



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

REQUEIJÃO CREMOSO *LIGHT* DE LEITE CAPRINO
ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS

João Bosco Sousa Amaral
Tecnólogo de alimentos

Bananeiras, PB
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

REQUEIJÃO CREMOSO *LIGHT* DE LEITE CAPRINO
ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para o Título de Mestre em Tecnologia Agroalimentar.

João Bosco Sousa Amaral

Orientadora: Profa. Dra. Angela Maria Tribuzy de M. Cordeiro

Bananeiras, PB

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A485r Amaral, João Bosco Sousa.

Requeijão cremoso light de leite caprino enriquecido com fitoesteróis / João Bosco Sousa Amaral. - João Pessoa, 2021.
73 f. : il.

Orientação: Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Queijos - fabricação. 2. Requeijão caprino. 3. Requeijão light. 4. Redução de colesterol. I. Cordeiro, Angela Maria Tribuzy de Magalhães. II. Título.

UFPB/BC

CDU 637.3(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: Requeijão cremoso *light* de leite caprino enriquecido com fitoesteróis

AUTOR: João Bosco Sousa Amaral

ORIENTADORA: Profa Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

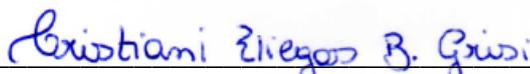
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:



Prof^a Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Presidente
Universidade Federal da Paraíba/ PPGTA/ CCHSA



Dra. Cristiani Viegas Brandão Grisi
1º Examinador
Universidade Federal da Paraíba/ PPGTA/ CCHSA



Prof^a Dra. Mônica Correia Gonçalves
2º Examinador
Universidade Federal de Campina Grande/ CCTA

Bananeiras, 29 de janeiro de 2021

INFORMAÇÕES CURRICULARES DO AUTOR

Eu, João Bosco Sousa Amaral, brasileiro, casado, portador do RG: 1534221 SSSD/PB, natural da cidade de Caicó-RN, e nascido em 14 de agosto de 1968. Sou graduado pelo Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal Da Paraíba (CTDR/UFPB – Campus de João Pessoa-PB) como Tecnólogo em Alimentos. No período da graduação participei do desenvolvimento de diversos projetos, os quais geraram vários artigos intitulados, a saber: “Queijo de Coalho Impregnado de Aroma de Vinho”, apresentado no II simpósio de Leite e Derivados de Pernambuco em 2016, sob a coordenação do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Lácteos e Apícolas – GPLac da Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFPE/PE; “Qualidade de Pós-colheita de frutos de Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) – Genótipos Rio Tinto e Extremoz – Bag-Mangaba – EMEPA-PB”, apresentado no III Encontro Nacional da Agroindústria em 2017, Bananeiras - PB; “Elaboração, Avaliação Microbiológica e Sensorial de Camarão (*Litopenaeus vannamei*) Salgado e Parcialmente Seco”, apresentado na Sessão de Pôster no 12 SLACA – Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos em 2017, Campinas - SP. Exerci a função de voluntário nos programas de extensão promovido pelo MEC/SESU/UFPB/PRAC/COEP, através da participação em projetos intitulados: PROEXT 2015/2016 - “Cariri Paraibano: Fortalecimento da Vocação Produtiva dos Produtores Familiares da Caprinocultura Leiteira através do Centro Vocacional Tecnológico em Segurança Alimentar e Nutricional”.

DEDICO:

A Deus por ter me permitido alcançar a dádiva do saber e assim, poder
compartilhar.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Francisca Amaral, ao meu pai,
João Amaral, as minhas filhas e com carinho a minha esposa que tanto deram
forças para concluir esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

O saber é a arma mais sublinear que o homem carrega consigo, ele apenas precisa saber usá-la para tonar o mundo melhor.

Aos meus pais e irmãos, e a todos familiares que mesmo a distância acompanha essa minha nova caminhada.

As minhas filhas pelo carinho e incentivos dados para que eu conseguisse chegar ao fim desta caminhada.

Um especial agradecimento a minha esposa pela companhia ao longo desses anos e pela sua entrega na construção de nossas vidas.

Aos colegas de mestrado que iniciaram junto comigo essa longa jornada.

Agradeço com muito carinho a atenção da Indústria de Ingredientes Vilac Foods pelo apoio e pela colaboração.

Agradeço de coração a Indústria de laticínios Jucurutu/PB, em especial nas pessoas de Anderson e logo, sócios proprietários, pelo acolhimento e pela parceria.

Ao laticínio Lisboa na pessoa de Humberto Lisboa, pelo apoio e pela atenção.

A Associação dos Criadores de Caprino de Cabaceiras (ASCOMCAB) através dos diretores Haers e Messi, pela contribuição e por acreditarem neste trabalho.

Em especial à Dra. e amiga Polyana dos Santos, pela amizade construída e pelos esforços e experiências compartilhados até a concretização deste feito.

As amigas de trabalhos e colaboradoras na construção desta Dissertação Cláudia Gouveia e Natasha Diniz.

A todos (as) Professores do PPGTA, como também aos técnicos administrativos que repassaram seus conhecimentos, ajudando, desta forma, com minha formação.

Aos diretores e a todos professores do CTDR, que repassaram conhecimento ajudando, desta forma, com minha formação.

Um especial agradecimento a Prof^a Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro minha Orientadora, que me cedeu sua mão amiga e seus conhecimentos tornando uma possibilidade em realidade, meu muito obrigado a você.

À Professora Ana Braga pela oportunidade de mais uma vez receber suas orientações e conhecimentos.

À Professora Cristiani Grisi pela disposição de sempre querer ajuda se portando como uma grande incentivadora.

A todos que fazem a UFPB gostaria de dizer muito obrigado pela oportunidade de realizar este mestrado.

Meu muito obrigado a todos!

