aos retentados, para se obter o mesmo grau de maturação do processo tradicional.

O RENDIMENTO EM QUEIJOS, RECUPERAÇÃO DE ELEMENTOS E A ULTRAFILTRAÇÃO

Um dos fatores primordiais para garantir a viabilidade econômica da produção de queijos é o rendimento. Os principais fatores que influenciam são:

composição do leite (principalmente gordura e proteína) , porcentagem de transição dos constituintes do leite para o queijo e a porcentagem de umidade retida (BANKS, 1981). Segundo KAMMERLHNER (1994), também a qualidade do leite, aditivos tais como coalho e fermento láctico, e tecnologia de fabricação são determinantes para definir o rendimento de queijos.

De acordo com VAN SLIKE (1941), 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. Assim, quando é feito o corte, muitos glóbulos de gordura são expostos em cada superfície cortada e são desprendidos das superfícies dos cubos (grãos), passando ao soro durante sua manipulação. (FURTADO *et alii*,1979).

O principal benefício associado com a aplicação da ultrafiltração em queijos relaciona-se com o aumento de rendimento. MAUBOIS *et alii* (1969), sugeriram um aumento de 20% devido à total retenção das proteínas do soro no processo MMV.

Segundo IYER & LELIEVRE (1987), existem basicamente dois métodos através dos quais a fabricação de queijos a partir de leite concentrado por ultrafiltração pode apresentar maior rendimento. Primeiramente, o peso de certos componentes hidrossolúveis, principalmente proteínas do soro no queijo, pode aumentar. Esse aumento de peso poderia permitir que uma quantidade extra de água fosse incorporada no produto, sem diminuir sua qualidade. Em segundo lugar, a utilização de equipamentos adequados para tratamento da coalhada obtida a partir do retentado, reduziria as perdas de finos de caseína e gordura.

RAO & RENNER (1988) obtiveram um aumento de rendimento de 22% quando utilizaram retentados tratados a 76°C por 5 minutos e de 12 % com retentados sem tratamento na produção de queijo tipo Cheddar.

A FERMENTAÇÃO LÁCTICA E ULTRAFILTRAÇÃO

Os fermentos lácticos geralmente empregados na produção de queijo não são capazes de degradar a caseína- α_{S1} . As proteases de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* são quase sem exceção, específicas para a β -caseína. Especulou-se que esta especificidade estivesse relacionada ao alto teor de prolina desta caseína (WOLFSCHOON-POMBO, 1983). Segundo FOX, (2000) as proteases associadas as paredes celulares de *Lactococcus* são classificadas em PI, PIII e as mistas. As PI degradam a β -caseína, mas não degrada α_{S1} -caseína a uma taxa significativa. Dentro das células microbianas, os peptídeos são hidrolizados por peptidases em aminoácidos necessários a síntese de proteínas necessárias ao seu crescimento. Devido ao alto conteúdo de prolina e principalmente pela sua estrutura, peptidases específicas, chamadas prolidases são requeridas para esta hidrólise. FOX (2000).

A atuação das bactérias do fermento láctico é de fundamental importância no estabelecimento das características de queijos de massa curada. A proteólise excessiva é apontada como a causa mais freqüente da deterioração do produto no mercado (FURTADO *et alii*, 1979). Com a adição do fermento láctico mesofílico (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*), há aumento na produção de ácido láctico. O acúmulo deste ácido abaixa o pH e proporciona aparecimento de "flavour" característico no queijo. Porém, além de ácido láctico, os microorganismos também liberam proteases no meio que atuam sobre a caseína e suas frações, aumentando o teor de proteínas e peptídeos solúveis do queijo. Este aumento provoca modificações sensíveis na textura, rendimento e sabor do queijo, com a formação de aminoácidos, tióis, ácidos tioésteres, entre outras (FOX, 1991; FURTADO *et alii*, 1979).

O crescimento e atividade de culturas lácticas em retentados de ultrafiltração são afetados pelo seu teor de sólidos (HICKEY *et alii*, 1983b; MISTRY & KOSIKOWSKI, 1985). Alguns autores observaram que a população de

bactérias lácticas nos retentados de leite desnatado aumentou com a concentração e foi mais alta que em leite integral (HICKEY *et alii*, 1983b; MISTRY & KOSIKOWSKI, 1985). Entretanto esses resultados tem sido contestados por certos autores (GREEN *et alii*, 1981; PATEL *et alii*, 1986).

Segundo DELBEKE (1987) não é a alta concentração de certos constituintes que inibe o crescimento bacteriano, mas sim a superpopulação bacteriana.

A máxima população bacteriana foi obtida em retentado com pH de, aproximadamente 5,2 e não estava relacionada com o aumento no teor protéico. Uma observação interessante foi que a produção de ácido estava dissociada do crescimento de microrganismos no retentado (HICKEY *et alii*, 1983b).

A redução do pH em retentados de ultrafiltração com alto teor protéico (maior que 12,5%) através do desenvolvimento de bactérias mesófilas, é difícil, porém com o emprego de culturas de iogurte ou *L. helveticus*, o pH pode ser reduzido a valores menores que 5,0 (RENNER & EL-SALAM, 1991).

JAMESON (1987), descreveu o processo de fabricação contínuo para queijo Cheddar a partir de retentado 5:1 e atribuiu o sucesso ao fato de garantir um número adequado de bactérias lácticas no retentado, e desse modo assegurar a presença de populações normais no queijo final. O número adequado de bactérias foi obtido através da fermentação do retentado inoculado com fermento láctico (10% do volume total), durante a noite anterior ao dia de fabricação. A mistura (10:90) foi submetida à coagulação contínua e às etapas tradicionais de fabricação de queijo Cheddar.

A PROTEÓLISE E A MATURAÇÃO DE QUEIJOS E A ULTRAFILTRAÇÃO

No processo de fabricação de queijos, a proteólise é provavelmente o fenômeno mais importante que ocorre durante a maturação da maioria dos tipos

de queijos e influencia fortemente suas características de aroma, sabor e textura (BALDINI, 1998). A proteólise é o resultado da atividade de várias enzimas, sendo que os principais contribuintes são o coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou flora natural do leite e enzimas naturais do leite (FOX, 1991).

Quanto maior a proteólise em queijos, mais macia será sua consistência e mais pronunciado o seu aroma (WOLFSCHOON-POMBO, 1983). Sua extensão pode ter diferentes intensidades e produzir peptídeos de tamanhos variados e aminoácidos livres como produto final no processo de maturação, de acordo com FOX (1989). A quebra limitada das caseínas do queijo pela ação de enzimas coagulantes adicionadas ou pela ação da plasmina resulta em peptídeos e aminoácidos que servem como substrato para proteinases/peptidases produzidas por bactérias do fermento ou por bactérias nativas do leite (VISSER, 1983).

FOX (1991), classificou as proteinases ativas no queijo em: nativas do leite, endógenas produzidas por bactérias contaminantes, e enzimas adicionadas para coagular o leite na produção do coalho (renina ou seus substitutos, quimosina, pepsina ou proteinases microbianas). A estas categorias, GRAPPIN *et alii* (1985) acrescentaram as enzimas produzidas pela adição de fermento e as provenientes de microorganismos que crescem no interior ou na superfície do queijo.

O tipo e intensidade da maturação na fabricação dos queijos dependem de vários fatores, tais como tempo e temperatura de estocagem, composição do queijo, especialmente da umidade e do nível de sal, a relação sal/umidade e dos tipos e atividades das enzimas e microrganismos presentes no produto (FARKYE & FOX, 1990). A mudança de pH durante a maturação também é muito importante em queijos (LAWRENCE *et alii*, 1987).

A fermentação da lactose formando ácido láctico e conseqüente redução do pH afeta principalmente a sinérese, retenção de cálcio, a retenção e a atividade do coagulante e o crescimento de bactérias contaminantes (FOX *et alii*, 1990). A maior parte da lactose do leite é removida através do soro durante a fabricação. A lactose residual presente inicialmente no queijo é metabolizada logo nos primeiros

estágios da maturação e, ao longo da maturação, o ácido láctico também sofre alterações (FOX *et alii*, 1990).

O pH do queijo é determinado não só pela quantidade de ácido láctico produzida, mas também pela capacidade tampão do meio, que é determinada principalmente pela presença de caseína e sais solúveis. Em retentados obtidos por ultrafiltração, há uma alta capacidade tamponante devido à alta concentração de proteínas e, portanto, há uma maior dificuldade em atingir o pH ótimo para a qualidade do queijo (KOSIKOWSKI, 1986). Por este motivo, é necessário utilizar uma cultura altamente acidificante em retentados, uma vez que grande quantidade de ácido láctico é necessária para produzir a mudança de pH desejada (LAWRENCE, 1989). Segundo BYNUM & BARBANO (1984), a atividade proteolítica do coagulante e da cultura láctica é extremamente importante para a proteólise ao longo do tempo. Os mesmos fabricaram queijo a partir de retentado, adicionando quantidade de coalho baseado no volume original de leite não concentrado e obtiveram, em queijos obtidos por ultrafiltração, maior acidez titulável do que nos queijos controle, e uma proteólise similar entre todos os tratamentos com até 3 meses de maturação.

Segundo WOLFSCHOON-POMBO & LIMA (1989), a atividade proteolítica em queijos pode ser avaliada por meio de dois índices: extensão e profundidade da proteólise. A extensão da proteólise, também chamada de índice de maturação, é baseada na quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo de degradação da proteína. A determinação analítica da extensão utiliza a precipitação isoelétrica da caseína (a pH 4,6) em uma amostra diluída de queijo, seguida pela quantificação do nitrogênio solúvel através do método de Kjeldahl, determinando assim o teor de nitrogênio não caseíco (NNC), e expressa como porcentagem do nitrogênio total (NT):

$$\text{Extensão} = \frac{\text{Nitrogênio não caseíco}}{\text{Nitrogênio total}} \cdot 100\% \quad (\text{eq. 1})$$

A profundidade da proteólise considera as substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular (aminoácidos, oligopeptídeos, aminas, etc.) acumuladas durante o processo de degradação da proteína. A profundidade pode ser quantificada pelo teor de nitrogênio não protéico (NNP), solúvel em ácido tricloroacético (TCA) com concentração de 12% e expressa como porcentagem do nitrogênio total (NT):

$$\text{Profundidade} = \frac{\text{Nitrogênio não protéico}}{\text{Nitrogênio total}} \cdot 100\% \quad (\text{eq. 2})$$

Técnicas utilizadas para o acompanhamento da proteólise na maturação de queijos podem ser agrupadas em métodos não específicos, que incluem a determinação do nitrogênio solúvel em vários tipos de solventes e diferentes valores de pH, a determinação de grupos reativos e técnicas mais específicas, que separam as diversas frações protéicas que constituem a caseína ou peptídeos individuais, como métodos eletroforéticos e os cromatográficos (KUCHROO & FOX, 1982). A eletroforese provavelmente é a técnica mais utilizada atualmente para acompanhar o processo de maturação (FOX, 1989). A utilização de eletroforese em gel de acrilamida foi inicialmente utilizada por LEDFORD *et alii* (1966), para avaliar frações residuais de caseína em queijos maturados.

A principal diferença observada entre os queijos tradicionais e queijos produzidos a partir de retentados de ultrafiltração foi uma maturação significativamente mais lenta, principalmente devido a menor degradação da β -caseína (GREEN *et alii*, 1981; KONING *et alii*, 1981; QVIST, 1987). Embora a quebra da α -caseína seja quase completa tanto em queijos obtidos por ultrafiltração quanto pelo método convencional, a degradação da β -caseína mostra-se menor em queijos fabricados a partir de retentados (RENNER, 1991).

A razão para uma liberação mais lenta de aminoácidos em queijos produzidos a partir de retentados de ultrafiltração, independentemente do fermento láctico, não é conhecida, mas proteinases e/ou inibidores de peptidases existem no leite e eles podem estar mais concentrados nos coágulos de retentados de ultrafiltração (HICKEY *et alii*, 1983a).

Segundo CREAMER *et alii*, (1987), uma possível explicação para essa maturação mais lenta em queijos de retentados é a de que a lactoglobulina, presente nesses queijos, inibiria a atividade da plasmina. Segundo FOX *et alii*, (1998) esta inibição ocorre principalmente com a forma desnaturada desta proteína, inibindo a plasmina, presumivelmente por interação sulfidríl-dissulfeto.

Durante a maturação de queijos fabricados a partir de retentados de UF, as proteínas do soro são resistentes à hidrólise por quimosina e enzimas microbianas (COVACEVICH & KOSIKOWSKI, 1977; QVIST, 1987). Entretanto, para certos tipos de queijos fabricados a partir de retentados de UF a hidrólise da α s1-caseína e β -caseína é comparável à observada em processos tradicionais (FURTADO & PARTRIDGE, 1988).

SPANGLER *et alii* (1990) utilizaram quantidades de coalho baseado no volume de leite não concentrado para a fabricação de queijo tipo Gouda e encontraram maiores índices de proteólise nos queijos obtidos por ultrafiltração do que no queijo convencional. Provavelmente, maior quantidade de coalho é retida nos queijos produzidos pelos retentados de maior concentração, uma vez que deve haver menos sinérese do soro nestes queijos. CREAMER *et alii* (1987) também mostraram que aumentando o coalho residual para níveis acima dos encontrados em queijos tradicionais, pode-se aumentar a taxa de proteólise. GREEN (1985) e GREEN *et alii* (1981) mostraram que a proteólise tende a ser menor quando o fator de concentração do retentado é maior. Contudo, a quantidade de coalho utilizada foi reduzida quando a concentração do retentado aumentava, a fim de permanecer constante o tempo de corte da massa.

Segundo MORTENSEN, (1985), citado por LELIEVRE & LAWRENCE, (1998), algumas culturas láticas crescem melhor em retentados, resultando altas concentrações de enzimas bacterianas e uma maior proteólise em certos queijos obtidos por ultrafiltração.

HICKEY *et alii* (1983b) estudaram vários lactobacilos para encontrar o organismo que apresentasse melhor atividade quanto à proteinase e peptidase, para se adequar a queijos fabricados a partir de ultrafiltração. *L. helveticus* foi apontado como a espécie mais proteolítica, hidrolisando tanto α 1- quanto β -caseína, sem preferências.

A utilização de lactobacilos e de proteinases na fabricação de queijo tipo Gouda por ultrafiltração promoveu a sua maturação (SPANGLER *et alii*,1990). ARDO & PETERSON (1988) descreveram os efeitos da proteólise, durante a maturação de queijo suíço, por uma combinação de Neutrase e *Lactobacillus helveticus* tratado termicamente. A Neutrase foi responsável por acelerar a proteólise da caseína e introduziu peptídeos amargos, os quais parecem ter sido degradados pelas células de *Lactobacillus helveticus*. PUCHADES *et alii* (1989) verificaram que os lactobacilos aceleram a maturação de queijos tipo Cheddar, sendo que o melhor desempenho foi com *Lactobacillus casei*.

A DETERMINAÇÃO DA TEXTURA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS EM QUEIJOS E A ULTRAFILTRAÇÃO

As características de textura dos queijos mudam significativamente durante a estocagem devido ao crescimento microbiano, a perda de umidade, a atividade enzimática (degradação de proteína) e a difusão do sal (CERVANTES *et alii*, 1983). Geralmente, se não ocorre perda de umidade durante a maturação o queijo sofre um amolecimento devido à hidrólise protéica (DE JONG, 1976).

A matriz protéica de um queijo novo consiste em moléculas de caseína- α_{S1} ligadas por meio de interações hidrofóbicas entre aminoácidos terminais. Inicialmente, a renina hidrolisa a ligação Phe₂₄ e Val₂₅ da caseína- α_{S1} , levando a formação da caseína- α_{S1-I} com a quebra da matriz protéica. Esta quebra específica é responsável pela diminuição da firmeza que ocorre no estágio inicial da maturação. A acentuada influência do NaCl na proteólise da caseína- α_{S1} , justifica a sua grande importância na textura dos queijos (FOX, 1987).

Os trabalhos envolvendo o desdobramento das frações protéicas durante a maturação de queijo tem mostrado que a textura deste produto é dependente da relação caseína intacta/umidade e do pH (LAWRENCE *et alii*, 1987). DE JONG (1976) observou uma boa correlação entre a firmeza e a quantidade de caseína α_{S1} intacta. Esta quebra primária (caseína $\alpha_{S1} \rightarrow$ caseína α_{S1-I}) parece ser responsável pelo amaciamento do queijo durante os primeiros estágios de maturação (CREAMER & OLSON, 1982).

As maiores inovações na análise do perfil de textura surgiram com o desenvolvimento do texturômetro da General Food que simulava a mastigação comprimindo duas vezes a amostra utilizando-se um cilindro (FRIEDMAN *et alii*, 1963; SZCZESNIAK *et alii*, 1963). A força necessária para comprimir a amostra era registrada em gráficos e a partir da análise destas curvas obtidas, extraia-se sete parâmetros de textura, sendo cinco deles medidos diretamente a partir das curvas e dois calculados a partir do demais parâmetros. SZCZESNIAK (1975) definiu os parâmetros de textura como sendo fraturabilidade, que é a força significativa encontrada na primeira quebra no primeiro pico; Dureza (“hardness”) que é o pico de força na primeira compressão (primeira mordida); Coesividade (“cohesiveness”) que é a razão entre a área da segunda compressão e da primeira compressão; Elasticidade (“springiness”) que é a velocidade com que o material deformado volta a sua condição original após ser retirada à força deformante; Adesividade (“adhesiveness”) que é a área da força negativa, representada pelo trabalho necessário para “descolar” o dispositivo de compressão da amostra;

Mastigabilidade (“chewiness”) que é o produto dureza X coesividade X elasticidade; Gomosidade (“gumminess”) que é o produto dureza X coesividade. Esses parâmetros de textura instrumentais foram correlacionados com os parâmetros sensoriais de textura obtendo-se ótimos resultados (SZCZESNIAK *et alli*, 1963).

A retenção das proteínas do soro interfere no desenvolvimento das características sensoriais e de textura típicas do queijo. Quanto maior o teor de proteína do soro presente, maiores são as diferenças nas propriedades funcionais dos queijos (LAWRENCE, 1989).

Quando queijos tipo Cheddar foram produzidos a partir de leites concentrados de 3 a 6 vezes por ultrafiltração, as estruturas e as texturas dos queijos feitos com retentados 5:1 foram mais próximas às dos queijos controles do que quando foram produzidos a partir de retentados 3:1 (GREEN, 1985).

A ANÁLISE SENSORIAL EM QUEIJOS E A ULTRAFILTRAÇÃO

A qualidade de produtos lácteos e particularmente suas características sensoriais derivam de várias fontes, que estão relacionadas diretamente com as características da matéria-prima, das condições de produção e das condições de armazenamento e distribuição.

As pessoas que participam de testes sensoriais podem ser classificadas como inexperientes, “experts” e treinados. O primeiro grupo é composto por pessoas que nunca participaram de testes sensoriais. O segundo grupo consiste daquelas pessoas que têm uma limitada experiência em análise sensorial e detêm conhecimentos e procedimentos básicos de testes sensoriais. O terceiro grupo é aquele composto de pessoas que receberam treinamento formal e são capazes de avaliar e descrever as características sensoriais dos produtos, podendo fazer

parte em teste mais sofisticados e produzir dados estatisticamente significativos de repetibilidade (CHAVES, 1990) .

Em produtos lácteos, a avaliação sensorial tem cada vez mais se desenvolvido, tornando-se uma excelente ferramenta no desenvolvimento e no controle de qualidade de laticínios. Os testes podem se classificar em quatro tipos básicos: afetivos, discriminatórios, descritivos e de qualidade.

SPANGLER *et alii* (1990) avaliaram o efeito de fatores de concentração de 3,6 a 5,0 na fabricação de queijo tipo Gouda e verificaram que os queijos produzidos a partir de leites com maior fator de concentração apresentaram menor teor de umidade. Os queijos apresentaram menor intensidade de sabor amargo com aumento do fator de concentração, segundo os autores, talvez devido à inclusão das proteínas do soro que não sofrem proteólise. Os autores concluíram que o fator de concentração mais adequado seria o de 5:1, pois obtiveram queijos com maior similaridade aos tradicionais utilizando retentados com esse nível de concentração.

DELBEKE (1987) verificou que queijos Saint-Paulin produzidos por ultrafiltração apresentaram vários defeitos de sabor e textura. A redução do teor de lactose a valores menores ou iguais a 1,9% acelerou o desenvolvimento de sabor. Uma longa pré-maturação por 16 horas a 20°C na presença de 0,5% de NaCl, até atingir pH 5,2-5,0, seguida pela adição de renina, proporcionou melhoria na textura dos queijos. A adição de NaCl ao leite uma hora antes da ultrafiltração e diafiltração combinada com a longa pré-maturação resultaram em um queijo semelhante ao tradicional.

RIBEIRO (1996), obteve em queijo tipo Prato produzido com retentado, diafiltrado, de RVC de 5:1 e pré-fermentação de 10% do retentado com duas culturas diferentes, maturação mais acentuada e aroma, sabor, aparência e textura características de queijo tipo Prato

O DERRETIMENTO DO QUEIJO E A ULTRAFILTRAÇÃO

O queijo prato é também utilizado na forma derretida, por exemplo em sanduíches quentes. Por isso, a habilidade de fundir com o calor e adquirir uma textura semi-líquida é também uma característica importante para este produto.

Durante a maturação do queijo ocorrem modificações físico-químicas, provocando transformações na textura e contribuindo para o desenvolvimento de sabor e aroma característicos para cada tipo de queijo. Desse modo, as propriedades de derretimento dependem, dentre outros fatores, do tempo de armazenamento. A textura é afetada, principalmente, pelo teor de umidade, pela proteólise e pela acidez do queijo (SANCHEZ, 2000).

RAYAN *et alii* (1980) reportaram que o derretimento está associado com a microestrutura da emulsão gordurosa em queijos processados. Sabe-se que o derretimento está relacionado com a degradação de proteínas, sendo esta relação linear em altas degradações protéicas (ARNOTT *et alii*, 1957) e também que o derretimento aumenta quanto maior o teor de umidade, no caso do queijo tipo Mussarela (FIFE *et alii*, 1996). RUDAN & BARBANO (1998) comprovaram que os teores de gordura, de umidade e degradação protéica afetam positivamente o derretimento do queijo Mussarela. Desse modo, o derretimento aumenta com a quantidade de gordura e também com o tempo de armazenagem (TUNICK *et alii*, 1993). O derretimento aumenta com a proteólise por causa da quebra da α 1-caseína, solubilização dos fragmentos resultantes e liberação da gordura (TUNICK *et alii*, 1993). A degradação da α 1-caseína resulta numa fragilização da rede protéica do queijo (LAWRENCE, 1987).

De modo geral, o queijo ultrafiltrado possui características de derretimento insatisfatórias. Segundo LELIEVRE (1988) quanto maior for a incorporação de proteínas do soro, menor é o derretimento. Segundo MADSEN e QVIST (1997), uma das razões do menor derretimento pode ser a proteólise menos intensa em

queijos obtidos a partir de retentados. No entanto, a baixa capacidade de derretimento em mussarela pode ser atribuída, dentre outros fatores, à maior razão entre a quantidade de cálcio e de proteína em queijos UF, à presença de soro-proteínas desnaturadas e à estrutura mais porosa e menos lisa da coalhada (JANA, 1991). Outra razão pode ser a proteólise menos intensa em queijos ultrafiltrados, se comparados com os queijos tradicionais, uma vez que o derretimento geralmente tende a aumentar quando ocorre a proteólise (MADSEN & QVIST, 1998).

MADSEN & QVIST (1998) utilizaram a enzima Neutrase em queijo mussarela ultrafiltrado e verificaram o aumento da proteólise e do derretimento deste em relação ao queijo UF sem enzima. BERTOLA *et alii* (2000) mostraram que o tempo e a temperatura de estocagem afetaram significativamente a proteólise e as propriedades reológicas do queijo Gouda. O desenvolvimento das características ideais de textura foi acelerado aumentando-se a temperatura de estocagem.

O pH também exerce importante papel na textura do queijo segundo KINDSTEDT (2001) que mostrou que o pH é fortemente determinante das características estruturais e funcionais em queijo Mussarela.

A FABRICAÇÃO DE QUEIJOS, MICROESTRUTURA E A ULTRAFILTRAÇÃO

Do ponto de vista da microscopia eletrônica, o leite consiste em componentes que são corpusculares e têm dimensões que os tornam visíveis (glóbulos gordurosos, micelas de caseína, caseínas submicelares) e componentes que estão em solução como moléculas individuais e que são, muito pequenos a ponto de não serem vistos em seu estado nativo (proteínas de soro, lactose, e minerais) (BUCHHEIM, W. & SCHMIDT, 1980; citados por KALÁB, 1993).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um dos procedimentos analíticos físico-químicos utilizados para evidenciar a distribuição dos espaços dos componentes corpusculares e a estrutura global dos ingredientes e produtos acabados. Dados obtidos em estudos estruturais facilitam a compreensão das propriedades sensoriais e ajudam a desenvolver novos produtos com propriedades desejadas. Mudanças estruturais nos componentes básicos durante os processos industriais tem sido estudadas através da microscopia eletrônica de varredura. Os defeitos e diferenças nas estruturas dos produtos lácteos tradicionais podem ser explicados por causas tais como; presença de espuma no leite, presença de ingredientes incomuns (polissacarídeos bacterianos, concentrado protéico de soro) e alterações nos procedimentos industriais, tais como, alteração de temperatura, ultrafiltração ou microfiltração (KALÁB, 1993).

As proteínas do soro não podem ser visualizadas através da microscopia eletrônica de varredura no seu estado in natura dissolvidas no leite. Porém, a coagulação delas conduz à formação de agregados que na maioria dos casos podem ser visualizados no microscópio eletrônico (BEVERIDGE *et alii*, 1983; BUCHHEIM *et alii*, 1985; HARWAIKAR *et alii*, 1985a; HARWAIKAR *et alii* 1985b; JELEN *et alii*, 1984).

GREEN *et alii* (1986) examinaram concentrado protéico de soro, tratados termicamente e encontraram que a resistência à tração e força de impacto para fraturar aumentaram, com o aumento da concentração de β -lactoglobulina, demonstrando através da MEV a compactação das matrizes de proteína.

A coagulação do leite com quimosina ou outras proteases de origem animal ou microbiana é à base da fabricação de queijos. Leite in natura ou pasteurizado é tradicionalmente utilizado para este propósito. O tratamento térmico do leite durante pasteurização, por exemplo, aquecimento a 63°C por 30 minutos não afeta a estrutura das micelas de caseína porque é insuficiente para induzir a formação do complexo β -lactoglobulina- κ -caseína. As micelas, assim, formam

grandes agrupamentos interconectados ao invés de cadeias longas (MODLER *et alii*, 1989).

A Ultrafiltração (UF) do leite na fabricação de queijos, altera notadamente a composição da matéria-prima para a fabricação do queijo. Os concentrados ou retentados de leite obtidos por UF têm proteína e conteúdo de gordura mais altos que o leite e concentrações de lactose e minerais semelhantes ou menores que o leite; estes últimos componentes podem ser reduzidos através do uso da diafiltração, a qual consiste em acrescentar água ao retentado obtido pela ultrafiltração e prosseguir com o processo de ultrafiltração (FIL – IDF, 1981).

Segundo GREEN *et alii*, (1981); SCHMIDT *et alii*, (1980), o aumento na concentração de proteína reduz os espaços intramicelares de caseína de aproximadamente 3 micelas de diâmetros no leite in natura a menos de 1 diâmetro de micela em leite concentrado 4:1.

A falta de quimosina de bezerro conduziu ao uso de vários substitutos como coagulantes de galinha, bovino, ou pepsina porcina (EINO *et alii*, 1976; EINO *et alii*, 1979; STANLEY *et alii*, 1977). Queijo tipo Cheddar fabricado com coalho bovino ou com pepsina suína apresentou estrutura mais compacta que o queijo obtido com coalho de bezerro. Além de tudo, EINO *et alii*, (1979), concluíram que a microestrutura fibrosa dos queijos fabricados com qualquer tipo de pepsina, desapareceu depois de 8 meses de armazenamento, comparado aos queijos fabricados com quimosina obtida de bezerro.

Queijos usados como ingrediente em pizza são expostos a altas temperaturas nos fornos durante a fabricação das mesmas. Segundo KÀLAB (1993), a microestrutura dos queijos foi alterada, com o derretimento dos mesmos. As maiores mudanças foram observadas em queijos com alto teor de gordura, comparados aos queijos com baixo teor de gordura. Os queijos processados sofreram menor alteração na sua estrutura.

BIBLIOGRAFIA

- ARDO, Y.; PETTERSON, H.E. Accelerated cheese ripening with heat treated cells of *Lactobacillus helveticus* and a commercial proteolytic enzyme. Journal of Dairy Research 55 (-) : 239-245, 1988.
- ARNOTT, D. R., MORRIS, H. A. & COMBS, W. B. Effects of certain chemical factors on the melting quality of process cheese. Journal of Dairy Science. 40:957, 1957.
- BALDINI, V. L. S. Proteólise em queijo tipo prato durante a maturação. Campinas, 1998. 208º. Tese (Doutor em Ciência de Alimentos) – Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo.
- BANKS, J. M. ; BANKS, W.; MUIR, D.D.; WILSON, A. G. Cheese yield: composition does matter. Dairy Industrial International, London, v.46, n.5, p.15-22, May. 1981.
- BASTIAN, E.D.; COLLINGE, S.K.; ERNSTROM, C.A. Ultrafiltration: partitioning of constituents into permeate and retentate. Journal of Dairy Science, Champaign, v.74, n. 8, p.2423-2434, Aug., 1991.
- BEATON, N.C. Ultrafiltration and reverse osmosis in the dairy industry - an introduction to sanitary consideration. Journal of Food Protection 42 (7): 583-590, 1979.
- BERTOLA, N. C.; CALIFANO, A. N.; BEVILACQUA, A. E.; ZARITZKY, N. E. Effects of ripening conditions on the texture of Gouda Cheese. International Journal of Food Science and Technology 35:(2) 207-214 APR, 2000.
- BEVERIDGE, T; JONES, L.; TUNG, M.A. Stranded structure development in thermally produced whey protein concentrate gel. Food Microstructure v.2, p.161-163, 1983.

- BIRKKAER, H.E.; FORSINGDAL, K. Importance of some technological factors in manufacture of cheese from ultrafiltered milk. XXI International Dairy Congress 1; Book 2, Moscow, 1982.
- BUCHHEIM, W.; BARFOD, N.M.; KROG, N. Relation between microstructure, destabilization phenomena and rheological properties of whippable emulsions. Food Microstructure, v. 4, p. 221-232, 1985.
- BYNUM, D. G.; BARBANO, D. M. Whole milk reverse osmosis retentates for Cheddar cheese manufacture: chemical changes during aging. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 68, p. 1-10, 1984.
- CERVANTES, M. A.; LUND, D.B.; OLSON, N.F. Effects of salt concentration and freezing on Mozzarella cheese texture. Jornal Dairy Science, Champaign, v. 66, p. 205-213, 1983.
- CHAVES, J.B. P. A análise sensorial na indústria de laticínios. Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes, 45,(267/272): 38-52,1990.
- CICHOSCKI, A. J.; VALDUGA, E.; VALDUGA, A. T.; TORNADIJO, M. E.; FRESNO, J. M. Characterization of Prato Cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: Evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. Food Control 13 (4-5): 329-336, 2002.
- COVACEVICH, H. R.; KOSIKOWSKI, F. V. Cream cheese by ultrafiltration. Journal of Food Science 42 (5):1362-1364, 1977.
- CREAMER, L.K.; OLSON, N.F. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Jornal Food Science, Chicago, v. 47, p. 631-646, 1982.
- CREAMER, L. K.; IYER, M.; LELIEVRE, J. Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology 22 (3) 205-214, 1987.

- DE JONG, L. Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 1-Proteolysis and consistency of Moordhollandse Meshanger cheese. Netherlands Milk and Dairy Journal, Wageningen, v. 30, p. 242-253, 1976.
- DELBEKE, R. Experiments on making Saint-Paulin by full concentration of milk with ultrafiltration. Milchwissenschaft 42 (4): 222-225, 1987.
- DUCRUET, P.; MAUBOIS, J. L.; GOUDECRANCHE, H.; PANNETIER, R. Eléments de fabrication de fromages à pâte demi-dure et à ouverture propionique selon le procédé M.M.V. La technique Laitière (957): 13-16, 1981.
- DZIEZAK, J.D. Membrane separation technology offers processors unlimited potential. Food Technology, Chicago, v.44, n.9, p.108-113, Sept., 1990.
- EINO, M.F.; BIGGS D.A.; IRVINE, D.M.; STANLEY, D.W. A comparison of microstructures of Cheddar cheese curd manufactured with calf rennet, bovine pepsin and porcine pepsin. Journal of Dairy Research, v. 43, p. 113-115, 1976.
- EINO, M.F.; BIGGS D.A.; Irvine, D.M.; Stanley D.W. Microstructural changes during ripening of Cheddar cheese produced with calf rennet, bovine pepsin and porcine pepsin. Canadian Institute of Food Science Technology Journal, v. 12, p.149-153, 1979.
- FARKYE, N. Y.; FOX, P. F. Objective indices of cheese ripening. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, august, p. 37-40, 1990.
- FIFE, R. L., McMAHON, D.J., OBERG, C. J. Functionality of low fat Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. 79:1903-1910, 1996.
- FIL-IDF. Membrane Process guidelines testing terms and definitions. Bulletin of the International Dairy Federation – (134), 11p. ,1981.
- FOX, P.F. Significance of salt in cheese ripening. Dairy Industries International, Londres, v. 52, n. 9, p. 19-21, 1987.

- FOX, P.F. Rennets and their action in cheese manufacture and ripening. Biotechnology and Applied Biochemistry, San Diego, v. 10, p. 522-535, 1988.
- FOX, P.F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 72, p. 1379- 1400, 1989.
- FOX, P. F.; LUCEY, J. A.; COGAN, T. M. Glicolysis and related reaction during cheese manufacture and ripening. Critical reviews in food science and nutrition, Cleveland, v. 29, n. 4, p. 237-253, 1990.
- FOX, P. F. & LAW, J. Enzimology of cheese ripening. Food Biotechnology, v.5, n.3, p.239-262, 1991.
- FOX, P. F. ; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; MCSWEENEY, P.L.H. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, USA. p 1-587, 2000.
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P.L.H. Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic & Professional. London, UK, p.1-478.1998.
- FRIEDMAN, H.H.; WHITNEY,J.E.; SZCZESNIAK, A.S. The texturometer - A new instrument for objective measurement. Jornal of Food Science, Chicago, v. 28, p. 390-396, 1963.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- FURTADO, M. M.; PARTRIDGE, J.A. Characterization of Nitrogen Fractions During Ripening of Soft Cheese Made from Ultrafiltration Retentates. Journal of Dairy Science, Michigan, v.71, p.2877-2884, 1988.
- FURTADO, M. M. A arte e a ciência do queijo. 2ª Edição. São Paulo: Globo, 1990, cap. 9, p. 239-279. (Publicação Globo Rural).

- GARNOT, P. Influence of milk concentration by UF on enzymatic coagulation. Bulletin of I.D.F. (225): 11 - 15, 1988.
- GOUDEDRANCHE, H.; MAUBOIS, J. L.; DUCRET, P.; MAHAUT, M. Utilization of the new mineral UF membranes for making semi-hard cheese. Desalination 35 (-): 243-258, 1980.
- GRAPPIN, R.; RANK, T.C.; OLSON, F. Primary proteolysis of cheese protein during ripening. A review. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 68, p. 531-540, 1985.
- GREEN, M. L.; GLOVER, F.A.; SCURLOCK, E. W.; MARSHALL, R. J.; HATFIELD, R.S. Effect of use of milk concentrated by ultrafiltration on the manufacture and ripening of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 48 (-): 333-341, 1981.
- 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, Cambridge, v.51, n.2, p. 267-278, May, 1984.
- GREEN, M. L. Effect of milk pretreatment and making conditions on the properties of Cheddar cheese from milk concentrated by ultrafiltration. Journal of Dairy Research 52:555, 1985.
- GREEN, M.L.; LANGLEY, K.R.; MARSHALL, R.J.; BROOKER, B.E.; WILLIS, A.; VINCENT, J.F.V. Mechanical properties of cheese, cheese analogs and protein gels in relation to composition and microstructure. Food Microstructure, v.5, p. 169-180, 1986.
- GUINÉE, T. P.; PUDJA, P. D.; MULHOLLAND, E. O. Effect of milk protein standardization, by ultrafiltration, on the manufacture, composition and maturation of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 61(-): 117-131, 1994.

