

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E
DERIVADOS

Michelle Marie Cheminande Paula

**Efeito do uso de proteína concentrada do leite (MPC) nas características físico-químicas,
reológicas e sensoriais do Requeijão Culinário.**

Juiz de Fora

2019

Michelle Marie Cheminande Paula

**Efeito do uso de proteína concentrada do leite (MPC) nas características físico-químicas,
reológicas e sensoriais do Requeijão Culinário.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, EMBRAPA Gado de Leite e EPAMIG/ILCT, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre

Orientadora: Prof. Dra. Denise Sobral

Co-Orientadores: Prof. Dra. Renata Golin Bueno Costa e Prof. Dr. Junio César Jacinto de Paula

Juiz de Fora

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Paula, Michelle Marie Cheminand e Paula.

Efeito do uso de proteína concentrada do leite (MPC) nas características físico-químicas, reológicas e sensoriais do Requeijão Culinário. / Michelle Marie Cheminand e Paula Paula. -- 2019.
57 f. : il.

Orientadora: Denise Sobral Sobral

Coorientadores: Renata Costa, Junior Paula

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2019.

1. Trabalho acadêmico. I. Sobral, Denise Sobral, orient. II. Costa, Renata, coorient. III. Paula, Junior, coorient. IV. Título.

Michelle Marie Cheminand e Paula

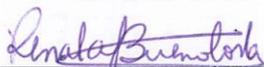
Efeito do uso de proteína concentrada do leite (MPC) nas características físico-químicas, reológicas e sensoriais do Requeijão Culinário.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, EMBRAPA Gado de Leite e EPAMIG/ILCT, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre

Aprovada em ____ / ____ / ____



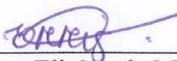
Prof^a. Dr^a. Denise Sobral – Orientadora
EPAMIG ILCT



Profa. Dra. Renata Golin Costa – Co-orientadora
EPAMIG ILCT



Profa. Dra. Gisela de Magalhães Machado Moreira
EPAMIG ILCT



Profa. Dra. Elisângela Michele Miguel
EPAMIG ILCT



Prof. Dr. Luiz Carlos G. Costa Júnior
EPAMIG ILCT



Profa. Dra. Vanessa Aglaê Martins Teodoro UFJF

AMOR DOS AMORES

(AJesus)

A ti, eu peço perdão porque há séculos me estendeste a mão cheia de luz inconfundível de teu espírito.

A ti, eu rogo a caridade de me contemplares mais uma vez para que a minha alma convalesça.

A ti, que és a estrela que me arrastou do fundo dos abismos.

A ti, eu imploro que esqueças o mal que fiz.

A ti, que és o Guia, o Amigo, o Irmão de todos os momentos.

A ti, que é no Universo a Luz de todas as luzes e o AMOR de todos os AMORES.

(Autor Desconhecido)

AGRADECIMENTOS

Inicio os meus agradecimentos por aquela que sempre me inspirou e por quem sempre busco ser uma pessoa melhor, minha mãe IrkaCheminand, que não está mais presente nesse plano, mas é presença constante na minha vida.

Agradeço ao nosso Criador por me amparar em todos os momentos e me dar força e razão para construir minha caminhada.

À minha família, por todo apoio e paciência nesses anos, especialmente ao meu marido, meu amigo, meu amor, Raphael Costa e Paula, que todos os dias me surpreende e faz minha vida mais feliz.

Aos meus filhos Maria Antônia e Joaquim Cheminand por servirem de inspiração constante na minha vida.

Agradeço também as minhas irmãs, Cláudia, Sandra e Márcia, que sempre acreditaram e torceram por mim e que, com certeza, sempre me tiveram em suas orações.

À minha orientadora, Prof.^aDra. Denise Sobral, sem a qual eu não teria chegado até aqui e por quem tenho profunda admiração em razão do seu trabalho, da sua competência e, acima de tudo, do seu caráter.

Aos funcionários do laboratório de físico-química do ILCT e aos bolsistas, por todo suporte e ajuda para a realização desse estudo.

À empresa *FonterraCo-operativeGroupLimited*, por disponibilizar o concentrado proteico de leite – MPC470.

Meus agradecimentos aos professores participantes da banca, pela disponibilidade, e a todos os professores que compõem o corpo desse mestrado e me deram a oportunidade e o prazer de desfrutar dos seus conhecimentos.

Aos amigos que fiz durante esse percurso, em especial à Letícia Scafutto, que me ajudou a concretizar esse trabalho, e aos amigos que, mesmo longe, se fizeram presentes ao longo dessa estrada.

Gratidão!

RESUMO

O Requeijão Culinário é um produto típico brasileiro e é muito utilizado pela indústria alimentícia, principalmente como ingrediente. Esse tipo de requeijão deve possuir características específicas a fim de atender o seu uso como ingrediente, como, por exemplo, ter o seu derretimento controlado e não apresentar escurecimento excessivo. O presente trabalho analisa a viabilidade da produção de um Requeijão com características ulinárias por meio da substituição parcial e total da massa ácida (obtida por acidificação direta a quente) por concentrado de proteína do leite nas seguintes proporções: 100% de massa de queijo (controle); 50% de massa de queijo + 50% de concentrado de proteína do leite (MPC 70); 100% de concentrado de proteína do leite (MPC 70). O estudo proposto teve como objetivo avaliar a capacidade de derretimento, o perfil de textura, os aspectos físico-químicos e sensoriais do requeijão culinário a partir das formulações mencionadas. A substituição da massa por concentrado de proteína do leite não influenciou na composição de características físico-químicas como gordura, umidade, atividade de água e proteína total. O pH dos requeijões culinários feitos com MPC apresentou diferença significativa quando comparado ao controle. Uma das características mais exigidas pelos consumidores com relação ao requeijão culinário é a sua consistência quando exposto à alta temperatura, ou seja, o derretimento. As análises estatísticas para o derretimento realizadas nesse estudo também não apontaram diferenças entre os tratamentos, uma característica desejável, pois não impediria a substituição pretendida. Os parâmetros de textura dos requeijões analisados não foram diferentes ente si. Quanto a análise sensorial e de intenção de compra, os valores obtidos foram diferentes do controle a nível de 5% de significância e, para um alimento ser considerado aceitável, deve apresentar em sua avaliação nota igual ou superior a 70%. A substituição da massa ácida por proteína concentrada do leite pode gerar benefícios econômicos e ambientais para as indústrias laticinistas. Portanto, esta tecnologia pode ser utilizada na fabricação de requeijões culinários, já que as diferenças encontradas entre o processo tradicional e aquele que utiliza a proteína concentrada do leite, seja com substituição total ou parcial podem ser corrigidas durante o processamento.

Palavras-chave: Queijo Processado. Concentrado de proteína do leite (MPC). Perfil de textura. Avaliação Sensorial. Derretimento.

ABSTRACT

Requeijão Culinário is a typical Brazilian product and is widely used by the food industry, mainly as an ingredient. This type of curd must have specific characteristics in order to meet its use as an ingredient, such as having its melt controlled and not showing excessive browning. The present work analyzes the viability of producing a cheese with culinary characteristics by the partial and total substitution of the acid mass (obtained by direct hot acidification) by milk protein concentrate in the following proportions: 100% cheese mass (control); 50% cheese mass + 50% milk protein concentrate (MPC 70); 100% milk protein concentrate (MPC 70). The proposed study aimed to evaluate the melting capacity, texture profile, physicochemical and sensory aspects of *Requeijão Culinário* from the mentioned formulations. The substitution of milk protein concentrate by mass did not influence the composition of physico-chemical characteristics such as fat, moisture, water activity and total protein. The pH of the *Requeijão Culinário* made with MPC showed a significant difference when compared to the control. One of the characteristics most demanded by consumers regarding *Requeijão Culinário* is its consistency when exposed to high temperature, ie melting. Statistical analyzes for melting performed in this study also do not indicate differences between treatments, a desirable characteristic, as it does not prevent the intended replacement. As for the texture parameters of the curd analyzed, they were not different from each other. Sensory analysis and purchase intention, the values obtained were different from the control at 5% significance level and, for a food to be considered acceptable, must have in its evaluation grade equal to or greater than 70%. The evaluated treatments presented a satisfactory result. Substituting acid mass for concentrated milk protein can have economic and environmental benefits for dairy industries. Therefore, this technology can be used in the manufacture of culinary curd, since the differences found between the traditional process and the one that uses concentrated or partial milk protein can be corrected during processing.

Keywords: Requeijão Culinário. Milk protein concentrate (MPC). Texture Profile Sensory Evaluation. Melting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Composição dos diferentes concentrados de proteínas (MPC) encontrados no mercado	25
Quadro 1 - Composição geral dos concentrados de proteínas do leite (MPC).....	26
Quadro 2 - Propriedades gerais do concentrado de proteína, MCP 70.....	27
Quadro 3 - Formulação do Requeijão Culinário	32
Quadro 4 - Quantidade de ingredientes para cada tratamento	32
Figura 2 - Foto do equipamento de fusão - homogeneizadora-trituradora Geiger, modelo GUMSK12E	33
Figura 3 - Fluxograma de fabricação de requeijão culinário com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)	34
Figura 4 - Foto do armazenamento das amostras	35
Quadro 5 - Análises realizadas, número de repetições (fabricações) Erro! Indicador não definido.	
Figura 5 - Foto texturômetro CT3	36
Figura 6 - Foto do teste de derretimento – tubos preparados para o aquecimento	39
Figura 7 - Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o Requeijão Culinário4001	
Figura 8 - Modelo da ficha-resposta do teste de intenção de compra para o Requeijão Culinário	410

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos físico-químicos para as diferentes variedades de Requeijão	17
Tabela 2 - Definições físicas dos parâmetros da análise do perfil de textura (TPA).....	37
Tabela 3 - Parâmetros de textura relacionados com os parâmetros sensoriais	37
Tabela 4 - Análises físico-químicas do requeijão culinário com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)	422
Tabela 5 - Textura do requeijão culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)	466
Tabela 6 - Derretimento do requeijão culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)	48
Tabela 7 - Aceitação sensorial	49
Tabela 8 - Intenção de compra	500

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijos
ANOVA	Análise de Variância
Ca	Cálcio
CD	Coefficiente de derretimento
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
ESD	Extrato seco desengordurado
EST	Extrato seco total
G	Gordura
GES	Gordura no extrato seco
ILCT	Instituto de Laticínios Cândido Tostes
IN	Instrução normativa
WPC	Whey proteinconcentrate (concentrado de proteína do soro)
WPI	Whey proteinisolate (isolados proteicos do soro)
MPC	Milkproteinconcentrate (concentrado de proteína do leite)
NT	Nitrogênio total
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
L	Litros
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de Sódio
N	Nitrogênio
PT	Proteína total
pH	Potencial hidrogeniônico
TPA	Análise de perfil de textura
UHT	Ultra high temperature (temperatura ultra alta)
USA	United StatesofAmerica (Estados Unidos da América)

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
°C	graus Celsius (unidade de temperatura)
kg	quilograma (unidade de medida de massa)
α 1-CN	alfa s1 caseína
J	Joule
mJ	Milijaule
mL	mililitro (unidade de medida de volume)
mg	miligrama (unidade de medida de massa)
mm/s	milímetros por segundo
N	Newton
rpm	Rotações por minuto
g	grama (unidade de medida de massa)
t	Tonelada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 QUEIJOS PROCESSADOS E REQUEIJÃO – HISTÓRICO, MERCADO ATUAL E LEGISLAÇÃO	16
3.2 REQUEIJÃO CULINÁRIO	18
3.3 INGREDIENTES UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO	19
3.3.1 Massa para fusão	19
3.3.2 Sais Fundentes	20
3.3.3 Fonte de gordura	21
3.3.4 Água	22
3.3.5 Outros ingredientes	23
3.4 CONCENTRADO DE PROTEÍNA DO LEITE	24
3.5 CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO DO REQUEIJÃO	27
3.5.1 O processo de fusão	28
3.5.2 Calor, agitação e pH	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 CÁLCULO DAS FORMULAÇÕES	31
4.2 FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO	32
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	35
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	35
4.5 PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL	36
4.6 TESTE DE DERRETIMENTO	38
4.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL E DE INTENÇÃO DE COMPRA	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	422
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS	422
5.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS REQUEIJÕES	422
5.3 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA	456
5.4 DERRETIMENTO	480
5.5 ANÁLISE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA	490
6 CONCLUSÃO	511
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O Requeijão é um produto lácteo brasileiro classificado como um queijo de massa fundida. A diferença básica entre o requeijão e os queijos processados está no fato de o requeijão ser produzido a partir de massa fresca, fabricada para a fusão. Já os processados são produzidos a partir de queijos prontos e muitas vezes maturados, que lhes conferem um sabor mais acentuado.