REQUEIJÃO CREMOSO *LIGHT* DE LEITE CAPRINO ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS

RESUMO GERAL- Já é fato que nos últimos anos uma grande parcela dos consumidores mais exigentes tem optado por consumir alimentos que tragam maiores benefícios à saúde e que sejam nutritivos. Atento a essa nova tendência, a indústria de laticínios está buscando desenvolver produtos adicionados de substâncias funcionais, como os fitoesteróis. Diante disto, objetivou-se desenvolver um requeijão caprino cremoso com teor reduzido de gordura adicionado de fitoesteróis, bem como caracteriza-lo quanto aos parâmetros nutricionais, reológicos e microbiológicos durante 90 dias de armazenamento refrigerado. Foram desenvolvidas quatro formulações: RCT, formulação sem fitoesteróis e com teor de gordura padrão; RCL, formulação sem fitoesteróis e com teor de gordura reduzido; RCLF2, com 2% de fitoesteróis e com teor de gordura reduzido; RCLF4, com 4% de fitoesteróis e com teor de gordura reduzido. As formulações RCL, RCLF2 e RCLF4 apresentaram um percentual de gordura em torno de 12%, não diferindo entre si, mas bem inferior a formulação RCT (29,83%). Observou-se também que não há diferença no teor de proteínas entre as formulações RCL, RCLF2 e RCLF4, com valores em torno de 15%, sendo superior ao RCT (11,70%). Os fitoesteróis adicionados aos requeijões *light* alteraram de forma considerável o valor energético das formulações RCLF2 (201,52 kcal.100g⁻¹) e RCLF4 (198,29 kcal.100g⁻¹), porém permaneceu inferior a formulação RCT (319,81 kcal.100g⁻¹). Pode-se afirmar que as formulações desenvolvidas com fitoesteróis são classificadas como *light*, uma vez que estão dentro das especificações exigidas pela legislação brasileira. Além disto, observou-se que não houve diferença significativa nos parâmetros de viscosidade (201,8 a 224,8 Pa.s) e adesividade (12,80 à 13,20 mJ) dos requeijões *light* adicionados de fitoesteróis (RCLF2 e RCLF4). Todas as formulações apresentaram resultados dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira durante os 90 dias de armazenamento sob condições de refrigeração. Os resultados indicaram que as duas formulações de requeijão com fitoesteróis (RCLF2 e RCLF4) são recomendadas para o consumo com validade de 90 dias, sendo a formulação RCLF4 definida como a melhor por ter incorporado o maior teor de fitoesteróis sem alterar a maioria das características nutricionais e reológica.

PALAVRAS-CHAVE: Redução de colesterol; Requeijão caprino; Requeijão *light*; Vida de prateleira.

CREAMY CREAM OF CAPRINE MILK ENRICHED WITH PHYTOSTEROLS

ABSTRACT - It is already a fact that in the last few years a large portion of the most demanding consumers have chosen to consume foods that bring greater benefits to health and that are nutritious. In view of this, the objective was to develop a creamy goat cheese with reduced fat content added with phytosterols, as well as to characterize it regarding nutritional, rheological and microbiological parameters during 90 days of cold storage. Four formulations have been developed: RCT, formulation without phytosterols and with standard fat content; RCL, formulation without phytosterols and with reduced fat content; RCLF2, with 2% phytosterols and with reduced fat content; RCLF4, with 4% phytosterols and with reduced fat content. The formulations RCL, RCLF2 and RCLF4 showed a fat percentage around 12%, not differing from each other, but much lower than the RCT formulation (29.83%). It was also observed that there is no difference in protein content between the RCL formulations, RCLF2 and RCLF4, with values around 15%, being higher than the RCT (11.70%). The phytosterols added to the light curd changed significantly considerable the energy value of the RCLF2 formulations (201.52 kcal.100g⁻¹) and RCLF4 (198.29 kcal.100g⁻¹), but it remained lower than the RCT formulation (319.81 kcal.100g⁻¹). It can be said that formulations developed with phytosterols are classified as *light*, once they are inside the specifications required by Brazilian law. In addition, it was observed that there was no significant difference in viscosity parameters (201.8 to 224.8 Pa.s) and adhesiveness (12.80 to 13.20 mJ) of light curd added with phytosterols (RCLF2 and RCLF4). All formulations showed results within the microbiological standards established by Brazilian legislation during the 90 days of cold storage. Therefore, it can be concluded that the two curd formulations with phytosterols (RCLF2 and RCLF4) are recommended for consumption valid for 90 days, with the formulation RCLF4 defined as the best for incorporating the highest phytosterol content without changing most nutritional and rheological characteristics.

KEYWORDS: Cholesterol reduction; Goat cheese; Light curd; Shelf Life.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 - Fluxograma genérico para elaboração do Requeijão Cremoso.7
- Figura 2 - Estrutura química dos principais fitoesteróis.12

CAPÍTULO II

- Figura 1 - Fluxograma de obtenção da massa láctea para processamento dos requeijões cremosos.26
- Figura 2 - Foto do sistema desenvolvido para processamento do requeijão.....27
- Figura 3 - Fluxograma geral de fabricação dos requeijões cremosos.29
- Figura 4 - Fluxograma das análises realizadas.31
- Figura 5 - Curva TG do fitoesterol.36
- Figura 6 - Espectros de FTIR-ATR das amostras de requeijão e do fitoesterol.41
- Figura 7 - Imagens ampliadas em 50x das formulações de requeijões (RCL, RCLF2 e RCLF4).....42
- Figura 8 - Curva de escoamento das formulações de requeijão caprino. A) Primeiro (símbolos fechados) e segundo (símbolos vazados) ciclos de cisalhamento da amostra em repouso; B) cisalhamento da amostra após homogeneização no recipiente original.44
- Figura 9 - Varredura de tensão a frequência de 1 Hz para determinação do intervalo de viscoelasticidade linear de requeijões de leite caprino. A seta indica o limite de linearidade.....46
- Figura 10 - Espectro mecânico de requeijão de leite caprino adicionados ou não de fitoesterol. A) Módulos elástico (G') e viscoso (G''); B) Ângulo de fase (δ).47

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 Composição média em (g/100g) dos leites de vaca, búfala, cabra e ovelha. 4

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Formulações dos requeijões cremosos caprinos desenvolvidos.....28

Tabela 2 - Composição proximal dos requeijões cremosos caprinos.....38

Tabela 3 - Parâmetros de ajuste do modelo da Lei da Potência ao comportamento reológico de requeijões de leite caprino.45

Tabela 4 - Propriedades reológicas de requeijões de leite caprino.49

Tabela 5 - Análises microbiológicas das formulações de requeijão caprino.....50

SUMÁRIO

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 LEITE CAPRINO.....	3
2.2. REQUEIJÃO CREMOSO.....	5
2.3 FITOESTERÓIS.....	11
CAPÍTULO II - REQUEIJÃO CREMOSO LIGHT DE LEITE CAPRINO ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIA.....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	57
APÊNDICES A - TESTES PRELIMINARES.....	58
APÊNDICES B - PATENTE DEPOSITADA.....	60
ANEXO A - FICHA TÉCNICA	61

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os produtos lácteos, em particular, os de origem bovina, são veículos alimentícios predominantes na indústria de laticínios. Porém, o uso de leite caprino aumentou rapidamente na última década. Seus derivados, também possuem potencial de entrega bem-sucedida, apesar de seu *flavor* menos atraente em alguns produtos (Ranadheera et al., 2019).