- HARWALKAR, V.R. KALÁB, M. Thermal denaturation and aggregation of β -lactoglobulin at pH 2.5. Effect of ionic strength and protein concentration. Milchwissenschaft, v.40, p. 31-34, 1985a.
- HARWALKAR, V.R.; KALÁB, M. Microstructure of isoelectric precipitates from β -lactoglobulin solutions heated at various pH values. Milchwissenschaft, v.40, p. 665-668, 1985b.
- HICKEY, M. W.; LEEUWEN, H. V; HILLER, A. J.; JAGO, G. R. Amino acid accumulium in cheddar cheese manufactured from normal and ultrafiltered milk. The Australian Journal of Dairy Technology 38 (4): 110-113, 1983a.
- HICKEY, M. W.; ROGINSKI, H.; BROOME, M. C.; Growth and acid production of group N streptococci in ultrafiltered milk. The Australian Journal of Dairy Technology 38(4): 138-143, 1983b.
- HICKEY, M.W.; VERSTEEG, G. Mozzarella cheese with ultrafiltration retentate. The Australian Journal of Dairy Technology 48 (-):44-48, 1993.
- HOSKEN, F. S.; GAUDERETO, L.Q. Influência da cultura láctica na qualidade do queijo Prato variedade lanche. Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes 28 (168): 1 - 8, 1973.
- IYER, M.; LELIEVRE, J. Yield of Cheddar cheese manufactured from milk concentrated by ultrafiltration. Journal of the Society of Dairy technoloy 40 (2) : 45-50, 1987.
- JAMESON, G. W. Manufacture of Cheddar cheese from milk concentrated by ultrafiltration: the development and evaluation of process. Food Technology in Australia 39 (12): 560-564, 1987.
- JANA, A. H. Mozzarella cheese: a review. Indian Journal of Dairy Science, New Delhi, v. 44, n. 2, p. 167-175, Feb., 1991.
- JELEN, P.; BUCHHEIM, W. Stability of whey protein upon heating in acidic conditions. Milchwissenschaft, v.39, p. 215-218, 1984.

- JEPSEN, S. The economic foundation on the ultrafiltration of milk. Nordeuropaeisk Mejeri-tidsskrift (11-12): 413-416, 1974.
- KALAB, M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. Food Structure, v.12 p. 95-114, 1993.
- KAMMERLHNER, J. Rennet cheese yield. Deutsche-Milchwirtschaft, v.45, n.3, p 118 -125. 1994.
- KINDSTEDT, P.S.; ZIELINSKI, A. ALMENA-ALISTE; C. GE. A post manufacture method to Evaluate the Effect o pH on Mozzarella Cheese Characteristics. The Australian Journal of Dairy Technology, v.56 n.3 p.14-19, Sidney, 2001.
- KONING, P. G.; de BOER, R. ; BOTH, P. NOOY, P.F.C. Comparison of proteolysis in a low fat semi-hard type of cheese manufactured by standard and by ultrafiltration techniques. Netherlands Milk Dairy Journal 35 (1): 35 -46, 1981.
- KOSIKOWSKI, F. V. New cheese making procedures utilizing ultrafiltration. Food Technology 40 (6): 71-77, 1986.
- KUCHROO, C. N.; FOX, P. F. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. Milchwissenschaft, Cork, v. 38, n.7, p.331-335. 1982.
- LAWRENCE, R.C.; CREAMER, L.K.; GILLES, J. Symposium: Cheese Ripening technology. Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 70, n8, p. 1750-1760, 1987.
- LAWRENCE, R. C.; The effect of ultrafiltration technology in cheese making. Bulletin of IDF, v. 240, p. 2-5, 1989.
- LEDFORD, R.A.; O'SULLIVAN, A.C.; NATH, K.R. Residual casein fractions in ripened cheese determined by polyacrylamide-gel electrophoresis. Journal of Dairy Science. Champaign, v. 49, n.9, p1098-1101, 1966.

- LELIEVRE, J.; LAWRENCE, R. C.; Manufacture of cheese from milk concentrated by ultrafiltration. Journal of Dairy Research v. 55, p 465-478, 1988.
- MADSEN, J. S.; QVIST, K. B. The effect of added proteolytic enzymes on meltability of Mozzarella manufactured by ultrafiltration. Le Lait, Paris, v. 78, n. 2, p. 259-272, 1998.
- MAHAUT, M.; MAUBOIS, J. L. Transformation du lait en fromage grace a l'emploi de l'ultrafiltration sur membrane. Rennes, France, Apostila I.N.R.A., 1985.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. "Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers". Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- MEHAIA, M.A.; CHERYAN, M. Coagulation studies of ultrafiltration concentrates skim milk. Milshwissenscahft 38 (12):708-710,1983.
- MERCOSUL. Regulamento técnico mercosul de identidade e qualidade do queijo prato. In Regulamentos técnicos de identidade de produtos lácteos. Ministério de Agricultura e Reforma Agrária – MAARA- Secretaria da Agropecuária – DAS. Departamento de Inspeção de produtos de origem animal – DIPOA, portaria 358 de 4 de setembro de 1997, Brasília.
- MISTRY, V.V.; KOSIKOWSKI, F.V. Fermentation of ultrafiltered skim milk retentates with mesophilic lactic cheese starters. Journal of Dairy Science 68 (??):1613-1617, 1985.
- MODLER, H.W.; EMMONS, D.B. Production and yield of whole-milk Ricotta manufactured by a continuous process. Milchwissenschaft, v.44, p. 673-676, 1989.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- PATEL, R.S.; REUTER, H.; PROKOPEK, D. Production of quark by ultrafiltration . Journal of the Society of Dairy Technology 39 (1): 27-31, 1986.

- PUCHADES, R.; LEMIEUX, L.; SIMARD, R. E. Evolution of free amino acids during the ripening of cheddar cheese containing added lactobacilli strains. Journal of Food Science. 54 (4): 885-888, 946; 1989.
- PUHAN, Z. Standardization of milk protein content by membrane process for product manufacture. Bulletin I.D.F. (9201): 23-32, 1991.
- QVIST, K. B.; THOMSEN, D.; HOIER, E. Effect of ultrafiltered milk and use of different starters on the manufacture, fermentation and ripening of Havarti cheese. Journal of Dairy Research 54 (-): 437-446, 1987.
- RAO, D.V.; RENNER, E. Studies on the application of ultrafiltration for the manufacture of Cheeddar cheese. 2. Effect of heating UF whole milk concentrate on composition and yield. Milchwissenschaft 43 (11): 708-711, 1988.
- RAYAN, A. A., KALAB, M. & ERNSTROM, C. A. Microstructure and rheology of process cheese. Scanning Electron Microscopy, 3:635, 1980.
- RENNER, E.; EL-SALAM, M. H. Application of ultrafiltration in the dairy industry, London. Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
- RETTL, C. ; SGUEDONI, A.; JULIANO, A.M.M. Coalhos e coagulantes. Leite & Derivados, 2 (7): 27-30, 1992.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.
- RUDAN, M. A. & BARBANO, D. M. A Model of Mozzarella Cheese Melting and Browning During Pizza Baking. Journal of Dairy Science, 81(8):2312-2319, aug 1998.
- SABOIA, L.V. Lise de Lactococcus sp. e proteólise em queijos fabricados com ultrafiltração e microfiltração. Tese apresentada à Escola Superior de

- Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Piracicaba, 2002. 218 p.
- SAEDERUP NIELSEN, P. Cheese production by ultrafiltration. Scandinavian Dairy Industry (1) 34-35, 1987.
- SANCHEZ, V. A. A. G. Evolução de ácidos graxos e do perfil da textura durante a maturação de queijo Prato. São Paulo, 2000. 116p. Tese (Mestre em tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Universidade de São Paulo.
- SCHIFTAN, T. Z.; KOMATSU, I. Estudo sobre a composição do queijo Prato consumido na cidade de São Paulo. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 35 (207): 33-38, 1980.
- SCHMIDT, D.G.; Buchheim, w. On the size of α -lactalbumin and β -lactoglobulin molecules as determined by electron microscopy using the spray freeze-etching technique. Milchwissenschaft, v. 35, p. 209-211, 1980.
- SPANGLER, P. L.; JENSEN, L. A.; AMUNDSON, C. H.; OLSON, N. F.; HILL, C. G. Gouda cheese made from ultrafiltered milk effects of concentration factor, rennet concentration, and coagulation temperature. Journal of Dairy Science 73 (-): 1420-1428, 1990.
- SPANGLER, P. L.; JENSEN, L. A.; AMUNDSON, C. H.; OLSON, N. F.; HILL, C. G. Ultrafiltered Gouda cheese effects of preacidification, diafiltration, rennet and starter concentration, and time to cut. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 2804-2814, 1991.
- STANLEY, D. W. ; EMMONS D.B. Cheddar cheese made with bovine pepsin-Texture-microstructure-composition relationships. Can. Inst. Food Science Technology Journal, v.10, p.78-84, 1977.
- SZCZESNIAK, A.S.; BRANDT, M.A.; FRIEDMAN, H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation

- between the objective and sensory methods of texture evaluation. Journal of Food Science, Chicago, v. 28, p. 397-403, 1963.
- SZCZESNIAK, A.S. General Food texture profile revisited-ten years perspective. Jornal of Texture Studies, Connecticut, v. 6, p. 5-17, 1975.
- TEUBER, M. Production of chymosin (E.C. 3.4.23.4) by microorganisms and its use for cheesemaking. Bulletin of IDF, n.251, p.3-15.1990.
- TUNICK, M. H., MALIN, E. L., SMITH, P. W. & HOLSINGER, V. H. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. Journal of Dairy Science. 76:3621-3628, 1993.
- VAN SLIKE, L.L.; PRICE, V.W. Cheese . Orange Judge Public. Co. Inc. N.Y. USA, 1941.
- VAN DENDER, A.G. F.; DUCRET, P.; MAUBOIS, J. L. Estudo da fabricação de queijo tipo prato utilizando ultrafiltração. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (249): 7-14, 1987.
- VISSER, S.; SLANGER, K. J.; HUP, G.; EXTERKATE, F. A.; STADHOUDERS, J. The bitter flavor defects in cheese: some chemical and microbiological aspects. Netherlands Milk Dairy Journal, Wageningen, v.37, p. 250-251, 1983.
- WOLFSCHOON-P, A.F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. Boletim do Leite, v. 55, n. 661, p. 1-8, 1983.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; LIMA, A. de. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.44, n.261, p.50-54, 1989.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA PRE-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NO RENDIMENTO, RENDIMENTO AJUSTADO E RECUPERAÇÃO DE CONSTITUINTES DO QUEIJO PRATO.

Este capítulo foi submetido à publicação na Revista do Instituto de Laticínios
Cândido Tostes.

EFEITO DA PRE-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NO RENDIMENTO, RENDIMENTO AJUSTADO E RECUPERAÇÃO DE CONSTITUINTES DO QUEIJO PRATO.

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, e o seu efeito no rendimento, rendimento ajustado e recuperação de constituintes dos mesmos. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC® - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep®, com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista® – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semi-cozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. O desenho experimental foi do tipo Split-plot em triplicata. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, quanto a composição centesimal, rendimento, rendimento ajustado, recuperação de proteína e recuperação de gordura com 10 dias de armazenamento refrigerado (7°C). Em cada repetição, os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. A avaliação do rendimento foi feita através de pesagem da produção, dois dias após a fabricação, data esta da embalagem dos produtos. Nos resultados da avaliação estatística comparando-se rendimento, rendimento ajustado e recuperação de gordura e proteína houve diferenças significativas

($p < 0.05$), tendo o QP o melhor rendimento, rendimento ajustado e recuperação de gordura e menor recuperação de proteína.

Palavras chaves: Queijo Prato, rendimento, ultrafiltração, pré-fermentação.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE YIELD, ADJUSTED YIELD AND MILK CONSTITUENTS RECOVERY.

On this research were evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultrafiltration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2.5:1 and its effect on cheese yield, adjusted yield and milk constituents recovery. It was evaluated the retentate pre-fermentation use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture tipe O (G3 MIX 6 VISBYVAC® - B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep® ultrafiltration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlet pressure of respectively 2.5 and 1.5 kg/cm². Cheeses were manufactures following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista® calf rennet - 90% Chymosin) at 35° C/ 40 min., curd cutting, washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Experimental design was split-plot with three replications. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to composition and cheese yield, adjusted yield, protein and fat recovery with 10 days of refrigerated storage (7°C). Production sequence on each replication was randomized. Comparison of yield, adjusted yield (AY) and milk constituents recovery between treatments presented a significant difference ($p < 0.03$), having the T1 larger yield, Adjusted yield and cheese fat recovery values and smaller cheese protein recovery value.

Key words: Prato Cheese; yield, ultrafiltration; pre-fermentation; mesophilic starter.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um produto de massa macia, semi-cozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó. Sofre algumas variações quando se trata das demais variedades, tanto no formato como no tamanho (OLIVEIRA, 1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado por retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou através do aumento da temperatura na camisa de parede dupla do tanque, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche, geralmente apresenta uma textura fechada, contudo podem aparecer algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero *Leuconostoc* (OLIVEIRA, 1986).

Para a fabricação do queijo Prato, emprega-se leite pasteurizado, com acidez de até 18°D, gordura padronizada para 3,6% (SOUZA, 1960). A cultura lática utilizada é composta basicamente por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e/ou adicionada de microorganismos do gênero *Leuconostoc* quando se deseja a formação de olhaduras (OLIVEIRA, 1986).

Um dos fatores primordiais para garantir a viabilidade econômica da produção de queijos é o rendimento. Os principais fatores que influenciam são: composição do leite (principalmente gordura e proteína), porcentagem de transição dos constituintes do leite para o queijo e a porcentagem de umidade retida (BANKS, 1981). Segundo KAMMERLHNER (1994), a qualidade do leite, aditivos como coalho e fermento lático e tecnologia de fabricação, são determinantes para definir o rendimento de queijos.

O rendimento na fabricação de queijos está intimamente ligado ao teor de umidade do queijo, à composição físico-química do leite, ao tamanho dos grãos na hora do corte da coalhada, ao ponto da massa no final da fabricação, à pressão e tempo de prensagem, além de outros fatores como equipamentos e tecnologia aplicada para a industrialização (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979). Outro fator importante na determinação do rendimento de queijo é o seu conteúdo de proteína, gordura e principalmente a relação caseína / gordura.

Rendimento em queijos é definido como a quantidade de queijo com determinado teor de umidade, produzido a partir de um peso fixo de leite com um dado conteúdo de gordura (KOSIKOWISKI, 1982).

De acordo com VAN SLIKE (1941), 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. Assim, quando é feito o corte, muitos glóbulos de gordura são expostos em cada superfície cortada e são desprendidos das superfícies dos cubos (grãos), passando ao soro durante sua manipulação (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979).

A utilização do processo de ultrafiltração na fabricação de queijos foi proposta por MAUBOIS, MOCQUOT e VASSAL em 1969. A técnica vem sendo utilizada com sucesso na fabricação de alguns tipos de queijos moles como Minas Frescal, Cottage, Feta, etc. As principais vantagens atribuídas à ultrafiltração para produção de queijos em relação ao processo tradicional tem sido o aumento do rendimento, a fabricação contínua e automatizada, a economia de mão de obra e de ingredientes e a produção de soro com menor poder poluente.

Segundo IYER & LELIEVRE (1987), este aumento de rendimento pode ser atribuído a uma maior incorporação de componentes hidrossolúveis hidrofílicos e uma maior hidratação dos mesmos. RAO e RENNER (1988) relatam que a associação de tratamento térmico aos retentados (76°C/5min.) pode aumentar o rendimento em 10%.

Em 1996, pela importância do queijo Prato na produção nacional, RIBEIRO, pesquisou o efeito de diferentes fatores de concentração dos retentados de leite, utilização de misturas de retentados fermentados com retentados sem fermentação, fermentação com diferentes culturas lácticas, no rendimento da fabricação de queijo prato.

Segundo LONERGAN (1983) nem a ultrafiltração, nem a diafiltração afetam as micelas de caseína, sua distribuição e os teores de cálcio e fósforo das mesmas. Segundo MAHAUT et alii (1982) os queijos obtidos a partir de retentados de ultrafiltração diferenciam-se dos queijos obtido pelo processo tradicional, principalmente pelo fato de que à medida que a concentração aumenta, os sais minerais complexados à caseína aumentam na mesma proporção.

Como alternativas para a aplicação da ultrafiltração do leite para a fabricação de queijos, tem sido sugerido a ultrafiltração de leite em menores valores de pH, utilizando-se para isto a pré-fermentação com fermento láctico até determinados níveis de pH ou adição de ácido láctico e o uso da diafiltração (BRULE et alii, 1974; MAHAUT et alii, 1982; DELBEKE, 1987).

O presente trabalho visou estudar a elaboração de queijo Prato, com retentados de leite obtidos por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (VCR) 2,5:1 e pré-fermentação de diferentes porções do mesmo e comparar os queijos obtidos com queijo Prato fabricado pelo processo tradicional com relação ao efeito no rendimento, rendimento ajustado e recuperação de constituintes do queijo prato.

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C/2min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com módulo de membranas minerais Carbosep[®] de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e 1,5 kg/cm². Para se atingir o FCV desejado, foi monitorado o nível de permeação e o volume de permeado a ser retirado foi calculado pela fórmula: $2,5 = \text{massa de leite (kg)} / (\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)})$. O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a seguinte fórmula: $\text{FCV} = \text{teor de gordura no retentado (\%)} / \text{teor de gordura no leite (\%)}$, (RENNER *et alii* 1991).

Após o processo de concentração, o retentado foi pasteurizado a 60°C por 30min., resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em porções iguais (média de 18,5 kg), das quais foram retiradas zero, 10 e 20 % respectivamente, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções fermentadas e não fermentadas, para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC[®] – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e

Lactococcus lactis ssp. *Cremoris*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque, na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista® e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana*) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à medida que ocorreu a dessora. Após 20 minutos iniciou-se a dessora e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA,1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensada em prensa vertical com peso de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atingido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40

minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subseqüentes ao corte da coalhada, para os tratamentos obtidos a partir de retentados, foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte.

Metodologia analítica

Para as análises de leite, retentado, permeado e soros de fabricação, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995) respectivamente: cinzas - AOAC 935.42; teor de gordura - método de Mojonnier segundo AOAC 989.05; teor de nitrogênio total (NT) por microKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína do leite; acidez titulável (AT) - AOAC 947.05; teores de extrato seco total (EST) - AOAC 925.23. Para determinação de pH usou-se um potenciômetro previamente calibrado.

As análises de composição dos queijos foram realizadas com 10 dias de estocagem. Para as análises da composição dos queijos, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995): cinzas - AOAC 935.42; teor de nitrogênio (NT) por macroKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína; A acidez total (AT) - AOAC 920.124; O teor de umidade / EST - AOAC 925.23. O teor de gordura (Gb) foi determinado pelo método de Gerber (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 1989) e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela fórmula $GES = \%Gb/\%EST*100$. Para determinação de pH utilizou-se de potenciômetro previamente calibrado. O teor de sal foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985).

Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Cálculos de recuperação e rendimento

Recuperação de gordura e nitrogênio: A porcentagem de recuperação (%R) de gordura e nitrogênio foi calculada para soro e queijo, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\%RCP = \frac{\text{Peso produto} \times \% \text{ componente do produto}}{\text{Peso do leite ou retentado} \times \% \text{ componente leite ou retentado}} \cdot 100\%$$

onde:

% RCP = % Recuperação componente do produto. Sendo o produto o soro ou o queijo e o componente a gordura ou a proteína.

A recuperação total (RT) de gordura ou proteína foi calculada conforme fórmula a seguir:

$$RT = \% R \text{ soro} + \% R \text{ queijo}$$

Rendimento: O rendimento foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Rendimento} = \text{Peso do queijo} / \text{Peso de leite}$$

A avaliação do rendimento de fabricação foi realizada conforme BARBANO (1984). O rendimento do queijo para cada tanque foi calculado dividindo-se o peso do queijo após secagem depois da salga pelo peso total de leite. Devido a variação de umidade e teor de sal, foi calculado também o rendimento ajustado para todos os queijos. O rendimento ajustado (RAJ) foi calculado pela equação abaixo, considerando-se o conteúdo desejado de sal de 1,7% e umidade de 43%.

$$RAJ = \frac{(\text{rendimento}) \times [100 - (\% \text{ umidade real} + \% \text{ real de sal})]}{100 - (\% \text{ umidade desejada} + \% \text{ sal desejada})}$$

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento estatístico adotado para o experimento foi Split-plot em blocos, onde as parcelas foram os tratamentos, a sub parcela o tempo e o bloco a batelada de leite a ser processada. Foram utilizadas três bateladas, uma para cada réplica completa, formando três blocos.

Foram avaliados no experimento tratamentos formados por: **QP**: Sem Ultrafiltração; **QR-0**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 sem pré-fermentação; **QR-10**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 10% do retentado; **QR-20**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 20% do retentado. As análises composicionais e o rendimento dos queijos resultantes dos quatro tratamentos foram analisados estatisticamente através de análise de variância, utilizando-se procedimento de comparação múltipla entre pares de médias no décimo dia após a produção. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS®, versão 8.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Composição físico-química do leite.

A tabela 1 apresenta os resultados médios (n=3) obtidos nas determinações de acidez, pH, gordura, extrato seco total (EST) e proteína total realizados nos leites, concentrados e permeados dos processamentos. Os dados apresentados na tabela indicam que o leite utilizado nos processamentos possuía composição físico-química adequada para produção de queijo Prato, com exceção ao EST que se manteve abaixo da média (OLIVEIRA, 1986).

Composição físico-química do queijo

A composição centesimal dos queijos QP, QR-0, QR-10 e QR-20 (Tabela 2), corresponde ao produto com dez dias após fabricação e indica que os queijos apresentaram composição similar, evidenciando que as etapas de ultrafiltração e pré-fermentação podem ser utilizadas na fabricação de queijo de massa semi-cozida e lavada, como o queijo Prato.

Tabela 1 - Média (n=3) da composição do leite, do concentrado 2,5:1 e do permeado

Componente	Leite	Retentado	Permeado
Extrato Seco Total - EST (%)	11,69	20,85	4,98
Gordura (%)	3,46	8,48	0,05
Proteína (%)	3,12	7,19	0,52
Cinzas (%)	0,66	1,00	1,00
pH	6,72	6,71	6,43
Acidez (°Dornic)	18,52	32,09	7,19

Algumas diferenças importantes foram observadas entre os tratamentos. A variação de acidez e pH podem ser explicadas pela pré-fermentação (10 e 20%) do retentado (QR-10 e QR-20, respectivamente). Neste estudo não ficou evidenciado o efeito tamponante dos retentados sobre a cultura lática. Estes dados são concordantes com HICKEY, ROGINSKI & BROOME (1983).

A diferença do teor de gordura observada nos queijos dos quatro tratamentos é coerente com a diferença de teor de gordura observada nos soros dos respectivos queijos (TABELA 3).

Os queijos dos tratamentos QR-10 e QR-20 apresentaram um teor de proteína maior que os tratamentos QP e QR-0. Estes resultados são parcialmente concordantes com a sugestão apresentada por PERI *et alii* (1985) de que a menor sinérese dos queijos obtidos de retentados pode resultar em menor perda de

nitrogênio, porém no nosso caso houve diferença significativa entre o tratamento QR-0 e os tratamentos QP-10 e QP-20, possivelmente devido aos menores valores de pH no processo de coagulação.

A análise estatística dos valores de cinzas evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,0412$). As médias de cinzas quando submetidos ao teste de Tukey, evidenciam que para esta variável, QR-0, QP e QR-10 não são significativamente diferentes e todas diferem significativamente de QR-20 (TABELA 2). O teor médio de cinzas nos queijos segue uma tendência, maior para QR-0 (4,08%), seguido de QP (3,73%), QR-10 (3,36%) e finalmente por QR-20 (2,965). Estes dados podem ser uma consequência da acidificação causada pela pré-fermentação e com consequente maior solubilização de minerais complexados à caseína e a possível maior lixiviação desses minerais durante os subsequentes tratamentos físicos da massa e dessoragem da mesma, resultados que concordam com BRULE & FAUQUANT, (1981); MAHAUT et alii, (1982).

Tabela 2 - Média (n=3) da composição dos queijos (após 10 dias de fabricação)

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
EST(%)	51,60 ^{ab}	48,35 ^b	54,17 ^a	53,88 ^a
Gordura(%)	24,88 ^a	20,44 ^b	25,50 ^a	25,83 ^a
¹ GBS (%)	48,30 ^a	42,32 ^b	47,21 ^a	48,05 ^a
Proteína(%)	18,16 ^b	19,34 ^b	21,42 ^a	21,07 ^a
Umidade(%)	48,40 ^{ab}	51,65 ^a	45,83 ^b	46,12 ^b
pH	5,41 ^{ab}	5,45 ^a	5,04 ^{ab}	4,89 ^b
Acidez	0,57 ^b	0,59 ^b	1,06 ^{ab}	1,31 ^a
Cinzas (%)	3,73 ^{ab}	4,08 ^a	3,36 ^{ab}	2,96 ^b
Sal(%)	1,63 ^{ab}	1,67 ^a	1,36 ^b	1,45 ^{ab}
² S/U (%)	3,28 ^a	3,14 ^a	2,91 ^a	3,06 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p>0,005$)

¹ GBS = Gordura em base seca

² S/U = Relação sal / umidade

Composição físico-química do soro

A tabela 3 apresenta os resultados médios das determinações de acidez, pH, gordura, extrato seco total, extrato seco desengordurado, proteína total, do soro obtido nas fabricações dos queijos dos diversos tratamentos.

Tabela 3 - Média (n=3) da composição dos soros (ponto de corte) obtidos a partir da fabricação dos queijos QP, QR-0, QR-10, QR-20

Componente	Soro			
	QP	QR-0	QR-10	QR-20
EST(%)	6,58 ^c	11,13 ^a	9,60 ^b	9,09 ^b
Gordura(%)	0,49 ^b	3,53 ^a	2,71 ^a	2,28 ^a
Proteína(%)	0,88 ^b	2,07 ^a	2,03 ^a	2,15 ^a
Umidade(%)	93,42 ^a	88,87 ^c	90,4 ^b	91,5 ^b
ESD(%)	6,09 ^c	7,59 ^a	6,88 ^b	6,21 ^b
pH	6,61 ^a	6,63 ^a	5,55 ^b	5,22 ^b
Acidez	12,89 ^c	15,99 ^c	29,48 ^b	43,53 ^a
Cinzas (%)	0,45 ^a	0,47 ^a	0,57 ^a	0,59 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si

Os teores de proteína dos soros QR-0, QR-10 e QR-20 estão de acordo com resultados obtidos por GUINÉE et alii (1994).

Observando-se a composição de gordura média na tabela 3, verifica-se que o teor de gordura no soro do queijo QP está próximo ou levemente abaixo dos limites usuais (WOLFSCHOON-POMBO & FURTADO, 1977). A avaliação estatística do teor de gordura no soro dos diferentes tratamentos mostrou diferenças significativas entre QP e os demais tratamentos ($p=0,0015$), por outro lado a perda maior de gordura nos soros dos queijos fabricados a partir de retentado concorda com dados reportados na literatura. Segundo GREEN et alii (1983), o desenho da planta de ultrafiltração pode influenciar as propriedades dos retentados, podendo eventualmente produzir um efeito de homogeneização dos glóbulos gordurosos e um aumento das interações caseína-gordura. De acordo

com. GREEN (1985), com o aumento da concentração do retentado, é diminuída a habilidade da coalhada de reter gordura. Estes efeitos podem ter ocorrido no presente trabalho, já que se utilizou uma unidade piloto equipada com bombas centrifugas, e tempos relativamente altos (média de 4 horas), à 55°C, de processos de ultrafiltração. Este fato pode ter prejudicado a matriz protéica em sua capacidade de reter os glóbulos durante as operações de corte e cozimento da massa.

Por outro lado, embora não haja diferença significativa para os valores do teor de gordura dos soros QR-0, QR-10 e QR-20, observou-se uma tendência de diminuição da perda de gordura no soro com o aumento da fração de retentado pré-fermentado. KÁLAB (1993) e LALOY *et alii* (1996), relatam que as culturas lácticas posicionam-se ligadas aos glóbulos gordurosos, efeito este que pode ter ocorrido nos tratamentos QR-10 e QR-20, diminuindo a tendência dos mesmos para perda de gordura no soro.

Recuperação de gordura e proteína

A tabela 4 apresenta os percentuais médios de recuperação de gordura dos tratamentos em estudo. Embora haja somente diferença significativa para recuperação de gordura entre QP e QR-0 ($p=0,0052$), os dados apresentados indicam uma tendência, onde QP apresentou melhor desempenho comparado com os demais seguido de QR-20, QR10 e QR-0, respectivamente. A mesma tendência observada com relação a perda de gordura nos soros nos tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20, é refletida em índices mais altos de recuperação de gordura à medida que aumenta a fração de retentado pré-fermentado.

Tabela 4 - Média (n=3) da recuperação de Gordura na fabricação de Queijos

Recuperação de gordura(%)	Tratamentos			
	QP	QR-0	QR-10	QR-20
Queijo	87,19 ^a	67,09 ^b	77,38 ^{ab}	78,36 ^{ab}
Soro 1	12,81 ^b	32,91 ^a	22,62 ^{ab}	21,64 ^{ab}

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si

A tabela 5 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de recuperação de gordura nos queijos.

Tabela 5 - ANOVA – Recuperação de Gordura nos Queijos

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	188,4788	94,2394	5,9	0,0383
Tratamentos	3	609,0689	203,0229	12,7	0,0052
Resíduo (erro b)	6	95,8855	15,9809		
Total	11	893,4332			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A tabela 6 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de recuperação de gordura no soro dos queijos.

Tabela 6 - ANOVA - Recuperação de Gordura no soro dos Queijos

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	188,4788	94,2394	5,9	0,0383
Tratamentos	3	609,0689	203,0229	12,7	0,0052
Resíduo (erro b)	6	95,8855	15,9809		
Total	11	893,4333			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A tabela 7 apresenta os percentuais médios de recuperação de proteína dos tratamentos em estudo. Quanto a recuperação de proteína, muito embora haja somente diferença significativa entre QP e QR-0 ($p=0,0337$), os dados apresentados indicaram a tendência de maior recuperação de proteína para QR-0, QR-10, QR-20 respectivamente, todos eles com valores mais altos que QP.

Tabela 7 - Média (n=3) da recuperação de Proteína na fabricação de Queijos

Recuperação de proteína (%)	Tratamentos			
	QP	QR-0	QR-10	QR-20
Queijo	71,76 ^b	78,43 ^a	77,44 ^{ab}	76,34 ^{ab}
Soro 1	28,24 ^a	21,57 ^b	22,56 ^{ab}	23,66 ^{ab}

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si

A tabela 8 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de recuperação de proteína no soro dos queijos.

Tabela 8 - ANOVA - Recuperação de Proteína no soro dos Queijos

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	69,9957	34,9979	7,72	0,0219
Tratamentos	3	78,2284	26,0761	5,75	0,0337
Resíduo (erro b)	6	27,202	4,5337		
Total	11	175,4261			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A avaliação dos valores de recuperação de proteína para os tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20 indicam a tendência experimental de uma menor recuperação de proteína com o aumento da fração de retentado pré-fermentado.

A tabela 9 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de recuperação de proteína nos queijos.

Tabela 9 - ANOVA - Recuperação de Proteína nos Queijos

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	69,9957	34,9979	7,72	0,0219
Tratamentos	3	78,2284	26,0762	5,75	0,0337
Resíduo (erro b)	6	27,2019	4,5337		
Total	11	175,4261			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Rendimento

A tabela 10 apresenta o rendimento prático e rendimento ajustado dos tratamentos em estudo.

Tabela 10 - Média (n=3) do Rendimento na fabricação de Queijos

	Tratamentos			
	QP	QR-0	QR-10	QR-20
Rendimento R (Kg queijo/100 kg leite)	12,04 ^a	11,47 ^b	10,39 ^c	10,42 ^c
Rendimento ajustado	10,89 ^a	9,68 ^b	9,94 ^b	9,88 ^b

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si

Os valores médios de rendimento prático apresentados na tabela 10 mostram que houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,0001$). O tratamento QP apresentou melhor rendimento prático (R), apresentando diferença significativa quando comparado com os demais. Os dados mostraram uma tendência, pois QP apresenta o melhor desempenho médio seguido de QR-0, que se diferenciou significativamente dos demais, QR-20 e QR-10, os quais não diferem significativamente entre si.

A tabela 11 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de rendimento.

Tabela 11- ANOVA para valores de rendimento (R) do Queijo com dois dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,1632	0,0816	3,03	0,1231
Tratamentos	3	5,9545	1,9848	73,7	<0,0001
Resíduo (erro b)	6	0,1616	0,0269		
Total	11	6,2793			

Os valores de rendimento ajustado indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos ($p=0,0158$), sendo que o tratamento QP apresentou melhor performance comparada com os demais tratamentos, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Apesar de não haver diferenças significativas entre QR-10, QR-20 e QR-0, os mesmos apresentaram uma tendência de melhor rendimento ajustado, respectivamente.

A tabela 12 apresenta a ANOVA para os valores Médios (n=3) de rendimento ajustado.

Tabela 12 - ANOVA para valores de rendimento ajustado (RA) do Queijo com dois dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	5,5200	2,7600	25,61	0,0012
Tratamentos	3	2,6065	0,8688	8,06	0,0158
Resíduo (erro b)	6	0,6466	0,1078		
Total	11	8,7731			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Os rendimentos (R e RAJ) de fabricação não foram superiores nos queijos obtidos de retentados de ultrafiltração como sugere a literatura, porém estes

dados são concordantes com CHAPMAM *et alii* (1974), citado por GREEN (1981), os quais não obtiveram melhoria no rendimento dos queijos Cheddar e Cheshire obtidos de retentados com FCV de 2:1 e SHARMA *et alii* (1989), na produção de queijo Cheddar obtido de retentado com FCV de 2:1.

CONCLUSÕES

A perda de gordura e proteína foi influenciada pelas operações de ultrafiltração e pré-fermentação do retentado.

Foi obtida uma maior recuperação de proteína nos tratamentos fabricados a partir de retentados.

A recuperação de gordura foi favorecida pela operação de pré-fermentação e prejudicada pelas operações de concentração e tratamento da coalhada.

Os rendimentos (R e RAJ) de fabricação não foram superiores nos queijos obtidos de retentados de ultrafiltração.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1989) Determination of fat content of milk and milk products (Gerber method) Methods. British Standards Institution, London.
- BANKS, J.M.; BANKS, W.; MUIR, D.D.; WILSON, A.G. Cheese yield: composition does matter. Dairy Industrial International, London, v.46, n 5, p. 15 – 22, may. 1981.
- BARBANO, D.M.; SHERBON, J.W. Cheddar cheese yields in New York. Journal of Dairy Science, Champaign, v.67, p.1873-1883, 1984.
- BRULE, G.; MAUBOIS, J.L.; FAUQUANT, J. Etude de la teneur en elements minéraux des produits obtenus lors de l'ultrafiltration du lait sur membrane. Le lait, p. 539 -540, p. 600 -615, 1974.
- BRULE, G.; FAUQUANT, J. Mineral balance in skim milk and milk retentate: effect of physicochemical characteristics of the aqueous phase. Journal of Dairy Research v. 48, p. 91 -97, 1981.
- DELBEKE, R. Experiments on making Siant-Paulin by full concentration of milk with ultrafiltration. Milchwissenschaft 42 (4): 222-225, 1987.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- GREEN, M.L.; GLOVER, F.A.; SCURLOCK, E.M.W. MARSHALL, R.J.; HATFIELD, R.S. Effect of use of milk concentrated by ultrafiltration on the manufacture and ripening of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 48 (--): 333-341, 1981.