O Requeijão apresenta um consumo significativo no mercado nacional, pois é utilizado para consumo direto, ou seja, à mesa dos consumidores, ou como ingrediente na culinária, pois combina com os mais variados pratos, conferindo sabor e textura às receitas. O requeijão pode ser fabricado com condições específicas para atender necessidades de mercado, pois pode possuir consistências e sabores variados, desde um produto firme para ser cortado em fatias, até a consistência cremosa, o que permite que seja espalhado em superfícies de pães e biscoitos e, ainda, servir como recheio.

O Requeijão Culinário possui consistência intermediária entre o Requeijão em Barra ou de Corte e o Cremoso e deve atender a características específicas para a sua utilização como ingrediente. Deve, ainda, suportar temperaturas elevadas dos fornos (180 a 200°C por 30 a 40 min) sem escurecer, além de apresentar características sensoriais pronunciadas e não derreter de forma excessiva quando utilizado em recheios e pizzas.

Diante das atuais demandas do mundo moderno, no qual todos têm acesso às novas tecnologias, a indústria laticinista deve se ater e se adequar a esta tendência, observando que o consumidor é cada vez mais exigente. Esse mercado vem apontando para a necessidade da busca de novas tecnologias e de novos processos com custos reduzidos, atendendo à ecoeficiência. Promover economia no processo produtivo e, ainda assim, manter inalteradas características como o sabor, a textura e a aparência dos alimentos é um grande desafio para a indústria alimentícia.

Os concentrados proteicos de leite possuem proteína de alta qualidade, encontrada na forma desidratada, com um teor que varia de 50% a 85% na matéria seca. Possuem em sua composição caseína e soroproteínas, ambas com a mesma proporção do leite fluido. São obtidos de leite desnatado, concentrado por ultrafiltração, diafiltração, seguido de secagem por *spraydrier*. As proteínas do leite, quando utilizadas como ingrediente em outros alimentos, podem trazer benefícios devido às suas excelentes propriedades nutricionais e à capacidade de contribuir para propriedades tecno-funcionais, sensoriais e reológicas nos produtos finais.

A substituição total ou parcial de massa de queijo fresca na fabricação do Requeijão Culinário por MPC possui uma série de vantagens econômicas e ambientais para a indústria laticinista. A substituição dispensa a necessidade de elaboração da massa para o processo de fabricação do requeijão, o que gera economia de tempo e de mão de obra. A ausência da etapa de fabricação de massa também evita a formação de soro, resíduo de difícil destino na indústria de laticínios e com grande potencial poluidor. O soro muitas vezes é descartado de forma incorreta no meio ambiente e pode produzir impactos negativos no meio ambiente.

Outra vantagem em utilizar o MPC seria o custo constante da matéria-prima ao longo das estações, pois não sofre variações com o período de entressafra. Já o leite, no período da seca, pode sofrer grandes alterações de custo devido à diminuição da oferta no mercado. Além da variação no preço, o leite também possui variações em sua composição que podem gerar massas diferentes ao longo do ano e, com isso, afetar a qualidade do Requeijão culinário.

A padronização do produto e a redução do uso da massa ácida contribuem, de forma efetiva, com a economia e com as condições ambientais no processo produtivo do Requeijão Culinário. Portanto, o propósito principal deste projeto foi padronizar uma tecnologia de fabricação de Requeijão Culinário com a redução ou eliminação do uso de massa ácida por meio da utilização de proteína concentrada do leite, mantendo as características funcionais e sensoriais do Requeijão Culinário original.

Neste contexto, no presente estudo foi avaliada a viabilidade do uso do concentrado de proteína do leite ou MPC (*Milk protein concentrate*), sigla originada do inglês para denominar os concentrados de proteínas lácteas disponíveis no mercado, como substituto parcial ou total da massa fresca na produção do Requeijão Culinário.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a viabilidade tecnológica de fabricação de Requeijão Culinário, com a substituição total e parcial de massa ácida por concentrado de proteína do leite (MPC).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir Requeijão Culinário com massa fresca, com substituição da massa por 50% de MPC e com a substituição total da massa fresca por MPC;
- Avaliar a composição físico-química dos Requeijões Culinários fabricados;
- Avaliar o perfil de textura dos Requeijões Culinários fabricados;
- Avaliar a capacidade de derretimento dos Requeijões Culinários fabricados;
- Avaliar a aceitação sensorial dos Requeijões Culinários fabricados, assim como a intenção de compra;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 QUEIJOS PROCESSADOS E REQUEIJÃO – HISTÓRICO, MERCADO ATUAL E LEGISLAÇÃO

No final do século XIX surgiram os primeiros registros de fabricação do queijo fundido. No início, quando a cadeia de frio ainda não era utilizada no transporte de produtos lácteos, tentou-se controlar as atividades microbianas e enzimáticas dos queijos por meio da aplicação de calor para que se pudesse realizar o transporte do produto para longas distâncias. A tecnologia ainda não era bem elaborada, o que gerava alguns transtornos, como a separação da gordura e da proteína do queijo ao final do processo de aquecimento. Com o desenvolvimento de alguns estudos nesta área, surgiu na Suíça, por volta de 1911, a tecnologia de queijos fundidos criada por W. Gerber e F. Stettler. O queijo Emmental era picado e aquecido com citrato de sódio, que é um tipo de sal fundente, para a obtenção de um produto homogêneo e firme após resfriado. Somente após a descoberta do uso dos sais fundentes o sucesso foi atingido e, finalmente, obteve-se queijos fundidos com consistência lisa, brilhante e sem separação de gordura e proteína (VAN DENDER, 2014).

Acredita-se que o Requeijão tenha surgido como um subproduto feito a partir de leite desnatado, considerado descarte nas regiões produtoras de creme para a fabricação de manteiga (MUNCK; CAMPOS, 1984). A produção do Requeijão inicialmente era restrita ao uso local, ou seja, era produzido e consumido nas fazendas, mas foi difundida com a evolução dos meios de transporte, de acondicionamento e de tecnologia e se tornou expressiva no mercado de queijos, ocupando a preferência de consumo de muitos brasileiros. Atualmente, são diversas as tecnologias empregadas na fabricação de requeijão, assim como no seu formato, nas embalagens, na consistência e em coadjuvantes tecnológicos (RODRIGUES, 2006).

O Requeijão é um tipo de queijo fundido típico do Brasil (VAN DENDER, 2014) e é produzido pela fusão de massa coalhada fresca, cozida ou não, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite (BRASIL, 1997). Diferente do requeijão, que apresenta sabor suave, os queijos processados podem ser fabricados pela fusão de queijos maturados, proporcionando um sabor acentuado no produto final.

A produção nacional de requeijão culinário aumentou de 725.313 toneladas em 2016, para 747.603 toneladas em 2017 e atualmente representa o terceiro queijo mais consumido em todo o Brasil, perdendo em consumo apenas para o queijo Muçarela e para o queijo Prato (ABIQ, 2019). Já a produção de Requeijão Cremoso em 2017 foi de apenas 104.246 toneladas,

número bem inferior em relação ao Requeijão Culinário, demonstrando a importância desta variedade de queijo para todo o país e para o mercado de lácteos (ABIQ, 2019).

Portanto, dentre os vários tipos de requeijão disponíveis, o requeijão culinário é, sem dúvida, o que apresenta consumo mais expressivo no mercado nacional. O Requeijão Culinário, foco desse estudo, apesar de ser hoje o terceiro queijo mais consumido no Brasil, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Queijos (ABIQ, 2019), ainda não foi regulamentado pela legislação brasileira, que classifica os Requeijões em: Requeijão, Requeijão Cremoso e Requeijão de Manteiga (BRASIL, 1997).

Segundo a Portaria número 359 de 1997 (BRASIL, 1997), Requeijão é aquele que resulta da fusão de uma massa coalhada dessorada e lavada obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, com ou sem adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou butter-oil. Já o Requeijão Cremoso é resultado da fusão de uma massa coalhada dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, com adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou butter-oil. E o Requeijão de Manteiga é aquele resultante da fusão prolongada com agitação de uma mistura de manteiga e massa de coalhada de leite integral, semidesnatado ou desnatado (BRASIL, 1997).

Os requisitos físico-químicos para as diferentes variedades de requeijão, segundo as normas brasileiras (BRASIL, 1997), podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos físico-químicos para as diferentes variedades de Requeijão

Requisito	Requeijão	Requeijão Cremoso	Requeijão de Manteiga
Matéria gorda no extrato seco (g/100g)*	45,0 a 54,9	Mín. 55	25,0 a 59,9
Umidade (g/100g)	Máx. 60	Máx. 65	Máx. 58

Gordura no extrato seco (GES) *

Fonte: BRASIL, 1997.

Para o Requeijão Culinário, as características específicas sensoriais e de forneabilidade devem atender às exigências do mercado, principalmente quando utilizado como ingrediente, não existindo uma legislação específica que discrimine tais características (SOBRAL *et al.*, 2019; VAN DENDER, 2014).

3.2 REQUEIJÃO CULINÁRIO

O Requeijão, independente de ser em Barra ou Cremoso, sempre foi consumido à mesa com pães, biscoitos, doces, etc. No entanto, com o crescimento das redes de alimentos congelados e comidas prontas para consumo como os *fast-foods*, o requeijão passou a ser utilizado como ingrediente. Seu uso em pizzas, pastéis, esfirras e massas trouxe a necessidade de produção de um requeijão com algumas características específicas e diferenciadas para ser utilizado para este fim (SOBRAL *et al.*, 2019).

O Requeijão ideal para este novo mercado deveria ter características sensoriais ligeiramente mais pronunciadas do que aquelas do produto original e precisaria suportar as altas temperaturas de assamento e fritura, sem apresentar escurecimento e derretimento excessivos. O Rcom essas características funcionais foi denominado de Requeijão culinário (SOBRAL *et al.*, 2019; VAN DENDER, 2014).

O Requeijão Culinário possui consistência não tão firme como o Requeijão em Barra e nem tão fluida como o Requeijão Cremoso. Sua produção tem aumentado de forma significativa e, sem dúvida, o seu potencial de crescimento é ainda promissor (SOBRAL *et al.*, 2019; VAN DENDER, 2014).

Segundo Van Dender, para fabricar um Requeijão Culinário de qualidade, com as específicas características de funcionalidade, é necessário fazer ajustes de vários parâmetros no processo de fabricação. Algumas características devem ser controladas durante a produção, como:

- a composição físico-química (gordura, umidade, extrato seco) do requeijão e dos ingredientes utilizados, como massa, creme, dentre outros, que serão utilizados nos cálculos da formulação escolhida como padrão;
- a escolha do sal fundente, importante e variável de acordo com a consistência e as condições de ingredientes e processos utilizados;
- o pH, pois influencia na consistência do produto final; e
- o controle das variáveis de processamento, como, por exemplo, tratamento térmico, tempo de processamento, tipo de equipamento utilizado na fusão e grau de agitação.

Todas estas características afetam a sua textura e o derretimento do Requeijão Culinário. O derretimento é definido como a capacidade do queijo de fluir sob aquecimento. Essa capacidade é determinada sobretudo pelo número e pela força das interações caseína-caseína (LUCY *et al.*, 2003). O derretimento é um importante parâmetro a ser controlado no requeijão

culinário, devendo ser corretamente planejado quando escolhidas as condições de processo e dos ingredientes.

Podemos destacar algumas características que não são desejáveis no Requeijão Culinário e que, portanto, devem ser controladas, quais sejam: a sua queima no forno e o escurecimento excessivo (relacionado à reação de *maillarde* ao excesso de lactose da massa), derretimento e firmeza excessivos, liberação de água e gordura (VAN DENDER, 2014).