O leite de cabra diverge do leite de vaca e do leite humano no pH que tende a ser menor, na capacidade de tamponamento e na digestibilidade. Ele possui certas características benéficas, como, o baixo percentual de proteína do tipo α_1 – caseína e exibe maior disjunção em suas micelas de caseína, o que afeta as propriedades reológicas dos produtos derivados do leite caprino, maior percentual de vitamina A e B e baixo teor de lactose (Oluk et al., 2021; Ranadheera. et al., 2019). Quanto à porção lipídica deste leite, os ácidos linolêicos conjugados tem se destacado por apresentar diversos efeitos positivos no metabolismo fisiológico, como ação de neutralização do câncer, a capacidade de promover a redução do índices glicêmicos, e a, hipocolesterolêmico e a redução da gordura corporal (Zacarchenco, 2017).

O requeijão destaca-se entre os derivados de leite, devido ao seu elevado consumo de forma direta ou como ingrediente na indústria. O requeijão é produzido a partir da coagulação ácida do leite, remoção do soro e lavagem da massa láctea, seguido de sua fusão podendo ainda ser adicionado de leite integral. Um produto lácteo muito semelhante (especialidade láctea tipo requeijão) é frequentemente consumido no Brasil, diferindo do produto citado, pela adição de amido de milho (Rodrigues, 2006).

Frente às novas pesquisas, os alimentos funcionais estão ganhando destaque diante da busca pelos consumidores por alimentos saudáveis ou que tragam algum tipo de benefício em relação à saúde. Dentre esses, o emprego dos fitoesteróis como

alimento potencialmente funcional, agente regulador da quantidade de colesterol presente no organismo humano e na prevenção das doenças cardíacas, onde o interesse comercial contribuiu para o avanço das pesquisas científicas (De melo, 2019).

Neste contexto, objetivou-se desenvolver um requeijão cremoso caprino *light* enriquecido com fitoesteróis, e avaliar sua composição proximal, parâmetros reológicos e suas condições microbiológicas no período de 90 dias de armazenamento refrigerado.

Dividimos essa dissertação em dois capítulos, os quais foram formatados de acordo com as normas internas do programa de pós-graduação em tecnologia agroalimentar da UFPB. O capítulo I descreve as considerações gerais e o referencial teórico da problemática discutida. O capítulo II é o artigo, em português, que descreve o desenvolvimento e avaliação da vida de prateleira (*shelf life*) do requeijão cremoso caprino do tipo *light* enriquecido com fitoesteróis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEITE CAPRINO

A caprinocultura no Nordeste do Brasil é importante, pois fortalecer o agronegócio na região, como alternativa no desenvolvimento econômico e social, constituindo-se em instrumento fomentador de emprego e renda no meio rural, pelo avanço de sua importância na cadeia produtiva de alimentos. No entanto, a maior dificuldade da atividade está em não oferecer produtos elaborados, enfatizando tecnologias que suplantem qualidade compatível com o consumo da população (Gadelha, 2016), limitando-se apenas, em produzir leite pasteurizado para comercialização e distribuição em programas institucionais e na fabricação de queijos artesanais, fabricados em sua maioria por pequenos produtores onde o consumo se dar de forma direta e o excedente sendo vendidos no mercado local.

Segundo dados divulgados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) apontam que o leite caprino é a terceira variedade de leite mais produzida no mundo, ficando atrás do leite de vaca e de búfala, considerando a média entre o período compreendido de 2006 a 2009, apenas 0,5% de todos os tipos de leite, referem-se a leite caprino (FAO, 2013). No Brasil, o estado da Paraíba é o maior produtor do leite de cabra (IBGE, 2017), porém ainda se faz necessário implantar procedimentos mais simples e acessíveis aos produtores rurais sobre tudo os de menores recursos financeiros, proporcionando a eles alternativas para agregação de valor e abrangência do consumo de derivados de leite caprino, através de novos produtos como: produtos fermentados (iogurte, bebidas lácteas, etc...), queijos maturados, sobremesas, doces, requeijões entre outros.

Conforme o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade (RTIQ), o leite de cabra é definido como sendo o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados (Brasil, 2000). O leite de cabra carrega características sensoriais, a exemplo, do paladar mais acentuado que lhes são muito peculiares, além de constituintes como proteínas, gordura e lactose que confere a

essa matéria-prima propriedades de caráter funcionais que não são encontrados em leites de outras espécies (Cenachi et al., 2011).

As diferenças existentes em relação ao percentual dos constituintes presentes no leite de todas as espécies (bovina, caprina, bubalina e de ovelha) (Tabela 1) são pequenas, e na maioria das vezes essas diferenças estão relacionadas a fatores como a alimentação fornecida a cada uma delas, como também, ao período de lactação, que passam a interferir de forma quantitativa para mais ou para menos na concentração desses componentes em cada tipo de leite, essas mudanças se refletem nos processos tecnológicos, aspectos sensoriais e fisiológicos (Amaral et al., 2011).

Tabela 1 Composição proximal em (g/100g) dos leites de vaca, búfala, cabra e ovelha.

Espécie	Componentes (g/100 g)				
	Água	Lactose	Proteína	Gordura	Minerais
Vaca	87,7	4,5	3,4	3,7	0,7
Búfala	83,2	4,8	3,8	7,4	0,8
Cabra	87,5	4,5	3,1	3,9	0,8
Ovelha	81,3	4,8	5,5	7,4	1,0

Fonte: Fonseca et al., 2016 adaptado.

O leite caprino vem sendo amplamente utilizado como substituição do leite bovino em diversas preparações alimentícias, graças a suas propriedades nutricionais e principalmente por apresentar maior digestibilidade e também propriedades alergênicas. Em comparação com o leite bovino, o leite caprino possui menores micelas de caseína e de glóbulos de gordura, maior quantidade de vitamina A e B, e teor de lactose equivalente ao leite bovino, possuem ácidos graxos de cadeia curta e média, sendo os de cadeia curta os de maior proporção (Da Silva et al., 2018).

O leite de cabra possui diferentes compostos bioativos, que dá a ele a prerrogativa de um alimento funcional. Entre esses compostos os peptídeos bioativos, derivados de processos enzimáticos ou da fermentação da proteína do soro do leite, têm demonstrando efeito no abaixamento da pressão sanguínea, e ação imunorregulador, além de atividade antifúngica, antiviral e antibacteriana (De Souza, 2019).

Quanto à porção lipídica deste alimento, destaca-se o CLA ou Conjugated Linolenic Acids - os ácidos linolêicos conjugados que correspondem a um grupo que apresenta vários tipos diferentes de isômeros geométricos e posicionais do ácido linolêico. Tais compostos são responsáveis pela manutenção da saúde, reduzindo afecções mais duradouras, e também possuem efeitos benéficos nas funções fisiológicas (Verruck et al., 2019).