- GREEN, M.L.; MARSHALL, R.J.; GLOVER, F.A. Influence of homogenization of concentrated milks on the structure and properties of rennet curds. Journal of Dairy Research 50 (--): 341-348, 1983.
- GREEN, M.L. Effect of milk pretreatment and making conditions on the properties of Cheddar cheese from milk concentrated by ultrafiltration. Journal of Dairy Research 52 (--): 555-564, 1985.
- GUINEE, T.P.; PUDJA, P.D.; MULHOLLAND, E.O. Effect of milk protein standardization, by ultrafiltration, on the manufacture, composition and maturation of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 61 (--): 117-131, 1994.
- HICKEY, M.W.; ROGINSKI, H.; BROOME, M.C. Growth and acid production of group N streptococci in ultrafiltered milk. The Australian Journal of Dairy Technology, v. 38, n.4, p. 138 -143, 1983.
- IYER, M.; LELIEVRE, J. Yield of Cheddar cheese manufactured from milk concentrated by ultrafiltration. Journal of the Society of Dairy technology 40 (2) : 45-50, 1987.
- KALAB, M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. Food Structure, v.12 p. 95-114, 1993.
- KAMMERLHNER, J. Rennet cheese yield. Deutsche-milchwirtschaft. Verlag,,v 45, n 3, p 118 -125.1994.
- KOSIKOWSKI, F. V. Cheese and fermented milk foods. 3rd ed. Ann Arbor MI: Edwards Bros., 1982.
- LALOY, E.; VUILLEMARD, J.C.; EL SODA, M.; SIMARD, R.E. Influence of the fat content of Cheddar cheese on retention and localization of starters. International Dairy Journal, v. 6, p. 729-740, 1996.
- LONERGAN, D.A. Ultrafiltration and diafiltration's effect on casein micelles. Transactions of the ASAE, v. 26, p. 1879 -1883, 1983.

- MAHAUT, M.; MAUBOIS, J. L.; ZINK, A.; PANNETIER, R.; VEYRE, R. Eléments de fabrication de fromages frais par ultrafiltration sur membrane de coagulum de lait. La technique Laitiere. V. 961, p. 9 -13, 1982.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. "Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers". Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 146p ,1986.
- PERI, C.; LUCISANO, M.; DONATTI, E. Studies on coagulation of milk ultrafiltration retentates. II Kinetics of whey syneresis. Milchwissenschaft 40 (11): 650 –652, 1985.
- RAO, D.V.; RENNER, E. Studies on the application of ultrafiltration for the manufacture of Cheddar cheese. 2. Effect of heating UF whole milk concentrate on composition and yield. Milchwissenschaft 43 (11): 708-711, 1988.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.
- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15º Ed. Washington, p.412, 1985.
- SAS Institute. Inc. 2001. Statistical Analysis Systems, Ver. 8.1, Cary, NC.
- SHARMA, S.K.; FERRIER, L.K.; HILL, A.R. Effect of modified manufacturing parameters on the quality of Cheddar cheese made from ultrafiltered (UF) milk. Journal of Food Science 54 (3): 573-577, 1989.
- SOUZA, E. A. Tecnologia da fabricação de queijos. Ed. Da Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora,1960.
- VAN SLIKE, L.L.; PRICE, V.W. Cheese. Orange Judge Publi. Co. Inc. New York, USA, 1941.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M. Composição média dos soros de queijo Prato e Minas. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 32 (194):21-26, 1977.

CAPÍTULO 3

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA PROTEÓLISE DO QUEIJO PRATO.

Este capítulo será submetido a publicação

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA PROTEÓLISE DO QUEIJO PRATO

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, e o seu efeito na proteólise dos mesmos. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC® - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep®, com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista® – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semi-cozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. O desenho experimental foi do tipo Split-plot em triplicata. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, quanto a composição centesimal e proteólise no decorrer de 45 dias de armazenamento (10, 25 e 45 dias) refrigerado (7°C). Em cada repetição, os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. Todos os tratamentos apresentaram composição similar. Quanto aos índices de profundidade e de extensão de maturação, os tratamentos apresentaram diferença significativa entre si e ao longo do tempo ($p < 0,05$) e quando avaliados no teste de Tukey os queijos QR-10 e QR-20 não diferenciaram significativamente

entre si, mas diferenciaram dos queijos QP e QR-0, os quais não diferenciaram estatisticamente entre si. Os queijos QR-10 e QR-20 apresentaram maiores médias para os dois índices de maturação, evidenciando-se assim, que a pré-fermentação influencia positivamente na proteólise dos queijos, podendo ser uma forma de diminuição do tempo de cura para o queijo Prato produzido com concentrados de leite por ultrafiltração.

Palavras chaves: Queijo Prato; ultrafiltração; pré-fermentação; proteólise.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE PROTEOLYSIS.

On this research were evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultrafiltration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2.5:1, and its effect on proteolysis. It was evaluated the retentate pre-fermentacion use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture tipe O (G3 MIX 6- VISBYVAC® – B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep® ultrafiltration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlep pressure of respectively 2.5 and 1.5kg/cm². Cheeses were manufactured following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista® calf rennet - 90% Chymosin) at 35° C/ 40 min., curd cutting, washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Experimental design was split-plot with three replications. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to composition and proteolysis during 45 days (10, 25 and 45 days) of refrigerated storage (7°C). Production sequence on each replication was randomized. All treatments presented a similar composition behavior. With respect to the extension and depth ripening indexes, the treatments presented a significant difference among them with respect to time (p<0,05) and when evaluated by the tuckey test, cheeses QR-10 and QR-20 did not present a significant difference among them, but differed

from cheeses QP and QR-0, which did not presented a statistical difference between themselves. Cheeses QR-10 and QR-20 presented larger mean values for both maturation indexes, evidentiating that the pre-fermentation exerts a positive influence on the cheeses proteolysis, which could be a possibility of ripening time reduction for Prato cheese produced with ultrafiltration concentrated milk.

Key words: Prato Cheese; ultrafiltration; pre-fermentation; proteolysis.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um queijo de massa macia, semi-cozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO, M.M., WOLFSCHOON-POMBO et alii, 1979; OLIVEIRA, 1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó. Apresenta algumas variações tanto no formato como no tamanho quando se trata das demais variedades, (OLIVEIRA,1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou por meio do aumento da temperatura na camisa do tanque de parede dupla, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche geralmente apresenta uma textura fechada, contudo pode apresentar algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero *Leuconostoc*. (OLIVEIRA,1986).

Para a fabricação do queijo Prato, emprega-se leite pasteurizado, com acidez de até 18°D, gordura padronizada para 3,6% (SOUZA, 1960). A cultura lática utilizada é composta basicamente por *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris* e/ou adicionada de microorganismos do gênero *Leuconostoc*, quando se deseja a formação de olhaduras (OLIVEIRA,1986).

De acordo com a resolução MERCOSUL GMC, n 83/96 (citada por LERAYER *et alii*, 1998) o Padrão de Identidade e Qualidade para o queijo Prato requer um período mínimo de maturação de 25 dias.

A degradação das matérias protéicas dos queijos (proteólise) é o resultado da atividade de várias enzimas, sendo que os principais contribuintes são o coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou flora natural do leite e enzimas naturais do leite (FOX, 1991). Quanto maior a proteólise em queijos mais macia será sua consistência e seu aroma mais pronunciado (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

No processo de fabricação de queijos a proteólise é o evento principal e ocorre na maioria das variedades conhecidas de queijos. Sua extensão pode ter diferentes intensidades podendo produzir peptídeos de tamanhos variados e amino ácidos livres como produto final no processo de maturação de acordo com FOX, (1988).

De acordo com FARKYE & FOX (1990) o tipo e a intensidade da maturação na fabricação dos queijos depende de vários fatores, tais como tempo e temperatura de estocagem, composição do queijo, umidade e do nível de sal, e dos tipos e atividades das enzimas e microorganismos presentes no produto.

A principal diferença observada entre queijos tradicionais e queijos produzidos a partir de retentados de ultrafiltração foi a de uma maturação significativamente mais lenta, principalmente devido a menor degradação da β -caseína (GREEN et alii, 1981; KONING et alii; 1981; QVIST, 1987).

A razão para uma liberação mais lenta de aminoácidos em queijos produzidos a partir de retentados de ultrafiltração, independentemente do fermento láctico usado, não é conhecida, mas proteinases e/ou inibidores de peptidases existem no leite e eles podem estar mais concentrados nos coágulos de retentados de ultrafiltração (HICKEY et alii, 1983). Segundo CREAMER et alii, (1987), uma possível explicação para essa maturação mais lenta em queijos de retentados é a de que a lactoglobulina, presente nesses queijos, inibiria a atividade da plasmina.

Durante a maturação de queijos fabricados a partir de retentados, as proteínas do soro são resistentes à hidrólise por quimosina e enzimas microbianas (COVACEVICH & KOSIKOWSKI, 1977; QVIST, 1987). Entretanto, para certos tipos de queijos fabricados a partir de retentados a hidrólise da α s1-caseína e β -caseína é comparável à observada em processos tradicionais (FURTADO & PARTRIDGE, 1988).

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C / 2 min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com módulo de membranas minerais Carbosep® de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrico (FCV) de 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e 1,5 kg/cm². Após o processo de concentração, o retentado foi pasteurizado a 60°C por 30 min, resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em três porções iguais, das quais foram retiradas zero, dez e vinte por cento respectivamente, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções

fermentadas e não fermentadas, para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC® – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis ssp. lactis* e *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque e utilizado na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista® e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana*) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à medida que ocorreu a dessora. Após 20 minutos iniciou-se a dessora e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensadas em prensa vertical com peso de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atingido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem

salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C por um período de 45 dias.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40 minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subseqüentes ao corte da coalhada para os tratamentos obtidos a partir de retentados, foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte.

Metodologia analítica

A umidade (U) e/ou sólidos totais (ST) foi determinada por gravimetria, em estufa a 105°C, segundo AOAC 925.23 (1995). Os valores de pH e acidez total (AT) foram determinados pelo método potenciométrico e AOAC 920.124 (1995), respectivamente. O teor de gordura foi determinado pelo método de Gerber (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 1989). O teor de sal (S) foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985). O teor de sal na umidade (S/U) foi calculado de acordo com a equação $\% S/U = \% S \times 100 / (\% S + \% U)$. O Nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de macro Kjeldahl AOAC 991.20 (1995). O nitrogênio solúvel em tampão acetato a pH 4,6 (Nitrogênio não

Caséico-NNC) foi determinado segundo BARBANO *et alii* (1991). O nitrogênio solúvel em ácido Tricloroacético a 12% (Nitrogênio não Protéico-NNP) foi determinado segundo AOAC 991.21 (1995). Nas análises de kjeldahl foi utilizado o fator de conversão 6.38 para a obtenção dos valores de proteína. Os valores de umidade, sólidos totais, teor de sal e gordura foram realizados com 10 dias de estocagem. Os valores de pH, acidez total, NT, NNC, NNP foram realizados com 10, 25 e 45 dias de estocagem. O índice de extensão de maturação (IEM) foi calculado através da fórmula $NNC/NT*100$ e o índice de profundidade de maturação (IPM) pela fórmula $NNP/NT*100$. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico adotado para o experimento foi Split-plot em blocos, onde o bloco foi a batelada de leite a ser processada, as parcelas foram os tratamentos: QP, QR-0, QR-10 e QR-20, as sub parcelas o tempo. Foram utilizadas três bateladas, uma para cada replica completa, formando três blocos.

Foram avaliados no experimento tratamentos formados por: QP : Queijo padrão; QR-0: Retentado à conc. 2,5:1 sem pré-fermentação; QR-10: Retentado à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 10% do mesmo; QR-20: Retentado à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 20% do mesmo. As análises composicionais e os índices de proteólise dos queijos resultantes dos quatro tratamentos foram analisados estatisticamente através de análise de variância, utilizando-se procedimento de comparação múltipla entre pares de médias. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS®, Ver. 8.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO.

A composição centesimal dos queijos para os tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20 (Tabela 1), corresponde ao produto com dez dias após fabricação e indica que os queijos apresentaram composição similar, evidenciando que as etapas de ultrafiltração e pré-fermentação podem ser utilizadas na fabricação de queijo de massa semi-cozida e lavada, como o queijo Prato, com algumas alterações no processo produtivo.

Tabela 1 - Composição média (n=3) dos queijos com 10 dias de fabricação.

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
Gordura(%)	24,88 ^a	20,44 ^b	25,50 ^a	25,83 ^a
Proteína Total(%)	18,16 ^b	19,34 ^b	21,42 ^a	21,07 ^a
Umidade(%)	48,40 ^{ab}	51,65 ^a	45,83 ^b	46,12 ^b
Nitrogênio não-caséico (%)	1,73 ^b	2,11 ^b	3,26 ^a	3,59 ^a
Nitrogênio não-proteico (%)	0,43 ^b	0,45 ^b	1,02 ^a	1,11 ^a
pH	5,41 ^{ab}	5,45 ^a	5,04 ^{ab}	4,89 ^b
Acidez total	0,57 ^b	0,59 ^b	1,06 ^{ab}	1,31 ^a
Sal (%)	1,63 ^{ab}	1,67 ^a	1,36 ^b	1,45 ^{ab}
¹ S/U (%)	3,28 ^a	3,14 ^a	2,91 ^a	3,06 ^a

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

¹ S/U = Relação sal / umidade

A avaliação estatística dos dados de pH e acidez, mostrou que os diferentes tratamentos afetaram significativamente estas variáveis dependentes ($p=0,0086$) e ($p=0,0301$), conforme tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - ANOVA para valores de Acidez total dos Queijos com 10 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,2306	0,1153	3,05	0,122
Tratamentos	3	1,1781	0,3926	10,38	0,0086
Resíduo (erro b)	6	0,2269	0,0378		
Total	11	1,6356			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Tabela 3- ANOVA para valores de pH dos Queijos com 10 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,0522	0,0261	0,68	0,5401
Tratamentos	3	0,6941	0,2313	6,06	0,0301
Resíduo (erro b)	6	0,2291	0,0381		
Total	11	0,9754			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

As variáveis acidez e pH mostraram uma tendência para valores de pH mais baixos e acidez titulável mais alta quanto maior o percentual de pré-fermentação, ao mesmo tempo que os queijos sem pré-fermentação (QR-0) apresentaram valores próximos ao queijo padrão (QP) Tabela 1.

Esta tendência observada, ocorreu provavelmente em função da incorporação de uma maior quantidade de ácido láctico conforme maior a quantidade de retentado pré-fermentado, assim como também um maior número de células microbianas. Além dos fatores acima citados, para os queijos com pré-fermentação, no momento da operação de mistura das duas porções de retentado, a cultura láctica encontrava-se ativada.

Os diferentes tratamentos não afetaram significativamente o teor de sal / umidade, conforme pode ser observado na tabela 1.

O teor de umidade variou significativamente nos blocos e nos tratamentos ($p=0,0012$) e ($p=0,0084$) respectivamente conforme pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4- ANOVA para valores de Umidade dos Queijos com 10 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	104,5462	52,2731	25,2	0,0012
Tratamentos	3	65,2128	21,7376	10,48	0,0084
Resíduo (erro b)	6	12,4445	2,074		
Total	11	182,2035			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Quanto ao teor de proteína os tratamentos QR-10 e QR-20 não apresentaram diferença significativa entre si mas diferenciaram significativamente dos tratamentos QP e QR-0 (tabela 1).

Evolução do pH do queijo ao longo do tempo

Na tabela 5 estão apresentados os dados da análise de variância do pH. Não foram observadas diferenças significativas na interação tratamento*tempo ($p=0,7253$). Estes dados, evidenciam que os quatro tratamentos não apresentaram tendências diferentes ao longo do tempo. Foram observadas diferenças significativas na interação Bloco*trat ($p=0,0334$). Estes dados evidenciam que entre os três blocos experimentais os diferentes tratamentos apresentaram tendências diferentes. Foram observadas diferenças significativas

entre os tratamentos ($p=0,0148$), ou seja, os diferentes tratamentos foram afetados pela operação de pré-fermentação, fato este que afetou conseqüentemente o pH. Não foram observadas diferenças significativas ao longo do tempo ($p=0,5369$).

Tabela 5 - ANOVA para valores de pH do Queijo durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,8167	0,4083	20,22	0,0001
Tratamentos	3	1,5497	0,5166	8,29	0,0148
Bloco*Trat	6	0,3737	0,0623	3,08	0,0334
Tempo	2	0,0261	0,0131	0,65	0,5369
Trat*tempo	6	0,0729	0,0121	0,6	0,7253
Resíduo (erro b)	16	0,3231	0,0201		
Total	35	3,1621			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A evolução dos valores de pH entre os tratamentos e durante o experimento (Fig 1) mostrou que o pH dos queijos fabricados com o uso da pré-fermentação (QR-10 e QR-20), ou seja, em que a cultura láctica foi pré ativada e adaptada ao novo habitat, apresentaram menores valores de pH ao longo do tempo. Observou-se um ligeiro aumento do pH em todos os tratamentos próximo ao vigésimo quinto dia de maturação, este aumento foi devido provavelmente à formação de grupamentos alcalinos em decorrência da proteólise e à degradação do ácido láctico (CREAMER & OLSON, 1982; LAWRENCE et alii, 1987).

Na tabela 6 estão apresentados os dados da análise de variância de acidez titulável. Não foram observadas diferenças significativas na interação tratamento*tempo ($p=0,1574$). Estes dados, evidenciaram que os quatro tratamentos não apresentaram tendências diferentes ao longo do tempo. Foram observadas diferenças significativas na interação Bloco*trat ($p<0,0001$). Estes dados mostraram que entre os três blocos experimentais os diferentes

tratamentos apresentaram tendências diferentes. Ao longo do tempo os diferentes tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,0001$).

Tabela 6 - ANOVA para valores de Acidez do Queijo durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,8789	0,4394	132,88	0,0001
Tratamentos	3	2,7981	0,9327	6,58	0,252
Bloco*Trat	6	0,8504	0,1417	42,86	<0,0001
Tempo	2	0,2928	0,1464	44,27	<0,0001
Trat*tempo	6	0,0362	0,006	1,82	0,1574
Resíduo (erro b)	16	0,0529	0,003		
Total	35	4,9092			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

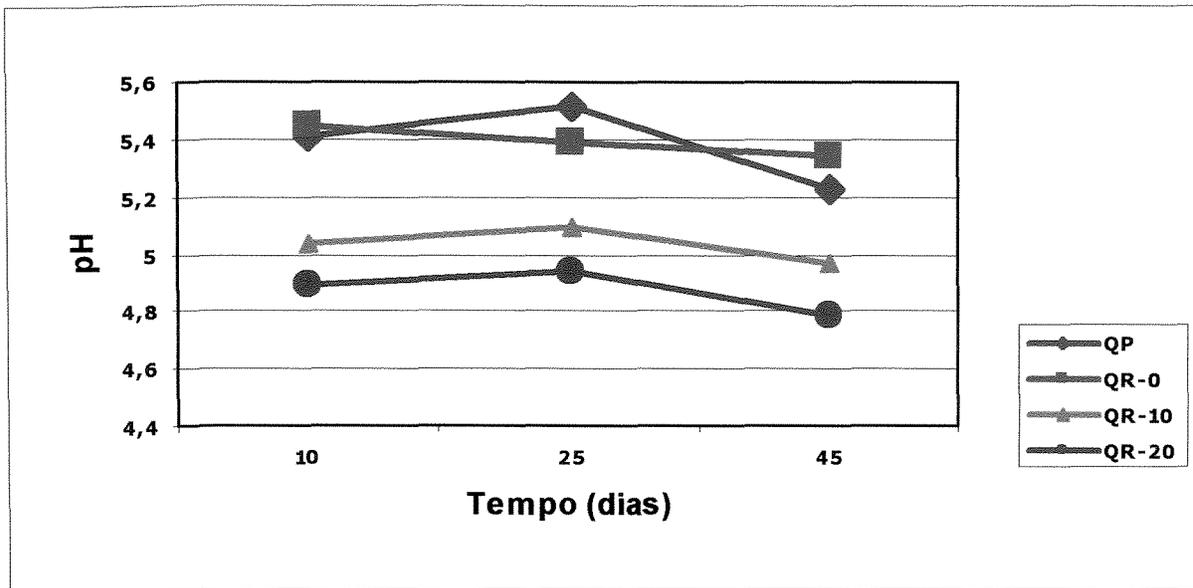


Figura 1 - Evolução do pH durante estocagem

Evolução da Proteólise do queijo ao longo do tempo

A avaliação da proteólise entre os queijos fabricados através do índice de extensão de maturação, indicador principal da atuação do agente coagulante, mostrou o aumento do mesmo ao longo do tempo de estocagem para os quatro diferentes tratamentos, comprovando que a utilização da mesma quantidade de coalho para os diversos tratamentos não resultou em solubilização excessiva de nitrogênio (figura 2).

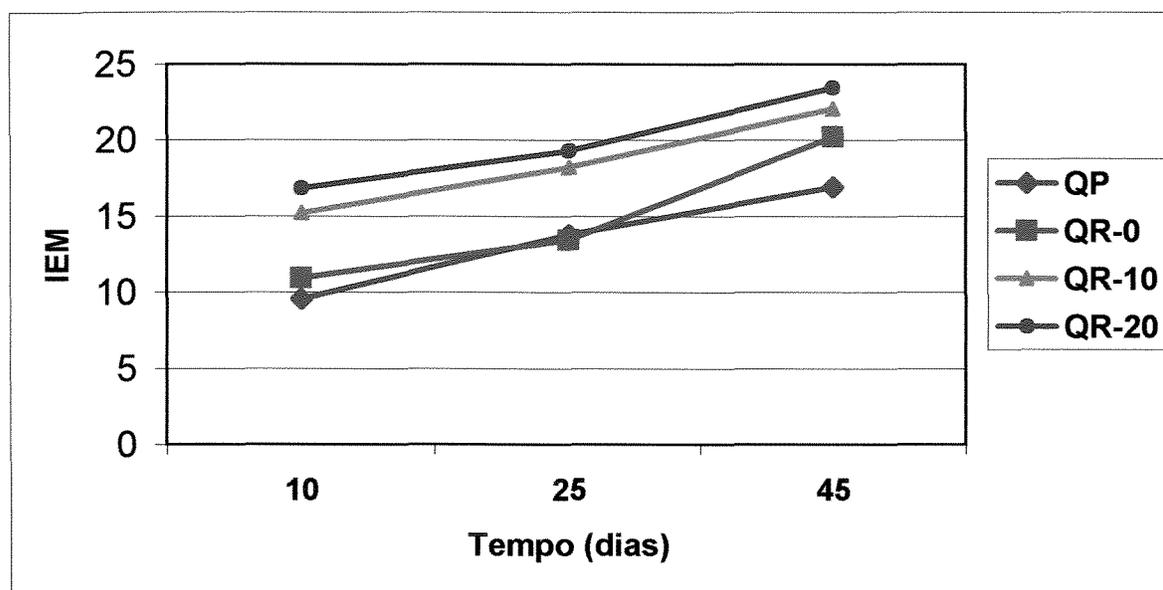


Figura 2- Evolução do Índice de Extensão de Maturação (IEM) durante a armazenagem

Na tabela 7 estão apresentados os dados da análise de variância do índice de extensão de maturação. Não foram observadas diferenças significativas na

interação tratamento*tempo ($p=0,386$) e na interação bloco*tratamento ($p=0,0911$).

Tabela 7 - ANOVA - Extensão de maturação dos Queijos nos 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	60,4562	30,2281	14,57	0,0002
Tratamentos	3	245,8166	81,9388	17,54	0,0023
Bloco*Trat	6	28,034	4,6723	2,25	0,0911
Tempo	2	346,2844	173,1422	83,46	<0,0001
Trat*tempo	6	14,1458	2,3576	1,14	0,386
Resíduo (erro b)	16	33,1945	2,0747		
Total	35	727,9316			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Estes dados, mostraram que os quatro tratamentos não apresentaram tendências diferentes ao longo do tempo e nos diferentes blocos. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,0023$) e no tempo ($p<0,0001$), evidenciando que o índice de extensão de maturação para cada tratamento foi diferente e que o aumento deste índice ao longo do tempo também foi diferente. As diferenças observadas entre os tratamentos podem ser atribuídas à influência do pH na atividade enzimática do coalho (atividade e solubilidade), que pode ter influenciado na retenção de coalho na massa dos queijos, e na atividade do coalho retido durante a maturação.

Na tabela 1 podem ser observados os valores de pH e AT obtidos, que confirmam esta possibilidade, assim como a avaliação pelo teste de Tuckey (tabela 8) os valores de pH e AT dos queijos ao longo do período de estocagem mostraram que para a variável pH, QR-20 diferenciou-se significativamente de QR-0, já para a variável acidez os queijos QR-10 e QR-20 apresentaram diferença significativa entre QP e QR-0.

Tabela 8 - Tabela do teste de Tukey para as médias dos diferentes tratamentos ao longo do tempo

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
pH	5,42 ^a	5,38 ^a	5,07 ^b	4,92 ^b
Acidez	0,73 ^c	0,73 ^c	1,16 ^b	1,38 ^a
Índice de Extensão de Maturação	13,43 ^b	14,88 ^b	18,50 ^a	19,87 ^a
Índice de Profundidade de Maturação	3,64 ^b	3,80 ^b	6,50 ^a	7,24 ^a

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

Comparando-se a médias através do teste de Tukey (Tabela 8), observou-se que o índice de extensão de maturação para os tratamentos QR-10 e QR-20 não apresentaram diferença significativa entre si, bem como os tratamentos QP e QR-0 também não apresentaram diferença significativa entre si embora os dois primeiros tenham apresentado diferença significativa dos dois últimos.

Estes dados são conflitantes com a literatura que sugere que queijos obtidos a partir de retentados de ultrafiltração apresentam uma maturação mais lenta que os queijos obtidos da forma tradicional (HICKEY et alii, 1983). FURTADO & PARTRIDGE (1988) afirmam no entanto, que para certos tipos de queijos fabricados a partir de retentados de Ultrafiltração, a hidrólise da α_1 e β -caseína é comparável à observada em processos tradicionais. OMAR (1987) encontrou resultados similares quando da fabricação de queijo Domiati por Ultrafiltração. EL-ZAYAT & OMAR (1987) obtiveram resultados semelhantes para queijos tipo Kareish.

Na tabela 9 estão apresentados os dados da análise de variância do índice de profundidade de maturação. Não foram observadas diferenças significativas na interação tratamento*tempo ($p=0,4316$). Estes dados, evidenciam que os quatro tratamentos não apresentaram tendências diferentes ao longo do tempo. Foram observadas diferenças significativas na interação Bloco*tempo ($p < 0,0001$). Estes

dados evidenciam que os três blocos experimentais apresentaram tendências diferentes ao longo do tempo. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,0181$) e no tempo ($p<0,0001$), evidenciando que o índice de profundidade de maturação para cada tratamento foi diferente e que o aumento deste índice ao longo do tempo também foi diferente. As diferenças observadas na interação Bloco*tratamento podem ser atribuídas à diferença de umidade entre os blocos. As diferenças entre os tratamentos podem ser atribuídas aos diferentes níveis de pré-fermentação, uma vez que esta operação permitiu não somente um crescimento diferenciado da cultura láctica, como também um maior acúmulo de células viáveis e lisadas que ao final da maturação influenciam significativamente no referido índice de maturação.

Tabela 9 - ANOVA - Profundidade de maturação dos Queijos nos 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	34,9171	17,4585	57,37	<0,0001
Tratamentos	3	91,9338	30,6446	7,61	0,0181
Bloco*Trat	6	24,173	4,0288	13,24	<0,0001
Tempo	2	59,3398	29,6699	97,5	<0,0001
Trat*tempo	6	1,9142	0,319	1,05	0,4316
Resíduo (erro b)	16	4,8689	0,3043		
Total	35	217,1469			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

O índice de profundidade de maturação está relacionado com a atividade do fermento láctico. As proteases e peptidases atuam sobre os peptídeos, principalmente liberados pelo coalho, produzindo compostos de baixo peso molecular (FARKYE & FOX, 1990). É importante ressaltar que a especificidade dos dois indicadores não é absoluta uma vez que parte do nitrogênio solúvel a pH 4,6 também é detectado em TCA 12%. (KUCHROO & FOX, 1982).

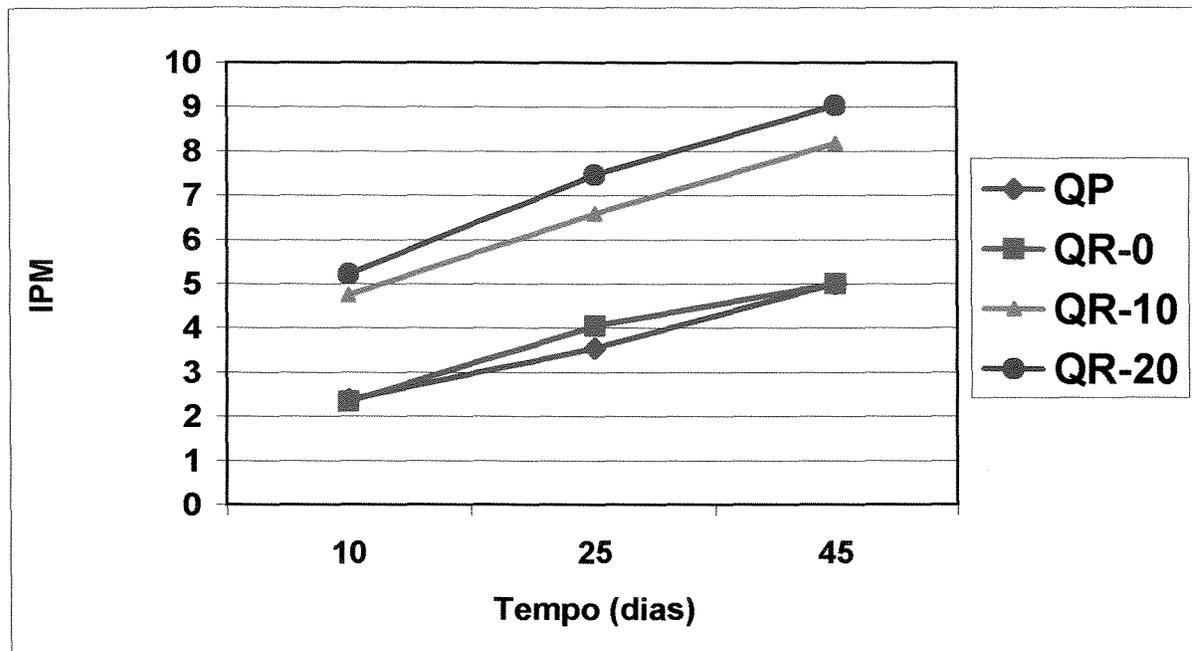


Figura 3- Evolução do Índice de Profundidade de Maturação (IPM) durante armazenagem.

Segundo FOX, (1990), a profundidade da maturação depende da temperatura, do tempo, da composição do queijo e principalmente dos teores de umidade e sal, assim como dos tipos das enzimas e microorganismos presentes. Muito embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos quanto a relação de sal sobre umidade, os dados mostram uma tendência a ser menor esta relação para os queijos 3 e 4, o que pode ter inibido menos a cultura láctica que já estava ativada pela pré-fermentação.

CONCLUSÕES

Os tratamentos mostraram uma proteólise similar, muito embora tenha havido diferenças entre os tratamentos pré-fermentados (QR-10 e QR-20) e os outros (QP e QR-0). Estas diferenças, no entanto, não comprometeram a qualidade e identidade dos diferentes tratamentos, evidenciou-se assim que as condições experimentais foram suficientes para manter os padrões do queijo Prato em todos os processos produtivos.

A pré-fermentação de parte do retentado pode ser indicada quando se deseja acelerar as características de maturação dos queijos, podendo ser utilizada como uma forma de adequar o tempo de maturação a demanda de mercado.

Foram obtidos, a partir de concentrados de leite por ultrafiltração, queijos com características similares às do queijo Prato, por processo similar ao processo tradicional, utilizando-se as seguintes condições: utilização de coalho de vitelo (90% de quimosina), redução da cultura láctica utilizada a 10% da quantidade recomendada pelo fabricante, maturação à temperatura controlada de 7°C, eliminação do uso do cloreto de cálcio e teores de sal/umidade na faixa de 2,9 a 3,28%.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1989) Determination of fat content of milk and milk products (Gerber method) Methods. British Standards Institution, London.
- 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. 74:281, 1991.
- COVACEVICH, H. R.; KOSIKOWSKI, F. V. Cream cheese by ultrafiltration. Journal of Food Science 42 (5): 1362-1364,1977.
- CREAMER, L. K.; IYER, M.; LELIEVRE, J. Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology 22 (3) 205-214, 1987.
- CREAMER, L.K.; OLSON, N.F. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Journal of Food Science, Chicago, v. 47, n 2, p. 631-646, 1982.
- EL-ZAYAT, A.I.; OMAR, M.M. Kareish cheese prepared from ultrafiltered milk. Journal of Dairy Research 54 (4) : 545-550, 1987.
- FARKYE, N. Y.; FOX, P. F. Objective indices of cheese ripening. Trends is Food Science & Technology, Cambridge, august, p. 37-40, 1990.
- FOX, P. F. & LAW, J. Enzimology of cheese ripening. Food Biotechnology, v.5, n.3, p.239-262, 1991.
- FOX, P.F. Rennets and their action in cheese manufacture and ripenig. Biotechnology and Applied Biochemistry, San Diego, v. 10, p. 522-535, 1988.

- FOX, P.F.; LUCEY, J.A.; COGAN, T.M. Glicolysis and related reaction during cheese manufacture and ripening. Critical reviews in food science and nutrition, Cleveland, v. 29 n° 4 p. 237 – 253, 1990.
- FURTADO, M.M.; PARTRIDGE, J. A. Characterization of Nitrogen fractions During Ripening of Soft Cheese Made from Ultrafiltration Retentates. Journal of Dairy Science, Michigan, v.71, p. 2877-2884. 1988.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- GREEN, M. L.; GLOVER, F.A.; SCURLOCK, E. W.; MARSHALL, R. J.; HATFIELD, R.S. Effect of use of milk concentrated by ultrafiltration on the manufacture and ripening of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 48 (-): 333-341, 1981.
- HICKEY, M. W.; LEEUWEN, H. V; HILLER, A. J.; JAGO, G. R. Amino acid accumulium in cheddar cheese manufactured from normal and ultrafiltered milk. The Australian Journal of Dairy Technology 38 (4): 110-113, 1983.
- KONING, P. G.; de BOER, R. ; BOTH, P. NOOY, P.F.C. Comparison of proteolysis in a low fat semi-hard type of cheese manufactured by standard and by ultrafiltration techniques. Netherlands Milk Dairy Journal 35 (1): 35 -46, 1981.
- KUCHROO, C. N.; FOX, P. F. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. Milchwissenschaft, Cork, v. 38, n.7, p. 331-335. 1982.
- LAWRENCE, R.C.; CREAMER, L.K.; GILLES, J. Symposium: Cheese Ripening technology. Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 70, n8, p. 1750-1760, Set. 1987.
- LERAYER, A.L.S.; C, A. F. De; BUCIONE, A., KEESTENER, B.M.A.C., MOSQUIM, M.C.A., NUTTI, M. R., FILHO, P.S. Nova legislação de

- produtos lácteos e de alimentos para fins especiais, diet, light e enriquecidos. P88. Revista de laticínios. São Paulo, 1998
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- OMAR, M.M. Microstructure and chemical changes in Domiati cheese made from ultrafiltered milk. Food chemistry 25 (3) : 183 -196, 1987.
- QVIST, K. B.; THOMSEN, D.; HOIER, E. Effect of ultrafiltered milk and use of different starters on the manufacture, fermentation and ripening of Havarti cheese. Journal of Dairy Research 54 (-): 437-446, 1987.
- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15º Ed. Washington, p.412, 1985.
- SAS Institute. Inc. 2001. Statistical Analysis Systems, Ver. 8.1, Cary, NC.
- SOUZA, E. A. Tecnologia da fabricação de queijos. Ed. Da Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora,1960.
- WOLFSCHOON-P, A.F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. Boletim do Leite, v. 55, n. 661, p. 1-8, 1983.