3.3 INGREDIENTES UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO

A primeira etapa de fabricação do Requeijão que influencia na sua qualidade e funcionalidade é a escolha da massa e dos demais ingredientes. No entanto, os ingredientes devem ser utilizados de acordo com o que é preconizado pela Portaria n °359 1997 (BRASIL, 1997). Os ingredientes obrigatórios na fabricação de Requeijões são o leite ou leite reconstituído, creme e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou *butter-oil* para o Requeijão Cremoso e leite ou leite reconstituído, manteiga e cloreto de sódio, para o requeijão de manteiga (BRASIL, 1997).

O leite é a principal matéria prima utilizada no processamento do Requeijão, seja ele desnatado, reconstituído, integral ou homogeneizado, sendo de suma relevância que seja um produto de boa procedência e livre de contaminações microbiológicas. Já os ingredientes de origem não láctea necessários são os sais fundentes, a água e o cloreto de sódio (VAN DENDER, 2014).

3.3.1 Massa para fusão

Nos queijos processados o principal ingrediente necessário para a fusão é uma mistura balanceada de queijos em vários graus de maturação, o que confere sabor ao produto final. Já para a fabricação de requeijões, é comum a fabricação de massas frescas destinadas exclusivamente para este fim (VAN DENDER, 2014).

Existem três formas de se obter a massa fresca para a fabricação de Requeijão. A preparação da massa pode ocorrer pela coagulação enzimática do leite ou pela adição de culturas lácticas (ou coagulação natural do leite cru) ou, ainda, pela precipitação do leite aquecido com ácido orgânico (SOBRAL, 2007).

Para a fabricação de Requeijão Culinário é muito comum o uso de massa produzida pelo processo de acidificação direta à quente com ácidos orgânicos, como o ácido láctico, por exemplo (VAN DENDER *et al.*, 2014). Nesse processo, as caseínas precipitam quando atingem o ponto isoelétrico em pH 4,6 e a massa obtida encontra-se desmineralizada. O ponto de coagulação das frações de caseína ocorre devido à ação conjunta do calor e do ácido, que causa um aumento na taxa de colisão entre as partículas, desidrata parcialmente as proteínas do leite e promove a associação das frações de caseína com as proteínas desnaturadas do soro (co-precipitação). O coágulo formado quando se faz a acidificação direta à quente do leite é um precipitado firme e ressecado, porém quebradiço, devido basicamente à desmineralização que ocorre com a diminuição do valor do pH. A desmineralização ocorre devido à remoção do cálcio da rede proteica pelo ácido adicionado. O uso de leite desnatado é o mais indicado para obtenção da massa por este processo, que em temperatura mais baixa no momento da adição do ácido, ou seja, 69 – 70°C, evita a desidratação excessiva do coágulo obtido (VAN DENDER *et al.*, 2014). No entanto, algumas tecnologias fazem o uso de temperaturas mais altas, próximas de 85°C, para a precipitação. Nestes casos a quantidade de ácido utilizado para precipitar o leite pode ser reduzida (SOBRAL *et al.*, 2018).

Para que a fusão se processe de uma forma homogênea, dando origem à cremosidade típica do requeijão, é necessário que o pH da massa para a fusão seja elevado para cerca de 5,2 a 5,5, o que pode ser obtido por meio da lavagem da massa com água ou leite. Para as lavagens pode ser utilizada água filtrada, gelada (a 5°C) ou não, logo após a separação do soro. O volume de água a ser adicionado varia de acordo com a técnica empregada (SOBRAL, 2007). Independentemente do processo a ser adotado, para obtenção da massa básica que será utilizada no processamento do requeijão, é fundamental a escolha de uma matéria prima de boa qualidade (ZACARCHENCO, 2014).

Na fabricação do Requeijão, ao se optar por massa ácida, haverá geração de soro ácido e isso deve ser levado em consideração. O aproveitamento desse soro como subproduto para fabricação de outros derivados é muito difícil, tornando-o uma fonte geradora de resíduos (SOBRAL, 2007).

3.3.2 Sais Fundentes

Os sais emulsificantes ou sais fundentes são indispensáveis para a fabricação de queijos processados e produtos relacionados. Nesse processo podem ser usados na forma anidra ou em

soluções preparadas com água. Na fabricação da maior parte dos queijos processados e requeijões são utilizados os fosfatos e os citratos. A função dos sais fundentes é promover a mistura entre a gordura, a proteína e a água, buscando a obtenção de um produto estável (VAN DENDER, 2014).

No Brasil, os sais emulsificantes normalmente são adquiridos já formulados, como produtos prontos, específicos para cada tipo de queijo. A quantidade necessária a ser utilizada varia de 2% a 3% em relação à massa a ser fundida. O uso excessivo de sal fundente no processamento do requeijão pode gerar gosto amargo e a separação de água e gordura (FERNANDES *et al.*, 1985).

A principal função do sal fundente é solubilizar a caseína com formação de sal homogêneo. Esta capacidade aumenta paralelamente com o poder de fixação de cálcio (VAN DANDER, 2014).

O sal fundente é um agente emulsificante inativador do íon de cálcio, que determina a estabilidade da massa de queijo na forma de gel e peptiza a caseína, formando fragmentos de caseína solúvel. A capacidade de sequestrar cálcio é uma das mais importantes funções dos agentes emulsificantes (BERGER *et al.*, 1989).

Os sais fundentes também possuem a função de dispersar os componentes durante o processo de fusão e conferir estabilidade à emulsão, evitando que o queijo se dissocie de seus componentes principais (proteína, gordura e água) ao ser aquecido. Os sais ajudam a estabilizar o pH do queijo fundido que deve estar entre 5,2 - 6,0, evitando que o resultado seja uma massa quebradiça, já que um pH muito elevado acelera a fusão.

Por fim, podemos resumir a atuação dos sais da seguinte forma: ao ser dissolvido na fase aquosa, o sal rompe as pontes de fosfato de cálcio que existem entre as micelas e submicelas de caseína, substitui o cálcio por sódio e forma uma estrutura proteica mais favorável para se ligar à água em suas porções hidrofílicas (CUNHA, 2007). A caseína mantém-se dispersa numa suspensão coloidal, seus grupos polares e apolares ficam expostos, o que permite sua atuação emulsificante na relação água-óleo (MEYER, 1973; ZEHREN e NUSBAUM, 1992). Com essa transformação da rede caseínica em uma dispersão coloidal estável, a viscosidade da massa fundida aumenta, o que é conhecido como cremificação (GUINEE *et al.*, 2004).

3.3.3 Fonte de gordura

A gordura influencia na textura e no sabor dos produtos derivados do leite. Na fabricação do requeijão culinário, para a obtenção de um produto de boa cremosidade e textura adequada, a gordura no extrato seco deve ser alta, variando entre 50% a 60% (VAN DENDER, 2014). Segundo Sobral (2007), quanto maior a proporção de creme no processamento do requeijão, maior a tendência à consistência cremosa. Já o uso de menor proporção de creme resultará em um requeijão mais duro (barra ou tablete) (FERNANDES *et al.*, 1985).

De acordo com o regulamento técnico para a produção de Requeijão (Portaria nº 359 de 1997), na sua formulação está prevista a adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou *butter-oil* (BRASIL, 1997). Essa gordura adicionada no processo de fusão desempenha um importante papel na determinação do sabor e da consistência do requeijão, o que o torna mais atraente para o consumo e ainda contribui para o desenvolvimento de características como a cor, o brilho, o odor e o sabor. A quantidade de gordura a ser acrescida no processamento do requeijão vai depender do teor de gordura que se deseja no extrato seco do produto final e das porcentagens de gordura e sólidos totais da massa inicial (CUNHA, 2007). Os queijos fundidos, como o requeijão culinário, estão entre os que contêm altos teores de gordura, pois o creme é responsável pelas principais características sensoriais do requeijão (MISTRY, 2002).

Atualmente existem no mercado requeijões com baixos teores de gordura, denominados requeijões light, nos quais o creme de leite é substituído por outra fonte láctea e amido. A gordura láctea é rica em ácidos graxos de cadeia curta, contém colesterol e, por isso, estudos recentes propõem a eliminação ou a substituição do creme, na formulação de requeijões, por ingredientes com baixo teor de gordura, como, por exemplo, o concentrado proteico de soro (WPC) (BOSI, 2008).

A qualidade do requeijão é influenciada pela composição química da matéria prima e a padronização é uma das etapas do processamento. Os teores de gordura e água são os fatores que interferem nas propriedades de qualidade do requeijão e, quando não controlados, causam despadronização do alimento.

3.3.4 Água

A água é responsável pela transferência de energia térmica e mecânica durante o processo de fusão e também desempenha uma importante função na dissolução do sal fundente,

auxiliando na dispersão da caseína e na formação da emulsão adequada com a proteína e a gordura (VAN DENDER, 2014).

A água pode ser adicionada juntamente com os outros ingredientes, de uma só vez ou em duas etapas, ou pode vir do vapor direto condensado durante a fabricação. A adição da água em duas etapas, metade no início do processo e a outra metade no final, facilita a sua absorção pela emulsão formada, principalmente quando o volume a ser adicionado é maior e o queijo processado ou o requeijão possuir maior teor de umidade (SOBRAL *et al.*, 2017).

Os teores de gordura e de água devem ser previamente calculados na fabricação de requeijões e queijos processados, de acordo com a composição do produto final desejada, pois são os principais fatores que acarretam variação nas propriedades de textura e sabor e, quando não controlados, causam despadronização. A água condensada, quando se utiliza vapor direto na fusão, deve ser levada em consideração nos cálculos de fusão para que o requeijão não apresente excesso de umidade (SOBRAL *et al.*, 2017).

3.3.5 Outros ingredientes

Alguns ingredientes opcionais são utilizados na fabricação de queijos processados e requeijões, como é o caso dos corantes, temperos, aromatizantes e conservantes. Os temperos mais utilizados na fabricação de queijos processados são: pimenta, orégano, ervas finas, azeitona, cebola e alho, enquanto os saborizantes mais utilizados são: sabor de cheddar, provolone, queijo suíço, presunto, gorgonzola e bacon (SOBRAL *et al.*, 2017).

Outros ingredientes podem ser incluídos na formulação de queijos processados e requeijões, com o objetivo de desenvolver propriedades específicas ou até com o objetivo de buscar ecoeficiência do processo, como, por exemplo, a adição de soro de queijo salgado à formulação de queijo processado estudado por Kapoor e Metzger (2004). O efeito do uso de diferentes concentrados proteicos de soro com reduzido teor de lactose sobre as propriedades reológicas de queijo processado foi estudado por Melko e Lucey (2003). Gigante *et al.* (2001) analisaram o efeito da adição de concentrado proteico de soro sobre a firmeza e as propriedades de derretimento de requeijão. Swenson *et al.* (2000) estudaram a influência da adição de vários hidrocolóides sobre as propriedades funcionais de um queijo processado de baixo teor de gordura e a substituição de creme de leite por gordura vegetal hidrogenada e o teor de amido modificado para a obtenção de um análogo de requeijão com características sensoriais e funcionais para uso culinário (SOBRAL, 2007).

É de suma importancia considerar a qualidade microbilógica e a procedencia dos ingredientes utilizados na indústria láctea, que devem ser livres de contaminação, como fator essencial e de sucesso. Desta forma, a origem dos ingredientes que fazem parte do processo de fabricação dos queijos fundidos garante uma parte significativa na qualidade do produto final.

3.4 CONCENTRADO DE PROTEÍNA DO LEITE

O concentrado de proteína do leite ou, do inglês, *milk protein concentrate* (MPC), é um pó fabricado a partir de leite desnatado, concentrado por ultrafiltração e seco em *spray drier*. Neste pó, a proporção de caseína/proteína do soro é mantida como a original do leite, ou seja, 80% das proteínas do MPC é caseína e 20% é soroproteína (SOBRAL *et al.*, 2019).

Dentre os derivados proteicos de leite mais comercializados na forma de *commodities*, estão o leite em pó desnatado, o leite em pó integral, o soro em pó e a caseína. Contudo, em virtude de novas tecnologias, aliadas a uma redução de custo e ao aumento da produção de produtos lácteos especializados, há uma forte tendência para o crescimento de concentrados proteicos de leite (MPC), concentrado proteico do soro de leite (WPC) e isolado proteico de soro de leite (WPI) (STEPHANI *et al.*, 2015). Os MPCs vêm sendo amplamente utilizados como ingredientes em produtos lácteos, inclusive na extensão do leite, em queijos, iogurtes e outros derivados. A produção de MPC em laboratórios de pesquisa teve início em 1990. O MPC era considerado um "co-precipitado", termo usado para definir a massa coagulada de proteínas totais do leite (caseína e proteína de soroproteína), obtida após a sua "co-precipitação" à alta temperatura sob condições ácidas do leite (KELLY, 2011).