A cadeia produtiva caprina de produtos lácteos é vista no Brasil pelo agronegócio do leite, como sendo um subsetor na atividade primária, essa visão pode estar atrelada ao longo tempo de atraso no segmento. Mas, nos últimos anos essa realidade vem mudando, o seguimento tá mais organizado e vem recebendo incentivos a produtividades e tem investido em uma nova roupagem tecnológica. Esses novos elementos têm fortalecido o segmento, abrindo oportunidade para o desenvolvimento de novos produtos lácteos a exemplo de sorvetes, bebidas fermentadas, queijos maturados, processados criando novas perspectivas em relação à variedade de produtos e bebidas que são classificados como premium ou gourmet (Silva et al., 2017).

Entre os novos produtos o requeijão, bem como a adição de fitoesteróis, pode ser uma opção interessante para um produto derivado caprino, não apenas por sua condição de funcionalidade, pertinentes a propriedades como antioxidantes, redução do colesterol, ou seja, a degradação de lipídeos e/ou de seus ácidos graxos, especialmente no fígado e no tecido adiposo abdominal, fator de crescimento e aumento de sua imunidade (Lima et al., 2015). Mas, sobretudo, por ser um produto economicamente viável, por agregar valor e com uma vida de prateleira longa o que o torna um produto com grandes potencialidades de venda no mercado de consumo.

2.2. REQUEIJÃO CREMOSO

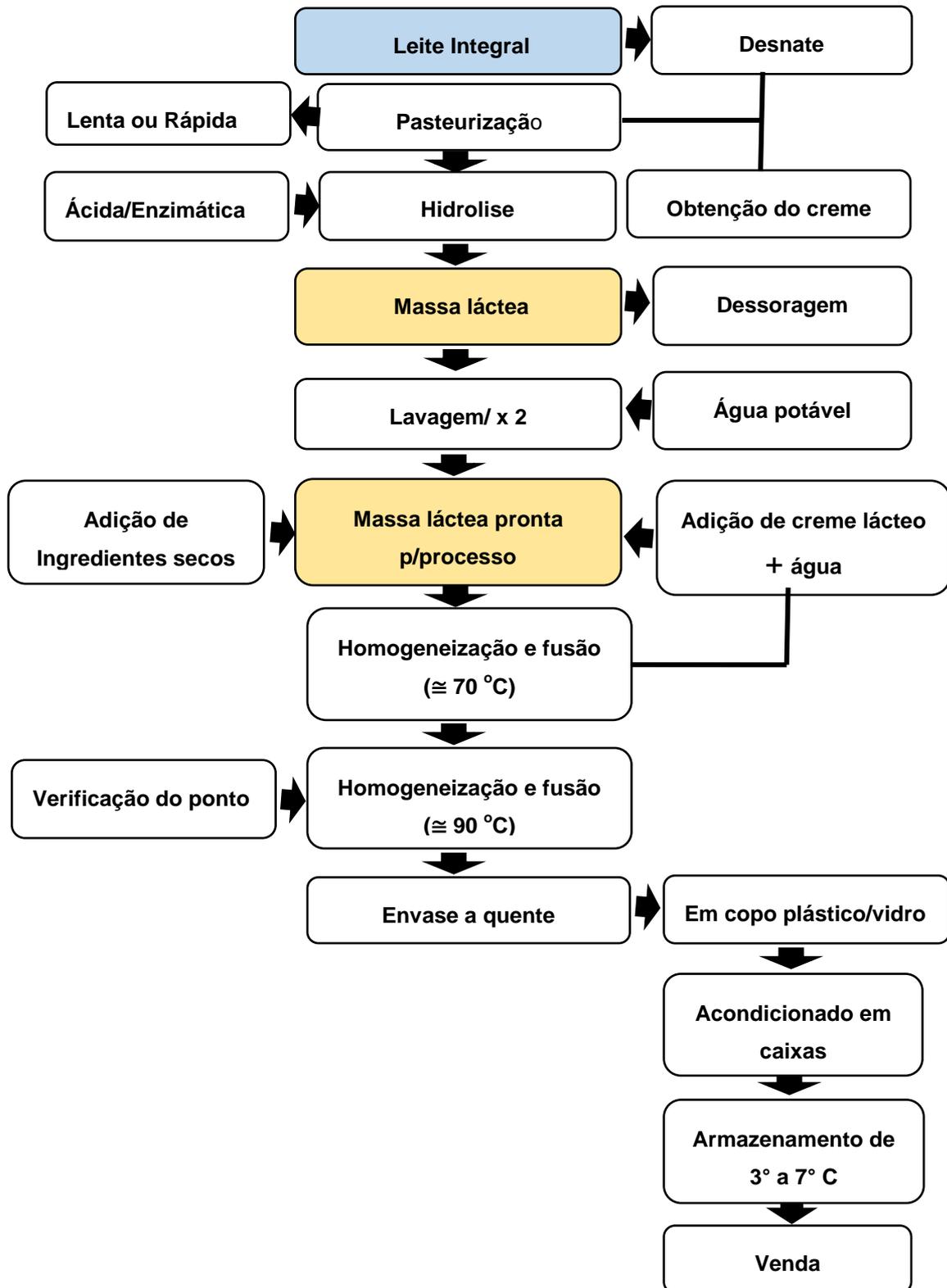
O leite longa vida e os queijos estão entre os produtos lácteos de maior consumo no País. No entanto, o valor de vendas de leite UHT no mercado chegou a crescer 138% entre 2005 e 2016, enquanto o valor de vendas dos agregados dos queijos como (mussarela, prato, requeijão cremoso, requeijão culinário, dentre outros) expandiu-se em 509%, fato este que ultrapassou as vendas do leite UHT no último

ano (Siqueira, 2019). O requeijão de mesa que se enquadra entre os agregados foi o queijo que obteve maior crescimento de venda em 10 anos, atingindo cerca de 94%. Podemos dizer que as redes *fast food* instaladas nos anos 90, ajudaram a divulgar e a alavancar as vendas e o consumo do requeijão cremoso em todo o país. Além de estar presente como produto de mesa, o requeijão acabou sendo incorporado também em receitas de produtos prontos para consumo.

O requeijão cremoso surgiu no Brasil, é um tipo de queijo fundido e sua produção acontecem em quase todos os estados brasileiros, onde apresenta variações em seu processo tecnológico influenciado por características regionais (Munck e Campos, 1994), é também um dos queijos mais produzidos e de maior preferência dos consumidos brasileiros (Gadelha, 2016). Tem regulamentação própria e é definido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como sendo, produto obtido pela fusão da 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*. O produto poderá estar adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias (Brasil, 1997).