CAPITULO 4

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA CAPACIDADE DE DERRETIMENTO DO QUEIJO PRATO.

Este capítulo será submetido a publicação

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA CAPACIDADE DE DERRETIMENTO DO QUEIJO PRATO.

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, e o seu efeito na capacidade de derretimento (CD) do mesmo. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC[®] - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep[®], com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semi-cozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. O desenho experimental foi do tipo Split-plot em triplicata. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, quanto ao derretimento com 10, 25 e 45 dias de armazenamento refrigerado (7°C). Em cada repetição, os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. QP e QR-0 apresentaram uma composição similar e capacidade de derretimento similar. QR-10 e QR-20 apresentaram também composição similar e capacidade de derretimento significativamente menor ($p < 0,05$) quando comparados com QP e QR-0.

Palavras chaves: Queijo Prato; ultrafiltração; pré-fermentação; derretimento.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE MELTING CAPACITY.

On this research were evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultrafiltration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2.5:1 and its effect on melting capacity. It was evaluated the retentate pre-fermentation use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture tipe O (G3 MIX 6 VISBYVAC® - B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep® ultrafiltration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlet pressure of respectively 2.5 and 1.5 kg/cm². Cheeses were manufactures following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista calf rennet - 90% Chymosin) at 35° C/ 40 min., curd cutting, Washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Experimental design was split-plot with three replications. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to MELTING capacity with 10, 25 and 45 days of refrigerated storage (7°C). Production sequence on each replication was randomized. QP AND QR-0 presented a similar composition and similar melting capacity (MC). QR-10 and QR-20 also presented similar composition and similar MC significantly smaller ($p < 0,05$) than QP and QR-0.

Key words: Prato Cheese; ultrafiltration; prefermentation; melting capacity.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um produto de massa macia, semi-cozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA,1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó. Sofre algumas variações quando se trata das demais variedades, tanto no formato como no tamanho. (OLIVEIRA,1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou através do aumento da temperatura na camisa de parede dupla do tanque, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche, geralmente apresenta uma textura fechada, contudo podem aparecer algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero Leuconostoc. (OLIVEIRA,1986).

A aplicação do processo de ultrafiltração de leite para fabricação de queijos surgiu em 1969 na França, através de um processo denominado de M.M.V. em homenagem aos inventores MAUBOIS, MOCQUOT E VASSAL (1969). Essa invenção provocou uma revolução na tecnologia de laticínios, numerosos trabalhos foram realizados e, atualmente, várias indústrias, inclusive no Brasil, utilizam essa tecnologia para produção de queijos.

De acordo com BIRKKJAER & FORSINGDAL (1982) em experimentos para a fabricação de queijos semiduros têm sido preferível o uso de uma técnica pela qual a ultrafiltração seja seguida pelo processo de fabricação do queijo, com corte da massa e um subseqüente tratamento mecânico do coágulo .

JAMESON (1987) descreve a aplicação de um equipamento desenvolvido para tratamento da massa, obtida pela coagulação de retentado de ultrafiltração

5:1, para fabricação de queijo tipo Cheddar, com danos mínimos nos cubos de massa.

VAN DENDER et alii (1987) realizaram estudos preliminares com objetivo de verificar a viabilidade tecnológica da produção de queijo tipo Prato pelo processo M.M.V. Os autores testaram o nível de diafiltração em retentados com fator de concentração de 7:1, obtido com equipamento dotado de membrana mineral, e os resultados obtidos demonstraram a possibilidade de se produzir queijos de massa semi-dura com características físico-químicas semelhantes às do queijo tipo Prato.

RIBEIRO (1996), realizou estudos de otimização da produção de queijo tipo Prato, obtendo resultados satisfatórios concentrando o leite com fator de concentração 5:1 e pre-acidificando 10% do retentado e incorporando este fermentado ao retentado no dia da produção, conseguindo desta forma maior rendimento de fabricação (11,3%), assim como características de aroma, sabor, aparência e textura similares ao queijo Prato obtido tradicionalmente.

Segundo LAWRENCE et alii (1983), o queijo é formado por uma estrutura básica que pode ser modificada durante a maturação, e segundo KINDSTED *et alii* (2001) esta estrutura é afetada principalmente pela variação do pH e umidade, além das frações protéicas formadas durante a proteólise.

O derretimento pode ser definido como sendo a capacidade que as partículas de queijo tem de coalescerem formando uma massa de queijo uniforme (KINDSTEDT, 1991). O derretimento e a separação de gordura aumentam com o tempo de armazenagem mais rapidamente do que quando o queijo é submetido ao tratamento de congelamento, sendo este aumento provavelmente causado pela hidrólise protéica (HARVEY et alii, 1982).

KINDSTEDT, (2001), em estudos recentes da influencia do pH relata a perda da habilidade de fusão de queijos tipo Mussarela em pHs próximos a 5,0 atribuindo este efeito ao aumento de cálcio solúvel ocorrido em pH mais baixos. Já

ROEFS *et alii*, (1985) relata que a medida que o pH cai, na manufatura de um queijo, ocorre uma grande solubilização do fosfato de cálcio e de caseína micelar que são perdidos no soro.

THOMAS (1973) mencionou que o derretimento do queijo tipo Cheddar não é afetado pelo pH, quando este varia entre 5,2 e 6,95, mas que o derretimento aumenta quando citrato de sódio é adicionado à fórmula. RAYAN *et alii* (1980) reportou que o derretimento está associado com a microestrutura da emulsão gordurosa em queijos processados.

Sabe-se que o derretimento está relacionado com a degradação de proteínas, sendo esta relação linear em altas degradações protéicas (ARNOTT *et alii*, 1957) e também que o derretimento aumenta quanto maior o teor de umidade, no caso do queijo tipo Mussarela (FIFE *et alii*, 1996).

YUN *et alii* (1995), estudaram o efeito do pH no momento da drenagem associado a uma proteólise da caseína encontrando que os mesmos podem influir na capacidade de derretimento dos queijos e nas suas propriedades funcionais.

RUDAN & BARBANO (1998) comprovaram que os teores de gordura, de umidade e degradação protéica afetam positivamente o derretimento do queijo Mussarela. Desse modo, o derretimento aumenta com a quantidade de gordura e também com o tempo de armazenagem (TUNICK *et alii*, 1993). O derretimento aumenta com a proteólise por causa da quebra da α s1-caseína, solubilização dos fragmentos resultantes e liberação da gordura (TUNICK *et alii*, 1993).

Durante a maturação do queijo, ocorrem modificações físico-químicas, provocando transformações na textura e conferindo sabor e aroma característicos para cada tipo de queijo. Desse modo, as propriedades de derretimento dependem, entre outros fatores do tempo de armazenamento.

Como o queijo Prato, especialmente no estado de São Paulo, é utilizado na preparação de lanches, este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de derretimento do queijo Prato fabricado com retentados de leite obtido por

ultrafiltração de FCV 2,5:1 e a influência da pré-fermentação de diferentes porções do mesmo, comparando os queijos obtidos com queijo Prato fabricado pelo processo tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C/2min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com módulo de membranas minerais Carbosep[®] de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e 1,5 kg/cm². Para se atingir o FCV desejado, foi monitorado o nível de permeação e o volume de permeado a ser retirado foi calculado pela fórmula: $2,5 = \text{massa de leite (kg)} / (\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)})$. O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a seguinte fórmula: $\text{FCV} = \text{teor de gordura no retentado (\%)} / \text{teor de gordura no leite}$. (RENNER *et alii* 1991).

Após o processo de concentração, o retentado foi pasteurizado a 60°C por 30min., resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em porções iguais (média de 18,5 kg), das quais foram retiradas zero, 10 e 20 % respectivamente, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções fermentadas e não fermentadas,

para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC[®] – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque, na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista[®] e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana*) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à medida que ocorreu a dessora. Após 20 minutos iniciou-se a dessora e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA,1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensadas em prensa vertical com peso de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atingido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo

encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C por um período de 45 dias.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40 minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subseqüentes ao corte da coalhada para os tratamentos obtidos a partir de retentados foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte.

Metodologia analítica

Para as análises da composição dos queijos, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995): cinzas - AOAC 935.42; teor de nitrogênio (NT) por macroKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína; A acidez total (AT) - AOAC 920.124; O teor de umidade / EST - AOAC 925.23. O teor de gordura (Gb) foi determinado pelo método de Gerber (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 1989) e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela fórmula $GES = \%Gb/\%EST \times 100$. Para determinação de pH utilizou-se de potenciômetro previamente calibrado. O teor de sal foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985).

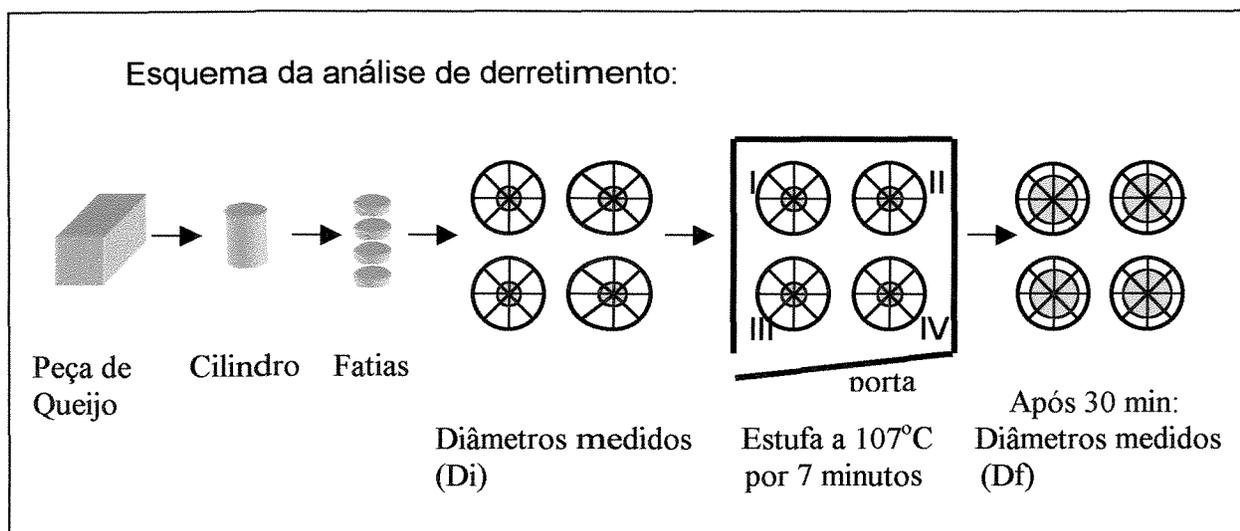
As análises de composição dos queijos foram realizadas com 10 dias de estocagem. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

A capacidade de derretimento do queijo Prato foi determinada pelo método modificado de Schreiber's conforme descrito por KOSIKOWSKI (1982). O teste

consistiu em retirar da peça de queijo um cilindro de 36 mm de diâmetro. Com o auxílio de um fatiador, obtiveram-se discos com 7 mm de espessura. Foram utilizadas quatro fatias, obtidas da região mais interna da peça de queijo, sendo cada uma colocada no centro de uma placa de Petri dividida diâmetralmente em 8 áreas iguais. Foram medidos quatro diâmetros de cada amostra (D_i) e então as placas, com as amostras, foram dispostas em uma estufa a 107°C por 7 minutos, de acordo com o esquema a seguir. Deixou-se as placas por 30 minutos a temperatura ambiente e mediu-se novamente os diâmetros de cada amostra (D_f). As determinações da Capacidade de derretimento foram realizadas em quadruplicata, com 10, 25 e 45 dias de armazenamento refrigerado a 7°C.

O derretimento foi calculado usando as seguintes fórmulas:

$$CD (\%) = \frac{A_f - A_i}{A_i} \times 100 \quad \text{e} \quad A = \frac{\pi \times (D^2)}{4}$$



Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento estatístico adotado para o experimento foi Split-plot em blocos, onde as parcelas foram os tratamentos, a sub parcela o tempo e o bloco a batelada de leite a ser processada. Foram utilizadas três bateladas, uma para cada réplica completa, formando três blocos.

Foram avaliados no experimento tratamentos formados por: **QP**: Sem Ultrafiltração; **QR-0**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 sem pré-fermentação; **QR-10**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 10% do retentado; **QR-20**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 20% do retentado. As análises composicionais dos queijos resultantes dos quatro tratamentos foram analisados estatisticamente através de análise de variância, utilizando-se procedimento de comparação múltipla entre pares de médias no décimo dia após a produção. As análises do derretimento foram avaliadas estatisticamente através de análise de variância utilizando-se do procedimento de comparação múltipla entre pares de médias nas datas correspondentes, ou seja, com dez, vinte e cinco e quarenta e cinco dias de fabricação. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS®, versão 8.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Química

A composição centesimal média dos tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20, está apresentada na tabela 1. Os queijos apresentaram composição similar.

Tabela 1 - Média (n=3) da composição dos queijos (após 10 dias de fabricação)

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
EST(%)	51,60 ^{ab}	48,35 ^b	54,17 ^a	53,88 ^a
Gordura(%)	24,88 ^a	20,44 ^b	25,50 ^a	25,83 ^a
¹ GES (%)	48,30 ^a	42,32 ^b	47,21 ^a	48,05 ^a
Proteína(%)	18,16 ^b	19,34 ^b	21,42 ^a	21,07 ^a
Umidade(%)	48,40 ^{ab}	51,65 ^a	45,83 ^b	46,12 ^b
Cinzas (%)	3,73 ^{ab}	4,08 ^a	3,36 ^{ab}	2,96 ^b
Sal(%)	1,63 ^{ab}	1,67 ^a	1,36 ^b	1,45 ^{ab}
² S/U (%)	3,28 ^a	3,14 ^a	2,91 ^a	3,06 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,005)

¹ GES = Gordura em base seca

² S/U = Relação sal / umidade

As etapas de ultrafiltração e pré-fermentação parecem não ter afetado a composição dos queijos, indicando que estas operações podem ser utilizadas na fabricação de queijo de massa semi-cozida e lavada, como o queijo Prato, no entanto observaram-se diferenças quanto ao teor de gordura, teor de umidade, pH, acidez e cinzas.

A Figura 1 apresenta o perfil médio da capacidade de derretimento dos tratamentos. Os dados indicaram que houve um aumento da capacidade de derretimento ao longo do tempo e diferenças significativas nas interações Trat*tempo (p=0,00162) e bloco*trat. (p<0,0001), mostrando que o perfil de derretimento do queijo prato variou entre os diferentes tratamentos ao longo do tempo e nos diferentes blocos a CD dos tratamentos também variou. Os queijos QP e QR-0 não apresentaram diferença estatística significativa entre si, mas diferiram de QR-10 e QR-20, os quais não diferiram significativamente entre si.

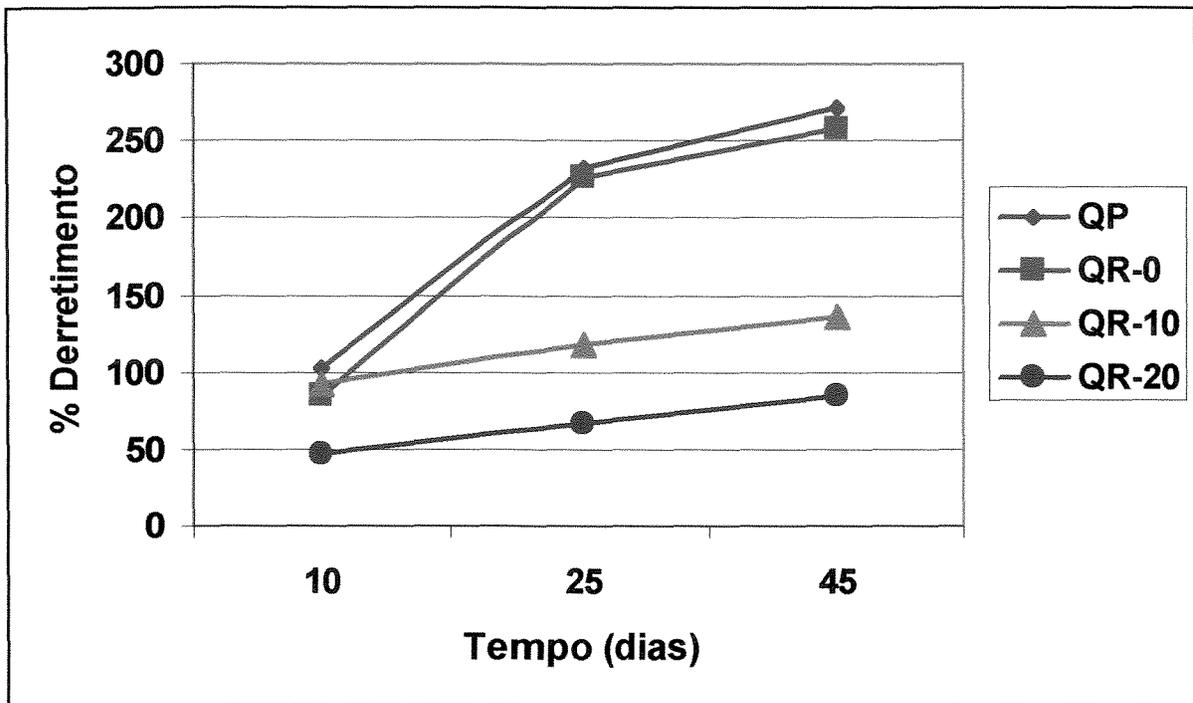


FIGURA 1 – Perfil do derretimento do queijo tipo Prato ao longo da maturação.

A TABELA 2 apresenta a ANOVA para o experimento.

Tabela 2 - ANOVA para valores de Derretimento dos Queijos durante os 45 dias armazenado

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	15397	7698,6	5,69	0,0136
Tratamentos	3	111669	37223	2,69	0,14
Bloco*Trat	6	83164	13861	10	<0,0001
Tempo	2	72263	36132	10,24	<0,0001
Trat*tempo	6	30361	5060,2	26,68	0,0162
Resíduo (erro b)	16	21665		3,74	
Total	35	334521			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Como pode ser observado pelos dados apresentados na Tabela 1, os Queijos QR-10 e QR-20 apresentaram teor de umidade menor que QP e QR-0, sendo significativamente diferente de QR-0. Parte desta diferença do teor de umidade é devida a diferença do teor de proteína que para QR-10 e QR-20 é significativamente maior de QP e QR-0, portanto podendo ter sido parcialmente responsável pelas diferenças observadas da CD.

Por outro lado KINDSTED *et alii* (2001) relata que a CD é afetada pelo pH da massa no momento da drenagem do soro, o qual afeta tanto o nível de cálcio como a umidade da mesma, bem como pelo pH do queijo que afeta fortemente as interações proteína umidade e conseqüentemente a CD dos queijos.

Na tabela 3 estão apresentados os valores de pH médios para o soro no momento do corte da coalhada, no ponto da massa e dos queijos ao longo dos 45 dias de estocagem.

TABELA 3 - Valores Médios (n=3) de pH do soros e dos queijos

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
¹ soro 1	6,61 ^a	6,62 ^a	5,55 ^b	5,22 ^b
² soro 2	6,65 ^a	6,67 ^a	5,73 ^b	5,18 ^b
D10	5,41 ^a	5,45 ^a	5,04 ^b	4,89 ^b
D25	5,51 ^a	5,39 ^a	5,09 ^b	4,93 ^b
D45	5,34 ^a	5,29 ^a	5,09 ^b	4,95 ^b

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

¹Soro 1= Soro no corte da coalhada

²Soro 2 = Soro no Ponto da massa

Observa-se pelos dados da tabela 3 que o pH no ponto de massa, ou seja na drenagem do soro, para o queijo QR-20, encontrava-se em 5,18, o mais baixo dos quatro tratamentos, sendo, provavelmente, parcialmente responsável pela sua menor capacidade de derretimento de acordo com KINDSTED (2001). Já para o queijo QR-10 embora a pré-fermentação de 10% do retentado tenha abaixado o

pH do soro no corte e no ponto de massa a um valor significativamente diferente de QP e QR-0, não deve ter causado uma mudança no teor de cálcio e umidade suficiente para causar uma diferença na CD no décimo dia entre este queijo e QP e QR-0 (Gráfico 1).

Como pode ser observado também na Tabela 3 o pH de QR-0 no ponto de massa foi maior que os demais, podendo ser responsável tanto pela maior retenção de água na massa, como também por um maior conteúdo de minerais.

A TABELA 4 apresenta os dados de Acidez Titulável (AT) dos soros no ponto de corte e no ponto de massa e dos queijos dos diferentes tratamentos ao longo do tempo de armazenagem refrigerada.

TABELA 4 - Valores Médios (n=3) de Acidez titulável do soros e dos queijos

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
¹ soro 1	12,89 ^c	15,99 ^c	29,48 ^b	43,53 ^a
² soro 2	10,60 ^c	13,51 ^c	24,47 ^b	37,21 ^a
D10	0,57 ^c	0,59 ^c	1,06 ^b	1,31 ^a
D25	0,73 ^c	0,76 ^c	1,2 ^b	1,38 ^a
D45	0,89 ^c	0,84 ^c	1,23 ^b	1,43 ^a

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

¹Soro 1= Soro no corte da coalhada

²Soro 2 = Soro no Ponto da massa

Os tratamentos QR-10 e QR-20 em função da pré-fermentação de parte dos retentados apresentaram desde a etapa do corte da coalhada uma maior acidez com relação QP e QR-0. Esta acidez proporcionou provavelmente uma maior solubilização de cálcio, uma maior rigidez da coalhada, com conseqüente maior contração e expulsão de soro, resultando queijos com menor umidade e provavelmente com menor CD.

A desmineralização da coalhada dos queijos obtidos neste experimento pode ser avaliada qualitativamente a partir dos dados de cinzas e teor de sal (TABELA 1). À medida que aumentou a proporção de retentado pré-fermentado, constatou-

se uma relação inversa na desmineralização da coalhada. Por esta avaliação QR-10 apresentou um grau de mineralização similar a QP, menor que QR-0 e maior que QR-20, o que concorda com ROEFS *et alii*, (1985) de que quando o pH cai, uma grande parte do fosfato de cálcio e parte das caseínas nas micelas se tornam solúveis e cálcio e fosfato são perdidos no soro. A maior mineralização da coalhada do tratamento QR-0 por outro lado não resultou numa menor CD no décimo dia, provavelmente como resultado de um efeito maior do teor de umidade deste queijo.

Observa-se também na Tabela 3 que o queijo QR-20 apresentou valores de pH de 4,89 no décimo dia de estocagem, valor este de pH muito inferior quando comparado com os outros tratamentos, sendo provavelmente este fator, parcialmente, responsável pelo sua menor capacidade de derretimento, de acordo com KINDSTED *et alii* (2001) que constataram em um estudo específico com queijos Mussarella que os mesmos perdiam sua CD a valores de pH inferiores a 5,0.

A evolução da capacidade de derretimento ao longo dos 45 dias de estocagem refrigerada a 7°C esta apresentada na FIGURA 1, os dados mostram que QR-10 e QR-20 apresentam um moderado crescimento de CD enquanto que QR-0 e QP caracterizam-se por maiores índices de aumento da CD ao longo do tempo. Comparando-se a evolução da CD ao longo do tempo com a variação de pH (TABELA 2) observou-se que os valores de pH nos tratamentos QR-10 e QR-20, praticamente não apresentaram variação, permanecendo próximos de 5,0 enquanto QP e QR-0 apresentaram pequena diminuição no valor de pH ao longo dos 45 dias de armazenamento (ao redor de 5,4). Portanto a menor capacidade de derretimento, bem como o seu menor aumento ao longo do tempo dos queijos QR-10 e QR-20, pode estar associada ao pH destes queijos próximos a 5,0, conforme KINDSTED *et alii* (2001).

A tabela 5 apresenta os valores de NNC para os quatro tratamentos aos 10, 25 e 45 dias de estocagem refrigerada a 7°C.

TABELA 5 - Teores de NNC médio (n=3) dos diferentes tratamentos

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
D10	0,27	0,33	0,51	0,56
D25	0,41	0,44	0,63	0,66
D45	0,48	0,57	0,74	0,79

Os tratamentos QR-20 e QR-10 apresentaram maiores valores de NNC (TABELA 5), ao longo dos 45 dias de estocagem refrigerada quando comparados com QP e QR-0, ao mesmo tempo apresentaram CD menores, resultados estes que estão de acordo com YUN *et alii* (1995), que confirmaram que os valores reduzidos de pH no momento da drenagem associado a uma proteólise da caseína mais acentuada podem contribuir na diminuição da capacidade de derretimento dos queijos e na suas propriedades funcionais.

Neste trabalho, no queijo obtido por ultrafiltração, sem pré-fermentação QR-0 foi observada um menor fracionamento da caseína (TABELA 5) e capacidade de derretimento maior não apresentando diferenças significativas quando comparado com o queijo padrão (QP). Os tratamentos QR-10 e QR-20 apresentaram maior degradação de caseína (maiores teores de NNC) e menores valores na capacidade de derretimento, não apresentando diferenças significativas entre si ($p=0,14$). Segundo MADSEN & QVIST (1998) queijos obtidos por ultrafiltração apresentam características de derretimento insatisfatórias, podendo ser uma das razões a proteólise menos intensa em queijos obtidos de retentados. Neste estudo nossos resultados não concordam MADSEN & QVIST (1998). A proteólise mais elevada nos queijos QR-10 e QR-20, deve-se ao fato da pré-fermentação de parte do retentado, o qual foi responsável pelo aporte de uma massa celular microbiana elevada ativada, aporte de uma quantidade de ácido láctico considerável e conseqüente redução do pH já a partir do momento da coagulação, efeito de um menor pH na maior retenção e atividade do agente coagulante na massa.

CONCLUSÕES

A capacidade de derretimento dos queijos obtidos de retentados foi afetada pela proporção de retentado pré-fermentado.

A Capacidade de derretimento dos queijos foi influenciada pelo valor do pH no momento da drenagem do soro.

A Capacidade de derretimento dos queijos foi influenciada pelo valor do pH dos mesmos ao longo do tempo de armazenamento refrigerado a 7°C.

A operação de pré-fermentação de parte dos retentados exerceu uma influencia maior na diminuição da capacidade de derretimento dos queijos quando o pH no ponto de massa aproximou-se do valor 5,0.

Foram obtidos queijos através da técnica de ultrafiltração do leite com características de capacidade de derretimento similares as de um queijo Prato obtido pelo processo convencional.

A operação de pré-fermentação de parte dos retentados exerceu uma maior influência sobre a capacidade de derretimento nos queijos obtidos de retentados parcialmente pré-fermentados do que a degradação caseica ocorrida nestes queijos

A operação de pré-fermentação de parte dos retentados influenciou a capacidade de derretimento dos queijos pois ela afetou a umidade e o grau de desmineralização destes queijos.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.
- ARNOTT, D. R., MORRIS, H. A. & COMBS, W. B. Effects of certain chemical factors on the melting quality of process cheese. Journal of Dairy Science. 40:957, 1957.
- BIRKKAER, H.E.; FORSINGDAL, K. Importance of some technological factors in manufacture of cheese from ultrafiltered milk. XXI International Dairy Congress 1; Book 2, Moscow, 1982.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1989) Determination of fat content of milk and milk products (Gerber method) Methods. British Standards Institution, London.
- FIFE, R. L., McMAHON, D.J., OBERG, C. J. Functionality of low fat Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. 79:1903-1910, 1996.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- HARVEY, C.D.; MORRIS,H.A.; JENNESS, R. Relation between melting and textural properties of process cheddar cheese. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 65, p.2291 – 2295, 1982.
- JAMESON, G. W. Manufacture of Cheddar cheese from milk concentrated by ultrafiltration: the development and evaluation of process. Food Technology in Australia 39 (12): 560-564, 1987.
- KINDSTEDT, P. S. Functional Properties of Mozzarella cheese on pizza: A review. Cultured Dairy Products Journal, Washington, v 26 , n 3 p27-31, 1991.

- KINDSTEDT, P. S.; ZIELINSKI, A. ALMENA-ALISTE, M; C. GE A post-manufacturee method to evaluate the effect of pH on Mozzarella cheese characteristics. The Australian Journal of Dairy Technology. v 56 , n 3 p14-19, 2001.
- KOSIKOWSKI, F. V. Cheese and fermented milk foods. 3rd ed. Ann Arbor MI: Edwards Bros., 1982.
- LAWRENCE, R.C.; GILLES, J; CREAMER, L.K. The relationship between cheese texture and flavour. New Zealand journal of Dairy science and technology, v 18, p 175 – 190, 1983.
- MADSEN, J. S.; QVIST, K. B. The effect of added proteolytic enzymes on meltability of Mozzarella manufactured by ultrafiltration. Le Lait, Paris, v. 78, n. 2, p. 259-272, 1998.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. “Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers”. Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2^a Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- RAYAN, A. A., KALAB, M. & ERNSTROM, C. A. Microstructure and Rheology of process cheese. Scanning Electron Microscopy, 3:635, 1980.
- RENNER, E.; EL-SALAM, M. H. Application of ultrafiltration in the dairy industry, London. Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.
- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15^o Ed. Washington, p.412, 1985.

- ROEFS, S.P.F.M.; WALSTRA, P.; DALGLLEISH, D.G. HORNE, D.S. Preliminary note on the change in casein micelles caused by acidification. Netherlands Milk and dairy Journal. Wageninen, v. 39 , n2, p. 119-122, 1985.
- RUDAN, M. A. & BARBANO, D. M. A Model of Mozzarella Cheese Melting and Browning During Pizza Baking. Journal of Dairy Science, 81(8):2312-2319, aug 1998.
- SAS Institute. Inc. 2001. Statistical Analysis Systems, Ver. 8.1, Cary, NC.
- THOMAS, M. A. The manufacture of processed cheese. Scientific principles. N.S.W. Dep. Agriculture and Science., Bull. 84, 1973.
- TUNICK, M. H., MALIN, E. L., SMITH, P. W. & HOLSINGER, V. H. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. Journal of Dairy Science. 76:3621-3628, 1993.
- VAN DENDER, A.G. F.; DUCRET, P.; MAUBOIS, J. L. Estudo da fabricação de queijo tipo prato utilizando ultrafiltração. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (249): 7-14, 1987.
- YUN, J.J.; BARBANO, D. M.; KINDSTEDT, P. S.LAROSE, K. L. Mozzarella Cheese: Impact of Whey pH at Draining on Chemical Composition, Proteolysis, and Functional Properties. Journal of Dairy Science. 78:1-7, 1995.

CAPÍTULO 5

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA MICROESTRUTURA DO QUEIJO PRATO.

Este capítulo será submetido a publicação

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA MICROESTRUTURA DO QUEIJO PRATO

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, e o seu efeito na microestrutura do mesmo. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC® - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep®, com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista® – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semicozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. Os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, quanto a sua microestrutura com 45 dias de armazenamento refrigerado (7°C), através da Microscopia eletrônica de varredura (MEV) para examinar as características estruturais do queijo tipo Prato. A micrografia do QP comparada com a micrografia dos queijos obtidos a partir de retentados por ultrafiltração, com a presença (QR-10 e QR-20) ou ausência (QR-0) da pré-fermentação evidenciou mudanças nos tamanhos dos espaços vazios na

matriz protéica, anteriormente ocupados pelos glóbulos de gordura.

Palavras chaves: Queijo Prato; ultrafiltração; pré-fermentação; Microestrutura.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE MICROSTRUCTURE

On this research were evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultra filtration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2.5:1 and its effect on melting capacity. It was evaluated the retentate pre-fermentation use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture type O (G3 MIX 6 VISBYVAC[®] - B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep[®] ultra filtration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlet pressure of respectively 2.5 and 1.5 kg/cm². Cheeses were manufactures following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista calf rennet - 90% Chymosin) at 35° C/ 40 min., curd cutting, Washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Treatments were randomized with respect to cheese manufacture. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to microscopy with 45 days of refrigerated storage (7°C), with Scanning Electron Microscopy (SEM) used to examine structural characteristics on cheeses. QP cheese micrograph structure compared with Ultrafiltrated cheese milk, with pre-fermentation (QR-10 e QR-20) and without pre-fermentation (QR-0) showed change on size of the void spaces on the protein matrix.

Key words: Prato Cheese; ultra filtration; prefermentation; Microstructure.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um produto de massa macia, semi-cozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó. Apresenta algumas variações quando se trata das demais variedades, tanto no formato como no tamanho. (OLIVEIRA, 1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou através do aumento da temperatura na camisa de parede dupla do tanque, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche, geralmente apresenta uma textura fechada, contudo podem aparecer algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero Leuconostoc (OLIVEIRA, 1986).

A aplicação do processo de ultrafiltração de leite para fabricação de queijos surgiu em 1969 na França, através de um processo denominado de M.M.V. em homenagem aos inventores MAUBOIS, MOCQUOT E VASSAL (1969). Essa invenção provocou uma revolução na tecnologia de laticínios, numerosos trabalhos foram realizados e, atualmente, várias indústrias, inclusive no Brasil, utilizam essa tecnologia para produção de queijos.

VAN DENDER et alii (1987) realizaram estudos preliminares com objetivo de verificar a viabilidade tecnológica da produção de queijo tipo Prato pelo processo M.M.V. Os autores testaram o nível de diafiltração em retentados com fator de concentração de 7:1, obtido com equipamento dotado de membrana mineral, e os resultados obtidos demonstraram a possibilidade de se produzir queijos de massa semi-dura com características físico-químicas semelhantes às do queijo tipo Prato.

RIBEIRO (1996), estudou a produção de queijo tipo Prato com o uso da ultrafiltração do leite a diferentes fatores de concentração, pré-acidificação de 10% e incorporação do mesmo ao restante do retentado não fermentado no momento da produção, obtendo características satisfatórias quando comparados com queijo Prato obtido tradicionalmente.

Os principais constituintes do leite são micelas de caseína, glóbulos gordurosos e proteínas de soro. Os dois componentes anteriores são corpusculares e as proteínas de soro se tornam corpusculares quando coagulam. Mudanças estruturais nestes componentes básicos provocadas pelos processos industriais têm sido estudadas através de microscopia eletrônica de varredura. (KALÁB, 1993).

As razões para o uso da Microscopia Eletrônica de Varredura são numerosas: alta resolução que permite avaliar vários detalhes em nanômetros de diâmetro, habilidade para estudar superfícies como também estruturas internas (BUCHHEIM, W. 1982; KALÁB, M. 1981; citados por KALÁB, 1993), habilidade para examinar amostras no estado hidratado congelado (BUCHHEIM, W. 1982; SCHMIDT, D.G., 1982), possibilidade de comparar resultados e confirmá-los usando diferentes procedimentos (BROOKER B.E. 1984), possibilidade para realizar microanálise de raio X de amostra na escala de Microscopia Eletrônica (BROOKER, B.E. 1987) e microanálises imunológicas que utilizam anticorpos recobertos por ouro (HORISBERGER *et alii*, 1984; SINGER *et alii*, 1990).