Comercializados atualmente como MPCs, esses concentrados possuem teor de proteína de até 90% na matéria seca. Segundo dados fornecidos pela empresa que comercializa o produto, os concentrados de proteína são higroscópicos e podem absorver odores (FonterraCo-operativeGroupLimited®, 2017).

Os MPCs são compostos por proteínas não desnaturadas, pois o seu processamento não envolve tratamento térmico severo e mudança no seu pH. O produto final consegue manter a proporção de caseína e soroproteína bem próxima à do leite de origem. Além disso, as proteínas permanecem em estado nativo, o que desperta grande interesse da indústria de lácteos. Os MPCs contêm, aproximadamente, 82% de caseína e 18% de soroproteína (HUSSAIN *et al.*, 2012).

De acordo com os relatórios técnicos do Conselho de Exportação de Laticínios e do Instituto de Pesquisa de Laticínios, MPCs são considerados como fonte concentrada e potente

de proteínas de qualidade para o aprimoramento funcional e das propriedades sensoriais em vários produtos alimentares. Atualmente, a Nova Zelândia é o maior produtor e exportador de MPCs no mundo, seguido pelos EUA (DairyExport Conselho, 2012). Estudos apontam para o crescimento da produção de MPC em mais de 40.000 toneladas até 2020. Os MPCs mais comercializados pela indústria são: MPC-42, MPC-70, MPC-80 e MPC-85. A Figura 1 (FONTEERRACO-OPERATIVEGROUPLIMITED, 2017) apresenta a composição dos MPCs comercializados atualmente.

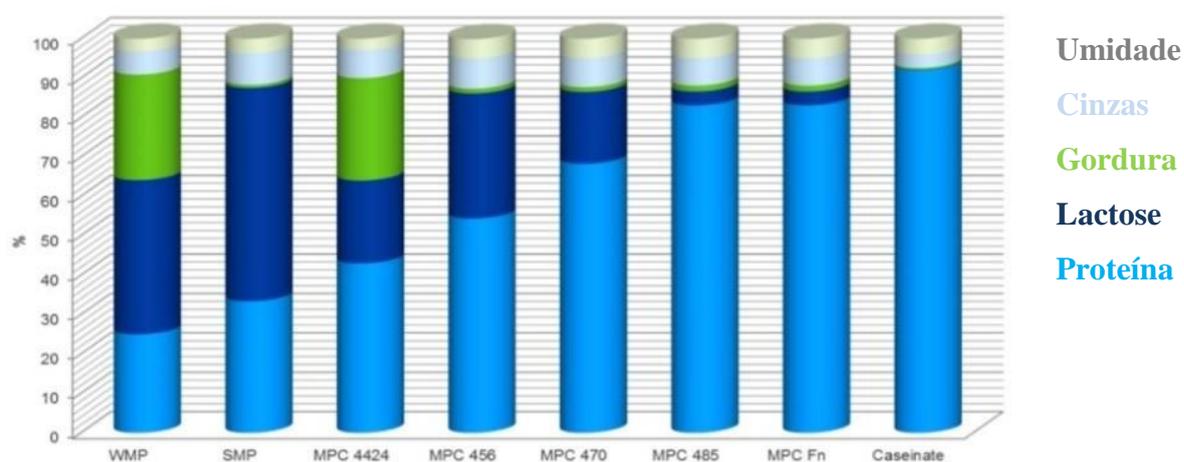


Figura 1- Composição dos diferentes concentrados de proteínas (MPC) encontrados no mercado
Fonte: FonterraCo-operativeGroupLimited®, 2017.

Os MPCs são ricos em proteína e pobres em lactose, com teores de cinzas, gordura e umidade razoavelmente consistentes sobre o teor variável de proteína. O teor de proteína de um MPC é inversamente proporcional ao teor de lactose e minerais (cinzas). A proteína é purificada, reduzindo assim a lactose e o conteúdo de sais minerais (GARWAL *et al.*, 2015). O quadro 1 mostra a composição geral do MPC.

Quadro 1 - Composição geral dos concentrados de proteínas do leite (MPC)

COMPOSIÇÃO	MPC 42%	MPC 56%	MPC 70%	MPC 85%	MPI
Proteína % (base seca)	40,6	54,4	68,3	83,1	87,1
Lactose %	45,5	31,7	18,2	4,0	0,5
Cinzas %	7,9	7,6	7,3	6,9	5,9
Gordura %	0,9	1,2	1,2	1,5	1,5
Umidade %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Fonte: Adaptado Smith (2008)

MPC 42% = MPC com 42% de proteína; MPC 56% = MPC com 56% de proteína; MPC 70% = MPC com 70% de proteína; MPC 85% = MPC com 85% de proteína; MPI = proteína isolada de leite.

Os MPCs estão sendo usados como ingredientes em diversos produtos lácteos, produtos nutricionais, na padronização de proteínas e em produtos lácteos recombinados. A aplicação do MPC na indústria de alimentos pode ser observada na produção de bebidas, queijos, confeitaria, iogurtes, sorvetes, barras de alta proteína e laticínios (ALVAREZ *et al.* 2005).

Há relatos de que o MPC pode ser utilizado na padronização de proteínas, em formulações de produtos com baixo teor de gordura e lactose para nutrição geriátrica, entre outras. Também pode ser usado em produtos de panificação, de confeitaria, em chocolates, cafés, branqueadores e sobremesas. O MPC possui propriedades e potencial para adaptar-se como ingrediente na produção de alimentos, e ampla margem de utilização devido aos seus atributos nutricionais, sensoriais, físicos e funcionais (FANG *et al.*, 2011; LOVEDAY *et al.*, 2009; FRANCOLINO *et al.*, 2010; GIROUX *et al.*, 2010). O MPC é uma proteína láctea à base de leite que se difere significativamente de leite em pó desnatado pela sua composição e propriedades físico-químicas e funcionais (MEENA *et al.*, 2017).

Os MPCs foram classificados como ingredientes lácteos de segunda geração, contendo proteína variando de 40% a 89% com base na matéria seca (HAVEA, 2006; TONG; SMITHERS, 2013).

A composição dos MPCs, nomeada comercialmente de MPC56, MPC70 e MPC85, é semelhante à classificação existente de proteína de soro de leite, na qual o número associado representa o teor de proteínas do concentrado (SINGH, 2007).

Os MPCs comercializados possuem propriedades distribuídas em diferentes proporções como, perfil do sabor, estabilidade térmica, valor nutricional, teor de cálcio, atividade água e dispersabilidade(SINGH, 2007).

Os MPCs 56 e 70 já são utilizados na fabricação de alguns queijos na América do Norte, como o cheddar e a muçarela, e de outros queijos frescos na América Latina e em formulações de Feta, Petit Suisse e Cream Cheese (MEENA *et al.*, 2017).

Meena *et al.* (2017) também analisaram a influência de diversos fatores, como a qualidade do leite desnatado, as condições de ultrafiltração, a acidificação do leite, a evaporação, a adição de minerais, a homogeneização e as condições de secagem, bem como a relação destes parâmetros com a insolubilidade dos MPCs. As propriedades funcionais dos MPCs são indicadas para amplificar o seu uso como ingrediente em alimentos e outras indústrias.

As propriedades do concentrado protéico de leite que foi usado no presente estudo está representada no Quadro 2 (FONTERRA CO-OPERATIVEGROUPLIMITED, 2017).

Quadro 2 - Propriedades gerais do concentrado de proteína, MCP 70

PROPRIEDADES	MPC 70
Sabor	Bom
Solubilidade 20°C	Bom
Solubilidade 60°C	Excelente
Emulsificação	Pobre
Limitações	Tempo de reconstituição
Extensão	< 200%
Custo/kg proteína	Baixo

Fonte: FonterraCo-operativeGroupLimited ,2017

Em um estudo de textura em queijos processados e da influência da utilização de concentrados proteicos de leite e de soro na adesividade e na elasticidade mostra que quanto maior o teor de MPC, maior o impacto nesses aspectos.

O conhecimento das interações envolvidas e a avaliação do efeito dos concentrados de proteínas do leite como ingrediente industrial se faz necessário. O desenvolvimento de uma melhor adequação da utilização destas proteínas dentro de cada perfil tecnológico ainda precisa ser estudado (ANEMA, 2008).

3.5 CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO DO REQUEIJÃO

O processamento dos Requeijões inicia-se com o preparo da matéria prima, ou seja, da massa fresca, seguido pela mistura e pelo cálculo dos ingredientes, incluindo a adição obrigatória dos sais fundentes, do processo de fusão, do aquecimento, da agitação, do ponto do produto, do envasamento (que pode ser feito usando diversos tipos de embalagens), do resfriamento e, por fim, do armazenamento. (BERGER et al., 1989; FERNANDES, 1981; MEYER, 1973; THOMAS, 1977).

O Requeijão é uma emulsão formada durante o processo de fusão, quando a gordura e a proteína dos ingredientes são dispersas e homogeneizadas, com o auxílio dos sais fundentes e do calor e agitação. Os sais fundentes, além de contribuírem para a dispersão das proteínas, auxiliam no aumento de suas propriedades emulsificantes (SOBRAL *et al.*, 2017).

3.5.1 O processo de fusão

No início do processo de fusão ocorre a troca de íons, também conhecida como troca iônica, e a peptização da proteína, que é a separação dos grandes agregados hidrofóbicos de caseína em unidades menores. Os íons cálcio bivalentes da massa de queijo são substituídos por íons sódio monovalentes, troca realizada pelos sais fundentes. Essa transformação favorece a peptização da proteína, causada pelo aquecimento e agitação da massa. As propriedades emulsificantes da caseína são bloqueadas naturalmente pelos íons divalentes de cálcio e magnésio presentes no paracaseinato. Conseqüentemente, os queijos necessitam trocar seus íons divalentes por íons monovalentes para formar uma emulsão. Este fato só ocorrerá na presença e com o auxílio dos sais fundentes. As caseínas então se ionizam e se hidratam em suas áreas mais hidrofílicas (SOBRAL *et al.*, 2017). Portanto, uma das mais importantes funções dos sais emulsificantes é a sua capacidade de seqüestrar cálcio e interagir com as proteínas, tornando-as adequadas para que, estas sim, atuem como emulsificantes da dispersão óleo-água. O paracaseinato expõe seus grupos apolares e polares e orientam cada um deles para a interface óleo e água, formando a estrutura do requeijão (SOBRAL *et al.*, 2017).

Os sais fundentes atuam na dispersão das proteínas, conforme citado anteriormente, e no aumento das propriedades emulsificantes. O queijo se transforma do estado semissólido, coagulado ou floculado, até atingir o limite de solubilidade, que dependerá não só da massa de queijo, como, também, dos sais emulsificantes empregados (FERNANDES *et al.*, 1985). Na

fusão, as caseínas são dispersas em pequenas unidades de proteína devido à ação dos sais emulsificantes, num processo intensificado por ação mecânica da máquina de cozimento.

Na fase seguinte do processo de fusão, também conhecida como fase de hidratação, ocorre a cremificação, ou seja, a mudança na consistência do produto pela absorção de água, formando uma estrutura coloidal estável, sem separação de fases, condição importante para a fabricação de requeijão (SOBRAL *et al.*, 2017).

Já a última fase, denominada reestruturação, ocorre durante o resfriamento e, após, a estocagem. Nela ocorre uma estabilização do produto por meio da reorientação das moléculas protéicas. Quando o resfriamento do requeijão, ao final do processo, é feito de forma lenta, a tendência do produto é ficar mais firme e, quando o produto é resfriado de forma rápida, se assemelha ao ponto dado ao final do processo. O resfriamento pode ser realizado em túneis de resfriamento, onde a temperatura de estocagem é atingida rapidamente (processo ideal) ou por meio de banho de água gelada. Para evitar modificações na textura do requeijão, é desejável que o resfriamento seja feito a temperaturas de 8°C a 12°C, em um período inferior a 30 minutos (SOBRAL *et al.*, 2017).