Do ponto de vista tecnológico, requeijão é caracterizado por formar uma emulsão de proteína, água e gordura láctea, combinada com sais e emulsificantes, sob condição de calor e constante agitação mecânica. Esse produto pode ser classificado como queijo fundido, com alto teor de umidade, podendo ser denominado de requeijão, requeijão cremoso e requeijão de Manteiga. As diferenças entre os produtos são oriundas do teor de gordura e umidade no produto final (Brasil, 1997; Gadelha, 2016). O fluxograma genérico para a elaboração do requeijão cremoso pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma genérico para elaboração do Requeijão Cremoso.



Fonte: Próprio autor.

2.2.1 ASPECTOS TECNOLÓGICOS ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO

2.2.1.1 QUALIDADE DO LEITE

A qualidade inicial do leite está diretamente associada a fatores genéticos (como raça), e também o clima, o manejo, ao estado de saúde e nutricional do animal, fatores esses que irão influenciar diretamente na qualidade, aumento da produtividade e nos principais constituintes nutricionais como as proteínas e gordura presentes na matéria-prima (Gonçalves et al., 2008). Do leite se obtém a caseína principal matéria-prima para elaboração do requeijão, devendo este ser de boa procedência, com características físicas, físico-químicas e microbiológicas que atendam a legislação vigente.

2.2.1.2 OBTENÇÃO DA MASSA LÁCTEA

O ingrediente base na fabricação do requeijão cremoso é a massa láctea fresca. Os métodos mais empregados na sua obtenção são por acidificação direta ou o emprego de enzimas complementadas por fermentação láctea. De maneira geral as indústrias de laticínios têm optado pela coagulação ácida do leite com aplicação de ácido láctico de concentração conhecida ou o ácido cítrico, esse método é conhecido como acidificação direta, onde na maioria das vezes, o leite é aquecido para acelerar a coagulação (Lourenço Neto, 2013).

Rapacci (1997) comparou vários métodos de coagulação do leite, objetivado obter massa láctea para fabricação de queijo processado do tipo requeijão cremoso e concluiu que o método por acidificação direta associada ao aquecimento do leite é o mais eficaz por ser rápido e prático e ainda reduz o tempo de processamento, com aumento de ganho na produtividade e redução de custo. Neste método, a acidificação provoca uma desestabilização no meio afetando diretamente a estrutura das caseínas que passa a apresentar reações de neutralização de suas cargas negativas que se estende até atingir o seu ponto isoelétrico em pH 4,6 (Amiot, 1991) a consequência

dessas reações é o abaixamento do pH, seguido da formação de um gel, e posterior coagulação (Alais, 1970; Fernandes e Martins, 1980).

2.2.1.3 GORDURA LÁCTEA OU CREME

Segundo a legislação vigente para requeijão cremoso a gordura é ingrediente obrigatório na fabricação, devendo este apresentar valor mínimo de 55% de gordura no extrato seco (Brasil, 1997).

O percentual de creme a ser adicionado, bem como, sua padronização está diretamente relacionado com o percentual de gordura no produto final. A gordura tem múltiplas funções no processo, contribuindo na formação da textura, na cremosidade, e ainda acentuando o paladar do produto final. Um percentual maior de gordura geralmente pode levar a um produto mais macio (Meyer, 1973, Fernandes, 1981 b; Oliveira, 1986; Erger et al., 1989), a adição deste ingrediente na mistura geralmente é feita, após a etapa inicial, ou seja, quando se atingir a fusão, mas pode ser adicionada também no início do processo junto com os ingredientes secos (Oliveira, 1990).

2.2.1.4 SAIS FUNDENTES

Existem diferentes tipos de sais fundentes no mercado para aplicação direta em queijos fundidos e processados. Mas, os mais aplicados são à base de fosfatos, como o polifosfato por apresentar excelente poder de separação, facilitando com isso, a hidratação que passa a ocorrer com maior rapidez e uniformemente (Eck, 1987).

Esses sais quando na forma de sal sódico e, em condição de agitação mecânica constante e calor, propicia uma alteração interna de íons, transformando o paracaseinato de cálcio, de hidratação instável, em paracaseinato de sódio, cuja solução é homogênea e estável (Dimitreli e Thomareis, 2004). Esses sais são conhecidos por promover o sequestro dos sais de cálcio durante a fusão (Silva et al., 2003).

Esses sais contribuem também com a estabilidade do pH que deve apresentar-se dentro de uma faixa entre 5,2 a 6,0, caso contrário pode ocorrer problemas de textura, em pH muito baixo, deixando a massa com aspecto quebradiço, já em um pH muito elevado o produto final tende a ficar com características esponjosa (Spreer, 1991). A dose recomendada de uso é de 2 a 3% em relação ao peso da massa. Cada tipo de emulsificante possui propriedades específicas que concede ao produto características sensoriais importantes e poder tampão (Van Dender, 2006).

2.2.1.5 ÁGUA

A água além de hidratar a proteína exerce um importante papel como condutor de energia térmica e mecânica durante a fusão da massa, esse movimento ajuda na formação do “sol” de caseinato (Gigante, 1998), contribuindo assim, para uma melhor dissolução das caseínas (Meyer, 1973; Fernandes, 1981b, c; Berger et al, 1989), como também, na dispersão dos demais componentes (Lee et al., 2004). A adição da água pode ser de uma só vez, no início ou ao final do processo ou ainda optar em adicioná-la de duas vezes, sendo uma parte, no início da fusão e a outra, já próximo ao final do processo. A depender do tipo de equipamento é possível desenvolver o requeijão apenas com injeção de vapor direto na massa, onde a água neste caso entraria na composição por condensação no sistema. Essa opção evita parada no decorrer do processamento tornando assim, o processo mais eficiente e seguro.

2.2.1.6 CLORETO DE SÓDIO

O sal tem como função potencializar o sabor do produto, geralmente é adicionada a massa junto com os demais ingredientes secos, o percentual adicionado é sobre o peso da massa láctea, mas não passa de 1 a 2% (Van Dender et al., 2006).

2.2.1.7 FUSÃO

A fusão ou cozimento é onde ocorre a completa destruição da massa láctea. É um fenômeno físico-químico que ocorre de forma simultânea e envolve etapas de peptização e hidratação seguidas de cremificação com aumento na viscosidade e consistência no produto final (Lee et al., 2003; Van Dender et al., 2006). Podendo ser desenvolvido tanto em equipamentos fechados ou em tachos abertos de fundo reto providos de vapor.

O tempo total para se alcançar uma completa fusão está associado a fatores como o tipo de equipamento disponível para o processamento, o estado de maturação da massa láctea, o sal fundente utilizado e do produto final que se deseja obter (Bosi, 2008). Ao final do processo, o produto obtido deve apresentar textura fluída, para que possa ser embalado de forma conveniente. Após, o envase o requeijão cremoso deve ser armazenamento sob refrigeração controlada (Oliveira, 1986).