Proteínas do soro não podem ser visualizadas através da microscopia eletrônica de varredura no seu estado in natura dissolvidas no leite. Porém, a coagulação delas conduz à formação de agregados que na maioria dos casos podem ser visualizados ao microscópio eletrônico (BEVERIDGE *et alii*, 1983; BUCHHEIM *et alii*, 1985; HARWALKAR *et alii*, 1985; HARWALKAR *et alii* 1985b; JELEN *et alii*, 1984).

BROOKER *et alii* (1975) observaram inclusões cristalinas em queijo tipo Cheddar maturado e sob maturação e as identificaram como uma variedade de

sais de cálcio, particularmente fosfato e lactatos. A localização dos sais nos espaços entre a gordura e fases de caseína no queijo, sugere que eles se desenvolvam a partir de bolsões de soro residual na massa. BOTTAZZI *et alii* (1982) encontraram cristais semelhantes em queijo de tipo Grana e confirmaram a presença de cálcio e fósforo neles utilizando a micro análise de raio X.

CRAIG *et alii*, (1993) avaliaram por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), o efeito da filagem da massa de queijo tipo Mussarela sobre a gordura e soro e sua conseqüente distribuição aleatória, provocada pela tração da massa no momento da filagem, e concluíram que esta operação alterou a distribuição destes constituintes de modo a confluírem em espaços comuns que chamaram de bolsões de gordura e soro e cujo formato denominaram “em túnel”.

GREEN *et alii* (1984), estudaram a caracterização química de leite concentrado por ultrafiltração e observaram através da técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) que nenhuma desnaturação das soro proteínas ou rompimento das caseínas foi detectado durante a concentração de leite integral. Observaram, no entanto, que redução do tamanho dos glóbulos de gordurosos ocorreu desde o início do processo e danos na membrana destes mesmos glóbulos foi observado, tornando o leite mais susceptível à lipólise.

Segundo GREEN *et alii* (1981), quando o soro é expulso através da prensagem, os glóbulos gordurosos torna-se distorcidos e suas membranas são rompidas, e o queijo se transforma em “ilhas” de gordura aprisionadas na matriz protéica. Segundo os mesmos autores, à medida que a concentração do leite aumenta a rede protéica progressivamente torna-se mais grosseira. Quando a coalhada foi examinada por microscopia ótica, GREEN *et alii* (1981), observaram que as áreas de gordura tendem ser de maior magnitude quanto maior a concentração do leite durante a fabricação de queijos. Este fato pareceu indicar que a estrutura da matriz de proteína de leite com diferentes concentrações difere ao longo do processo produtivo.

Neste mesmo estudo, GREEN *et alii* (1981), relataram que uma consequência da rede protéica tornar-se mais espessa e grosseira, foi o aprisionamento de glóbulos gordurosos em áreas maiores. Este fato refletiu no decréscimo da área de interface de gordura / proteína. A variação na estrutura da matriz de proteína foi suficiente para explicar as altas perdas de gordura observada em queijos obtidos de retentados obtidos de ultrafiltração, considerando-se que a gordura é retida na coalhada por aprisionamento físico.

EINO *et alii* (1976), observaram através da MEV, a microestrutura de queijo Cheddar e relataram que em geral os materiais protéicos na matriz estavam agregados e fundidos em estruturas de diversos tamanhos, formando uma compacta e fase contínua. Como a formação desta estrutura particular não é muito conhecida, é plausível que seja resultado da ação da atividade da quimosina. As aberturas na rede protéica era esférica, rugosa e irregular nas formas e nos tamanhos. Estas aberturas estavam situadas na matriz protéica próximas umas das outras como discretas cavidades, indicando que a gordura ficou aprisionada na rede e não fazia parte da mesma.

EINO *et alii* (1975), compararam a massa de queijos Cheddar obtidos de diferentes agentes coagulantes (vitelo, pepsina bovina e pepsina suína), concluindo que massa obtida de pepsina bovina e pepsina suína formaram uma rede fibrosa e mais aberta. Concluíram que os diferentes coagulantes não somente causam degradação protéica, mas também causam características estruturais na rede protéica específica de cada enzima.

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C/2min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com modulo de membranas minerais Carbosep[®] de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e 1,5 kg/cm². Para se atingir o FCV desejado, foi monitorado o nível de permeação e o volume de permeado a ser retirado foi calculado pela fórmula: $2,5 = \text{massa de leite (kg)} / (\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)})$. O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a seguinte fórmula: $\text{FCV} = \text{teor de gordura no retentado (\%)} / \text{teor de gordura no leite}$. (RENNER *et alii* 1991).

Após o processo de concentração, o retentado foi pasteurizado a 60°C por 30min., resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em porções iguais (aproximadamente 18,5 kg), das quais foram retiradas zero, 10 e 20 % respectivamente, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções fermentadas e não fermentadas, para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC[®] – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e

Lactococcus lactis ssp. *Cremoris*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque, na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista® e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana*) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à medida que ocorreu a dessora. Após 20 minutos iniciou-se a dessora e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensadas em prensa vertical com peso de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atingido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C por um período de 45 dias.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40

minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional, porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subseqüentes ao corte da coalhada para os tratamentos obtidos a partir de retentados foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte. Os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção.

Metodologia analítica

Análises composicionais dos queijos

Para as análises da composição dos queijos, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995): cinzas - AOAC 935.42; teor de nitrogênio (NT) por macroKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína; A acidez total (AT) - AOAC 920.124; O teor de umidade / EST - AOAC 925.23. O teor de gordura (Gb) foi determinado pelo método de Gerber (British Standard Institution, 1989) e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela fórmula $GES = \%Gb/\%EST*100$. Para determinação de pH utilizou-se de potenciômetro previamente calibrado. O teor de sal foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985).

As análises de composição dos queijos foram realizadas com 10 dias de estocagem. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Avaliação da microestrutura dos queijos

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi aplicada nos queijos Prato, com o objetivo de avaliar as características de sua microestrutura. Esta análise foi realizada nos queijos com quarenta e cinco dias de estocagem.

Preparo da amostra

As amostras de queijo Prato foram cortadas em cubos de aproximadamente 0,5cm, fixadas com glutaraldeído 2% em tampão Cacodilato 0,1 M e pH 7,13 por 15 horas. Lavadas duas vezes por quinze minutos em tampão cacodilato 0,1 M. Foram então, pós fixadas com ósmio (OsO₄ 1%) em tampão cacodilato por seis horas. Lavadas novamente com tampão Cacodilato 0,1M e desidratadas em solução alcoólica com diferentes gradientes de concentração (50, 70, 90, 95 e 100). Por fim, foram desidratadas com acetona, fraturadas e montadas em "stubs". Os fragmentos foram submetidos a secagem pela técnica do ponto crítico, recobertas com ouro 180seg/40mA e examinadas no microscópio eletrônico modelo MEV / IB – JEOL JSM-5800LV com voltagem de 10Kv.

Avaliação ótica de corte espesso dos queijos

A microscopia ótica sob tratamento de corte espesso (20µm) foi realizada com solução alcoólica de Sudan black conforme CLARK, G. (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Química

A composição centesimal dos tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20, está apresentada na tabela 1. Os queijos apresentaram composição similar.

TABELA 3 - Composição dos queijos Prato

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
¹ EST(%)	54,89	51,91	58,13	56,82
¹ Gordura(%)	25,33	20,00	25,33	25,00
¹ G/EST (%)	46,15	38,53	43,58	44,00
¹ Proteína(%)	18,02	19,17	20,91	21,46
¹ Umidade(%)	45,11	48,09	41,87	43,18
¹ Cinzas (%)	3,84	3,85	3,52	3,45
¹ Sal(%)	1,85	1,74	1,56	1,61
¹ Sal/um(%)	3,93	3,49	3,59	3,60
¹ pH	5,38	5,32	5,29	5,16
² pH	5,72	5,26	5,39	5,25
¹ Acidez	0,53	0,59	0,71	0,92
² Acidez	0,84	0,92	0,8	0,97

¹ Análise efetuada com 10 dias de estocagem

² Análise efetuada com 45 dias de estocagem

As micrografias a seguir (FIGURAS 1 a 4), mostram os diferentes tratamentos e suas características microscópicas. Em todas elas, observou-se que a massa protéica é contínua e formada pela coesão de massas globosas e intensamente perfurada por espaços esféricos que correspondiam anteriormente aos espaços ocupados pelos glóbulos de gordura. Estes conjuntos de espaços esféricos, para todos os quatro tratamentos, demonstraram conter gordura, quando examinados por microscopia ótica sob tratamento de corte espesso (20µm) com solução alcoólica de Sudam black. À medida que a concentração do retentado aumentou, estes espaços esféricos também aumentaram.

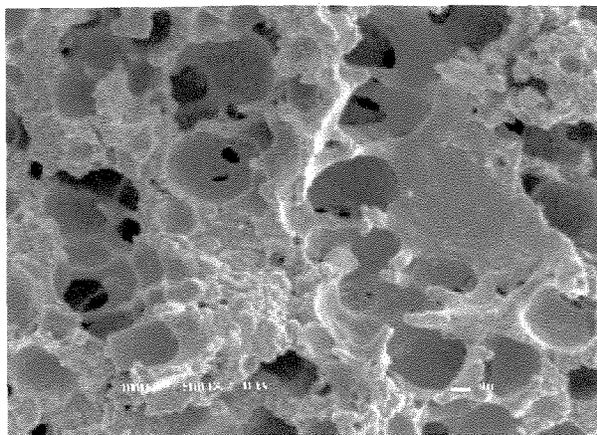
Os dois constituintes móveis, ou seja, o soro e a gordura foram os elementos que durante a formação da massa, prensagem e maturação deram origem, através de sua permanência ou não na massa, às diferenças de coesão nestas massas protéicas.

Foi observado neste trabalho que o diâmetro dos espaços esféricos presentes continuamente na massa protéica variam, de acordo com as operações utilizadas para obtenção do queijo.

As microgravuras dos diferentes tratamentos demonstram como permaneceram as estruturas dos queijos após 45 dias de estocagem refrigerada a 7°C.

No tratamento QP (Figuras 1a e 1b), observou-se na matriz protéica um elevado grau de agregação, com uma intensa presença de glóbulos de gordura com diâmetros médios essencialmente uniformes, de menor magnitude e com pequena presença de glóbulos de gordura de maior diâmetro, mais visíveis ao aumento de 5000x.

1a



1b

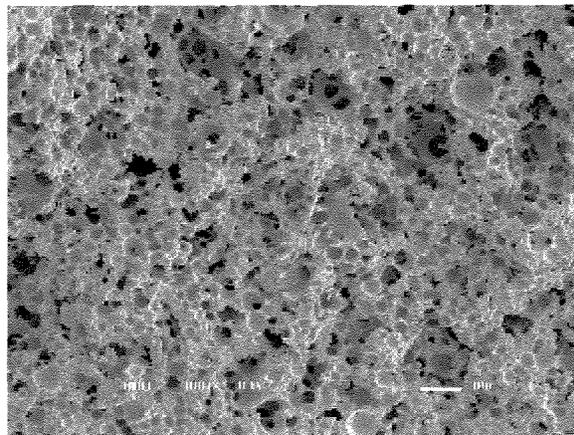


Figura 1a – QP – Microestrutura do queijo Prato obtido tradicionalmente (5000X)

Figura 1b – QP – Microestrutura do queijo Prato obtido tradicionalmente (1000X)

No tratamento QR-0 (Figuras 2a e 2b) observou-se que a matriz protéica apresenta-se com um grau maior de não uniformidade e com porções desta matriz mais condensada (mais coesa), apresentando-se, desta forma, mais grosseira e espessa e não se evidenciou uma distribuição tão uniforme de glóbulos de gordura como observado em QP. Observaram-se também bolsões maiores de soro, evidenciando uma menor uniformidade da distribuição de umidade na massa, coerente com o maior teor de umidade deste queijo (Tabela 1). Por outro lado a menor uniformidade e presença de glóbulos de gordura pequenos na matriz protéica deste queijo, provavelmente está associada a maior perda deste constituinte ocorrida neste queijo (Tabela 1) a qual, provavelmente, foi, majoritariamente, de glóbulos de gordura de menores tamanhos.

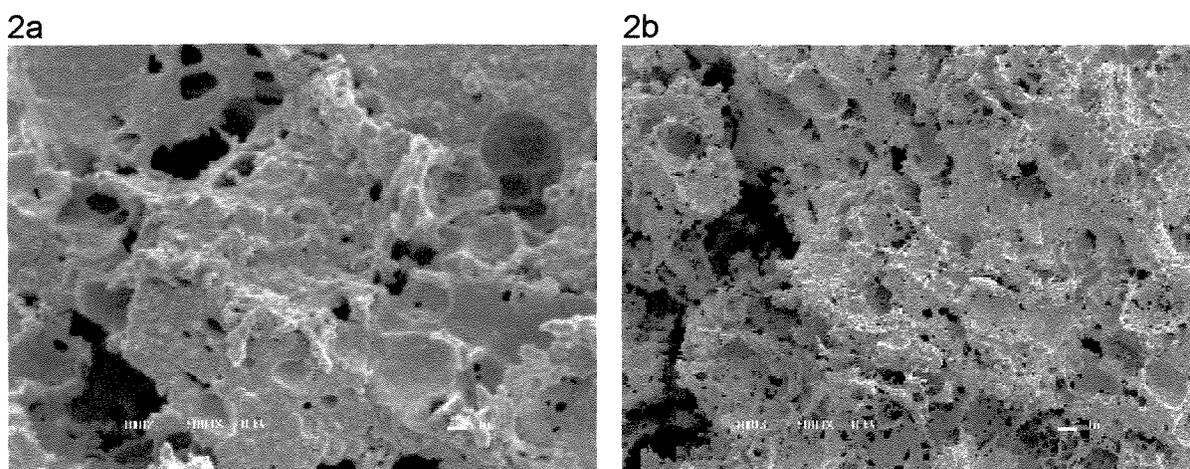


Figura 2a – QR-0 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) sem pré-fermentação (5000X)

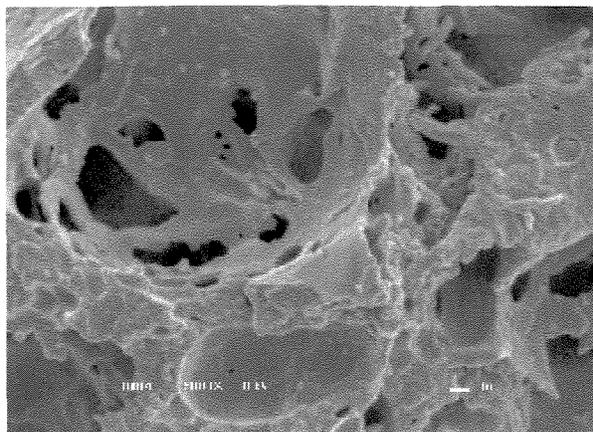
Figura 2b – QR-0 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) sem pré-fermentação (1000X)

No tratamento QR-10 (Figuras 3a e 3b), a matriz protéica, quando não está descontinuada pelos espaços vazios anteriormente ocupados pela gordura, conserva uma estrutura similar a do tratamento QP, não se observando os bolsões de soro constatados em QR-0, o que é coerente com a umidade deste queijo mais próxima de QP do que de QR-0 (Tabela 1). Observou-se também uma menor

presença de glóbulos de gordura de menor tamanho concomitante com uma maior e razoavelmente uniforme presença de glóbulos maiores sugerindo que a perda de gordura ocorrida neste queijo tenha sido menos intensa do que no queijo QR-0, porém maior do que a ocorrida para QP, o que também é coerente com os valores de gordura e gordura no extrato seco destes queijos (Tabela 1).

Observou-se também na interface da matriz protéica com glóbulos de gordura de maior diâmetro, a ocorrência de superfícies aparentemente mais adelgadas e mais lisas, o que parece indicar a possibilidade de um estiramento destas paredes, na etapa da prensagem e drenagem do soro, quando a matriz era ainda suficientemente plástico-elástica em virtude do seu pH (Tabela 2).

3a



3b

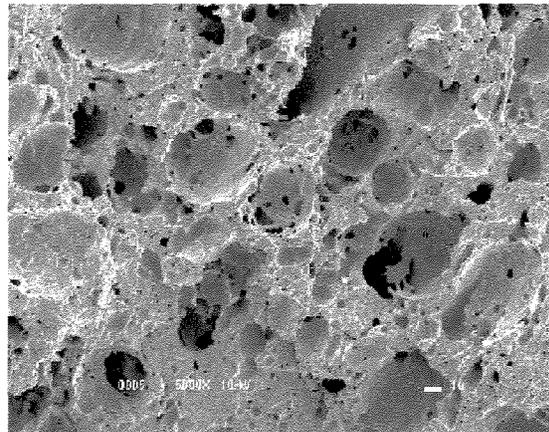


Figura 3a – QR-10 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) com pré-fermentação de 10% do retentado (5000X)

Figura 3b – QR-10 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) com pré-fermentação de 10% do retentado (1000X)

TABELA 2 - Nível de pH dos soros do experimento

	QP		QR-0		QR-10		QR-20	
	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez
¹ Soro 1	6,64	12,87	6,52	15,67	6,08	29,09	5,57	39,72
¹ Soro 2	6,63	11,75	6,62	13,43	6,02	24,06	5,72	35,81

Obs.:¹Soro 1 - Soro obtido no momento do corte da massa; Soro 2 - Soro obtido no momento do ponto da massa

Observou-se que o tratamento QR-20 (Figuras 4a e 4b) é o que apresenta um perfil de distribuição e aspecto dos glóbulos de gordura de pequeno e médio diâmetro de maior similaridade a QP. No entanto também se observa que as células de menor diâmetro estão presentes em menor quantidade do que em QP, o que esta de acordo com os valores de gordura e gordura no extrato seco destes queijos (Tabela 1). Também não se observou, a presença de bolsões de soro de grande tamanho como em QR-0. Observou-se também neste tratamento características de estiramento nas superfícies da matriz protéica que aprisionava os glóbulos gordurosos similares às observadas no queijo QR-10.

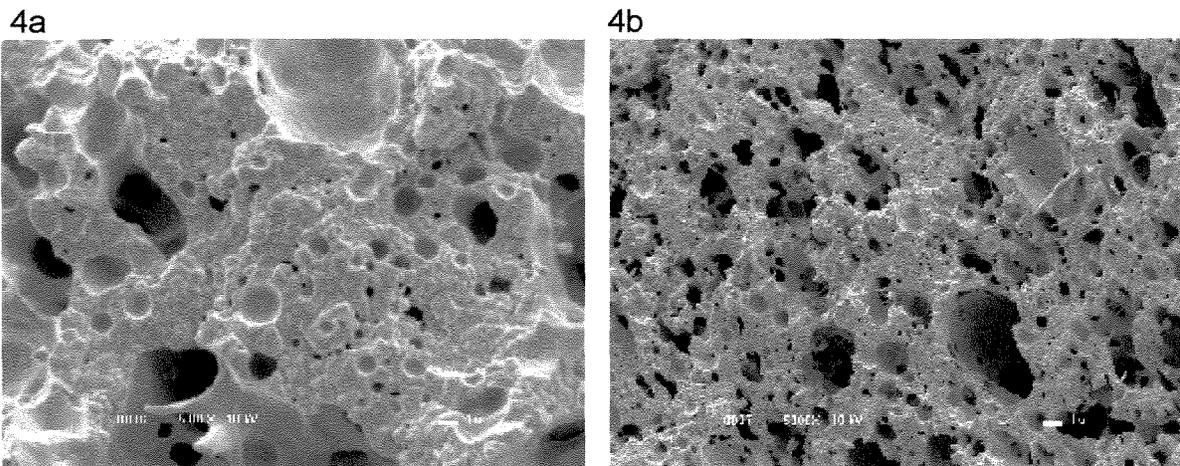


Figura 4a – QR-20 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) com pré-fermentação de 20% do retentado (5000X)

Figura 4b – QR-20 – Microestrutura do queijo Prato obtido de retentado (2,5:1) com pré-fermentação de 20% do retentado (1000X)

CONCLUSÕES

O processo de ultrafiltração em batelada provocou mudanças na estrutura da matriz protéica quando comparado com o método tradicional.

A operação de pré-fermentação de parte do retentado provocou mudanças não só na composição dos queijos como também em sua microestrutura.

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) evidenciou que o processo de ultrafiltração em batelada parece modificar a característica da estrutura da matriz protéica do queijo Prato, não somente pelas modificações na distribuição e nos tamanhos dos glóbulos gordurosos, mas também pelo fato da mesma tornar-se mais grosseira e espessa.

A análise da microestrutura do queijo sem prévia fermentação de parte do retentado evidenciou que estes queijos apresentaram menor uniformidade da distribuição de umidade na massa.

A análise da microestrutura dos queijos evidenciou a alta perda de gordura em queijos obtidos de retentado sem pré-fermentação.

BIBLIOGRAFIA

AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.

BEVERIDGE, T; JONES, L.; TUNG, M.A. Stranded structure development in thermally produced whey protein concentrate gel. Food Microstructure v.2, p.161-163, 1983.

BOTTAZZI , V.; BATTISTOTTI, B.; BIANCHI, F. The microscopic crystalline inclusions in Grana cheese and their X-ray microanalysis. Milchwissenschaft, v. 37, 577- 580, 1982.

BROOKER, B.E. Milk and its products. Food Microscopy, ed. JG Vaughan Academic Press, New York, USA, p. 273-311, 1979.

BROOKER, B.E. The crystallization of calcium phosphate at the surface of mould-ripened cheeses. Food Microstructure, v.9, p. 9-21, 1987.

- BROOKER, B.E.; WELLS K. Preparation of dairy products for scanning electron microscopy:etching of epoxy resin-embedded material. Journal of Dairy Research, v.51 p. 605-613, 1984.
- BUCHHEIM , W. Aspects of sample preparation for freeze-fracture / freeze-etchstudies of proteins and lipids in food systems. A review. Food Microstructure, v.1, p. 198-208, 1982.
- BUCHHEIM, W.; BARFOD, N.M.; KROG, N. Relation between microstructure, destabilization phenomena and rheological properties of whippable emulsions. Food .Microstructure, v. 4, p. 221-232, 1985.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- CLARK, G. Staining Procedures 3ª Edição. Baltimore:Williams e Wilkins Editora,1973, 512p.
- CRAIG, J.O.; MCMANUS, W.R.; MCMAHON, D.J. Microstructure of Mozzarella cheese during manufacture. Food Structure, v. 12, p.251-258, 1993.
- EINO, M.F.; BIGGS D.A.; Irvine, D.M.; Stanley D.W. Microstructural changes during ripening of Cheddar cheese produced with calf rennet, bovine pepsin and porcine pepsin. Canadian Institute of Food Science Technology Journal, v. 12, p.149-153, 1979.
- EINO, M.F.; BIGGS D.A.; IRVINE, D.M.; STANLEY, D.W. A comparison of microstructures of Cheddar cheese curd manufactured with calf rennet, bovine pepsin and porcine pepsin. Journal of Dairy Research, v. 43, p. 113-115, 1976.
- EINO, M.F.; BIGGS D.A.; IRVINE, D.M.; STANLEY, D.W. A Microstructure of Cheddar Cheese: Sample Preparation and Scaning Electron Microscopy. Journal of Dairy Research, v. 43, p. 109-111, 1976b.

- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. *Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.*
- GREEN, M.L.; LANGLEY, K.R.; MARSHALL, R.J.; BROOKER, B.E.; WILLIS, A.; VINCENT, J.F.V. Mechanical properties of cheese, cheese analogs and protein gels in relation to composition and microstructure. *Food Microstructure*, v.5, p. 169-180, 1986.
- GREEN, M.L.; GLOVER, F.A.; SCURLOCK, E. M. W.; MARSHALL,R.J.; HATFIELD, D. S. Effect of use of milk concentrated by ultrafiltration on the manufacture and ripening of cheese. *Journal of Dairy Research*, v.48, p. 333-341, 1981.
- GREEN, M.L.; TURVEY, A.; HOBBS, D. G. Development of structure and texture in Cheddar. *Journal of Dairy Research*, v.48, p. 343-355, 1981.
- GUINÉE, T. P.; PUDJA, P. D.; MULHOLLAND, E. O. Effect of milk protein standardization, by ultrafiltration, on the manufacture, composition and maturation of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research* 61(-): 117-131, 1994.
- HARWALKAR, V.R.; KALÁB, M. Microstructure of isoelectric precipitates from β -lactoglobulin solutions heated at various pH values. *Milchwissenschaft*, v.40, p 665-668, 1985b.
- HORISBERGER, M.; VAUTHEY, M. Location of κ -casein on thin sections of casein micelles by the gold method. *Histochemical*, v.80, p. 9-12, 1984.
- JELEN, P.; BUCHHEIM, W. Stability of whey protein upon heating in acidic conditions. *Milchwissenschaft*, v.39, p. 215-218, 1984.
- KALÁB, M. Electron microscopy of milk products: A review of techniques. *Scanning Electron Microscopy*. V.1981 n.3 p. 453-472, 1981.

- KALAB, M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. Food Structure, v.12 p. 95-114, 1993.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. "Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers". Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- RENNER, E.; EL-SALAM, M. H. Application of ultrafiltration in the dairy industry, London. Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.
- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15º Ed. Washington, p.412, 1985.
- SCHMIDT, D.G. Electron microscopy of milk and milk products: Problems and possibilities. Food Microstructure, v.1 p. 151-165, 1982.
- SINGER, N.S.; DUNN, J.M. Protein microparticulation: the principle and process. Journal of Am. Coll. Nutr., v.9, p. 388-397, 1990.
- VAN DENDER, A.G. F.; DUCRET, P.; MAUBOIS, J. L. Estudo da fabricação de queijo tipo prato utilizando ultrafiltração. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (249): 7-14, 1987.

CAPÍTULO 6

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA TEXTURA INSTRUMENTAL DO QUEIJO PRATO

Este Capítulo será submetido à publicação

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA TEXTURA INSTRUMENTAL DO QUEIJO PRATO

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2.5:1, e o seu efeito na textura instrumental do mesmo. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC® - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep®, com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista® – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semicozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. O desenho experimental foi do tipo Split-plot em triplicata. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, quanto a sua textura com 10, 25 e 45 dias de armazenamento refrigerado (7°C). Em cada repetição, os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) no perfil de dureza-TPA na extremidade dos queijos. Apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em dureza-TPA no centro. QR-10 apresentou maior dureza no centro seguido de QR-20, não apresentando diferença significativa de QR-20 e QP, mas apresentando diferença significativa

quando comparado com QR-0. O perfil de Dureza-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 25 e 45. Quanto a Adesividade-TPA, QR-20 E QR-10 não diferiram significativamente entre si, apresentando os menores valores. QP não diferiu significativamente de QR-0 e QR10 no perfil de Adesividade-TPA no centro da amostra e não diferiu de QR-0 no centro da amostra. O perfil de Adesividade-TPA, em todos os queijos apresentou aumento ao longo do tempo, não apresentando diferenças significativas entre os dias 10, 25 e 45. Quanto ao perfil de textura Elasticidade-TPA, QP apresentou os maiores valores, diferenciando significativamente dos demais tratamentos, tanto no centro quanto na extremidade. QR-0 e QR-10 não diferenciaram significativamente entre si no perfil Elasticidade-TPA no centro, mas diferenciaram-se na extremidade. QR-20 não diferenciou de QR-10 no centro. O perfil de Elasticidade-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 10 e 45. Quanto ao perfil de textura Coesividade-TPA, QP apresentou os maiores valores, não apresentou diferença significativa de QR-0 no centro e na extremidade e apresentou diferença significativa quando comparado com QR-10 e QR-20, estes últimos apresentando diferenças entre si. O perfil de Elasticidade-TPA, em todos os queijos apresentou decréscimo ao longo do tempo, diferenciando significativamente nos dias 10 e 45.

Palavras chaves: Queijo Prato; Ultrafiltração; pré-fermentação; Textura Instrumental.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE INSTRUMENTAL TEXTURE

On this research were evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultrafiltration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2.5:1 and its effect on instrumental texture. It was evaluated the retentate pre-fermentation use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture type O (G3 MIX 6 VISBYVAC® - B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep® ultrafiltration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlet pressure of respectively 2.5 and 1.5 kg/cm². Cheeses were manufactures following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista® calf rennet - 90% Chymosin) at 35° C/ 40 min., curd cutting, Washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Experimental design was split-plot with three replications. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to instrumental texture with 10, 25 and 45 days of refrigerated storage (7°C). The treatments did not presented significant differences at the Hardness-TPA ($p>0,05$) at periphery part of the cheeses. They presented significant difference ($p<0,05$) at hardness-TPA at the center part of the cheese. QR-10 presented highest values of hardness –TPA at center part, followed by QR-20 and no significant difference was found when it was compared with QR-20 and QP. but presented a significant difference when compared with QR-0. The texture profile Hardness-TPA decreased in all cheeses with time. And presented significant difference at 25 e 45 days. Considering the Adhesiveness-TPA, QR-20

and QR-10 did not present significant difference among themselves. They presented the lowest values. QP did not presented significant difference when compared with QR-0 e QR10 at the Adhesiveness-TPA at the center of the cheeses and also did not differ from QR-0 at the center part of the cheese. The profile Adhesiveness-TPA, in all treatments presented increase with the time of storage. but not significant difference were found between the days 10, 25 and 45. The springiness-TPA, QP presented the highest values, and presented significant difference from all treatments at the middle part and at the periphery part of the cheeses. QR-0 and QR-10 did not presented significant difference among them. At the springiness-TPA at the center part of the cheeses, but presented at the periphery part. QR-20 did not differ from QR-10 at the center. The springiness-TPA decreased in all treatments due to the time of storage. And presented significant difference at days 10 and 45. Considering the cohesiveness-TPA, QP presented the highest values and did not presented significant differences from QR-0 at the center part and the periphery part of the cheeses. QP presented significant difference comparing with QR-10 e QR-20. QR-10 AND QR-20 did not presented significant differences among themselves. The cohesiveness-TPA decreased at all treatments with the time of storage, and presented significant difference at 10 and 45 days.

Key words: Prato Cheese; ultra filtration; prefermentation; Instrumental Texture.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um produto de massa macia, semicozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó. Apresenta variações quando se trata das demais variedades, tanto no formato como no tamanho (OLIVEIRA, 1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou através do aumento da temperatura na camisa de parede dupla do tanque, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche, geralmente apresenta uma textura fechada, contudo podem aparecer algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero *Leuconostoc* (OLIVEIRA, 1986).

A aplicação do processo de ultrafiltração de leite para fabricação de queijos surgiu em 1969 na França, através de um processo denominado de M.M.V. em homenagem aos inventores MAUBOIS, MOCQUOT E VASSAL. Essa invenção provocou uma revolução na tecnologia de laticínios, numerosos trabalhos foram realizados e, atualmente, várias indústrias, inclusive no Brasil, utilizam essa tecnologia para produção de queijos.

A fabricação, com sucesso, de queijos tipo Camembert, Saint-Paulin, Quark, Queso Blanco e queijos moles coagulados por renina, a partir do processo M.M.V., é descrito na literatura (DELBEKE, 1987; DUCRUET *et alii*, 1981; JEPSEN, 1974; MAHAUT & MAUBOIS 1985; SAEDERUP NIELSEN, 1987).

Entretanto, o emprego da ultrafiltração pela indústria para a produção de queijos duros tem sido muito limitada. As prováveis razões são os altos custos do equipamento de ultrafiltração, publicações científicas mostrando menores taxas de

maturação nos queijos UF e dificuldades de manuseio dos retentados de alto teor protéico (GUINÉE *et alii*, 1994).

VAN DENDER *et alii* (1987) realizaram estudos com objetivo de verificar a viabilidade tecnológica da produção de queijo tipo Prato pelo processo M.M.V. Os autores testaram o nível de diafiltração em retentados com fator de concentração de 7:1, obtido com equipamento dotado de membrana mineral, e os resultados obtidos demonstraram a possibilidade de se produzir queijos de massa semi-dura com características físico-químicas semelhantes às do queijo tipo Prato.

RIBEIRO (1996), realizou estudos de otimização da produção de queijo tipo Prato, obtendo resultados satisfatórios concentrando o leite com fator de concentração 5:1 e pré-acidificando 10% do retentado e incorporando este fermentado ao retentado no dia da produção, conseguindo desta forma maior rendimento de fabricação (11,3%), assim como características de aroma, sabor, aparência e textura similares ao queijo Prato obtido tradicionalmente.

A matriz protéica de um queijo novo consiste em moléculas de caseína- α_{S1} ligadas por meio de interações hidrofóbicas entre aminoácidos terminais. Inicialmente, a renina hidrolisa a ligação Phe₂₄ e Val₂₅ da caseína- α_{S1} , levando a formação da caseína- α_{S1-1} com a quebra da matriz protéica. Esta quebra específica é responsável pela diminuição da firmeza que ocorre no estágio inicial da maturação. A acentuada influencia do NaCl na proteólise da caseína- α_{S1} , justifica a sua grande importância na textura dos queijos (FOX, 1987).

Os trabalhos envolvendo as propriedades funcionais e o desdobramento das frações protéicas durante a maturação de queijo têm mostrado que a textura deste produto é dependente da relação caseína intacta/umidade e do pH (LAWRENCE *et alii*, 1987). DE JONG (1976) observou uma boa correlação entre a firmeza e a quantidade de caseína α_{S1} intacta. Esta quebra primária (caseína α_{S1} → caseína α_{S1-1}) parece ser responsável pelo amaciamento do queijo durante os primeiros estágios de maturação (CREAMER & OLSON, 1982).

As características de textura dos queijos mudam significativamente durante a estocagem devido o crescimento microbiano, a perda de umidade, a atividade enzimática (degradação de proteína) e a difusão do sal (CERVANTES *et alli*, 1983). Geralmente se não ocorre perda de umidade durante a maturação, o queijo passa por um amolecimento devido à hidrólise protéica (DE JONG, 1976).

O queijo é um material viscoelástico, o que significa que suas características reológicas podem variar de elástico a viscoso dependendo do tipo (duro, semiduro, mole e semimole). Os queijos semiduros não amolecem durante a maturação como os queijos de alta umidade, mas passam pelas mesmas mudanças estruturais (DE JONG, 1976).

Uma importante inovação na análise do perfil de textura foi o desenvolvimento do texturômetro da General Food que simulava a mastigação comprimindo, com um cilindro, duas vezes a amostra (FRIEDMAN *et alli*, 1963; SZCZESNIAK *et alli*, 1963). A força necessária para comprimir a amostra era registrada em gráficos e a partir da análise dos mesmos, extraíam-se sete parâmetros de textura, sendo cinco deles medidos diretamente nos gráficos obtidos e dois calculados a partir do demais parâmetros. SZCZESNIAK (1975) definiu os parâmetros de textura como sendo: Fraturabilidade (“fracturability”) que é a força encontrada na primeira quebra no primeiro pico; Dureza (“hardness”) que é o pico de força na primeira compressão (primeira mordida); Coesividade (“cohesiveness”) que é a razão entre a área da segunda compressão e da primeira compressão; Elasticidade (“springiness”) que é a velocidade com que o material deformado volta a sua condição original após ser retirada a força deformante; Adesividade (“adhesiveness”) que é a área da força negativa, representada pelo trabalho necessário para “descolar” o dispositivo de compressão da amostra; Mastigabilidade (“chewiness”) que é o produto dureza X coesividade X elasticidade; Gomosidade (“gumminess”) é o produto dureza X coesividade. Esses parâmetros de textura instrumentais foram correlacionados com os parâmetros sensoriais de textura obtendo-se ótimos resultados (SZCZESNIAK *et alli*, 1963).

A retenção das proteínas do soro interfere no desenvolvimento das características organolépticas e de textura típicas do queijo. Quanto maior o teor de proteína do soro presente, maior é a diferença nas propriedades funcionais dos queijos (LAWRENCE, 1989).

Quando queijos tipo Cheddar foram produzidos a partir de leites concentrados de 3 a 6 vezes por ultrafiltração, as estruturas e as texturas dos mesmos foram mais próximas às dos queijos controles quando esses foram produzidos a partir de retentados 5:1 (GREEN, 1985).