3.5.2 Calor, agitação e pH

O calor é fundamental para a fabricação dos requeijões, pois auxilia na fusão, na cremificação e no tempo de vida de prateleira do produto final. Sem o uso do calor, o processo de fusão não ocorre e o sal fundente não consegue atuar. As temperaturas de fusão podem variar de 70 °C a 120 °C, chegando a 145°C para os queijos U.H.T. e a duração do processo ocorre até que uma massa homogênea e sem grumos seja alcançada (SOBRAL *et al.*, 2017).

Na fabricação dos requeijões, o grau de agitação dos ingredientes durante o processamento pode determinar as características do produto final e esta condição pode variar de acordo com o equipamento utilizado para a fusão. Para requeijões mais firmes, como o requeijão em barra, utilizam-se equipamentos que não possuem uma agitação vigorosa, como o tacho aberto. Já para requeijões cremosos são recomendáveis equipamentos com maior agitação, com rotações podendo ultrapassar 1500 rpm rotações por minuto. O tratamento mecânico é necessário para a hidratação de proteínas que, em conjunto com o tratamento térmico, com o tipo de massa de queijo, o conteúdo de gordura, a água, o pH e os sais fundentes, irá determinar a textura do produto final (SOBRAL *et al.*, 2017).

O controle do pH do produto final também é uma etapa necessária para se obter e manter as características desejáveis de textura e propriedades reológicas dos Requeijões (GUNASEKARAN, 2002). O intervalo de pH recomendado varia de 5,5 a 5,9. O pH abaixo de 5,4 interfere no paladar e tende a originar uma textura granulosa. Se o pH for acima de 6,2, tem-se o perigo de reduzir a durabilidade do queijo, além de alterar o sabor e a estrutura (gosto salgado, sabor de sabão e separação de gordura) (FERNANDES *et al.*, 1985).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O processamento das formulações dos requeijões, bem como as análises físico-químicas, de textura e de derretimento foram desenvolvidos no Núcleo Industrial e nos laboratórios do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, situado em Juiz de Fora, Minas Gerais.

O concentrado de proteína do leite (MPC) foi cedido pela FonterraCo-operativeGroupLimited®. O sal fundente utilizado foi o Joha S9 da marca Joha.

Neste experimento foram fabricadas três diferentes formulações de requeijão culinário (T1, T2, T3):

- **T1** - Requeijão Culinário tradicional utilizando massa obtida por coagulação ácida (acidificação direta a quente) (RODRIGUES, 2006) – formulação usada como formulação controle.
- **T2** - Requeijão Culinário utilizando massa ácida e proteína em pó (MPC70) em proporções iguais de ESD (50% do ESD com MPC70 e 50% com massa ácida).
- **T3** – Requeijão Culinário utilizando 100% de proteína concentrada do leite (MPC70) calculada na mesma proporção de ESD presente na massa do T1.

A partir da formulação definida foram realizados três processamentos, constando cada um da fabricação do requeijão culinário. Os cálculos das quantidades de água e creme de leite a serem adicionados foram feitos visando a obtenção de requeijões contendo aproximadamente 40 % de extrato seco total (EST).

4.1 CÁLCULO DAS FORMULAÇÕES

Neste estudo, as concentrações de gordura foram determinadas para que a formulação atendesse à exigência mínima exigida pela legislação portaria nº 359 de 1997 (BRASIL, 1997).

As formulações para fins desse projeto tiveram como base as características do EST (extrato seco total), de acordo com a portaria nº 359 de 1997 (BRASIL, 1997), para teores de gordura e umidade, bem como as características desejáveis do produto final, sendo 20% ESD, 20% de gordura e 60% de umidade. As formulações estão representadas no quadro 3.

Quadro 3 - Formulação do Requeijão Culinário

Ingredientes	Quantidade (g)	ESD (g)	G (g)	Água (L)
Massa fresca	3000	1155	-	1845
Creme	2000	-	1200	-
Sal- NaCl	70	70	-	-
Sal Fundente	60	60	-	-
Água	1500	-	-	1500
Total	6630	1285	1200	3345

*G= Gordura

**ESD= Estrato seco desengordurado

O cálculo da quantidade de concentrado de proteína em pó (MPC70) utilizado nas formulações 2 e 3 foi ajustado tendo como referência os valores de EST da massa de queijo a ser substituída em cada tratamento. O cálculo dos ingredientes de cada formulação e tratamento está apresentado na Quadro 4.

Quadro 4 - Quantidade de ingredientes para cada tratamento

Tratamento	Massa/kg	Creme/kg	Sal NaCl/g	Sal fundente/g	Água/L	MPC/kg
T1	3	2	70	60	1,5	-
T2	1,5	2	70	60	2,46	0,585
T3	-	2	70	60	3,345	1,155

4.2 FABRICAÇÃO DO REQUEIJÃO

Para a fabricação da massa obtida por coagulação ácida a quente foram utilizados 200 litros de leite desnatado pasteurizado aquecido a 50°C, observando a metodologia de Sobral *et al.* (2017). Depois de aquecido, foi adicionado ao leite 0,3% de ácido láctico 85% diluído em água, distribuído em toda a extensão do tanque, e verificada a precipitação imediata do leite

com a liberação de um soro esverdeado. Após dessoragem, a massa obtida foi lavada três vezes para a redução da acidez conforme figura 3.

Uma amostra da massa foi enviada ao laboratório para análise do EST e da umidade, a fim de que fosse possível a realização dos cálculos de formulação. A massa foi dividida em pacotes de 1,5 kg e congelada para ser utilizada no dia do processo de fusão.

O processo de fusão dos requeijões culinários foi realizado em uma máquina homogeneizadora-trituradora Geiger®, modelo GUMSK12E, com capacidade para 8 kg de produto, com duas velocidades de agitação (1750 e 3500 rpm) e aquecimento por injeção indireta de vapor. Após os cálculos para a padronização das formulações de requeijão, foi feita a pesagem dos ingredientes. À massa e/ou à proteína em pó foram acrescidos creme, sal, sal fundente e metade da água previamente calculada. A mistura foi aquecida até 90°C, permanecendo sob agitação (1750 rpm) até atingir essa temperatura. Após a fusão foi adicionado o restante da água e a mistura foi aquecida com vapor indireto e mantida a 90°C por 5 minutos sob agitação (1750 rpm).



Figura 2 - Foto do equipamento de fusão - homogeneizadora-trituradora Geiger®, modelo GUMSK12E

Fonte: Michelle M. C. e Paula.

O Fluxograma de obtenção do requeijão culinário (controle) e do requeijão culinário com substituição parcial e total da massa ácida por MPC é apresentado na figura 3.

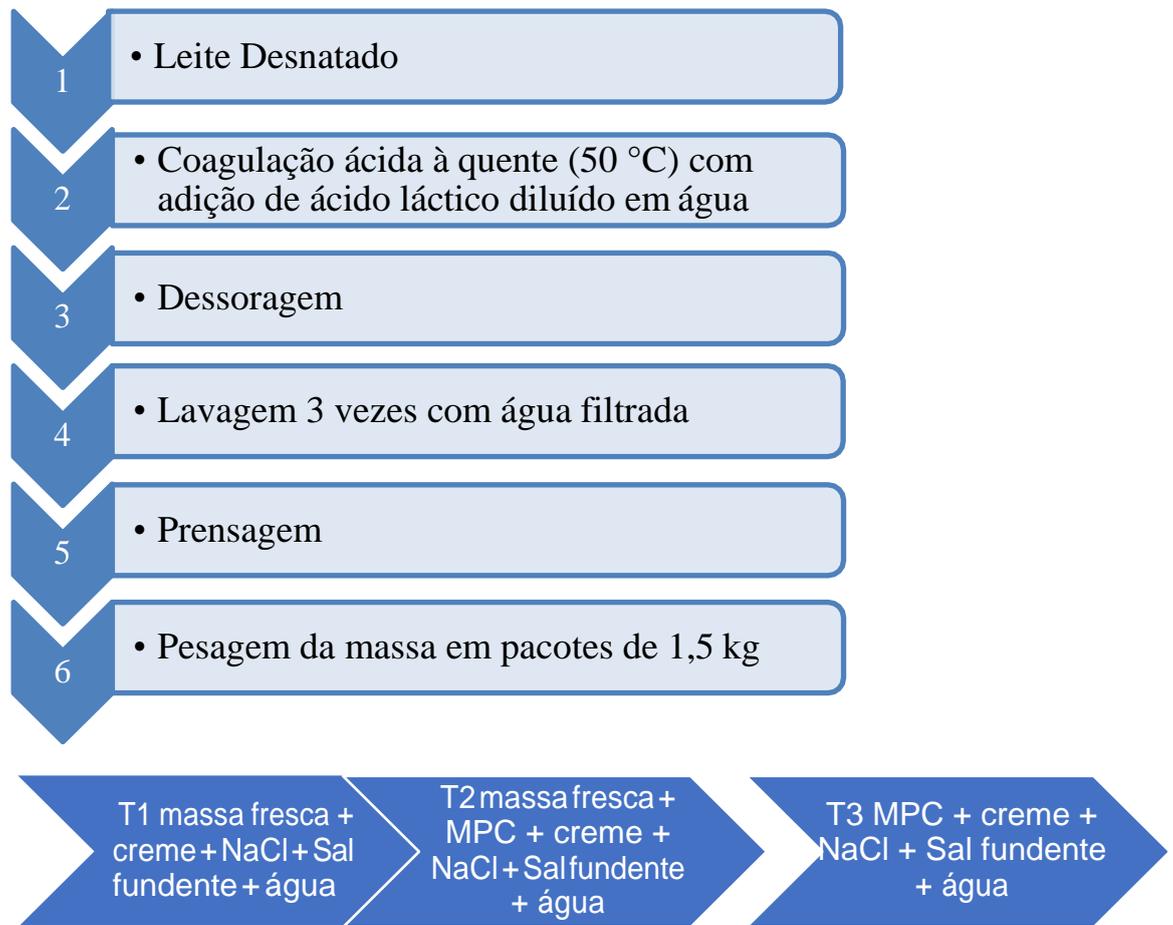


Figura 3 - Fluxograma de fabricação de requeijão culinário com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

Fonte: Adaptado de VAN DENDER, 2014.

O produto foi envasado quente em potes plásticos de 200 mL previamente codificados e higienizados com solução de hipoclorito de sódio 15mg/L. Os copos contendo os requeijões foram resfriados em água gelada (5°C) e, em seguida, estocados em câmara fria a 5°C como mostra a figura 4.



Figura 4 - Foto do Requeijão Culinário envasado e armazenado em 5 °C.

Fonte:Michelle M. C. e Paula.

Após a fabricação, o envase as amostras ficaram estocadas sob refrigeração (5°C) para a realização das análises físico-químicas, de derretimento, de textura e sensoriais.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As análises de composição físico-química, textura, derretimento e sensorial foram realizadas em um só tempo e, para estes estudos, o delineamento foi em blocos ao acaso. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey, com significância $P < 0,05$, por meio do programa estatístico “SISVAR” 4.3 (FERREIRA, 1999).

O desenho experimental estatístico que conduziu esse estudo utilizou três tratamentos T1, T2 e T3 (sendo: T1 requeijão culinário massa tradicional como controle, T2 massa acrescida parcialmente com MPC e T3 substituição total da massa por MPC), e quatro repetições.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata no Laboratório de Pesquisa do Instituto de Laticínios Cândido Tostes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas

Gerais – EPAMIG, seguindo as recomendações oficiais. Foram feitas análises de quantificação de proteína, extrato seco total, pH, cinzas, sal, acidez titulável, gordura e atividade água.

4.5 PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL

A análise do perfil de textura dos requeijões culinários foi realizada após o primeiro dia de armazenamento refrigerado. As amostras foram retiradas do refrigerador uma a uma, antes da realização do teste, e conduzidas segundo metodologia descrita por Rapacci (1997).

Os parâmetros medidos foram: dureza, adesividade, elasticidade, gomosidade e coesividade. A textura dos requeijões culinários foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA) utilizando um Texturômetro CT3, Textura Analyzer (Brookfield, Middleboro, USA). As amostras foram separadas em potes plásticos resistentes à penetração.

Durante os ensaios, as amostras foram comprimidas por um cilindro de 45 mm de comprimento e 60 mm de profundidade a velocidade do teste 1 mm/s, 4500g célula de carga de 2 ciclos, e a textura foi determinada instrumentalmente em sextuplicata, pela análise do perfil de textura (TPA - *Texture Profile Analysis*) como mostra figura 5.