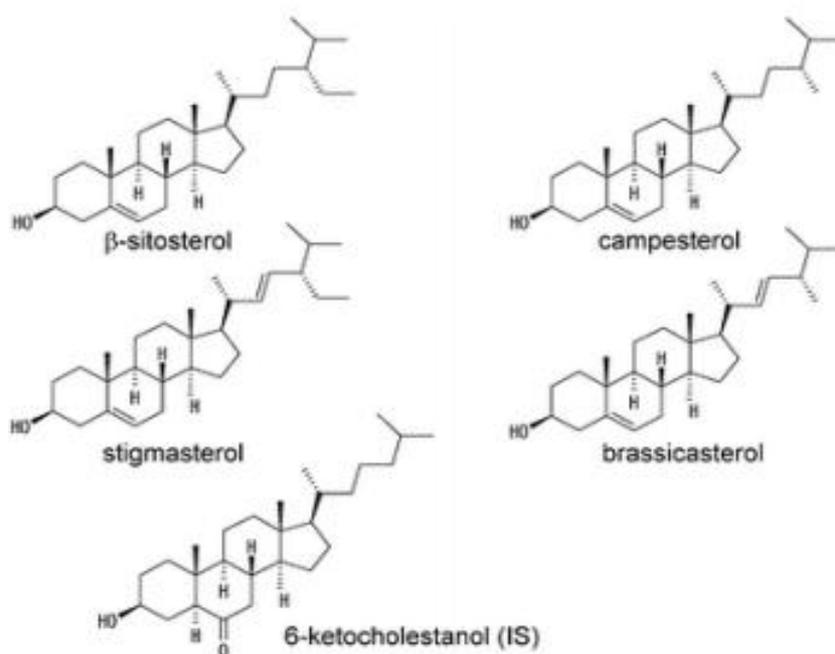
2.3 FITOESTERÓIS

Os fitoesteróis geralmente classificam-se de acordo com a existência ou não de insaturações como esteróis e os estanois vegetais, que são compostos que ocorrem naturalmente em todos os alimentos derivados de vegetais, especialmente os ricos em óleos e seus derivados (Lin et al., 2016). Sendo as matérias-primas como nozes, sementes, óleos vegetal, cereais e leguminosas, as fontes mais ricas em fitoesteróis (Ros, 2010; Penugonda e Lindshield, 2013; Flores e Castillo, 2016). São nas frações insaponificáveis de óleos vegetais, como os de soja, canola e girassol, onde são frações dos principais fitoesteróis (Maragoni, 2010).

Formado por vinte e sete a vinte e nove (27 a 29) átomos de carbono, os esteróis apresentam estrutura análogo ao do colesterol (C-27), com diferença em seu núcleo ou na cadeia lateral ou, ainda, pelos seus grupos polares. As alterações podem ser observadas quando da adição de substituintes alquil tais como metil e etil, ou a anexação da dupla ligação nas posições C-24 ou C-22 (Yankah, 2006). Nas plantas cultivadas, mais de 85% do total de fitoesteróis consiste em C-24 α / β -metil e

C-24 α / β -etilesteróis (Neelakandan et al., 2010). Na Figura 2 podem ser visualizadas as estruturas químicas dos principais fitoesteróis vegetais.

Figura 2 - Estrutura química dos principais fitoesteróis.



Fonte: Nanako, et al., 2010.

Os esteróis vegetais possuem composição diversificada. Eles existem como esteróis livres, ésteres de esteróis de ácidos graxos superiores, glicosídeos de esterol e glicosídeos de acilesterol, que estão ausentes em células animais (Valitova et al., 2016). Eles são classificados de várias maneiras, mas fundamentada na presença ou ausência de um agrupamento metilo em diferentes posições. Normalmente, as plantas são capazes de desmetilar esteróis na posição C4, mas provavelmente não conseguem realizar a ordem inversa. Os fitoesteróis mais comuns encontrados na natureza são β -sitosterol (C-29), campesterol (C-28) e estigmasterol (C-29), representam até 98% de todo o conteúdo de fitoesteróis nas plantas (Uddin et al., 2015; Gylling e Simonen, 2015).

Os fitoesteróis são constituintes das membranas celulares das plantas, do mesmo modo que o colesterol nas membranas celulares animais, e são essenciais

para sua estrutura devido a seus efeitos estabilizadores sobre a bicamada de fosfolipídios (Choudhary e Tran, 2011; Lengyel et al., 2012). Entretanto, são encarregado pelo equilíbrio da membrana, contribuindo desta forma para sua rigidez, uma vez que esta se mostra dependente da relação esteróis/fosfolipídeos (Yankah, 2006). Ainda, são necessários para o tráfico adequado de vesículas e interação com proteínas integrais que regulamenta o estado físico da bicamada lipídica e dos fosfolipídeos (Boutté e Grebe, 2009).

Além das funções estruturais, estas moléculas desempenham funções reguladoras significativas que controlam a permeabilidade e a fluidez das membranas (Suh et al., 2013). Eles são precursores de biomoléculas importantes, como fitohormonas (por exemplo, brassinosteróides) e vitaminas, modulando assim o desenvolvimento e crescimento das plantas e também, exibindo funções de defesa da planta (Uddin et al., 2015; Miras-Moreno et al., 2016).

Os fitoesteróis mostram uma grande contribuição para o valor dos produtos naturais como nutracêuticos medicinalmente ativos (Uddin et al., 2015), apresentando-se como um nicho altamente lucrativo e tende a se expandir no mercado de produtos naturais de forma globalizada (Corrêa et al., 2017).

Por isso, é necessário conhecer a matriz alimentar, pois esta pode influenciar na bioacessibilidade dos fitoesteróis, caso estejam cristalizados ou presos à matriz não conseguirão ser incorporados nas micelas e absorvidos. Para isso, novas técnicas estão sendo desenvolvidas como homogeneização e emulsificação, uso de estabilizantes (ex. lecitina), esterificação, inibidores de cristalização e uso de nanotecnologia, melhorando sua estabilidade e entrega (Mackay e Jones, 2011).

2.3.1 DOSE RECOMENDADA DE CONSUMO DE FITOESTERÓIS

Dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – (Anvisa, 2014), trazem informações a cerca dos fitoesteróis, onde afirmam que que esses compostos, são veículos com alegações funcionais, principalmente por ajudar na redução da absorção de colesterol. Entretanto, para adquirir os benefícios alegados, é necessário o consumo de 1 a 3 gramas de fitoesteróis por dia diante de uma alimentação saudável.

Sendo essa a alegação autorizada para alguns alimentos adicionados e suplementados de fitoesteróis.