DELBEKE (1987) verificou que queijos Saint-Paulin produzidos por ultrafiltração apresentaram vários defeitos de sabor e textura. A redução do teor de lactose a valores menores ou iguais a 1,9% acelerou o desenvolvimento de sabor. Uma longa pré-maturação por 16 horas a 20°C na presença de 0,5% de NaCl, até atingir pH 5,2-5,0 seguida pela adição de renina, resultou na obtenção de características típicas de textura. A adição de NaCl ao leite uma hora antes da ultrafiltração e diafiltração combinada com a longa pré-maturação resultaram em um queijo semelhante ao tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C/2min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com modulo de membranas minerais Carbosep® de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e

1,5 kg/cm². Para se atingir o FCV desejado, foi monitorada a permeação e o volume de permeado a ser retirado foi calculado pela fórmula: $2,5 = \text{massa de leite (kg)} / (\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)})$. O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a seguinte fórmula: $\text{FCV} = \text{teor de gordura no retentado (\%)} / \text{teor de gordura no leite}$. (RENNER *et alii* 1991).

Após o processo de concentração, o retentado foi pasteurizado a 60°C por 30min., resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em porções iguais (aproximadamente 18,5 kg), das quais foram retiradas zero, 10 e 20 % respectivamente, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções fermentadas e não fermentadas, para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC[®] – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque, na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista[®] e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (Bixa orellana) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à

medida que ocorreu a dessoragem. Após 20 minutos iniciou-se a dessoragem e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em drenoprensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensadas em prensa vertical com pesos de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atendido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C por um período de 45 dias.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40 minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional, porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subsequentes ao corte da coalhada para os tratamentos obtidos a partir de retentados foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte.

Metodologia analítica

Análises composicionais dos queijos

Para as análises da composição dos queijos, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995): cinzas - AOAC 935.42; teor de nitrogênio (NT) por macroKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína; A acidez total (AT) - AOAC 920.124; O teor de umidade / EST - AOAC 925.23. O teor de gordura (Gb) foi determinado pelo método de Gerber (British Standard Institution, 1989) e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela fórmula $GES = \%Gb/\%EST*100$. Para determinação de pH utilizou-se de potenciômetro previamente calibrado. O teor de sal foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985). O nitrogênio solúvel em tampão acetato a pH 4,6 (Nitrogênio não Caséico-NNC) foi determinado segundo BARBANO *et alii* (1991).

As análises de composição dos queijos foram realizadas com 10 dias de estocagem. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Avaliação da textura instrumental dos queijos

A textura do queijo Prato foi avaliada através da Análise do Perfil de Textura (TPA) – (Texture Profile Analysis) utilizando-se o texturômetro TAXT₂ (analisador de textura) Stable Micro Systems (SMS). O equipamento foi operado pelo programa Texture Expert[®]. O TAXT₂ fornece medidas de compressão, tanto de distância como de força. Os resultados são apresentados de forma gráfica e a integração é feita pelo software específico do equipamento, proporcionando a interpretação dos resultados. Optou-se pela avaliação da textura pelo método

TPA, por ser este um dos mais adequados para o produto em questão, fornecendo um conjunto de informações, num mesmo teste.

Preparo da amostra

A preparação das amostras foi feita da seguinte forma: de cada peça de queijo Prato, duas fatias de 30mm de espessura foram destinadas ao teste. Desta fatias retiraram-se 10 cilindros, sendo 6 deles da região externa e os demais da região central. O teste foi realizado com no mínimo 10 cilindros, sendo cinco de cada região. As amostras para leitura tinham um formato cilíndrico com diâmetro e altura de 20mm. As amostras foram acondicionadas em caixas plásticas, devidamente fechadas, para evitar o ressecamento. A fim de se evitar a influência da temperatura na textura, durante a realização do teste, as amostras foram mantidas sob temperatura controlada, (aproximadamente 10°C) dentro de um recipiente isotérmico, com barras de gelo reciclável. Durante o teste foi verificada a homogeneidade e a uniformidade das amostras; quando ocorreu desintegração durante a medida, o resultado foi desconsiderado e o teste repetido. As condições utilizadas no programa do texturômetro TAXT₂, para o teste de compressão: força x tempo foram: força tempo threshold = 20 seg, velocidade pré teste = 2,0 mm/seg, velocidade do teste = 1,0mm/seg., velocidade do pós teste = 2,0mm/seg., distância que o dispositivo comprime a amostra = 10mm, equivalente a 50% de compressão, força de contato = 5,0 g e o probe utilizado foi o cilindro metálico com 55 mm de diâmetro (SMS P/55).

Os parâmetros de Perfil de Textura fornecidos pelo software do equipamento foram elasticidade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade, fraturabilidade e dureza.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento estatístico adotado para o experimento foi Split-plot em blocos, onde as parcelas foram os tratamentos, a sub parcela o tempo e o bloco a batelada de leite a ser processada. Foram utilizadas três bateladas, uma para cada replica completa, formando três blocos.

Foram avaliados no experimento tratamentos formados por: **QP**: Sem Ultrafiltração; **QR-0**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 sem pré-fermentação; **QR-10**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 10% do retentado; **QR-20**: Ultrafiltração à conc. 2,5:1 com pré-fermentação de 20% do retentado. As análises do Perfil de Textura (TPA) foram avaliadas estatisticamente através de análise de variância utilizando-se do procedimento de comparação múltipla entre pares de médias nas datas correspondentes, ou seja, com dez, vinte e cinco e quarenta e cinco dias de fabricação. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS[®], versão 8e (SAS Institute, Inc., Cary, NC.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Química

A composição centesimal dos tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20 esta apresentada na Tabela 1, e corresponde ao produto com dez dias após fabricação e indica que os queijos fabricados a partir de retentados obtidos de leite concentrado por ultrafiltração não possuem composição centesimal diferente do queijo padrão. A operação de pré-fermentação de parte do retentado diminuiu o pH dos queijos com maior porção pré-fermentada.

Tabela 1 - Média (n=3) da composição dos queijos (após 10 dias de fabricação)

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
EST(%)	51,60 ^{ab}	48,35 ^b	54,17 ^a	53,88 ^a
Gordura(%)	24,88 ^a	20,44 ^b	25,50 ^a	25,83 ^a
¹ GBS (%)	48,30 ^a	42,32 ^b	47,21 ^a	48,05 ^a
Proteína(%)	18,16 ^b	19,34 ^b	21,42 ^a	21,07 ^a
Umidade(%)	48,40 ^{ab}	51,65 ^a	45,83 ^b	46,12 ^b
pH	5,41 ^{ab}	5,45 ^a	5,04 ^{ab}	4,89 ^b
Acidez	0,57 ^b	0,59 ^b	1,06 ^{ab}	1,31 ^a
Cinzas (%)	3,73 ^{ab}	4,08 ^a	3,36 ^{ab}	2,96 ^b
Sal(%)	1,63 ^{ab}	1,67 ^a	1,36 ^b	1,45 ^{ab}
² S/U (%)	3,28 ^a	3,14 ^a	2,91 ^a	3,06 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p > 0,005$)

¹ GBS = Gordura em base seca

² S/U = Relação sal / umidade

Perfil de Textura (TPA)

A Tabela 2 apresenta os valores da ANOVA para a variável dependente Dureza-TPA no centro do queijo. A análise estatística dos dados dos quatro tratamentos, ou seja, QP, QR-0, QR-10 e QR-20, demonstrou que não houve interação Bloco*trat ($p=0,7178$) e não houve interação trat*tempo ($p=0,7972$). No entanto houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,0048$) e no tempo de armazenamento ($p=0,0001$). Na análise comparativa das médias pelo teste de Tukey, os valores de Dureza-TPA no centro dos queijos diminuíram ao longo do tempo, apresentando diferença significativa entre o décimo dia e o vigésimo quinto ($p < 0,05$), mas não apresentando diferença significativa entre o vigésimo quinto e o quadragésimo quinto ($p > 0,05$) dia de armazenamento refrigerado.

Tabela 2 - ANOVA para valores médios (n=3) de Dureza-TPA no centro do queijo durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	938619	469309,5	4,02	0,0385
Tratamentos	3	2233349	744449,8	6,38	0,0048
Bloco*Trat	6	428609,1	71434,85	0,61	0,7178
Tempo	2	3987850	1993925	17,08	0,0001
Trat*tempo	6	352269,9	58711,64	0,5	0,7972
Resíduo (erro b)	16	1868028	116751,7		
Total	35	9808725			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A Tabela 3 apresenta os valores da ANOVA para o perfil de Dureza-TPA na extremidade do queijo. Não foi observado interação Bloco*trat ($p=0,2913$) e trat*tempo ($p=0,1048$). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,0936$), mas houve no tempo de armazenamento ($p<0,0001$). Na análise comparativa das médias pelo teste de Tukey (TABELA 12), os valores do perfil de Dureza-TPA na extremidade dos queijos diminuíram ao longo do tempo, apresentando diferença significativa entre as três datas (10, 25 e 45 dias) de armazenamento refrigerado.

Tabela 3 - ANOVA para valores médios (n=3) de Dureza-TPA na extremidade do Queijo durante os 45 de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	1889068	944534	5,94	0,0118
Tratamentos	3	1208895	402965	2,53	0,0936
Bloco*Trat	6	1292208	215367,9	1,35	0,2913
Tempo	2	11313703	5656851	35,56	<0,0001
Trat*tempo	6	2043960	340660	2,14	0,1048
Resíduo (erro b)	16	2545315	159082,2		
Total	35	20293148			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A Tabela 4 apresenta os valores de NNC dos tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20 com dez, vinte e cinco e quarenta e cinco dias após a fabricação em estocagem refrigerada a 7°C. Os queijos sofreram degradação da caseína, provavelmente pela ação da quimosina e do fermento láctico, o que pode ter causado a redução da Dureza-TPA ao longo do tempo. CRAMER & OLSON (1982), também observaram este efeito pesquisando queijo tipo Cheddar.

TABELA 4 - Teores de NNC médio (n=3) dos diferentes tratamentos

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
D10	0,27	0,33	0,51	0,56
D25	0,41	0,44	0,63	0,66
D45	0,48	0,57	0,74	0,79

Quando se compararam os valores do perfil de Dureza-TPA do centro com os valores do perfil de Dureza-TPA da extremidade, observou-se uma grande diferença o que provavelmente pode ser explicado pela diferença de proteólise que pode ocorrer do centro para a extremidade em queijos salgados em salmoura, como o queijo tipo Prato. Alguns autores (LAWRENCE *et alii*, 1987) sugerem que esta maturação diferenciada está ligada a desidratação de queijos maturados fora de embalagens com barreira ao ar e umidade. Porém este efeito pode também ser devido a diferença de gradiente do teor de sal / umidade do queijo (DE JONG, 1978; CERVANTES *et alii*, 1983).

A figura 1 apresenta a evolução do perfil de Dureza-TPA na extremidade dos queijos ao longo dos 45 dias de armazenamento. Com a evolução da maturação todos os tratamentos apresentaram uma tendência de decréscimo dos valores desta variável dependente, apresentando diferenças significativas ($p < 0,0001$) ao longo do tempo.

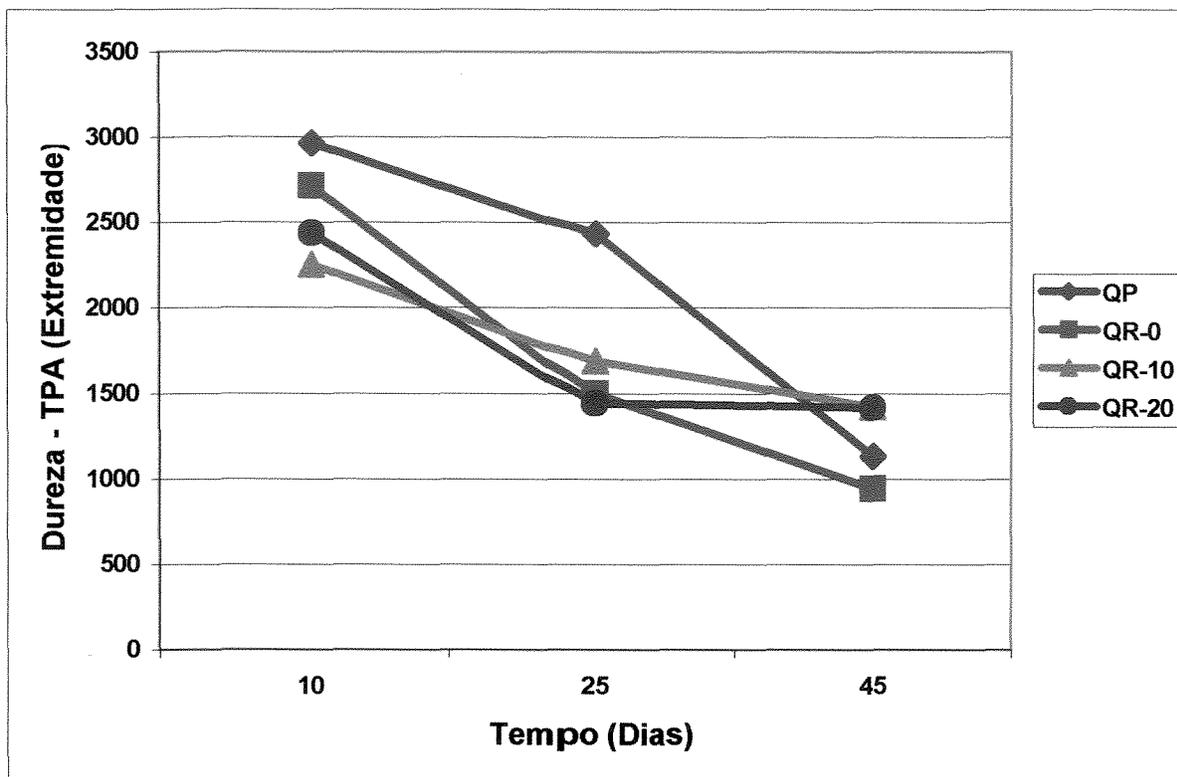


Figura 1- Perfil de Dureza TPA na extremidade dos queijos

A Tabela 5 apresenta os valores médios do perfil de textura-TPA para os quatro tratamentos na extremidade e no centro dos queijos.

TABELA 5- Valores Médios (n=3) dos parâmetros de Textura TPA dos queijos

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
Dureza no centro	1152,1 ^{ab}	880,2 ^b	1547,4 ^a	1368,6 ^a
Dureza na extremidade	2176,4 ^a	1718,50 ^a	1786,4 ^a	1766,3 ^a
Adesividade no centro	82,52 ^b	118,92 ^b	142,44 ^{ab}	205,12 ^a
Adesividade na extremidade	50,82 ^c	71,37 ^{bc}	118,42 ^{ab}	139,68 ^a
Elasticidade no centro	0,77 ^a	0,65 ^b	0,64 ^b	0,55 ^c
Elasticidade na extremidade	0,85 ^a	0,78 ^b	0,70 ^c	0,66 ^c
Coesividade no centro	0,57 ^a	0,52 ^a	0,45 ^b	0,34 ^c
Coesividade na extremidade	0,48 ^a	0,45 ^{ab}	0,40 ^b	0,30 ^c

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

Embora entre os tratamentos não tenha ocorrido diferença significativa para o perfil de Dureza-TPA na extremidade dos queijos, os dados apresentados na tabela 5 mostram uma tendência onde QP apresentou maiores valores, seguido de QR-10, QR-20 e QR-0. QR-0 apresentou maior amolecimento da estrutura protéica indicando uma mudança mais drástica, este fato pode ser explicado pelo maior teor de umidade encontrado neste queijo (TABELA 1).

Nos valores de perfil de Dureza-TPA do centro, QR-10 apresentou maiores valores, seguido de QR-20, QP e QR-0, isto provavelmente foi devido à uniformidade da massa apresentada por QR-10 e QR-20 e pelos maiores valores de umidade de QP e QR-0. Quando avaliados pelo teste de médias de Tukey (Tabela 5) não apresentaram diferença significativa QP, QR-0 e QR-20, e QR-0 não diferenciou significativamente de QP.

A figura 2 apresenta os dados do perfil instrumental de Dureza-TPA do centro de todos os tratamentos. Todos eles apresentam uma mesma tendência, muito embora, o tratamento QP tenha apresentado uma mudança maior. O perfil de Dureza-TPA, na parte central do queijo QR-0, inicialmente foi bem inferior que em todos os outros queijos. Estes dados podem ser explicados pelo maior teor de umidade do queijo (TABELA 1) e também por causa da provável maturação mais intensa no centro do queijo.

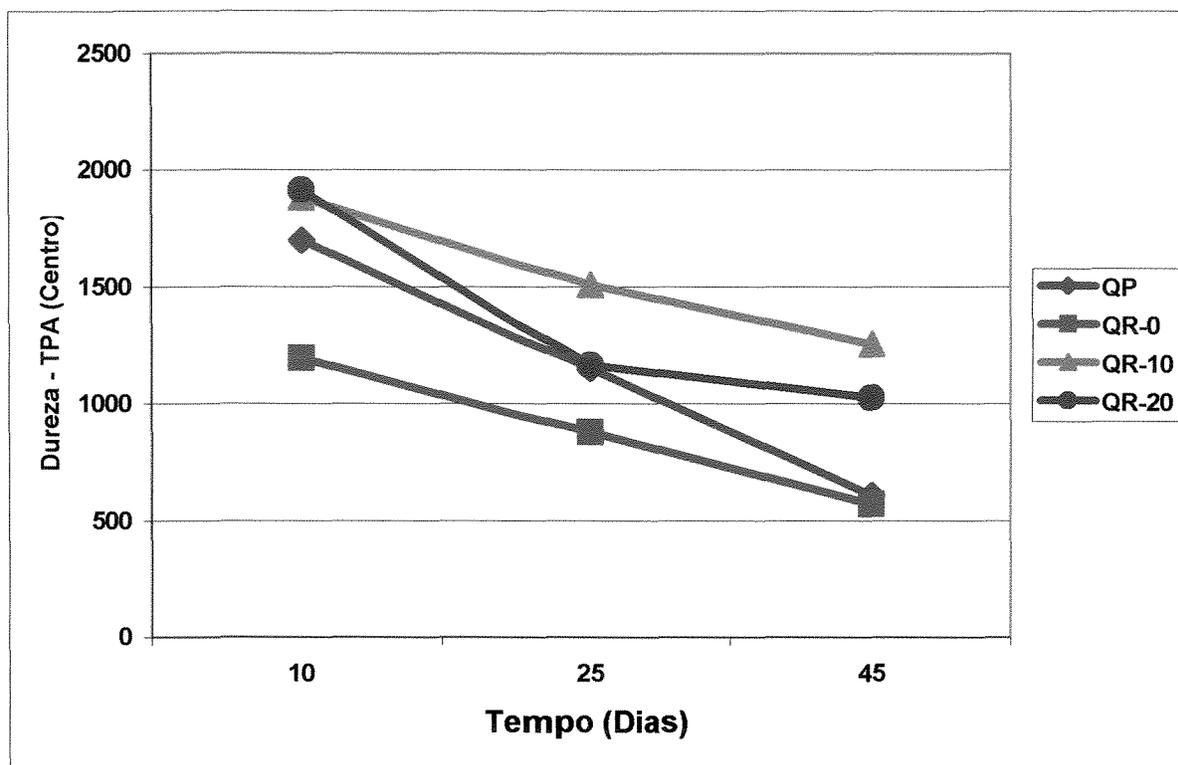


Figura 2- Perfil de dureza TPA no centro dos queijos

Na TABELA 6, estão apresentados os dados da ANOVA do perfil de Coesividade-TPA no centro. Não foi observada interação trat*tempo ($p=0,6747$), e de acordo com o teste de tukey (TABELA 12), os valores do perfil de Coesividade-TPA no centro dos queijos diminuíram ao longo do tempo, apresentando diferença significativa entre o décimo dia e o quadragésimo quinto dia de armazenamento refrigerado, o que sugere que quanto maior a maturação dos queijos menor o seu perfil de Coesividade-TPA. Por outro lado constatou-se que a operação de pré-fermentação de parte do retentado exerceu um efeito superior sobre este atributo do que a operação de ultrafiltração (TABELA 5) provavelmente em razão de que a pré-fermentação paralelamente também foi responsável por um maior fracionamento caseíco (TABELA 4).

Os valores médios do perfil de Coesividade-TPA, no centro dos queijos mostram que QP não diferiu significativamente de QR-0 ($p>0,05$) e diferiu de QR-10 e QR-20, os mesmos diferiram entre si e de QR-0 (TABELA 5).

Tabela 6 - ANOVA para valores médios (n=3) de Coesividade-TPA no centro dos queijos durante os 45 dias de armazenamento refrigerado

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,0877722	0,0438861	25,5	<0,0001
Tratamentos	3	0,2579639	0,085988	49,97	<0,0001
Bloco*Trat	6	0,1728944	0,0288157	16,75	<0,0001
Tempo	2	0,0315389	0,0157694	9,16	0,0022
Trat*tempo	6	0,0069278	0,0011546	0,67	0,6747
Resíduo (erro b)	16	0,0275333	0,0017208		
Total	35	0,5846306			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Na TABELA 7, estão apresentados os dados da ANOVA dos valores do perfil de Coesividade-TPA na extremidade. Não foi observada interação trat*tempo ($p=0,6122$) e de acordo com o teste de tukey (TABELA 12), os valores de coesividade-TPA na extremidade dos queijos diminuiram ao longo do tempo, não apresentando diferença significativa ($p>0,05$) entre o décimo dia e o vigésimo quinto porem apresentando diferença significativa entre estas datas e o quadragésimo quinto dia de armazenamento refrigerado a 7°C. Os valores médios do perfil de Coesividade-TPA, na extremidade dos queijos mostram que QP não diferiu significativamente de QR-0 ($p>0,05$) e diferiu de QR-10 e QR-20, os mesmos diferiram entre si e QR-0 não diferiu de QR-10 (TABELA 5). O comportamento do perfil de Coesividade-TPA na extremidade apresentou comportamento similar ao perfil de Coesividade-TPA no centro.

Tabela 7 - ANOVA para valores médios (n=3) de Coesividade-TPA na extremidade dos queijos durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,0817556	0,0408778	14,75	0,0002
Tratamentos	3	0,1604444	0,0534815	19,29	<0,0001
Bloco*Trat	6	0,2178889	0,0363148	13,1	<0,0001
Tempo	2	0,0453556	0,0226778	8,18	0,0036
Trat*tempo	6	0,0126222	0,0021037	0,76	0,6122
Resíduo (erro b)	16	0,0443556	0,0027722		
Total	35	0,5624222			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A figura 3 apresenta a evolução do perfil de Coesividade-TPA na extremidade dos queijos ao longo dos 45 dias de armazenamento. Com a evolução da maturação todos os tratamentos apresentaram uma tendência de decréscimo dos valores, apresentando diferenças significativas ($p=0,0036$) no tempo. Os dados mostram uma tendência onde QP apresentou maiores valores para Coesividade-TPA na extremidade, seguido de QR-0, QR-10 e QR-20. QR-0 apresentou um ligeiro aumento aos 25 dias de armazenamento e depois apresentou comportamento similar a QP.

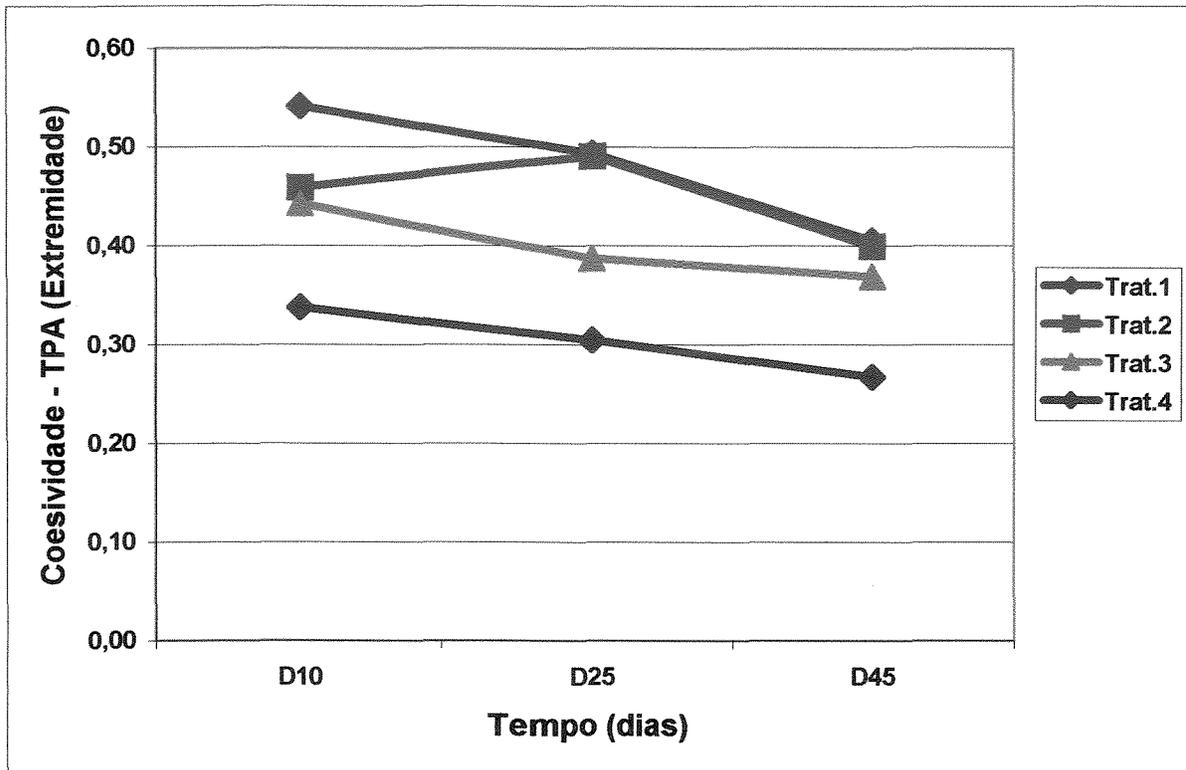


Figura 3 - Perfil de Coesividade-TPA na extremidade dos queijos

A figura 4 apresenta os dados de Perfil de Coesividade TPA da parte central de todos os tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram comportamento similar ao longo do tempo, com exceção de QR-0 que obteve um pequeno aumento nos valores médios no vigésimo quinto dia, mas depois acompanhou a queda dos demais tratamentos. Os dados deste trabalho divergem dos apresentados por GREEN *et alii* (1981) que encontraram aumento nos valores de coesividade ao longo do tempo em queijo Cheddar, porém estes pesquisadores usaram dose menor de coagulante para queijos obtidos de retentados de leite concentrado por ultrafiltração, o que pode explicar o aumento da coesividade.

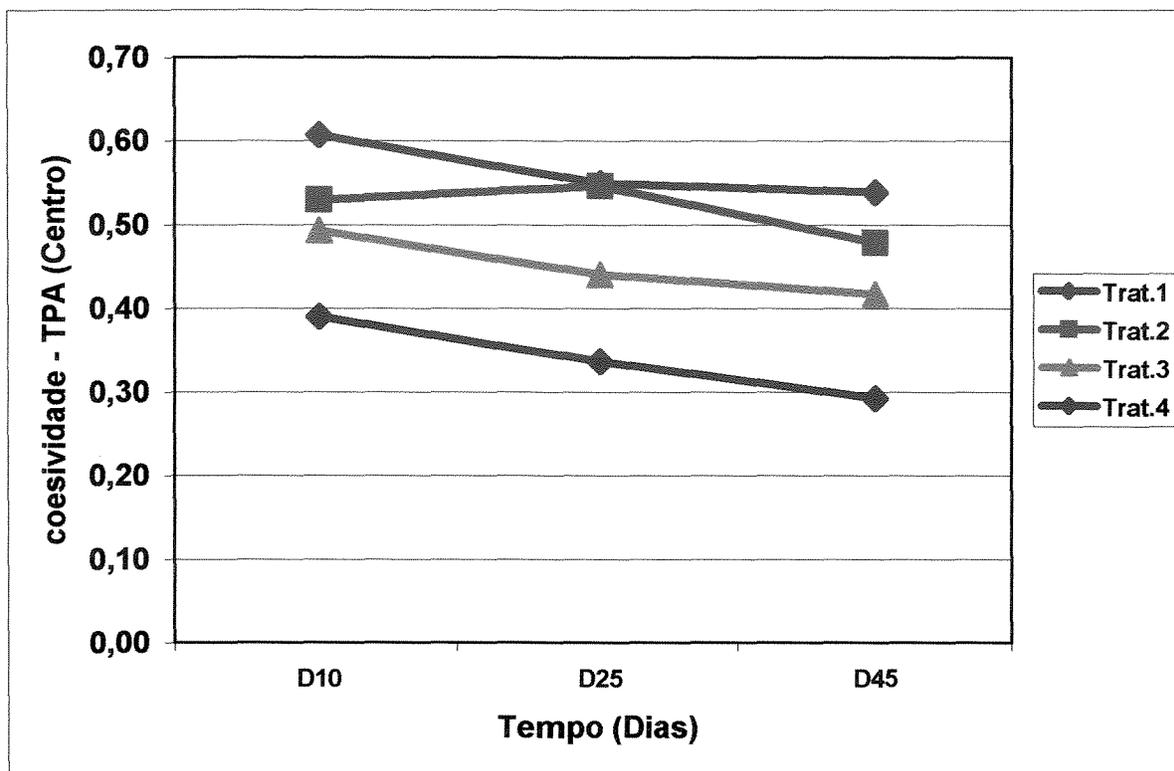


Figura 4 - Perfil de Coesividade no centro dos queijos

Na TABELA 8, estão apresentados os dados da ANOVA do perfil de Elasticidade-TPA no centro. Não foi observada interação trat*tempo ($p=0,7152$). De acordo com o teste de tukey (TABELA 12), os valores do perfil de Elasticidade-TPA no centro dos queijos diminuíram ao longo do tempo, apresentando diferença significativa entre o décimo dia e o vigésimo quinto e entre o décimo dia e o quadragésimo quinto, mas não apresentando diferença significativa entre o vigésimo quinto e o quadragésimo quinto dia de armazenamento refrigerado. Todos os valores do perfil de Elasticidade-TPA diminuíram ao longo do tempo.

Os dados apresentados na TABELA 4 sugerem que quanto maior a maturação dos queijos menor o seu perfil de Elasticidade-TPA. Por outro lado constatou-se que a operação de pré-fermentação de parte do retentado exerceu um efeito no decréscimo dos valores deste atributo (TABELA 5) provavelmente em

razão de que a pré-fermentação paralelamente também foi responsável por um maior fracionamento caseico (TABELA 4).

Os valores médios do perfil de Elasticidade-TPA, no centro dos queijos mostram que QP diferiu significativamente de QR-0 ($p < 0,05$) e dos demais tratamentos (QR-10 e QR-20), no entanto, QR-0 e QR-10 não diferiram significativamente entre si, mas diferiram de QR-20 (TABELA 5).

TABELA 8 - ANOVA para valores médios (n=3) de Elasticidade -TPA no centro do Queijo durante os 45 dias de armazenamento refrigerado

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,0524389	0,0262194	10,75	0,0011
Tratamentos	3	0,2162778	0,0720926	29,56	<0,0001
Bloco*Trat	6	0,1150722	0,0191787	7,86	0,0005
Tempo	2	0,0453722	0,0226861	9,3	0,0021
Trat*tempo	6	0,0090056	0,0015009	0,62	0,7152
Resíduo (erro b)	16	0,0390222	0,0024389		
Total	35	0,4771889			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Na TABELA 9, estão apresentados os dados da ANOVA dos valores do perfil de Elasticidade-TPA na extremidade. Não foi observada interação trat*tempo ($p = 0,4879$). De acordo com o teste de tukey, os valores do perfil de Elasticidade-TPA na extremidade dos queijos diminuiram ao longo do tempo, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre o décimo dia e o vigésimo quinto e não apresentando diferença significativa entre o vigésimo quinto e o quadragésimo quinto dia de armazenamento refrigerado ($p > 0,05$). Entre o décimo e quadragésimo dia houve diferença significativa. O abaixamento dos valores do perfil de Elasticidade-TPA no centro e na extremidade pode estar ligado a mudanças no pH dos queijos assim como na proteólise dos mesmos. (EVERETT & JAMESON, 1993).

TABELA 9 - ANOVA para valores médios de Elasticidade-TPA na extremidade dos queijos durante os 45 dias de armazenamento refrigerado

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	0,033965	0,019825	11,45	0,0008
Tratamentos	3	0,1979861	0,0659954	38,1	0,0001
Bloco*Trat	6	0,0339056	0,0056509	3,26	0,0273
Tempo	2	0,02795	0,013975	8,07	0,0038
Trat*tempo	6	0,0098722	0,0016454	0,95	0,4879
Resíduo (erro b)	16	0,0277111	0,0017319		
Total	35	0,337075			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A figura 5 apresenta os dados de Perfil de Elasticidade TPA da extremidade de todos os tratamentos.

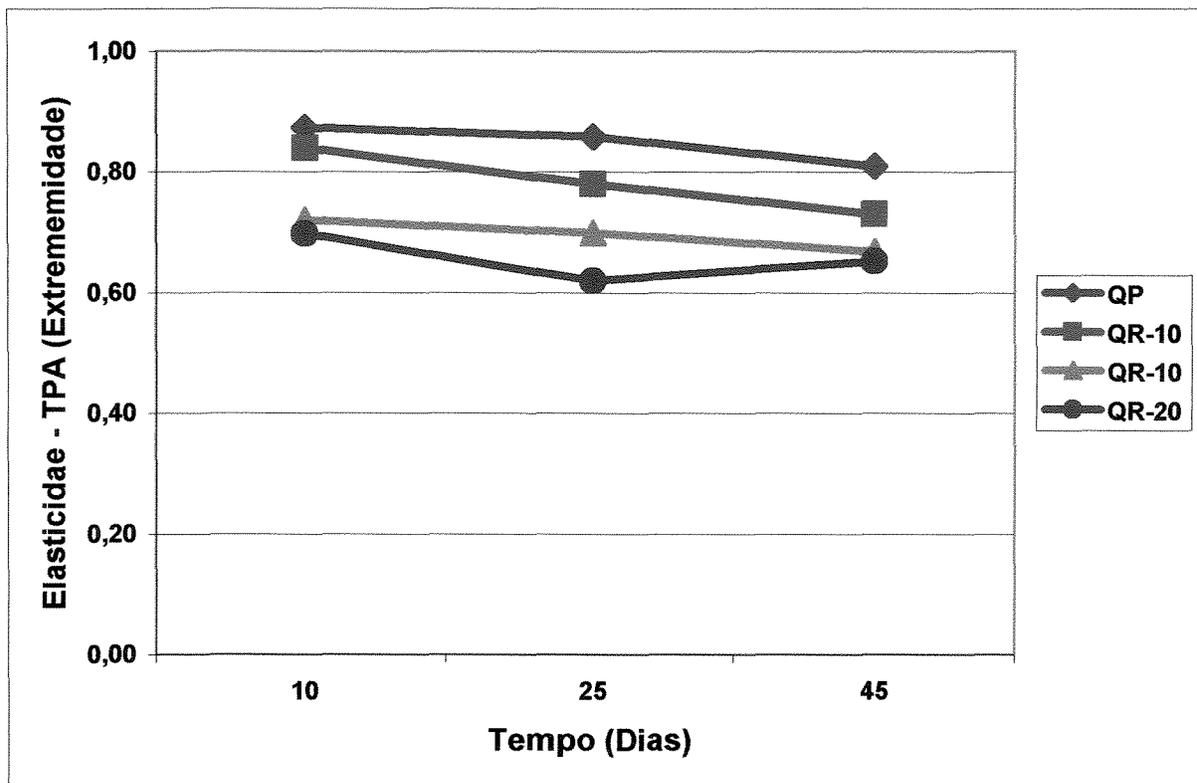


Figura 5 Perfil de Elasticidade TPA na extremidade dos queijos

A figura 6 apresenta os dados de Perfil de Elasticidade TPA no centro de todos os tratamentos.