Figura 5 - Foto texturômetro modelo CT3 Brookfield

Fonte: Michelle M. C. e Paula

Por meio do texturômetro foram medidas as propriedades apresentadas na tabela 2 e respectivas definições:

Tabela 2 - Definições físicas dos parâmetros da análise do perfil de textura (TPA)

Parâmetro	Definição
Dureza	Força necessária para alcançar uma certa deformação.
Adesividade	Força necessária para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície do probe.
Coesividade	Parâmetro adimensional cuja medida correlaciona-se com a adesividade da amostra, observando-se que quando a adesividade é menor que a coesividade o “probe” permanece limpo.
Elasticidade	Grau de recuperação da amostra após a remoção da força que causou a deformação.
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar o alimento até o ponto ideal de deglutição.

Fonte: (VLEIT, 1991).

As características mecânicas estão relacionadas com nossa capacidade sensorial de sentir um alimento como mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de textura relacionados com os parâmetros sensoriais

Propriedades Físicas	Sensoriais
Dureza	Força requerida para compressão do alimento entre os dentes molares
Coesividade	Grau ao qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper

Elasticidade	Grau para o qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes.
Adesividade	Força requerida para remover o material que adere a boca durante o processo normal de comer.
Gomosidade	Força necessária para desintegrar a massa do alimento, obtida durante a mastigação, até que atinja o ponto de engolir.

Fonte: adaptado Szczesniak, 2002

4.6 TESTE DE DERRETIMENTO

Para o teste da capacidade de derretimento utilizou-se o método descrito por Olson e Price (1958), adaptado às condições definidas por GIGANTE (1998).

As amostras de 15,00 \pm 0,20g de Requeijão Culinário, (T1, T2 e T3) foram colocadas diretamente dentro do tubo de derretimento (de vidro, forma cilíndrica, com 250 mm de comprimento e 30 mm de diâmetro, com duas linhas de referência gravadas no vidro, no sentido longitudinal e transversal).

Após a pesagem das amostras os tubos foram colocados na posição horizontal sobre um suporte de madeira (Figura 6) numa estufa a 110°C. Passados 8 minutos, o suporte foi retirado da estufa e inclinado a 45° para interromper o fluxo do requeijão, e foi marcada a distância do fluxo a partir da linha de referência até a borda da amostra derretida. Retornou-se o suporte para a posição horizontal e colocou-se por mais 2 minutos na estufa, atingindo o tempo total de 10 minutos, repetindo-se a marcação da distância percorrida pelo requeijão no tubo. Essa distância medida em milímetros no total dez minutos de aquecimento é denominada “fluxo de queijo” e usada como medida da capacidade de derretimento (SOBRAL,2007).



Figura 6 - Foto do teste de derretimento – tubos preparados para o aquecimento

Fonte: Michelle M. C. e Paula

4.7 AVALIAÇÃO SENSORIAL E DE INTENÇÃO DE COMPRA

As amostras obtidas na fabricação do requeijão culinário a partir de diferentes concentrações de MPC como substituto parcial ou total da massa foram submetidas a um teste de aceitação e de intenção de compra, por 120 provadores não-treinados, alunos do curso de laticínios do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, MG.

Foram servidas cerca de 15g das amostras de requeijão culinário em copos plásticos, codificados com números aleatórios de três dígitos casualizados, juntamente com uma colher e biscoitos de água e sal. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada entre os provadores, com relação à ordem de apresentação. Todos os provadores provaram todas as amostras. A ficha de avaliação, as condições de realização dos testes e a análise dos dados seguiram padrões pré-estabelecidos (Figuras 7 e 8).

Ficha de Avaliação Sensorial	
Nome: _____	Data: __/__/__
Por favor, avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.	
Código da amostra: _____	
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente	
<input type="checkbox"/> Gostei muito	
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Indiferente	
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente	

Figura 7 - Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o Requeijão Culinário

Teste de Intenção de Compra	
Nome: _____	Data: __/__/__
Por favor, avalie conforme a escala abaixo, se você compraria ou não cada uma das amostras.	
Código da amostra: _____	
<input type="checkbox"/> Certamente compraria	
<input type="checkbox"/> Provavelmente compraria	
<input type="checkbox"/> Talvez comprasse/talvez não comprasse	
<input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria	
<input type="checkbox"/> Certamente não compraria	

Figura 8 - Modelo da ficha-resposta do teste de intenção de compra para o Requeijão Culinário

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA MATÉRIA-PRIMA

Para os cálculos das formulações descritas no item 4.1, foi necessário realizar a análise de extrato seco total (EST) da massa obtida por coagulação ácida à quente, bem como do teor de gordura do creme, utilizados como ingredientes. Para a massa foi encontrado um extrato seco total de 38,5% e, para o creme, um teor de gordura de 60%.

5.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DOS REQUEIJÕES

Ao analisarmos os resultados desse estudo pode se observar que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nos parâmetros avaliados de: extrato seco total (EST), gordura (G), umidade, proteína, cinzas, sal e atividade água (A_w) dos Requeijões Culinários nos diferentes tratamentos. Os tratamentos ficaram coerentes com valores desejados e calculados no EST (valor calculado de 40%) e no GES (valor calculado de 60%)(Tabela 4).

Tabela 4 - Análises físico-químicas do requeijão culinário com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

Parâmetros analisados	Tratamentos (níveis MPC)		
	T1 - 0%	T2 - 50%	T3 - 100%
EST%*	45,20±4,04 ^a	47,35±5,56 ^a	45,36±3,17 ^a
Gordura %	26,62±4,42 ^a	29,75±4,77 ^a	28,25±2,72 ^a
GES %**	58,67±5,10 ^a	62,60± 3,45 ^a	62,22±2,95 ^a
Umidade %	54,79±4,04 ^a	51,39±4,67 ^a	54,64±3,17 ^a
Acidez%	2,90±0,08 ^a	2,00±0,34 ^b	1,32±0,29 ^c
Proteína%	10,79±0,50 ^a	11,38±0,50 ^a	11,49±0,56 ^a
Cinzas%	2,92±0,55 ^a	3,08±0,44 ^a	3,56±0,44 ^a
Sal%	1,17±0,09 ^a	1,14±0,17 ^a	1,14±0,12 ^a
A_w ***	23,30±0,54 ^a	23,10±0,54 ^a	22,95±0,40 ^a
pH	5,53±0,16 ^c	6,06±0,16 ^b	6,48±0,13 ^a

a,b,cMédias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

*EST= Extrato seco total

**GES= Gordura no extrato seco

***A_w= Atividade de água

Os constituintes de composição analisados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a substituição da massa por concentrado de proteína do leite MPC70 nos níveis de substituição parcial e total não alterou significativamente a composição centesimal do Requeijão Culinário quando comparado ao controle (fabricado com 100% de massa fresca).

No Brasil não existe um regulamento técnico de identidade e qualidade de Requeijão Culinário, apesar do seu significativo crescimento no consumo. Portanto, as formulações de cada tratamento foram calculadas tomando como base as condições estabelecidas por lei para o Requeijão Cremoso, Portaria 359/97 (BRASIL, 1997) que preconiza GES mínimo de 55% para Requeijão Cremoso e umidade máxima de 65%. Estas condições foram atendidas e estão demonstradas na Tabela 3 para todos os Requeijões Culinários fabricados, com GES variando de 58,67% a 62,66% e umidade variando de 51,39% a 54,79%.

Como as análises de composição dos Requeijões não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a substituição da massa por concentrado de proteína do leite (MPC) nos níveis de substituição parcial pode ser uma alternativa viável.

Dentro dessa perspectiva os resultados obtidos estão dentro de uma faixa de variação normal, a partir do momento em que os coeficientes de variação dos diferentes parâmetros físico-químicos observados estão, em sua maioria, próximos aos valores esperados para esse produto.

De acordo com Van Dender (2014) o Requeijão Culinário deve apresentar a seguinte composição: pH na faixa de 5,4 a 5,7, o extrato seco total EST de 39% a 41%, a gordura, entre 26% a 28%, a gordura no extrato seco GES entre 64% a 71% e o teor de sal Na Cl de 0,6 a 1,0%, valores próximos aos encontrados no presente estudo.

Cunha;Viotto (2010) relataram composições químicas do Requeijão Cremoso muito próximas às encontradas no presente estudo e, no final da produção de seu experimento, os autores apresentaram a seguinte composição: umidade de 63,23%, gordura de 23,82%, gordura no extrato seco de 64,82%, sal de 1,05%, proteína de 10,51% e nitrogênio não proteico de 0,02%.

Se compararmos com os dados obtidos no trabalho com a substituição parcial e total da massa, podemos observar que alguns parâmetros estão dentro da faixa esperada, como a

gordura, a gordura no extrato seco e o teor de sal. Já o pH, que vai refletir no resultado da acidez, ficou diferente do apresentado por Van Dander (2014), com exceção ao tratamento controle.

Os resultados referentes à acidez dos Requeijões Culinários, controle e tratamentos, quando comparados, apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). Se observarmos a Tabela 3, podemos perceber que o uso do MPC alterou a acidez. O aumento do uso concentrado de proteína do leite interferiu de forma gradativa nos tratamentos, diminuindo a acidez do requeijão, observando-se que os T2 e T3 foram diferentes entre si e entre o T1 controle.

De acordo com os dados da Tabela 3 tanto o tratamento com 50% de MPC, e o com 100% MPC foram diferentes no parâmetro acidez. Esse resultado vai refletir também nas análises do pH. Essa diferença encontrada no pH entre os tratamentos pode ser explicada pela influência do pH do MPC utilizado no experimento. Segundo os dados obtidos em boletim técnico fornecido pela FonterraCo-operativeGroupLimited®, 2017, o pH do concentrado foi determinado em 7,0, sendo assim, esse valor pode ter contribuído para o aumento do pH no produto final.

O pH exerce influência em algumas propriedades dos queijos processados como a textura. A influência do pH se deve às interações proteína-proteína e sobre a hidratação da caseína, assim como os efeitos sobre o sequestro do cálcio pelos sais emulsificantes.

Portanto, o pH do meio exerce influência na intensidade e no tipo de reação no processo de fusão. A variação do pH altera a intensidade de desnaturação e a interação das diferentes proteínas e assim influencia no produto final (SOUZA, 2013). Como o Requeijão Culinário é um produto que deve ser consistente e firme, elaborado para resistir a altas temperaturas sem alterar suas características e sabor, todos os fatores considerados influentes na textura e consistência devem ser corrigidos.

Estudo do efeito do pH na textura e nas propriedades funcionais de queijos processados pasteurizados utilizou sais emulsificantes com diferentes tamanhos de cadeia, os autores concluíram que o comportamento funcional do queijo é dependente do pH (LUCY *et al.* 2008). Estudos com amostras de *Cream Cheese*, pHs ácidos entre 4.0 e 4.9 apresentaram uma estrutura com menor contato entre a rede proteica e a fase gordurosa.

A concentração de proteína, o pH e a temperatura desempenham importante papel no tipo de estrutura que será formada durante o processamento do requeijão e vai refletir nas propriedades reológicas dos queijos processados (LEE; ANEMA, 2009).

O pH influencia os parâmetros de textura e microestrutura dos queijos. Os requeijões fabricados a partir de massas com menores valores de pH, entre 5,2 e 5,6, apresentam maior firmeza e adesividade, com a presença de grandes agregados proteicos. Com pHs elevados, acima de 6,0, os requeijões diminuem a firmeza e a adesividade, apresentando uma rede proteica mais densa e homogênea, com maior absorção de água pela matriz (BARTH, 2016).

Variações no pH da massa utilizada na fabricação de Requeijão Cremoso afetaram a sua estrutura. Requeijões fabricados a partir de massa com pH de 5,2 a 5,6 apresentaram textura firme e quebradiça, enquanto que requeijões fabricados a partir de pHs mais elevados, 6,0 a 6,8, resultaram em produtos com textura mais mole, assemelhando-se a um líquido viscoso (BARTH, 2016).

Quando não é realizada a lavagem da massa básica, resíduos do ácido lático usados para precipitação das proteínas do leite podem influenciar também no pH (VAN DENDER, 2014). Analisando os dados da Tabela 4, verifica-se que houve variação significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, com relação ao pH, sendo que os valores obtidos para os Requeijões situaram-se entre 5,5 e 6,4. O tratamento com substituição total da massa com 100% MPC apresentou aumento no pH.