Em relação ao alimento que receberá o fitoesteróis sua porção, deve suprir no mínimo em 0,8 g de fitoesteróis livres, quando quantidades inferiores forem utilizadas sua eficácia deve ser comprovada. Adicionalmente, os produtos com adição de fitoesterol que apresentem alegações de redução do LDL-colesterol, deve constar, no rótulo, em negrito as seguintes advertências: “Indivíduo com elevado nível de LDL devem seguir orientação médica”; “Os fitoesteróis quando ingeridos acima de 3 g de consumo/dia, não fornecem benefícios adicionais ao consumidor”; “ A Anvisa entende não ser adequado o consumo deste produto por crianças abaixo de cinco anos, gestantes” (Anvisa, 2016).

A Comissão das Comunidades Europeias também indica o consumo de no máximo 3 g/dia de fitoesteróis, pois quantidades superiores podem induzir efeitos indesejáveis. Segundo Sudhop (2002), o consumo de esteróis e/ou estanois tem causado um leve aumento na retenção de resíduos de esteróis no plasma, diante disso, estudos têm apontado que o aumento desses resíduos possa agravar o risco cardiovascular. Logo, o aumento demasiado de suas concentrações pode desencadear efeito indesejável em pacientes com sitosteolemia, que é uma doença rara que está associada à absorção residual ou acúmulo de esteróis vegetais no organismo (Fernandes, 2015; Assmann et al., 2006). Porém, estudo recente independente concluiu que este aumento não seria de muita importância a ponto de elevar o risco de doenças cardiovasculares no indivíduo (Gense, 2012).

Os produtos podem ser divididos em porções individuais de 1g que podem ser consumidos 3 vezes ao dia ou em porção única de 3 g, além, da recomendação de uma dieta equilibrada e o consumo regular de produtos naturais frescos como hortaliças e frutas principalmente ricos em carotenoides (Europeias, 2004).

Portanto, já que é do conhecimento que o benefício dos fitoesteróis independe da fonte de origem alimentar empregada, o mais conveniente é que os indivíduos acometidos da hipercolesterolemia passem a consumir em sua dieta produtos alimentares com menor teor de gordura, uma vez que tais produtos devem ser administrados por um período prolongado para que de fato os resultados sejam mais significativos na diminuição dos níveis de colesterol (Breda, 2010).

3. REFERÊNCIAS

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijos. **Evolução do Mercado Brasileiro de Queijos de 2000 a 2016**. 2016.

ALAIS, C. Ciencia de la leche: principio de técnica lechera. **Companhia comercial e Editorial Continental S. A.**, Barcelona, 1970.

AMARAL, D. S. et al. Tendências de Consumo de leite caprino: enfoque para a melhoria da qualidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 39-42, 2011.

AOAC -Association of Official Analytical Chemistry. Official Methods of Analysis of AOAC international. Method 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods. **Journal AOAC International**. Washington: USA, 2002.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: **American Public Health Association**, 676 p., 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 359, de 04 de setembro de 1997 (D.O. U 08/09/97). **Aprova o Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesón**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos (Resolução RDC no. 12, de 2 de janeiro de 2001)**. Diário Oficial da República Federativa da Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2002**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, Página 23, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 259, de 20 de setembro de 2002. **Aprova regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n. 56, de 6 de fevereiro de 2014. **Esclarecimentos sobre as avaliações de eficácia de alegações de propriedades funcionais para produtos adicionados simultaneamente de fitoesteróis e de ácidos graxos EPA e DHA**. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde**, Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BREDA, M. C. **Fitoesteróis e os benefícios na prevenção de doenças: uma revisão**. Porto Alegre, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Farmácia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

BERGER, W. et al. Processed cheese manufacture: A Joha Guide. **BK**. Landenburg, 1989. 238p.

BOSI, M. C. 2008. **Desenvolvimento de Processo de Fabricação de Requeijão Light e de Requeijão sem Adição de Gordura com Fibra Alimentar**. Tese (D.Sc.) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

BOURNE, M. C. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2ª Edição. **Elsevier Science & Technology Books**, p.423, 2002.

BOUTTÉ, Y.; GREBE, M. Cellular processes relying on sterolfuction in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, p. 705–713, 2009.

BRZESKA, M.; SZYMCZYK, K.; SZTERK, A. Current knowledge about oxysterols: A review. **Journal of Food Science**, v. 81, R2299-R2308, 2016.

CÁSSIA, RITA DOS SANTOS N. DA S. 2010. **Caracterização Sensorial e Reológica de Requeijão Light Adicionado de Concentrado Proteico de Soro**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

CENACHI, D. B. et al. Aspectos composicionais, propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais do leite de cabra: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 66, n. 382, p. 12-20, 2011.

CHOUDHARY, S. P.; TRAN, L. S. Phytosterols: Perspectives in Human Nutrition and Clinical Therapy. **Current Medicinal Chemistry**, v. 18, p. 4557-4567, 2011.

CORRÊA, R. C. G. et al. The emerging use of mycosterols in food industry along with the current trend of extended use of bioactive phytosterols. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p. 19-35, 2017.

DA SILVA, ELEN CARLA ALVES et al. Qualidade Higiênica do Leite Caprino Comercializado em Diferentes Regiões do Brasil. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. S 01, p. Trab662, 2018.

DE MELO, J. V. D. et al. Efeitos dos fitoesteróis para a prevenção de doenças. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 9, n. 1, p. 27-31, 2019.

DE SOUZA A. et al. Produtos lácteos caprinos: constituintes e funcionalidade/Goat dairy products: constituents and functionality. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 1, p. 536-556, 2019.

ECK, A. **O queijo**. v. 1 e 2. Portugal: Europa-America, 1987.

EUROPEIAS, D.d.C. Commission Regulation (EC) n. 608/2004 of 31 March 2004, **Concerning the labelling of foods and food ingredients with added phytosterols, phytosterol esters, phytostanols and/or phytostanol esters**. 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics. **FAO, 2020**. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2020.

FAO, Food. Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (**FAOSTAT**), 2018.

FERNANDES. A. D. C. 2015. **Esteróis e estanóis na matriz alimentar: relação com a redução dos níveis de colesterol e a redução do risco de doenças coronárias**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Lisboa, Portugal.

FERNANDES, A.G.; MARTINS, J.F.P. Fabricação de requeijão cremoso a partir de massa obtida por precipitação ácida a quente de leite de búfala e de vaca. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.35, n.212, p.7-13, 1980.

FERNANDES, A. G. Sais emulsificantes. In: MARTINS, J. F. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, 1981a. Cap. 4, p 1-7. (Apostila).

FERNANDES, A. G. Parâmetros fundamentais para o processamento de queijos fundidos. In: MARTINS, J. F. e FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL. Cap. 5, p. 1-11. (Apostila), 1981b.

FERNANDES, A. G. Variações nos principais parâmetros de processamento de acordo com o tipo de queijo fundido. In: MARTINS, J. F. & FERNANDES, A. G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas, ITAL, Cap.6, p.1-4 (Apostila), 1981c.