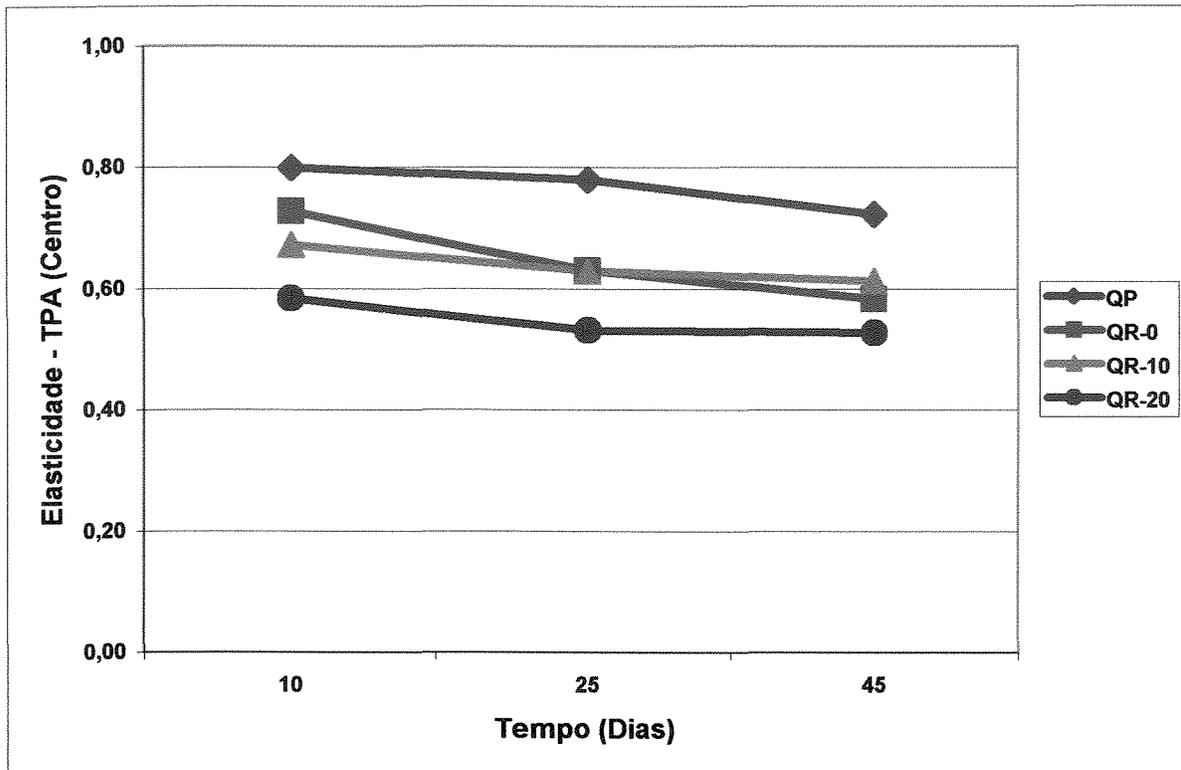


Figura 6 Perfil de Elasticidade TPA no centro dos queijos

Na TABELA 10, estão apresentados os dados da ANOVA do Perfil de Adesividade-TPA no centro. Não foi observada interação trat*tempo ($p=0,5893$). De acordo com o teste de tukey, os valores do perfil de Adesividade-TPA no centro dos queijos diminuíram ao longo do tempo, não apresentando diferença significativa entre o décimo dia e o vigésimo quinto e não apresentando diferença significativa entre o décimo, o vigésimo quinto e o quadragésimo quinto dia de armazenamento refrigerado. Os tratamentos QP, QR-0 e QR-10 não apresentaram diferenças significativas entre si (TABELA 5), quanto ao perfil de Adesividade-TPA na parte central dos queijos. QR-20 apresentou diferença significativa ($p<0,05$) quando comparado com QP e QR-0, mas não apresentou

diferença significativa ($p > 0,05$) de QR-10. A operação de pré-fermentação parece exercer efeito no aumento dos valores (TABELA 5).

Tabela 10 - ANOVA para valores médios (n=3) de Adesividade-TPA no centro do queijo durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	84913,979	42456,989	16,42	0,0001
Tratamentos	3	71677,181	23892,394	9,24	0,0009
Bloco*Trat	6	33863,995	5643,9992	2,18	0,0994
Tempo	2	2280,6363	1140,3181	0,44	0,6509
Trat*tempo	6	12287,587	204793111	0,79	0,5893
Resíduo (erro b)	16	41364,038	2585,2524		
Total	35	246387,42			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

Na TABELA 11, estão apresentados os dados da ANOVA dos valores do perfil de Adesividade-TPA na extremidade. Não foi observada interação trat*tempo ($p = 0,7784$). De acordo com o teste de tukey, os valores de Adesividade-TPA na extremidade dos queijos diminuíram ao longo do tempo, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as três datas da avaliação (10, 25 e 45 dias) de armazenamento refrigerado. O tratamento QP, não diferiu significativamente ($p < 0,05$) de QR-0, diferindo dos demais tratamentos ($p > 0,05$). QR-0 não diferiu significativamente de QR-10, diferindo de QR-20, que não diferiu significativamente de QR-10 (TABELA 5). Estes dados são discordantes com os de GREEN *et alii* (1981), porém uma quantidade de coalho inferior foi usada nos experimentos destes autores, fato este que pode ter influenciado no perfil de Adesividade-TPA. A operação de pré-fermentação exerceu efeito parcial sobre o perfil de Elasticidade-TPA no centro do queijo e exerceu efeito sobre o perfil de Elasticidade-TPA na extremidade (TABELA 5), isto provavelmente pode ser explicado pelos valores de pH e de umidade dos diferentes tratamentos (TABELA 1). A operação de ultrafiltração parece exercer influência no decréscimo dos valores do perfil de Elasticidade-TPA (TABELA 5).

Tabela 11 - ANOVA para valores médios (n=3) de Adesividade -TPA na Extremidade do Queijo durante os 45 dias de armazenamento

Fatores	GL	SQ	QM	F	P-Valor
Bloco	2	48946,9596	24473,4798	15,77	0,0002
Tratamentos	3	45494,3515	15164,7838	9,77	0,0007
Bloco*Trat	6	20738,2139	3456,36898	2,23	0,094
Tempo	2	1064,77911	532,38955	0,34	0,7147
Trat*tempo	6	4924,47512	820,74585	0,53	0,7784
Resíduo (erro b)	16	24827,2827	1551,7052		
Total	35	145996,062			

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados QM = Quadrado médio; P = Probabilidade

A figura 7 apresenta os dados de Perfil de Adesividade-TPA da extremidade de todos os tratamentos.

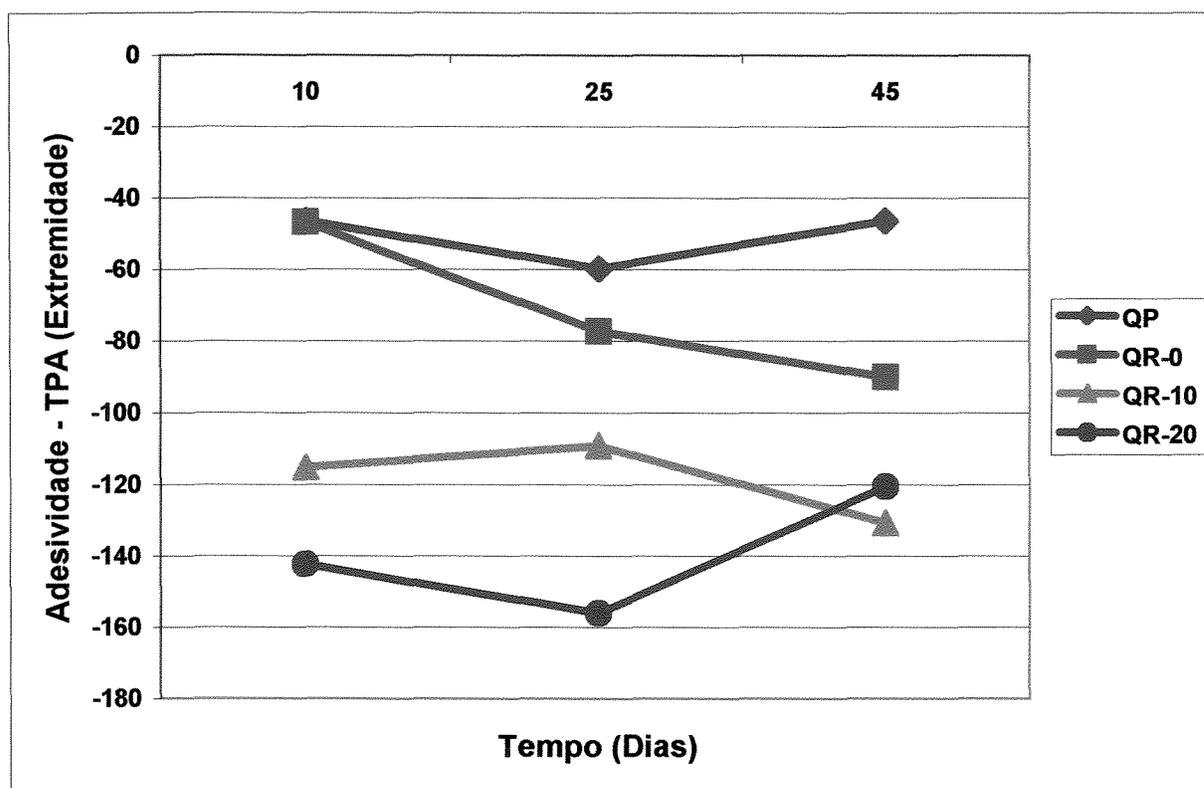


Figura 7 - Perfil de Adesividade TPA na extremidade dos queijos

A figura 8 apresenta os dados de Perfil de adesividade-TPA do centro de todos os tratamentos.

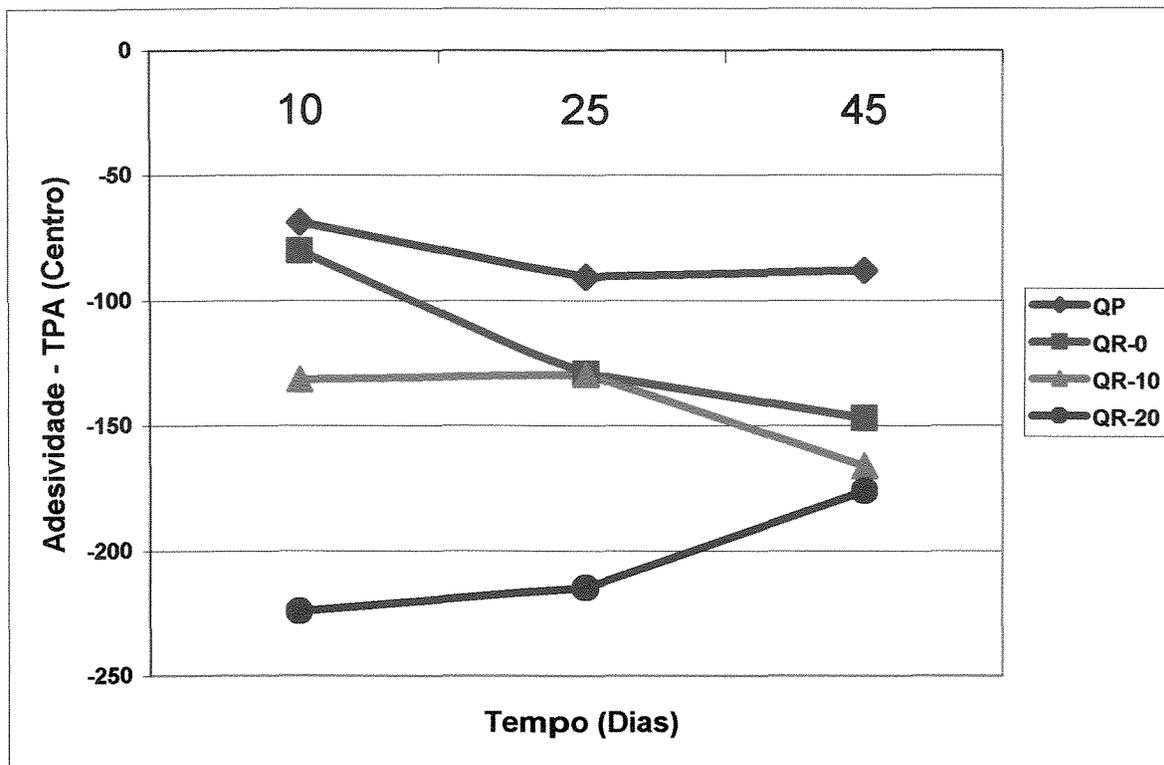


Figura 8 - Perfil de Adesividade-TPA no centro dos queijos

A TABELA 12 apresenta o resultado do teste de Tukey para os valores médios ao longo do tempo de 45 dias sob armazenamento refrigerado a 7°C.

TABELA 12 – Resultado do teste de Tukey do Perfil de Textura-TPA dos queijos

	Dureza-TPA		Adesividade-TPA		Elasticidade-TPA		Coesividade-TPA	
	Centro	Extrem.	Centro	Extrem.	Centro	Extrem.	Centro	Extrem.
D10	1672,4 ^a	2591,5 ^a	126,16 ^a	87,67 ^a	0,70 ^a	0,78 ^a	0,51 ^a	0,45 ^a
D25	1174,6 ^b	1765,9 ^b	141,11 ^a	100,59 ^a	0,64 ^{ab}	0,74 ^{ab}	0,47 ^{ab}	0,42 ^a
D45	864,3 ^b	1228,4 ^c	144,47 ^a	96,96 ^a	0,61 ^b	0,72 ^b	0,43 ^b	0,36 ^b

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p>0,05)

CONCLUSÕES

A operação de ultrafiltração não afetou o perfil de Dureza-TPA, Adesividade-TPA e Coesividade-TPA mas exerceu influência sobre o Perfil de Elasticidade-TPA dos diversos tratamentos.

A operação de pré-fermentação afeta de forma parcial ou total o perfil de Adesividade-TPA, o perfil de Elasticidade-TPA, e o perfil de coesividade TPA dos queijos, uma vez que influencia no decréscimo dos valores de pH e no aumento do fracionamento caséico.

A fabricação de queijo Prato a partir de retentado com ou sem pré-fermentação com Perfil de Textura-TPA similar ao queijo Prato fabricado pelo processo tradicional, é possível com o controle dos aspectos físico-químicos da maturação.

Os resultados do perfil de gomosidade, fraturabilidade e mastigabilidade mostraram-se inconsistentes e com uma variabilidade muito grande.

BIBLIOGRAFIA

AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.

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. 74:281, 1991.

CERVANTES, M. A.; LUND, D.B.; OLSON, N.F. Effects of salt concentration and freezing on Mozzarella cheese texture. Jornal Dairy Science, Champaing, v. 66, p. 205-213, 1983.

- CREAMER, L. K.; IYER, M; LELIEVRE, J. Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology 22(3): 205-214,1987.
- CREAMER, L.K.; OLSON, N.F. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Jornal Food Science, Chicago, v. 47, p. 631-646, 1982.
- DE JONG, L. Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 1-Proteolysis and consistency of Moordhollandse Meshanger cheese. Netherlands Milk and Dairy Journal, Wageningen, v. 30, p. 242-253, 1976.
- DELBEKE, R. Experiments on making Saint-Paulin by full concentration of milk with ultrafiltration. Milchwissenschaft 42 (4): 222-225, 1987.
- DUCRUET, P.; MAUBOIS, J. L; GOUDECRANCHE, H.; PANNETIER, R. Eléments de fabrication de fromages à pâte demi-dure et à ouverture propionique selon le procédé M.M.V. La technique Laitiere (957): 13-16,1981.
- EVERETT, D.W.; JAMESON, G.W. Physicochemical aspects of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. The Australian Journal of Dairy Technology, 48:20-29,1993.
- FOX, P.F. Significance of salt in cheese ripening. Dairy Industries International, Londres, v. 52, n. 9, p. 19-21, 1987.
- FRIEDMAN, H.H.; WHITNEY,J.E.; SZCZESNIAK, A.S. The texturometer - A new instrument for objective measurement. Jornal of Food Science, Chicago, v. 28, p. 390-396, 1963.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- GARNOT, P. Influence of milk concentration by UF on enzymatic coagulation. Bulletin of I.D.F. (225): 11 - 15, 1988.

- GREEN, M.L.; MARSHALL, R.J.; BROOKER, B.E. Instrumental and sensory texture assessment and fracture mechanics of Cheddar and Cheshire cheese. Journal Texture Studies, Connecticut, v. 16, p. 351-364, 1985.
- GREEN, M.L.; TURVEY, A.; HOBBS, D. G. Development of structure and texture in Cheddar. Journal of Dairy Research, v.48, p. 343-355, 1981.
- GUINÉE, T. P.; PUDJA, P. D.; MULHOLLAND, E. O. Effect of milk protein standardization, by ultrafiltration, on the manufacture, composition and maturation of Cheddar cheese. Journal of Dairy Research 61(-): 117-131, 1994.
- JEPSEN, S. The economic foundation on the ultrafiltration of milk. Nordeuropaeisk Mejeri-tidsskrift (11-12): 413-416, 1974.
- LAWRENCE, R.C. The use of ultrafiltration technology in cheese making. Bulletin of IDF - (240): 2-15, 1989.
- LAWRENCE, R.C.; CREAMER, L.K.; GILLES, J. Symposium: Cheese Ripening technology. Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 70, n8, p. 1750-1760, Set. 1987.
- MAHAUT, M.; MAUBOIS, J. L. Transformation du lait en fromage grace a l'emploi de l'ultrafiltration sur membrane. Rennes, France, Apostila I.N.R.A., 1985.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. "Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers". Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- OLIVEIRA, J.S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da UNICAMP, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- RENNER, E.; EL-SALAM, M. H. Application of ultrafiltration in the dairy industry, London. Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.

- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15^o Ed. Washington, p.412, 1985.
- SAS Institute. Inc. 2001. Statistical Analysis Systems, Ver. 8.1, Cary, NC.
- SAEDERUP NIELSEN, P. Cheese production by ultrafiltration. Scandinavian Dairy Industry (1) 34-35, 1987.
- SZCZESNIAK, A.S. General Food texture profile revisited-ten years perspective. Journal of Texture Studies, Connecticut, v. 6, p. 5-17, 1975.
- SZCZESNIAK, A.S.; BRANDT, M.A.; FRIEDMAN, H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. Journal of Food Science, Chicago, v. 28, p. 397-403, 1963.
- VAN DENDER, A.G. F.; DUCRET, P.; MAUBOIS, J. L. Estudo da fabricação de queijo tipo prato utilizando ultrafiltração. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (249): 7-14, 1987.
- WOLFSCHOON-P, A.F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. Boletim do Leite, v. 55, n. 661, p. 1-8, 1983.

CAPÍTULO 7

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITAÇÃO E ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO QUEIJO PRATO

Este capítulo será submetido à publicação

EFEITO DA PRÉ-FERMENTAÇÃO DE DIFERENTES PORÇÕES DE LEITE CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO (2,5:1) NA ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITAÇÃO E ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DO QUEIJO PRATO

RESUMO

Neste trabalho foram avaliadas diferentes alternativas de fabricação de queijo tipo Prato com leite concentrado por ultrafiltração a um fator de concentração volumétrica (FCV) de 2,5:1, e o seu efeito nas características sensoriais do mesmo. Foi avaliado o uso da pré-fermentação de parte dos retentados na proporção de 0, 10 e 20% (QR-0, QR-10 e QR-20), com cultura láctica mesofílica tipo O (G3 MIX 6 – VISBYVAC® - B50), composta por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*, até o pH 5,0. Os retentados foram obtidos em membranas de ultrafiltração Carbosep®, com peso molecular de corte de 20.000 Daltons a 55°C e com pressão de entrada e de saída respectivamente de 2,5 e 1,5 kg/cm². Os queijos foram fabricados conforme técnica tradicional de fabricação de queijo Prato, com coagulação enzimática (coalho de Vitelo Bela Vista® – 90% de quimosina) a 35°C/40min, corte da coalhada, massa lavada, semicozida (20% de água a 80°C em substituição ao soro retirado), pré-prensagem em dreno-prensa, enformagem, prensagem e maturação a 7°C. Os tratamentos foram aleatorizados quanto à seqüência de produção. O desenho experimental foi do tipo blocos completos. Os queijos foram comparados entre si e com um queijo Prato padrão (QP) produzido pelo processo convencional, através do teste sensorial de aceitação com 10, 25 e 45 dias e teste ADQ com 45 dias de armazenamento refrigerado (7°C). A avaliação sensorial no Teste de Aceitação foi realizada com um painel de 65 provadores não treinados, em cabine individual, avaliando-se os atributos de aparência, sabor, cor e textura, com uma escala hedônica de nove pontos e a intenção de compra avaliada com uma escala estruturada de cinco pontos. Na Análise descritiva quantitativa foi

realizada com um painel de onze provadores treinados e foram avaliados os atributos sensoriais de aparência (cor amarelada, uniformidade da massa e derretimento), gostos básicos (ácido, salgado e amargo), textura (dureza e coesividade). Os dados da análise sensorial foram tratados pela análise de variância (ANOVA) e testaram-se as médias pelo teste de TUKEY. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS[®], versão 8e (SAS Institute, Inc., Cary, NC.). Os queijos fabricados a partir de retentados pré-fermentados (QR-10 e QR-20) atingiram maior pontuação nos atributos de aparência, cor e textura. O tratamento padrão (QP) obteve uma melhor avaliação quanto ao sabor e intenção de compra, isto parece indicar que o atributo sabor exerceu maior contribuição na intenção de compra do produto. Na ADQ os queijos QR-10 e QR-20 no atributo aparência, obtiveram maior intensidade de cor amarelada, diferenciando significativamente entre si ($p < 0,05$). Quanto aos gostos básicos, todos os tratamentos diferenciaram significativamente entre si, tendo o QR-20, maior intensidade nos gostos ácido, salgado e amargo. Na avaliação estatística de textura e derretimento todos os tratamentos diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$).

Palavras chaves: Queijo Prato; Ultrafiltração; pré-fermentação; Análise Sensorial.

SUMMARY

EFFECT OF PREFERMENTATION OF DIFFERENTS PORTIONS OF ULTRAFILTERED CONCENTRATED MILK (2,5:1) ON PRATO CHEESE SENSORIAL ANALISYS – AQD AND ACCEPTANCE TEST..

On this research was evaluated different Prato cheese manufacturing alternatives with ultrafiltration concentrated milk at a volumetric concentration factor (FCV) of 2,5:1 and its effect on sensorial characteristics. It was evaluated the retentate pre-fermentation use at the proportion of zero, ten and twenty percent (QR-0, QR-10 and QR-20), with mesophilic starter culture type O (G3 MIX 6 VISBYVAC[®] - B50) constituted by multiple strains of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris*, up to pH 5.0. The retentates were obtained with Carbosep[®] ultrafiltration membranes, with molecular weight cut-off of 20,000 Daltons at 55°C with inlet and outlet pressure of respectively 2.5 and 1.5 kg/cm². Cheeses were manufactures following the traditional process with enzymatic coagulation (Bela Vista[®] calf rennet - 90% Chymosin) at 35°C/ 40 min., curd cutting, washed curd, semi cooked (20% whey by water 80°C substitution), pre-pressing, molding, pressing and ripening at 7°C. Experimental design was complete random blocks. Cheeses were compared among themselves and with a standard Prato cheese (QP) manufactured by the conventional process with respect to sensorial acceptability test with 10, 25 and 45 days and quantitative descriptive analysis (QDA) with 45 days of refrigerated storage (7°C). The acceptability test were performed with 65 untrained members panel using individual cabinets and evaluating the appearance, taste, color and texture attributes, with a nine point hedonic scale and the purchase intention was evaluated with a structured scale of five points. The QDA test was performed with eleven trained members panel and were evaluated the sensorial attributes of appearance (yellowish color, cheese uniformity and melting), taste (acidic, salty

and bitter) and texture (hardness and cohesiveness). Data was evaluated by analysis variance (Anova) and Tukey's means test, with the help of the SAS[®] 8e version (SAS Institute, Inc., Cary, NC). The Acceptability test demonstrated that the cheeses manufactured with prefermented retentate (QR-10 AND QR-20) obtained higher grades in the appearance attributes, color and texture. The standard treatment (QP) obtained a better evaluation for taste and purchase intention, this seems to indicate that the taste attribute has a larger contribution to the product purchase intention. With respect to the appearance QDA evaluation QR-10 and QR-20 obtained larger intensity of yellowish color, differing significantly among them ($p < 0.05$). For the basic tastes, all treatments differentiated significantly among themselves, having the QR-20, larger intensity in the taste acid, salty and bitter. In the statistical evaluation of texture and melting all of the treatments differentiated significantly among themselves ($p < 0.05$).

Key words: Prato Cheese; ultrafiltration; pre-fermentation; Sensorial Analysis.

INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um produto de massa macia, semi-cozida e de aspecto amanteigado. Apresenta um tom amarelo característico, resultante da adição de uma pequena porção de corante. (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Apresenta-se moldado sob a forma de um paralelepípedo, caracterizando a variedade lanche ou sob a forma de um cilindro baixo, que é a variedade Cobocó. Apresenta variações quando se trata das demais variedades, tanto no formato como no tamanho. (OLIVEIRA, 1986). O pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de parte do soro e adição de água a 75-80°C diretamente sobre a massa ou através do aumento da temperatura na camisa de parede dupla do tanque, caracterizando-se como aquecimento direto o primeiro e indireto o segundo. O queijo Prato variedade lanche, geralmente apresenta uma textura fechada, contudo podem aparecer algumas olhaduras pequenas e regulares, devido a bactérias do gênero Leuconostoc (OLIVEIRA, 1986).

Para a fabricação do queijo Prato, emprega-se leite pasteurizado, com acidez de até 18°D, gordura padronizada para 3,6% (SOUZA, 1960). A cultura lática utilizada é composta basicamente por Lactococcus lactis subsp. lactis e Lactococcus lactis subsp. cremoris e / ou adicionada de microorganismos do gênero Leuconostoc quando se deseja a formação de olhaduras (OLIVEIRA, 1986).

A utilização do processo de ultrafiltração na fabricação de queijos, foi proposta por MAUBOIS, MOCQUOT e VASSAL em 1969. A técnica vem sendo utilizada com sucesso na fabricação de alguns tipos de queijos moles como Minas Frescal, Cottage, Feta, etc. As principais vantagens atribuídas a ultrafiltração para produção de queijos em relação ao processo tradicional tem sido o aumento do rendimento, a fabricação contínua e automatizada, a economia de mão de obra e de ingredientes e a produção de soro com menor poder poluente.

Entretanto, a produção de queijos semiduros e duros a partir de retentados obtidos por ultrafiltração de leite, vêm apresentando alguns problemas, principalmente por resultar em queijos que apresentam deficiências no sabor, aroma e textura, diferenciando os queijos obtidos por este processo daqueles tradicionais. Várias pesquisas ao redor do mundo estão sendo conduzidas, objetivando a melhoria da qualidade destes produtos. KONING (1981), obteve queijos fabricados com retentados de leite ultrafiltrado que desenvolveram textura quebradiça, sabor amargo e aspectos ligados à aparência da massa como manchas e má uniformidade de coloração.

Poucos trabalhos na literatura nacional (RIBEIRO, 1996; VAN DENDER, 1987), apresentam propostas de fabricação de queijos de massa semi-cozida utilizando-se da ultrafiltração, ou seja, concentração total e concentração parcial e posterior trabalho da massa para obtenção das características típicas do produto ou concentração total.

RIBEIRO (1996), pela importância do queijo Prato na produção nacional, pesquisou fatores de concentração dos retentados por ultrafiltração, utilização de misturas de retentados fermentados com retentados sem fermentação, fermentação com diferentes culturas lácticas e avaliação sensoriais e aceitabilidade dos queijos finais comparando através de Teste de Aceitação de consumidores e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito do uso da ultrafiltração na aceitação e caracterização dos queijos obtidos a partir de retentados pré-fermentados ou não, quando comparados com a produção tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Fabricação do queijo Prato

O leite cru (200kg) foi padronizado a 3,5 – 3,6% de gordura e tratado termicamente a 68°C/2min. Parte do leite (50kg) foi resfriado a 32°C para fabricação do queijo tradicional, o restante resfriado a 55°C e submetido à operação de ultrafiltração em sistema de ultrafiltração, com modulo de membranas minerais Carbosep® de peso molecular de corte de 20.000 Daltons, até fator de concentração volumétrica (FCV) 2,5:1, com pressão de entrada e saída de 2,5 e 1,5 kg/cm². Para se atingir o FCV desejado, foi monitorada a permeação e o volume de permeado a ser retirado foi calculado pela fórmula: $2,5 = \text{massa de leite (kg)} / (\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)})$. O valor exato de FCV foi calculado com base no fator de concentração de gordura, conforme a seguinte fórmula: $\text{FCV} = \text{teor de gordura no retentado (\%)} / \text{teor de gordura no leite}$. (RENNER *et alii* 1991).

Após o processo de concentração, o retentado foi tratado térmicamente a 60°C por 30min., resfriado a 7°C e armazenado em câmara fria a 4°C para ser utilizado na fabricação dos queijos, no próximo dia. O volume total de retentado obtido foi dividido em porções iguais (aproximadamente 18,5 kg), das quais foram retiradas zero, dez e vinte por cento, para pré-fermentação com cultura láctica mesofílica, até pH 5,0 (aproximadamente 12 horas), respectivamente tratamentos QR-0, QR-10 e QR-20. O restante dos retentados foi mantido em câmara fria a 4°C. No dia seguinte, misturaram-se as respectivas porções fermentadas e não fermentadas, para a fabricação dos queijos. O queijo Prato fabricado pelo método convencional (QP) foi fabricado no mesmo dia da chegada do leite.

Foi utilizado o fermento mesofílico Tipo O G3 MIX 6- VISBYVAC® – B50, composto por múltiplas cepas mistas de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremonis*, concentrado liofilizado, de utilização direta no tanque, na proporção de 10% da quantidade indicada pelo fabricante.

Foi utilizado coalho de vitelo, 90% de quimosina, marca Bela Vista® e o tempo de coagulação para todos os tratamentos foi de 40 minutos.

Para fabricação do queijo padrão (QP), o leite (50 l) foi aquecido a 35 °C adicionado de 25 ml de solução de cloreto de cálcio 50%, fermento, corante à base de semente de urucum (*Bixa orellana*) e coalho na proporção suficiente para coagular o leite em 40 minutos. Atingindo-se o ponto de corte, efetuou-se o corte em tamanho próprio para o queijo em questão, (cubos de 0,4cm x 0,5cm de aresta), mantendo-se a massa em repouso por 5 minutos. Após este período de descanso, iniciou-se agitação. A agitação foi lenta e contínua e acelerando-se à medida que ocorreu a dessora. Após 20 minutos iniciou-se a dessora e a seguir o aquecimento para proceder ao pré-cozimento da massa a 41°C (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979; OLIVEIRA, 1986). Cerca de 50 minutos após o corte, atingiu-se o ponto da massa, quando se interrompeu a agitação e fez-se a separação do soro através da decantação. A massa foi pré-prensada em dreno-prensa por 20 minutos com o dobro do peso da massa e depois colocada em formas plásticas e prensadas em prensa vertical com peso de aço inox (10 até 20 vezes o peso da massa), por seis horas. Os queijos foram submetidos a diversas viragens, a primeira após 20 minutos de prensagem e uma a cada hora subsequente até a hora de sair da prensa. Atingido o tempo de prensagem, os queijos foram armazenados em estufa BOD à 7°C para no outro dia serem salgados em salmoura (20%). Após a salga, os queijos foram secados em estufa BOD à 7°C por 24 horas, pesados e embalados em embalagem com filme termo-encolhível CRY-O-VAC® a vácuo e submetidos à maturação em câmara BOD à 7°C por um período de 45 dias.

No processamento dos queijos a partir de retentado (QR-0, QR-10 e QR-20), após mistura da porção pré-fermentada com o restante, seguiu-se a adição de corante e coalho suficiente para coagular a quantidade equivalente de leite em 40 minutos. Para todos os tratamentos com leite concentrado, suprimiu-se a adição de cloreto de cálcio. No caso da produção a partir de retentado sem pré-fermentação (QR-0) o processo foi similar ao queijo tradicional, porém suprimindo-se a operação de mistura de porção pré-fermentada e não fermentada. Todas as operações subseqüentes ao corte da coalhada para os tratamentos obtidos a partir de retentados foram semelhantes às do queijo tradicional. A única diferença foi o tempo de ponto da massa, que foi atingido com vinte minutos após o corte.

Metodologia analítica

Análises composicionais dos queijos

Para as análises da composição dos queijos, foram utilizadas as seguintes metodologias oficiais da AOAC (AOAC, 1995): cinzas - AOAC 935.42; teor de nitrogênio (NT) por macroKjeldahl - AOAC 991.20, usando fator de conversão 6,38 para proteína; O nitrogênio solúvel em tampão acetato a pH 4,6 (Nitrogênio não Caséico-NNC) foi determinado segundo BARBANO *et alii* (1991). A acidez total (AT) - AOAC 920.124; O teor de umidade / EST - AOAC 925.23. O teor de gordura (Gb) foi determinado pelo método de Gerber (British Standard Institution, 1989) e o teor de gordura no extrato seco (GES) pela fórmula $GES = \%Gb/\%EST*100$. Para determinação de pH utilizou-se de potenciômetro previamente calibrado. O teor de sal foi determinado pelo método de Volhard (RICHARDSON, 1985).

As análises de composição dos queijos foram realizadas com 10 dias de estocagem. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Teste de aceitação

O teste de Aceitação, foi realizado utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos para os atributos de aparência, cor, sabor e textura. Para intenção de compra utilizou-se de escala estruturada de 5 pontos. Foram analisados os queijos com 10, 25 e 45 dias de fabricação. Utilizou-se o modelo experimental de blocos completos casualizados, aplicados a sessenta e cinco provadores não treinados. Os testes foram realizados em cabines individuais, sob luz branca. As amostras foram servidas em fatias de 3 x 3 x 0,5 cm, servidos em pratos plásticos, codificados, a temperatura de conservação (7°C). Cada provador recebeu a amostra monadicamente e marcava suas apreciações e comentários em ficha única. A ficha de avaliação é apresentada na FIGURA 1.

FICHA DE AVALIAÇÃO

NOME: _____ DATA: _____

1. Baseando-se na escala abaixo indique (escreva o número) o quanto você gostou ou desgostou das amostras, de acordo com o atributo apresentado.

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Não gostei, nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

APARÊNCIA:

AMOSTRA	VALOR DA ESCALA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

SABOR:

AMOSTRA	VALOR DA ESCALA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

COR:

AMOSTRA	VALOR DA ESCALA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

TEXTURA:

AMOSTRA	VALOR DA ESCALA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

COMENTÁRIOS: Por favor, indique que características você gostou e/ou desgostou nas amostras:

AMOSTRA	GOSTEI	DESGOSTEI
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2. Com base na sua opinião sobre as amostras, indique na escala abaixo, sua atitude se você encontrasse cada uma das amostras à venda. **SE** eu encontrasse este produto à venda eu:

- 5 - Certamente compraria
- 4 - Possivelmente compraria
- 3 - Talvez comprasse / talvez não comprasse
- 2 - Possivelmente não compraria
- 1 - Certamente não compraria

AMOSTRA	VALOR DA ESCALA	COMENTÁRIOS
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Agradecemos a sua colaboração: ela é imprescindível para o sucesso deste trabalho e esperamos contar com a sua ajuda na próxima ANÁLISE SENSORIAL.

FIGURA 1 – Ficha de Avaliação do Teste de Aceitação

Análise Descritiva Quantitativa

O perfil de cada amostra foi desenvolvido pelo método de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) adaptado de metodologia descrita em STONE & SIDEL (1993).