Comparando-se os resultados obtidos neste trabalho, as formulações do planejamento não se enquadram nesta faixa, considerada ideal, com exceção do controle. Importante ressaltar que os valores de pH na faixa de 6,0 a 6,35 poderiam comprometer a vida útil do produto final (RAPACCI, 1997).

O pH é um parâmetro que pode ser ajustado durante o processamento, viabilizando assim o uso do concentrado MPC como substituto da massa. Já os queijos com pH inferior a 5,8, podem ser descaracterizados pelo excesso de derretimento que pode ser ocasionado por uma alta produção de acidez (SOBRAL, 2007). Observa-se que os Requeijões apresentaram alto teor de pH, o que contribui com a resistência ao derretimento, uma das características funcionais do requeijão culinário.

5.3 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA

A dureza, a adesividade, a coesividade, a elasticidade e a gomosidade são parâmetros que compõem o perfil de textura do requeijão culinário e pode ser influenciado por diversos fatores, como a umidade e o teor de gordura, entre outros.

Os dados referentes ao perfil de textura podem ser analisados na Tabela 5. A textura do Requeijão Culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC), após 1 dia de armazenamento refrigerado, não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$).

Tabela 5 - Textura do requeijão culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

Parâmetros analisados	Tratamentos (níveis MPC)		
	T1 0%	T2 50%	T3 100%
Dureza (N)	6,16±2,74 ^a	6,88±4,82 ^a	5,50±3,52 ^a
Adesividade (mj)	0,028±0,023 ^a	0,021±0,007 ^a	0,020±0,010 ^a
Coesividade	0,49±0,11 ^a	0,54±0,25 ^a	0,54±0,17 ^a
Elasticidade (mm)	12,63±1,03 ^a	12,01±3,88 ^a	14,98±3,12 ^a
Gomosidade (g)	2,97±0,75 ^a	2,99±1,34 ^a	2,43±1,37 ^a

a, Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$).

De acordo com os resultados pôde-se verificar que para todos os parâmetros, os Requeijões produzidos com MPC tiveram o mesmo comportamento que o Requeijão Culinário controle. A textura é um parâmetro resultante da combinação das propriedades físicas de uma substância, que pode ser percebida pelo sentido. É fundamental para a qualidade do produto e pode ser determinante para a sua aceitabilidade. Segundo Sobral (2007), sob o ponto de vista comercial, o sabor e a textura são parâmetros considerados importantes na elaboração dos requeijões.

O Requeijão é um produto cujas principais características de textura que devem ser consideradas para uma boa aceitação são: dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, e gomosidade (ORMENESE *et al.*, 2014).

A avaliação dessas características é tão importante quanto à de qualquer outra característica sensorial e desempenha um papel fundamental na aceitação global do consumidor (FOEGEDING *et al.*, 2003). Estudos recentes apontam a influência de diferentes proporções

de concentrado proteico de soro, WPC e MPC no perfil de textura de queijos processados (SOUZA, 2014).

Vários são os fatores que podem influenciar na textura dos requeijões culinários, dentre os quais estão o pH, o tipo e a concentração de sal emulsificante e o grau de maturação da massa base a ser usada na fusão, além dos parâmetros de processamento, como o tempo, a temperatura e a velocidade de agitação (FOX *et al.*, 2000).

Apesar da diferença encontrada no pH entre os tratamentos, este fator não influenciou na dureza dos requeijões. Valores de pH variando na faixa de 5,7 a 6,3 exercem pouca influência sobre o corpo e a textura de queijos processados untáveis (VAN DENDER *et al.* 2005).

Com relação à influência da proporção de MPC no parâmetro dureza, podemos observar nesse estudo que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos realizados.

A adesividade é o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies com as quais o alimento entra em contato (FOX *et al.*, 2000). Com relação a esse atributo, a Tabela de análise de textura não apresenta diferença significativa ($P > 0,05$) em relação ao uso do MPC e o tratamento controle. De acordo com Barth (2016), os requeijões fabricados com pH a partir de 5,2, até 6,0, apresentaram a maior adesividade, enquanto que, nos produzidos com valores entre 6,0 a 6,8, a adesividade foi menor. Queijos fabricados com pHs elevados são menos adesivos que aqueles fabricados com pHs mais baixos (WATKINSON *et al.*, 2001).

A coesividade é entendida como a extensão com que um queijo pode ser deformado até a ruptura da sua estrutura (FOX *et al.*, 2000). A Tabela 5 apresenta os valores médios de coesividade encontrados para cada tratamento, observa-se que não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$) quanto à coesividade dos requeijões culinários. Os resultados obtidos neste trabalho foram próximos aos encontrados por Rapacci (1997), que ficaram na faixa de 0,52 a 0,73, similares aos obtidos por Van Dender *et al.* (2003) 0,808 e 0,987, porém inferiores aos valores alcançados por Van Dender *et al.* (2005) que foi de 0,996.

A elasticidade é definida como o grau de recuperação da deformação causada a um pedaço de queijo depois que a força de deformação é removida (FOX *et al.*, 2000). De acordo com a Tabela 5, é possível verificar que para a elasticidade as formulações do planejamento não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância. Estes resultados foram superiores ao valor determinado por Van Dender *et al.* (2005) para amostra comercial de requeijão cremoso (0,996). Resultados similares foram encontrados por Oliveira (2003) para requeijão cremoso e requeijão cremoso adicionado de transglutaminase.

O estudo da variável elasticidade não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Segundo Gonçalves (2010), a elasticidade e o índice de brancura podem ser influenciados pela concentração de caseinato de cálcio e pelo tempo de cozimento do requeijão. Os mesmos aspectos que influenciam a dureza têm impactos também sobre a gomosidade, já que a energia necessária para desintegrar o alimento está relacionada à força necessária para comprimi-lo (CUNHA, 2007). De fato, como mostra a Tabela 5, os valores de gomosidade seguiram a tendência dos valores de dureza.

As formulações de Requeijão Culinário com substituição parcial e total da massa por MPC não apresentaram diferença significativa ($p > 0,5$) em relação às propriedades de textura dureza, gomosidade, coesividade e elasticidade. Podemos considerar a mesma intensidade das propriedades dureza, gomosidade e elasticidade, entre os tratamento e o controle.

5.4 DERRETIMENTO

O presente estudo, de acordo com a Tabela6, não apresentou diferença estatística significativa ($P > 0,05$) no derretimento entre os tratamentos avaliados. Podemos, portanto, considerar um aspecto positivo, já que o requeijão culinário não deve sofrer alterações na sua forma ao ser aquecido, ou seja, o seu derretimento deve ser controlado para atender a indústria de alimentos.

O derretimento é a capacidade que o queijo tem de fluir quando aquecido. Essa capacidade é determinada sobretudo pelo número e pela força das interações caseína-caseína (LUCHEY *et al.*, 2003). Uma das características do requeijão culinário está na sua capacidade de ser submetido a altas temperaturas e não sofrer alterações nas suas características. A análise de derretimento é um parâmetro de qualidade importante do requeijão culinário (MACHADO *et al.*, 2011).

Tabela 6 - Derretimento do requeijão culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

Parâmetros analisados	Tratamentos (níveis MPC)		
	T1 0%	T2 50%	T3 100%
Derretimento	5,87±1,11 ^a	4,87±0,35 ^a	4,45±0,35 ^a

a, Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$).

O tempo de cozimento do requeijão pode influenciar nas interações hidrofóbicas e, portanto, com o aumento do tempo de cozimento pode haver um aumento do número e da força de ligações entre as proteínas. O tempo de cozimento desse tipo de queijo pode dificultar a capacidade da matriz proteica de se deformar e fluir (SHIRASHOJI, 2006).

Para o setor de alimentação o requeijão culinário deve apresentar alcance de derretimento e espalhabilidade na medida correta. Portanto, a substituição da massa fresca por MPC nas diferentes formulações não interferiram no derretimento do requeijão culinário.

5.5 ANÁLISE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

A avaliação sensorial é um aspecto que deve ser considerado para se ter conhecimento quanto à aceitação do requeijão culinário com substituição parcial e total da massa por MPC por parte dos consumidores. A análise teve como objetivo observar as diferenças significativas entre as amostras com relação à aceitação do consumidor, numa escala de 1 a 9, e intenção de compra do produto, numa escala de

1 a 5.

O requeijão culinário controle e tratamentos se apresentam estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

A Tabela 7 apresenta as médias da análise sensorial para aceitação dos requeijões culinários estudados. Com relação ao atributo avaliação global, os resultados foram similares aos encontrados por Cunha (2007) 6,65 a 7,24, Garruti *et al.* (2003), 6,83 a 7,21, e Gotelip *et al.* (2005), 6,7, para amostras de requeijão cremoso tradicional.

Tabela 7 - Aceitação sensorial do Requeijão Culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

	Tratamentos (níveis MPC)		
	T1 0%	T2 50%	T3 100%
Aceitação sensorial	6,78±1,82 ^a	6,22±1,86 ^{ab}	6,01±2,04 ^b

a, b e ab Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$)

As características sensoriais definem o alimento quanto à qualidade e reflete na aceitação ou rejeição do produto por parte dos consumidores. Identificar os atributos que são desejáveis em determinado alimento é muito importante, pois possibilita que se saiba quais deles devem ser priorizados em um produto para que ele atenda as expectativas dos consumidores e, ainda, supere os produtos concorrentes (MINIM *et al.*, 2010). Nenhum ensaio obteve nota menor que 6 para aceitação, o que comprova a ausência de rejeição dos requeijões.

Considerando que para um alimento ser aceitável ele deve apresentar nota igual ou superior a 70% em sua avaliação (DUTCOSKY, 1996), todos os tratamentos avaliados revelaram uma boa avaliação global, indicando que, do ponto de vista sensorial, a elaboração de requeijão culinário a partir da substituição parcial ou total de massa ácida por MPC pode ser viável apresentados na Tabela 8.

Os requeijões culinários processados com substituição de massa por MPC receberam médias superiores a 3,0 numa escala de 5, (Tabela8) para intenção de compra.

Tabela 8 - Intenção de comprado Requeijão Culinário produzido com diferentes níveis de substituição da massa de queijo por concentrado de proteína do leite (MPC)

	Tratamentos (níveis MPC)		
	T1 0%	T2 50%	T3 100%
Intenção de compra	3,64±1,19 ^a	3,21±1,24 ^b	3,08±1,26 ^b

a, b e abMédias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P > 0,05)

No estudo da intenção de compra dos consumidores em relação aos três tipos de requeijão culinário, podemos extrair que o controle obteve melhor classificação, tendo uma quantidade maior de votos na avaliação em “certamente compraria”. Seguida os T2 e T3 com menor porcentagem de intenção de compra. Esse resultado pode ser cruzado com os valores médios dos atributos na análise sensorial.

Os resultados, portanto, apontam diferenças estatísticas significativas a nível de 5% (P < 0,05), e pode-se verificar, que um aumento na concentração de MPC nas amostras analisadas promoveu um decréscimo (efeito negativo) na média das notas do atributo sensorial.

6 CONCLUSÃO

O estudo do Requeijão Culinário produzido com a substituição parcial e total de massa ácida por MPC, através das análises físico-químicas, de textura, de derretimento, sensorial e de pH podem levar às seguintes conclusões: a substituição parcial e total de massa fresca por MPC na fabricação do requeijão não alterou significativamente sua composição centesimal quando comparada aos requeijões culinários tradicionais. Já o pH sofreu alteração, ficando um pouco elevado, o que poderia deixar o produto mais susceptível a contaminações, porém, de maneira geral, é comum a correção desse parâmetro durante o processamento. Quanto às características de textura analisadas nos requeijões culinários dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e gomosidade, não houve alteração com a substituição da massa por MPC.

O derretimento dos Requeijões, é um parâmetro importante para a indústria de alimentos. Na avaliação os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, o que é um ponto positivo para esse produto. Em relação à análise sensorial, os requeijões foram avaliados sobre dois aspectos: aceitação e intenção de compra. Os tratamentos com diferentes concentrações de MPC apresentaram diferença significativa entre si e o controle. Na avaliação, todos obtiveram notas que indicaram boa aceitação dos provadores na escala hedônica, ficando bem próximos do “gostei muito”. A análise de intenção de compra foi coerente com os dados obtidos na aceitação, foram detectadas diferenças significativas entre as formulações, indicando que o uso do MPC exerceu efeito negativo na intenção de compra. Conclui-se que é possível elaborar Requeijão Culinário à base de MPC, o que faz do produto uma alternativa possível para a indústria láctea. A substituição total ou parcial da massa por proteína concentrada do leite pode gerar benefícios, como diminuição de mão de obra, padronização na formulação do produto e, principalmente, a não produção de soro ácido, grande problema para as indústrias lácteas.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. B.; WOLTERS, C. L.; VODOVOTZ, Y.; JI, T. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n.3, p. 862–871, 2005.
- ANEMA, S. G. On heating milk casein from the casein micelles can precede interactions with the denatured whey proteins. **Journal of Dairy Research**, London, v. 75, n. 4, p. 415-421, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO - ABIQ. Histórico da evolução do mercado brasileiro de queijos. São Paulo: ABIQ, 2019. Disponível em: <http://www.abiq.com.br>. Acesso em: 05 mar. 2019
- BARTH, A. P. **Efeito do pH na hidrólise de fosfatos, textura e propriedades funcionais de requeijão cremoso**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. Processed cheese manufacture. Landenburg: BK Giulini Chemie, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº 359, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 set. 1997.
- BOSI, M. G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar**. 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, Malden, v. 4, n.2, p. 204-223, 1973.
- CUNHA, C. R. **Papel da gordura e do sal emulsificante em análogos de requeijão cremoso**. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- FANG, Y.; SELOMULYA, C.; AINSWORTH, S.; PALMER, M.; CHEN X. D. On quantifying the dissolution behaviour of milk protein concentrate. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, n.3, p. 503–510, 2011.
- FRANCOLINO, S.; LOCCI, F.; GHIGLIETTI, R.; IEZZI, R.; MUCCHETTI, G. Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. **LWT-Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n.2, p. 310–314, 2010.
- FERNANDES, A. G. Parâmetros funcionais para o processamento de queijos fundidos. In: MARTINS, J. F.; FERNANDES, A. G. Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos. Campinas: ITAL, 1981. cap. 4 p. 7

FERNANDES, A. G.; VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; MORI, E. E. M. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos. Parte II. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.40, n.238, p.27-39, 1985.

FERREIRA, D. F. Sisvar – Sistema de Análise de Variância. Lavras. UFLA, 1999.

FOEGEDING, E. A.; BROWN, J.; DRANKE, M.; DAUBERT, C. R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 13, n.8, p. 585-591, 2003.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of cheese Science. Gaithersburg:AspenPublishers, 2000.

GARRUTI, D. S.; BRITO, E. S.; BRANDÃO, T. M., UCHÔA, P. J.; SILVA, M. A. Desenvolvimento do Perfil Sensorial e Aceitação do Requeijão Cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n.3, p. 434-440, 2003.

GIGANTE, M. L. **Requeijão cremoso obtido por ultrafiltração de leite pré-acidificado adicionado de concentrado proteico de soro**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1998.

GIROUX, H. J.; HOUDE, J.; BRITTEN, M. Use of heated milk protein-sugar blends as antioxidant in dairy beverages enriched with linseed oil. **LWT-Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n.9, p. 1373–1378, 2010.

GONÇALVES, M. C. **Efeito da adição de caseinato de cálcio e do tempo de cozimento na textura, funcionalidade e aceitação sensorial do requeijão culinário**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GOTELIP, E. L.; JARDIM, F. B. B.; MIGUEL, D. P. Propriedades reológicas e sensoriais de requeijão cremoso com diferentes marcas tecnológicas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 208-211, 2005.

GUINEE, T. P.; FOX, P. F. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. *In*: Fox, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology** (3rd ed.). London: Chapman & Hall, 2004. v. 1, p. 207- 259.

GUNASEKARAN, S.; AK MEHMET, M. **Cheese Rheology and Texture**. Washington: CRC Press, 2002.

HAVEA, P. Protein interactions in milk protein concentrate powders. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 415-422, 2006.

HUSSAIN, R.; GAIANI, C.; SCHER, J. From high milk protein powders to the rehydrated dispersions in variable ionic environments: A review. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 113, n. 3, p. 486–503, 2012.

KAHYAOGLU, T.; KAYA, S. Effects of heat treatment and fat reduction on the rheological and functional properties of Gaziantep cheese. **International Dairy Journal**, Oxford, v.13, n.11, p. 867-875, 2003.

KAPOOR, R.; METZGER, L. E. Evaluation of salt whey as naingredinet in processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 143-1150, 2004.

KAPOOR, R.; METZGER, L. E. Process cheese: scientific and technological aspects - a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 7, p. 194-214, 2008.

KELLY P. (2011) Milk protein products. *In*:FUQUAY, J. W.;FOX, P.F.;McSWEENEY, P. L. H. (eds) **Encyclopedia of Dairy Science**.2nd ed. San Diego: Academic Press, 2011. v. 3, p. 848–854.

LEE, S. K.; ANEMA, S. G.; KLOSTERMEYER, H. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 39, n.7, p. 763-771, 2004.

LEE, S. K.; ANEMA, S. G. The effect of the pH at cooking on the properties of processed cheese spreads containing whey proteins. **Food Chemistry**, Oxford, v. 115, n.4, p. 1373-1380, 2009.

LOVEDAY S. M.; HINDMARSH, J. P.; CREAMER, L. K.; SINGH, H. Physicochemical changes in a model protein bar during storage. **Food Research International**, Essex, v. 42, n.7, p. 798–806, 2009.

LUCEY, J. A. A.; JOHNSON, M. E.; HORNE, D. S. Invited Review: Perspectives on the Base of the Rheology and Texture Properties of Cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign,v.86, n. 9, p.2725-2743, 2003.

MACHADO, G. de M. *et al.* Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido láctico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 422-425, 2011.

MEENA, G. S.; SINGH, A. K.; ARORA, S.; BORAD, S.; SHARMA, R.; GUPTA, V. K. Physico-chemical, functional and rheological properties of milk protein concentrate 60 as affected by disodium phosphate addition, diafiltration and homogenization. **Journal of Food Science Technology**, Mysore, v. 54, n.6, p.1678–1688, 2017.

MEYER, A. **Process cheese manufacture**. London: Food Trade Press, 1973.

MINIM, V. P. R.; SILVA, R. C.S.N.; MILAGRES, M. P.; MARTINS, E. M.F.; SAMPAIO, S. C.S.; VASCONCELOS, C. M. Contribuição dos atributos sensoriais para aceitabilidade de requeijão cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, Juiz de Fora, v.65, n.372, p. 34-42, 2010.

MISTRY, V. V. Cheese. *In*:TAMIME, A.Y.**Membrane processing: dairy and beverage applications**. 1st ed. Hoboken:Wiley, 2013. p. 194–210

MISTRY, V. V. Manufacture and application of high milk protein powder. **Le Lait**, LesUlis, v.82, n.4, p. 515-522, 2002.

MUNCK, A. V.; CAMPOS W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 42, n.115, p. 35-38, 1984.

OLIVEIRA, L. L. **Utilização de transglutaminase na fabricação de queijos frescos empregando diferentes processos de coagulação**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OLSON, N. F.; PRICE, W. V. A. A melting test for pasteurized process cheese spreads. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 41, n. 7, p. 999-1000, 1958.

ORMENESE, R. C. S. C.; ANJOS, V. D. A.; ALVES, A. T. S.; SPADOTI, L. M.; VAN DENDER, A. G. F. Avaliação instrumental de textura de requeijão cremoso e de outros queijos fundidos. *In: Requeijão Cremoso e outros queijos fundidos: Tecnologia de Fabricação, Controle do Processo e Aspectos de mercado*. 2º ed. Revisada e ampliada - São Paulo; Setembro, 2014. p 195-209.

PASTORINO, A. J.; HANSEN, C. L.; McMAHON, D.J. Effect of pH on the chemical composition and structure-functional relationships of cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n. 9, p.2751-2760. 2003.

RAPACCI, M. **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. Campinas, 1997. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 1997.

RODRIGUES, F. **Requeijão, Fondue, Especialidade, Queijo Processado**. Juiz de Fora: Templo, 2006.

SCHÄR, W.; BOSSET, J. O. Chemical and physico-chemical changes in processed cheese and ready-made fondue during storage. A Review. **LWT-Food Science and Technology**, Oxford, v. 35, n.1, p. 15-20, 2002.

SHIRASHOJI, N.; JAEGGI, J. J.; LUCEY, J. A. A. Effect of trisodium citrate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, n.1, p.15-28, 2006.

SILVA, R. C. S. *et al.* Otimização da aceitabilidade sensorial de requeijão cremoso light. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.360-366, 2012.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. N.; CARVALHO, A. F.; MINIM, L. A. A spreadsheet for calculation of ingredients for standardization of requeijão cremoso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 573-581, 2013.

SINGH, H. Protein interactions and functionality of milk protein products. *In: CORREDIG, M. Dairy-derived ingredients: food and nutraceutical uses*. Cambridge: Woodhead, 2009. cap. 25, p. 644-674.

SINGH, H. Interactions of milk proteins during the manufacture of milk powders. **Le Lait**, Les Ulis, v.87, n. 4-5, p.413–423, 2007

SOBRAL, D. **Otimização do processo de fabricação de análogos de requeijão culinário**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SOBRAL, D.; CHEMINAND E PAULA, M. M.; DE PAULA, J. C. J.; COSTA, R. G. B.; TEODORO, V. A. M. Derretimento de requeijão culinário fabricado com proteína concentrada do leite. *Revista Indústria de Laticínios*, ano XXIII, n. 136, p.90-93, 2019.

SOBRAL, D.; COSTA, R. G. B.; OLIVEIRA, R. B. A.; SILVA, H. L. A.; ESMERINO, E. A.; GUIMARÃES, J. T.; CAPPATO, L. P.; ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F.; CHAVES, A. C. S. D.; CRUZ, A. G. Queijos Processados. *In: CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C. A.; CORASSIN, C. H. **Processamento de Produtos Lácteos: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 71-114.

SOUZA, A. B.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; PERRONE, I. T.; STEPHANI, R.; ALMEIDA, D. F. Parametros de textura em queijos processados: Influência da utilização de concentrados proteicos de leite e de soro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n.3, p. 181-192, 2014.

STEPHANI, R. *et al.* Evaluation of the synergistic effects of milk proteins in a rapid viscosity analyzer. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 12, p. 8333–8347, 2015.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 13, n.4, p. 215–225, 2002.

TAMIME, A. *Processed Cheese and Analogues*. London: Blackwell. 2011.

TEMPLETON, H. L.; SOMMER, H. H. Studies on the emulsifying salts used in processed cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 19, n.8, p. 561 – 572, 1936

THOMAS, M. A. **The processed cheese industry**. Sydney: Dept. of Agriculture, 1977.

TONG, P. S.; SMITHERS, G. W. The future of dairy ingredients: critical considerations that will underpin future success. *In: SMITHIRS, G.W.; AUGUSTIN, M.A. (eds) **Advances in dairy ingredients***. 1st edn. Hoboken: Wiley, 2013. P. 313–317.

U.S. DAIRY EXPORT COUNCIL (USDEC). Manual de referência para produtos de soro e lactose dos EUA. São Paulo: USDEC, 2004. 226p.

VAN DENDER, A. G. F.; YOTSUYA, K.; ANJOS, V. D. A.; SABINO, R. ; OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico química e análise de perfil de textura de amostras comerciais de requeijão cremoso e de requeijão cremoso light. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 58, n.333, p.164-170, 2003.

VAN DENDER, A. G. F.; TREVISAN JR, N.; YOTSUYANAGI, K.; ANJOSV. D. A.; MORGANO, M. Correlação entre a composição físico-química e os parâmetros da análise do perfil de textura (TPA) de queijos processados. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 397-403, 2005.

VAN DANDER, A. G. F. Requeijão Cremoso e outros queijos fundidos: Tecnologia de Fabricação, Controle do Processo e Aspectos de mercado. 2º ed. Revisada e ampliada. São Paulo: Setembro Editora, 2014.

VILIET, Y. V. Terminology to be used in cheese rheology. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 268, cap.2, p. 5-14, 1991.

ZEHREN, V. L.; NUSBAUM, D. D. **Process cheese**. New Holstein: Cheese Reporter, 1992.