Inicialmente, 35 indivíduos recrutados junto aos alunos, estagiários e funcionários da faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, consumidores de queijo Prato, que demonstraram possuir disponibilidade e interesse em participar dos testes sensoriais, foram submetidos a 3 testes triangulares. Os indivíduos que demonstraram habilidade para discriminar as amostras em 100% dos testes foram selecionados para participarem da etapa de desenvolvimento de terminologia descritiva das amostras de queijo Prato. Foram apenas 12 os provadores pré-selecionados nesta etapa.

Para traçar o perfil dos queijos produzidos foram avaliados atributos de aparência, gostos básicos, e textura. Dentro dos termos descritores para aparência, ou seja, visuais, foram avaliados os atributos: cor amarelada, uniformidade da massa e derretimento. Os gostos básicos analisados foram: salgado, amargo e ácido. Os atributos de textura foram dureza e coesividade.

Para a avaliação dos atributos sensoriais de cor amarelada e uniformidade da massa, utilizou-se fatias de 2x2x0,5cm, conservadas em geladeira à temperatura de 7°C, servidos em pratos plásticos de cor branca, codificados com números de três dígitos em etiqueta branca de papel.

Para a avaliação dos atributos sensoriais de derretimento, utilizou-se de fatias de 2x2x0,5 submetidas à temperatura de 250°C por 20 segundos sobre biscoito água e sal. A avaliação da aparência (cor amarelada, uniformidade da massa e derretimento) foi conduzida em cabines individuais, sob luz do dia artificial branca.

Os termos descritores e referências de extremos, pelos quais os provadores avaliaram os atributos de aparência das amostras, estão apresentados na TABELA 1.

Para os testes do gosto básico, ou seja, ácido, salgado e amargo, foram servidas amostras de 2x2x0,5, monadicamente, à temperatura de 7°C.

Os termos descritores e referências de extremos, pelos quais os provadores avaliaram os atributos de gosto básico das amostras, estão demonstrados na TABELA 1.

Para a avaliação sensorial de textura, utilizou-se metodologia tátil, ou seja, cada provador recebia para o teste de dureza, amostra com formato cilíndrico (2cm de altura x 2cm de diâmetro), que foi pressionado com o dedo indicador e para avaliação sensorial de coesividade da massa, cada provador recebia amostra de 15cm de comprimento x 0,5cm de largura x 0,5cm de altura, que foi submetido ao teste de união das extremidades a fim de verificar a coesividade de cada amostra.

Os termos descritores e referências de extremos, pelos quais os provadores avaliaram os atributos de textura das amostras, estão apresentados na TABELA 1.

Durante o treinamento, os provadores foram solicitados a avaliar a intensidade de cada descritor sensorial previamente gerado, em várias amostras de queijo Prato. Para cada avaliação, os provadores utilizaram uma ficha de avaliação contendo os termos descritivos e uma escala linear não estruturada de 9 cm, ancorada à esquerda e direita, com termos pouco (ou nenhum, ou fraco) e muito (ou forte), respectivamente. Tanto a lista de definições dos termos descritivos, como os materiais de referência, foram rotineiramente revistos pelos provadores em cada sessão de treinamento, antes da avaliação das amostras. Os resultados individuais destas avaliações foram discutidos pelo grupo, sob a supervisão do líder da equipe, com o objetivo de se otimizar o processo de avaliação.

TABELA 1 — Definição dos termos descritores de extremos de escala adotados na Análise Descritiva Quantitativa

Atributos Sensoriais	Definição	Referências de extremos de escala
<p>Aparência</p> <p>1 – Cor amarelada</p> <hr/> <p>2 – Uniformidade da massa</p> <hr/> <p>3 - Derretimento</p>	<p>Sensação produzida pela estimulação da retina pelos raios luminosos do comprimento e onda da cor amarela.</p> <hr/> <p>Propriedade visível de uma substancia, que se refere à distribuição de cor, forma e característica de superfície.</p> <hr/> <p>Capacidade de fusão do alimento quando submetido à temperatura de 250°C por 20 segundos em forno elétrico sobre biscoito água e sal.</p>	<p>Fraca = queijo prato maturado por um ano Forte = queijo do Reino</p> <hr/> <p>Pouco = queijo com muitas manchas Muito = queijo sem presenças de manchas</p> <hr/> <p>Pouco = nenhuma alteração Muito = Fatia de 2 x 2 x 0,5 derrete ao longo da superfície do biscoito</p>
<p>Gosto básico</p> <p>4 – Ácido</p> <hr/> <p>5 – Salgado</p> <hr/> <p>6 – Amargo</p>	<p>Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substancias ácidas, semelhante à solução de acido láctico.</p> <hr/> <p>Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substancias salgadas, semelhante à solução de cloreto de sódio.</p> <hr/> <p>Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substancias amargas, semelhante à soluções de sais de quinino e cafeína.</p>	<p>Nenhum = água destilada Forte = iogurte natural</p> <hr/> <p>Fraca = 0,4 g de NaCl em 500 ml de água destilada Forte = 3 g de NaCl em 500 ml de água destilada</p> <hr/> <p>Fraca = queijo prato novo Forte = queijo prato amargo</p>
<p>Textura</p> <p>7 – Dureza</p> <hr/> <p>8 - Coesividade</p>	<p>Definida como a força necessária para se obter uma deformação de cilindro de 2cm x 2 cm diâmetro</p> <hr/> <p>Forças das ligações internas que dão resistência à quebra, a uma fatia de 15cm x 0,5 x 0,5.</p>	<p>Pouca = queijo prato c/ 1 ano de conservação Muita = queijo parmesão</p> <hr/> <p>Curta = ao unir extremidades a fatia se rompe ao 1º movimento Longa = ao unir as extremidades a fatia não se rompe</p>

Após o período de treinamento, uma seleção final dos provadores para compor a equipe descritiva treinada de queijo Prato foi realizada com base no poder discriminativo dos indivíduos, na reprodutibilidade dos resultados apresentados por eles e na concordância destes resultados com os demais membros da equipe. Com este objetivo, três amostras de Queijo Prato, representativas da variabilidade sensorial existente entre diferentes marcas comerciais, foram avaliadas por cada indivíduo, em três repetições. Uma análise de variância univariada (ANOVA) foi calculada para cada provador, em cada atributo julgado, e o nível de significância (p) para os valores $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ foram computados. Indivíduos mostrando valores de $p_{amostra}$, $p_{repetição}$, médias e desvios padrões inconsistentes com a equipe sensorial não foram recrutados.

As quatro amostras de queijo Prato foram testadas pelos 11 provadores selecionados, utilizando-se da ficha de avaliação descritiva. Os julgamentos dos provadores foram realizados nas condições descritas anteriormente. A ficha utilizada nos testes é apresentada na FIGURA 2.

Nome: _____ Data : _____

Você esta recebendo uma amostra codificada de **QUEIJO PRATO**. Por favor, avalie a intensidade de cada um dos termos descritos e indique na escala abaixo com um traço vertical.

Nº da amostra _____

Repetição _____

APARÊNCIA

Cor Amarelada

Fraco Forte

Uniformidade da massa

Pouco Muito

Derretimento

Pouco Muito

SABOR

Ácido

Nenhum Forte

Salgado

Fraco Forte

Amargo

Fraco Forte

TEXTURA

Dureza

Pouca Muita

Coesividade

Curta Longa

Comentários: _____

Figura 2 — Ficha aplicada para a Análise Descritiva Quantitativa

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento do experimento foi do tipo blocos completos. Os dados da análise sensorial foram tratados pela análise de variância (ANOVA) e testando-se as médias pelo teste de Tukey. Todos os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS[®], versão 8e (SAS Institute, Inc., Cary, NC.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal

A composição centesimal dos tratamentos QP, QR-0, QR-10 e QR-20, está apresentada na tabela 1. Os queijos apresentaram composição similar.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO DOS QUEIJOS PRATO

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
¹ EST(%)	54,89	51,91	58,13	56,82
¹ Gordura(%)	25,33	20,00	25,33	25,00
¹ G/EST (%)	46,15	38,53	43,58	44,00
¹ Proteína(%)	18,02	19,17	20,91	21,46
¹ Umidade(%)	45,11	48,09	41,87	43,18
¹ Cinzas (%)	3,84	3,85	3,52	3,45
¹ Sal(%)	1,85	1,74	1,56	1,61
¹ Sal/um(%)	3,93	3,49	3,59	3,60
¹ pH	5,38	5,32	5,29	5,16
² pH	5,72	5,26	5,39	5,25
¹ Acidez	0,53	0,59	0,71	0,92
² Acidez	0,84	0,92	0,8	0,97

¹ Análise efetuada com 10 dias de estocagem

² Análise efetuada com 45 dias de estocagem

Teste de aceitação

A TABELA 2 contém os resultados obtidos na avaliação sensorial da Aparência, no teste de Aceitação. Em geral os queijos produzidos a partir de retentados pré-fermentados (QR-10 e QR-20) obtiveram melhor aceitação no atributo aparência. QR-10 no decorrer da maturação, quanto à aparência teve melhor aceitação. Os tratamentos QP e QR-0 apresentaram um defeito de aparência, onde se percebia duas fases distintas na massa do queijo, uma no interior mais amolecida e aparentemente maturada e outra na periferia mais dura e aparente mente menos maturada. Este defeito foi citado, pelos panelistas, no campo de comentários das fichas, (gostei, desgostei), como uma característica de desgostar da amostra. Por este motivo, provavelmente, os queijos obtiveram menor aceitação quanto à aparência. DE JONG, (1976) e LAWRENCE *et alii.*, (1987) descrevem que de certo modo, a maturação em queijos salgados em salmoura ocorre da porção interna para a externa, este fato foi observado nos tratamentos QP e QR-0. QR-0 foi o tratamento que menos aceitação teve desde o início até o final da maturação, provavelmente pelas duas fases distintas, bastante perceptíveis principalmente nas duas primeiras datas de avaliação, ou seja, com 10 e 25 dias.

TABELA 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DO TESTE DE ACEITAÇÃO DA APARÊNCIA

Dias	QP	QR-0	QR-10	QR-20
10	5,08 ^b	3,95 ^c	6,04 ^a	5,75 ^a
25	5,09 ^c	4,00 ^d	7,23 ^a	6,02 ^b
45	5,28 ^{bc}	4,72 ^c	7,00 ^a	5,80 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A avaliação do teste de aceitação da cor (TABELA 3), apresentou a mesma ordem de aceitação entre os tratamentos como a observada na avaliação da aparência. As maiores médias de aparência foram dadas aos queijos produzidos

com retentados pré-fermentados (QR-10 e QR-20), evidenciando que os mesmos, quanto ao atributo sensorial da cor, foram os que mais se aproximaram dos queijos encontrados no mercado.

As duas fases distintas discutidas anteriormente influenciaram na avaliação da cor do tratamento QP e QR-0. Os tratamentos QR-0 e QR-20 apresentaram um defeito de coloração devido à dissolução inadequada do corante durante o processo produtivo, que resultou em pequenos pontos vermelhos distribuídos ao longo da massa, sendo em menor intensidade para QR-20. Observou-se, que com o avanço da maturação, QR-0, obteve melhor aceitação para o atributo cor, não diferenciando significativamente ($p < 0,05$), no último dia de avaliação, quando comparada com QP, já que os pontos de coloração vermelha tenderam a se diluir na massa.

Com relação à aceitação dos queijos quanto ao atributo cor, todos os tratamentos apresentaram melhora durante o tempo de maturação, isto provavelmente ocorreu devido às mudanças na estrutura e composição dos queijos, que se tornaram mais uniformes porque ocorreu a redução dos gradientes de sal, umidade e pH, assim como, proteólise mais uniforme (CREAMER & OLSON, 1982).

TABELA 3 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DO TESTE DE ACEITAÇÃO DA COR

Dias	QP	QR-0	QR-10	QR-20
10	5,52 ^b	4,78 ^c	6,43 ^a	6,11 ^{ab}
25	5,29 ^c	4,23 ^d	7,29 ^a	6,28 ^b
45	5,45 ^c	5,11 ^c	7,18 ^a	6,46 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A avaliação sensorial de aceitação dos gostos básicos está apresentada na tabela 4. Pode-se observar que o tratamento QP obteve a melhor avaliação, seguido pelo tratamento QR-10, não diferenciando significativamente deste ($p < 0,05$), seguido de QR-20 e QR-0, que não diferenciaram significativamente entre si ($p < 0,05$), mas diferenciaram significativamente dos demais tratamentos.

Ao longo do tempo, em todos os tratamentos, a aceitação quanto ao sabor não modificou sensivelmente, exceto para QR-0 que apresentou sensível melhora e QR-20 que apresentou decréscimo na aceitação ao longo do período de maturação.

No último dia de avaliação do teste de aceitação (45 dias), QR-0, quanto a aceitação do sabor, não diferiu significativamente de QP e QR-10. Isto indica também a possibilidade de se obter queijo tipo Prato de retentado com características sensoriais adequadas sem o uso de pré-fermentação.

TABELA 4 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DO TESTE DE ACEITAÇÃO DOS GOSTOS BÁSICOS

Dias	QP	QR-0	QR-10	QR-20
10	6,40 ^a	4,60 ^c	5,80 ^{ab}	5,34 ^{bc}
25	6,28 ^a	4,80 ^b	6,20 ^a	4,83 ^b
45	6,22 ^a	5,74 ^a	5,49 ^a	4,54 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A TABELA 5 apresenta as médias das avaliações de textura para todos os tratamentos ao longo do tempo. Os tratamentos QR-10 e QR-20 obtiveram uma melhor avaliação, seguidos dos tratamentos QP e QR-0. Evidenciou-se uma melhora sensível no tratamento sem pré-fermentação (QR-0) durante o tempo de estocagem, isto pode ser devido a ação da cultura láctica. No quadragésimo quinto dia QR-0 não diferenciou significativamente quanto ao teste textura sensorial de QP e QR-20, os quais diferenciaram significativamente ($p > 0,05$) de QR-10. O tratamento QR-10 apresentou melhor avaliação sensorial de aceitação de textura ao longo do tempo de estocagem.

TABELA 5 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL DA TEXTURA

Dias	QP	QR-0	QR-10	QR-20
10	5,83 ^b	4,46 ^c	6,72 ^a	6,05 ^{ab}
25	5,91 ^b	4,62 ^c	7,08 ^a	5,98 ^b
45	4,94 ^b	5,03 ^b	6,34 ^a	5,45 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A TABELA 6 apresenta a avaliação média da intenção de compra dos diversos tratamentos. Conforme a ficha de avaliação, a escala hedônica do teste de intenção de compra foi estruturada em escala de cinco pontos, sendo a pontuação máxima 5 (certamente compraria) e a mínima 1 (certamente não compraria). No décimo dia de estocagem, QP obteve a melhor avaliação quanto a intenção de compra, seguido de QR-10, QR-20, dos quais não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) e finalmente de QR-0, que diferenciou significativamente dos demais. No vigésimo quinto dia, quanto à intenção de compra, QR-10 obteve a melhor avaliação, diferenciando significativamente dos demais ($p < 0,05$), seguido de QP e QR-20, que não diferenciaram significativamente entre si, e por último de QR-0 que diferenciou significativamente de todos os demais tratamentos. No quadragésimo quinto dia QP obteve a melhor avaliação quanto à intenção de compra, seguido de QR-10 e QR-0, dos quais não diferenciou significativamente ($p < 0,05$), e por último de QR-20 que não diferenciou significativamente de QR-0 ($p < 0,05$).

Os dados indicam que o sabor é um dos atributos que mais influenciou na escolha do consumidor, uma vez que QP obteve a melhor avaliação neste teste, possivelmente pelo hábito de consumo de queijo obtido pelo processo tradicional. No entanto, os queijos obtidos de retentados pré-fermentados conseguiram resultados satisfatórios neste experimento. Os dados indicam uma sensível melhora de QR-0 ao longo do tempo, tanto comparado com QP, quanto a QR-10 e QR-20, evidenciando que queijos obtidos de retentados de leite concentrado por

ultrafiltração podem ser competitivos com queijos obtidos pelo processo tradicional.

TABELA 6 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL NA INTENÇÃO DE COMPRA

Dias	QP	QR-0	QR-10	QR-20
10	3,23 ^a	2,14 ^b	3,17 ^a	3,00 ^a
25	2,92 ^b	2,06 ^c	3,68 ^a	2,80 ^b
45	3,03 ^a	2,75 ^{ab}	2,97 ^a	2,43 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A TABELA 7 mostra a avaliação da aceitação dos atributos por dia de maturação. Comparativamente os tratamentos com maior aceitação foram: QR-10, seguido pelo QR-20, QP e QR-0. Os resultados mostram a possibilidade de utilização da ultrafiltração para fabricação de queijos de massa semi-cozida, inclusive sem o uso da pré-fermentação.

TABELA 7 - AVALIAÇÃO MÉDIA DOS ATRIBUTOS COM 10 DIAS DE MATURAÇÃO

	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Intenção de Compra
QP	5,08 ^b	5,52 ^b	6,40 ^a	5,83 ^b	3,23 ^a
QR-0	3,95 ^c	4,78 ^c	4,60 ^c	4,46 ^c	2,14 ^b
QR-10	6,04 ^a	6,43 ^a	5,80 ^{ab}	6,72 ^a	3,17 ^a
QR-20	5,75 ^a	6,11 ^{ab}	5,34 ^{bc}	6,05 ^{ab}	3,00 ^a

Médias com o mesmo expoente na mesma coluna, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Na TABELA 8, a avaliação média dos atributos com 25 dias de produção, mostra que os queijos com melhor avaliação por parte dos provadores foram os tratamentos QR-10, QR-20, QP e QR-0. Isto evidencia a manutenção dos parâmetros de qualidade sensorial obtido no décimo dia, ou seja, neste estudo, os queijos obtidos de retentados de leite concentrado por ultrafiltração (especialmente QR-10), obtiveram uma aceitação significativamente melhor que o QP, nos atributos de aparência, cor, textura e intenção de compra. Quanto a QR-20 a relação é a mesma, quando comparado com QP exceto nos atributos sabor e intenção de compra. No vigésimo quinto dia, QR-0 obteve avaliações inferiores

para todos os atributos, diferenciando significativamente em todos os atributos de todos os outros tratamentos ($p < 0,05$).

TABELA 8 - AVALIAÇÃO MÉDIA DOS ATRIBUTOS COM 25 DIAS DE MATURAÇÃO

	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Intenção de Compra
QP	5,09 ^c	5,29 ^c	6,28 ^a	5,91 ^b	2,92 ^b
QR-0	4,00 ^d	4,23 ^d	4,80 ^b	4,62 ^c	2,06 ^c
QR-10	7,23 ^a	7,29 ^a	6,20 ^a	7,08 ^a	3,68 ^a
QR-20	6,02 ^b	6,28 ^b	4,83 ^b	5,98 ^b	2,80 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma coluna, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Na TABELA 9, está apresentada a seqüência de aceitação como nas demais anteriores. Aos quarenta e cinco dias, foi observada uma melhoria na aceitação do tratamento QR-0, que não diferiu significativamente ($p > 0,05$) de QP quanto ao sabor, cor, textura sensorial e intenção de compra. O tratamento QR-0 não diferenciou significativamente ($p > 0,05$) de QR-10, quanto ao sabor e intenção de compra. O tratamento QR-20 obteve menor intenção de compra aos quarenta e cinco dias provavelmente pela presença de sabor amargo, (citado nos comentários desgostei) conseqüência da maior proporção de pré-fermentação de parte do retentado. O sabor contribuiu para a menor intenção de compra de QR-20, enquanto que a aparência contribuiu para menor intenção de compra de QR-0.

TABELA 9 - AVALIAÇÃO MÉDIA DOS ATRIBUTOS COM 45 DIAS DE MATURAÇÃO

	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Intenção de Compra
QP	5,28 ^{bc}	5,45 ^c	6,22 ^a	4,94 ^b	3,03 ^a
QR-0	4,72 ^c	5,11 ^c	5,74 ^a	5,03 ^b	2,75 ^{ab}
QR-10	7,00 ^a	7,18 ^a	5,49 ^a	6,34 ^a	2,97 ^a
QR-20	5,80 ^b	6,46 ^b	4,54 ^b	5,45 ^b	2,43 ^b

Médias com o mesmo expoente na mesma coluna, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Análise Descritiva Quantitativa

A tabela 10 apresenta os valores médios dos termos descritores de cada tratamento. Os testes visuais, ou seja, de aparência indicam que os tratamentos QP-10 e QP-20 obtiveram maior intensidade no descritor cor amarelada. No tocante a uniformidade da cor os tratamentos QR-0 e QR-10 alcançaram maiores valores, seguidos de tratamentos QP e QR-20. Este fato pode ser explicado por variações nas amostras e também devido ao fato da ADQ ter sido aplicada no quadragésimo quinto dia de maturação, onde uma maior uniformidade da massa dos queijos provavelmente tenha sido alcançada.

No teste de derretimento, também visual, o QR-0 foi o que apresentou menor avaliação, provavelmente devido à proteólise secundária menor que os demais tratamentos obtidos de retentados pré-fermentados.

Quanto ao gosto ácido, todos os tratamentos diferenciaram-se entre si ($p < 0,05$), porém QR-20 apresentou maior valor para o atributo gosto ácido, seguido dos tratamentos QR-10, QP e QR-0. Este fato é decorrente do desenvolvimento da cultura láctica.

O tratamento QR-20 apresentou maiores valores para o gosto salgado seguido de tratamento QP, QR-10 e QR-0, muito embora a análise estatística, não tenha evidenciado diferenças significativas entre QR-20 e QP ($p > 0,05$).

Quanto ao descritor gosto amargo todos os tratamentos diferenciaram entre si e QR-20 apresentou o maior valor de gosto amargo e QR-0 o menor, isto representa uma vantagem no caso da fabricação de queijo Prato com retentado sem pré-fermentação.

Nos descritores de textura sensorial, no atributo dureza todos os tratamentos diferenciaram-se significativamente ($p < 0,05$). Observou-se que com o andamento da maturação, as características dos queijos obtidos de retentados de

leite concentrado por ultrafiltração assemelham-se as dos queijos fabricados tradicionalmente.

Quanto a coesividade, o tratamento que apresentou menor valor para este descritor foi QR-0, isto pode ser explicado pela falta da operação de pré-fermentação de parte do retentado, que pode retardar a uniformidade da massa, as diferenças de gradientes de umidade e sal assim como a proteólise.

TABELA 9 - Análise Descritiva Quantitativa

	QP	QR-0	QR-10	QR-20
APARÊNCIA				
Cor amarelada	4,11 ^c	3,73 ^d	7,28 ^b	7,38 ^a
Uniformidade da cor	4,98 ^b	6,39 ^a	6,32 ^a	4,70 ^c
Derretimento	6,32 ^a	1,36 ^d	5,03 ^b	2,32 ^c
GOSTO				
Ácido	5,79 ^c	3,48 ^d	6,65 ^b	6,91 ^a
Salgado	4,03 ^a	2,97 ^c	3,08 ^b	4,08 ^a
Amargo	1,95 ^c	1,55 ^d	4,11 ^b	4,78 ^a
TEXTURA				
Dureza	3,42 ^d	4,15 ^c	5,65 ^a	4,45 ^b
Coesividade	8,33 ^b	1,84 ^d	7,99 ^c	8,70 ^a

Médias com o mesmo expoente na mesma linha, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

O perfil de cada um dos tratamentos pode ser expresso graficamente através do gráfico de Perfil Sensorial das Amostras, que é uma forma típica de representar os resultados da ADQ. No gráfico do Perfil Sensorial das Amostras, a intensidade média de cada descritor em cada produto foi marcada no eixo correspondente ao atributo avaliado, o centro do gráfico correspondendo ao ponto zero e a extremidade de cada escala correspondendo ao máximo de intensidade percebida do atributo sensorial, onde o eixo de cada atributo apresenta a dimensão igual à escala utilizada (escala de 0 a 9). O gráfico 1 mostra os valores médios fornecidos pelos provadores em cada atributo das amostras.

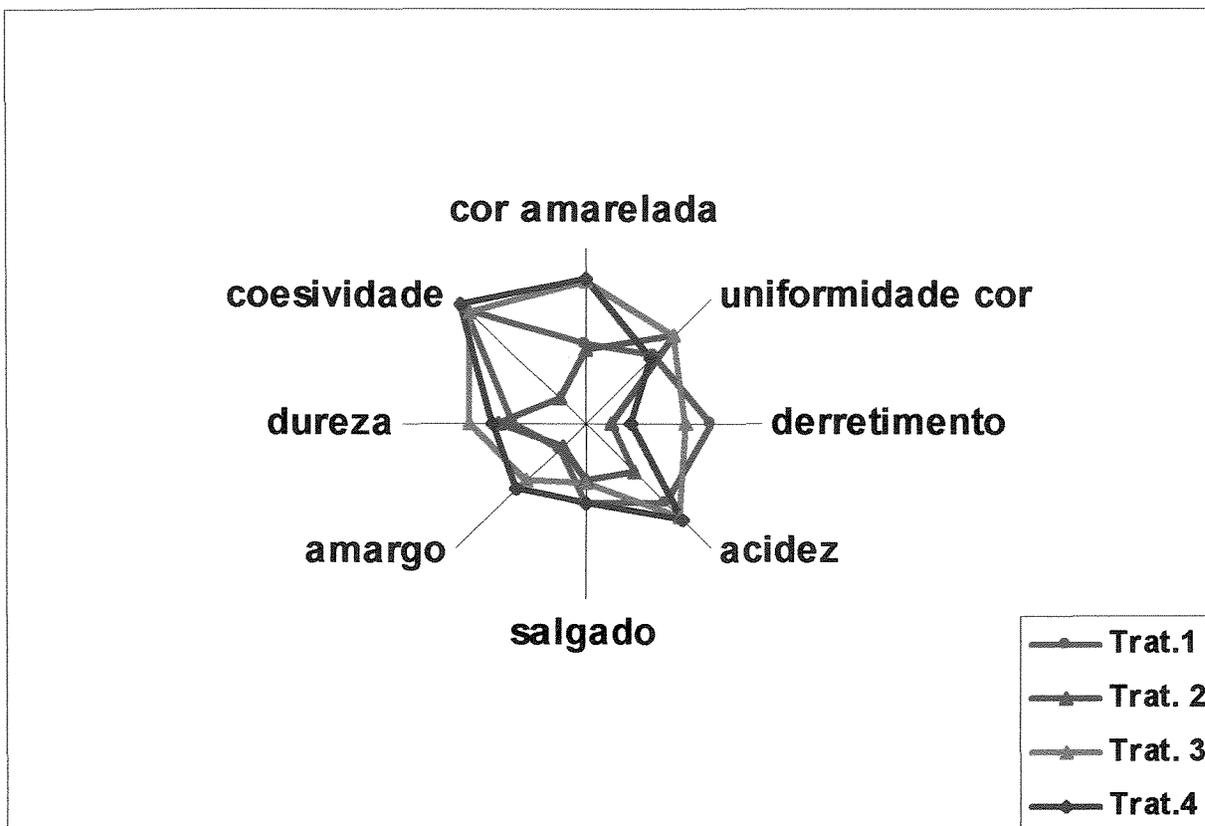


GRÁFICO 1 – PERFIL SENSORIAL DAS AMOSTRAS DE QUEIJO PRATO

Uma forma mais eficiente de se apresentar os resultados da Análise Descritiva Quantitativa é através da Análise de Componente Principal (ACP). Na representação gráfica da ACP, a variabilidade que ocorre entre as amostras é dividida em eixos ortogonais. O primeiro eixo explica a maior parte da variabilidade entre as amostras, seguidas pelo segundo eixo, e assim por diante. Assim o gráfico 2 (eixos I e II) apresenta a representação bidimensional da ACP das amostras de queijo Prato (QP, QR-0, QR-10 e QR-20). Os componentes 1 e 2 explicaram juntos 86,62% da variação ocorrida entre as amostras, o que segundo BURGARD & KUZNICK (1993) é uma ótima explicação.

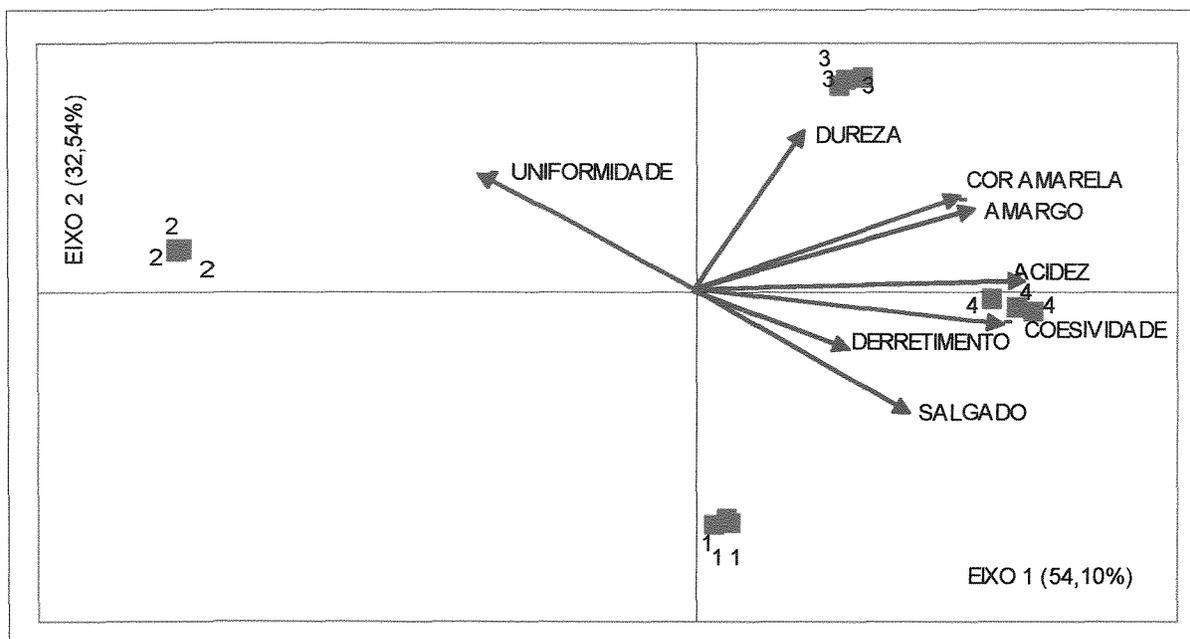


Gráfico 2 – Gráfico de vetores de Análise de Componente Principal de queijo Prato com 45 dias explicados pelos eixos I e II

Na ACP, os descritores sensoriais avaliados são representados por vetores. A localização de uma amostra em relação aos vetores sugere por quais descritores esta amostra é melhor caracterizada. As figuras representativas das amostras analisadas possuem três pontos, correspondentes a cada uma das três repetições realizadas pela equipe sensorial para cada amostra. Para os quatro tratamentos, os três pontos estão próximos mostrando a boa repetibilidade dos provadores e a eficácia dos treinamentos (GRÁFICO 2).

A posição dos vetores na figura, sugere a existência de correlação positiva entre os atributos de dureza, cor amarelada, amargo, acidez, coesividade, salgado e derretimento, e uma correlação negativa destes atributos com o atributo de uniformidade da massa.

A amostra de queijo padrão (QP) é melhor caracterizada principalmente pelo derretimento e gosto salgado. A amostra de queijo do tratamento QR-0 é melhor caracterizada por uniformidade da massa. A amostra QR-10 é melhor

caracterizada pelos atributos de cor amarelada, dureza e gosto amargo. A amostra QR-20 é caracterizada pelos atributos de coesividade, gosto ácido, gosto salgado e gosto amargo.

CONCLUSÕES

Avaliação do Teste de aceitação

Na avaliação de aceitação da Aparência, QR-10 obteve melhor aceitação ao longo do período de armazenamento seguido pelos tratamentos, QR-20, QP e QR-0.

O tratamento QR-0 apresentou melhora nas avaliações sensoriais de aceitação de aparência, sabor e textura ao longo do tempo de armazenamento, indicando que o processo pode ser uma opção para produção de queijo tipo Prato.

O tratamento QR-0 mostrou a possibilidade de se manipular o intervalo de vida útil do queijo Prato fabricado com retentado sem pré-fermentação.

Os atributos de sabor, cor, e textura, contribuíram para uma maior intenção de compra de QR-0 nos quarenta e cinco dias de armazenamento, comparada a QP e QR-10.

A maturação de queijo Prato obtido a partir de retentado de ultrafiltração (2,5:1) pode ser acelerada ou desacelerada pelo uso da pré-fermentação.

Avaliação do Teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Os descritores que mais caracterizaram as amostras de queijos obtidos pelo método convencional de produção foram o derretimento e coesividade.

O descritor que mais caracterizou o tratamento QR-0 (sem pré-fermentação) foi à uniformidade da cor, este fato evidencia que alguns defeitos de aparência dos queijos podem ser minimizados ao longo da maturação.

O tratamento QR-10 foi mais caracterizado pelos descritores cor amarelada, uniformidade da cor, derretimento, gosto ácido, sabor amargo, dureza e coesividade.

O tratamento QR-20 foi mais caracterizado pelos descritores cor amarelada, uniformidade da cor, gosto ácido, gosto salgado, gosto amargo, dureza e coesividade.

Os resultados mostraram que a operação de ultrafiltração pode ser utilizada na fabricação de queijo prato e que a operação de pré-fermentação de parte do retentado pode fazer com que os queijos atinjam as suas características sensoriais num tempo menor, podendo os mesmos ser colocados no mercado mais rapidamente.

BIBLIOGRAFIA

AOAC – Association of Analytical Chemists (1995) Official methods of analysis of AOAC international. AOAC, Washington.

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. 74:281, 1991.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (1989) Determination of fat content of milk and milk products (Gerber method) Methods. British Standards Institution, London.

BURGARD, D.R.; KUZNICKI, J.T. Chemometrics: Chemical and Sensory data. CRC Press London, p.122, 1990.

- CREAMER, L.K.; OLSON, N.F. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Journal Food Science, Chicago, v. 47, p. 631-646, 1982.
- DE JONG, L. Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 1-Proteolysis and consistency of Moordhollandse Meshanger cheese. Netherlands Milk and Dairy Journal, Wageningen, v. 30, p. 242-253, 1976.
- FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. A fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte 1. Determinação das cifras de transição. Revista do I.L.C.T., Juiz de Fora, Set/out, 3 -19, 1979.
- LAWRENCE, R.C.; CREAMER, L.K.; GILLES, J. Symposium: Cheese Ripening technology. Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 70, n8, p. 1750-1760, Set. 1987.
- KONING, P. G.; de BOER, R. ; BOTH, P. NOOY, P.F.C. Comparison of proteolysis in a low fat semi-hard type of cheese manufactured by standard and by ultrafiltration techniques. Netherlands Milk Dairy Journal 35 (1): 35 -46, 1981.
- MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. "Procédé de traitement du lait et de sous-produits laitiers". Patent Française 2.052.121, Paris, France, 1969.
- OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos tecnológicos. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Unicamp, Ícone Editora LTDA, 1986, 146p.
- RENNER, E.; EL-SALAM, M. H. Application of ultrafiltration in the dairy industry, London. Elsevier Applied Science, 1991. 371 p.
- RIBEIRO, E. P. Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo Prato. Campinas, F.E.A./ Unicamp. 1996. 144p. – Universidade Estadual de Campinas 1996.
- RICHARDSON, G.H. Ed. Standard Methods for examination of Dairy Products. 15º Ed. Washington, p.412, 1985.

SAS Institute. Inc. 2001. Statistical Analysis Systems, Ver. 8.1, Cary, NC.

SOUZA, E. A. Tecnologia da fabricação de queijos. Ed. Da Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora, 1960.

STONE, H., SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. London: Academic Press, 1985. 311p.

VAN DENDER, A.G. F.; DUCRET, P.; MAUBOIS, J. L. Estudo da fabricação de queijo tipo prato utilizando ultrafiltração. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (249): 7-14, 1987.