FLORES, G.; CASTILLO, M. L. R. D. Cancer-related constituents of strawberryjam as compared with fresh fruit, **Cancers (Basel)**, v. 8, 2016.

FONSECA, C. R.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. F. Leites de outras espécies: búfala, cabra e ovelha. In: CRUZ, A. G. et al. Química, Bioquímica, Análise Sensorial e Nutrição no Processamento de Leite e Derivados. – 1ed.- Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2016.

GADELHA, G. 2016. **Elaboração e Avaliação de Requeijão Cremoso Caprino com Teor Reduzido de Lactose para Consumo Combinado com Geleia de Goiaba**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Ceará, CE, Brasil.

GALLINA, D. A. 1995. **Influência do Tratamento UHT na Qualidade do Requeijão Cremoso Tradicional e Light**. Tese (D.Sc.). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

GEISE, J. Developments in beverage additives. **Food Technology**, v. 49, n.9, p. 64-72, 1995.

GIGANTE, M. L. 1998. **Requeijão Cremoso Obtido por Ultrafiltração de Leite Pré-acidificado Adicionado de Concentrado Proteico de Soro**. Tese (D.Sc.) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; VIEIRA, R.A.M.; HENRIQUE, D.S.; MANCIO, A.B.; PEREIRA, J.C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008. Disponível: Acesso em: 08/06/2018.

GYLLING, H.; SIMONEN, P. Phytosterols, phytosteranols, and lipoprotein metabolism. **Nutrients**, v. 7, p. 7965-7977, 2015.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA**. 2017.

KONSTANCE, R.P.; HOLSINGER, V.H. Developments of rheological test methods for cheese. **Food Technology**, v.1, n.2, p.105-109, 1992.

LEE, S. K. et al. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. **Lebensm-Wiss. U. – Technol.**, [S.l.], v. 36, p. 339- 345, 2003.

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

LENGYEL, J. et al. Oxidation of sterols: energetics of C–H and O–H bond cleavage. **Food Chemistry**, v. 133, p. 1435–1440, 2012.

LIMA, T. L. S. et al. **Prospecção Tecnológica de Queijos de Leite de Cabra Tipo Coalho Condimentados e não Condimentados**. Cadernos de Prospecção, v.11, n.5, p.1524, 2018.

LOURENÇO NETO, J. P. de M. **Queijos: aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, p. 270, 2013.

MACKAY, D. S.; JONES, P. J. Phytosterols in human nutrition: Type, formulation, delivery, and physiological function. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 113, p. 1427-32, 2011.

MARAGONI, F.; POLI, A. Phytosterols and cardiovascular health. **Pharmacological Research**, v. 61, n.3, p. 193-199, 2010.

MEYER, A. Process cheese Manufacture. London, **Food Trade Press**, p. 360, 1973.

MIRAS-MORENO, B., et al. Bioactivity of phytosterols and their production in plant in vitro cultures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, 7049-7058, 2016.

MUNCK, A. V.; CAMPOS, W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Informe Agropecuário**, São Paulo, v. 10, n. 115, p. 35-38, julho, 1984.

NANAKO, I.; HIDEKI, H.; FUMIYO, K. Simultaneous determination of β sitosterol, campesterol, stigmasterol, and brassicasterol in serum by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. **Anal. Methods**, n. 2, p. 174-179, 2010.

NEELAKANDAN, A. K. et al. Molecular characterization and functional analysis of Glycine max sterol methyl transferase 2 genes involved in plant membrane sterol biosynthesis. **Plant Molecular Biology**, v. 74, p. 503-518, 2010.

OLIVEIRA, J. S. **De Queijos: fundamentos tecnológicos**. Campinas: UNICAMP, p. 146, 1986.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1990.

PENUGONDA, K.; LINDSHIELD, B.L. Fatty acid and phytosterol content of commercial saw palmetto supplements. **Nutrients**, v. 5, n. 9, p. 3617–3633, 2013.

RANADHEERA, C. S. et al. Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2019.

RAPACCI, M. 1997. **Estudos comparativos das características físicas, químicas, reológicas e sensoriais dos requeijões cremosos obtido por fermentação láctea e acidificação direta**. Tese (D.Sc.). Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil.

RAPACCI, M.; VAN DENDER, A. G. F. Estudo comparativo das características físicas, químicas e do grau de mineralização de diferentes tipos de massas utilizadas no processamento de requeijão cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 53, p. 223-237, 1997.

RODRIGUES, F. **Requeijão, fondue, especialidade, queijo processado**. Juiz de Fora: Do autor, p.171, 2006.

ROS, E. Health benefits of nut consumption, **Nutrients**. V. 2, n. 7, p. 652–682, 2010.

SIQUEIRA, K. B.; BINOTI, M. L.; NUNES, R. M.; BORGES, C. A. V.; PILATI, A. F.; MARCELINO, G. W.; GAMA, M. A. S.; SILVA, P. H. F. Custo benefício dos nutrientes dos alimentos consumidos no Brasil. **Ciencia & Saude Coletiva**, ago. 2018. No prelo. Disponível provisoriamente em: . Acesso em: 01 fev. 2019.

SILVA, C. R.; FURTADO, M. M.; SOUZA, J. G. Utilização de pirofosfato tetrassódico como sal fundente no processamento do requeijão culinário. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, n. 43, p. 58-62, jan./ fev. 2003.

SILVA, P.H. F. Densidade nutricional e conveniência. **Brasil dairy trends 2020 – 1. ed.** – Campinas : ITAL, 2017.

SUDHOP, T., GOTTWALD, B.M. & VON BERGMANN, K. Serum plant sterols as a potential risk factor for coronary heart disease. **Metabolism**, v.51, p. 1519-1521, 2002.

SPREER, E. **Lactologia industrial**. 2 ed. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1991.

STEFFE, J. F. **Rheological Methods in Food Process Engeneering**. 2ed. East Lansing, USA: **Freeman press**, p. 418, 1996.

SUH, H. W. et al. Metabolic profiling and enhanced production of phytosterols by elicitation with methyl jasmonate and silver nitrate in whole plant cultures of *Lemnapaucicostata*. **Process Biochemistry**, v. 48, p. 1581-1586, 2013.

UDDIN, M. S. et al. Phytosterols and their extraction from various plant matrices using supercritical carbon dioxide: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, 1385-1394, 2015.

VALITOVA, J. N.; SULKARNAYEVA, A. G.; MINIBAYEVA, F. V. Plant sterols: Diversity, biosynthesis, and physiological functions. **Biochemistry**, v. 81, p. 819-834, 2016.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of functional foods**, v. 52, p. 243-257, 2019.

VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado**. São Paulo: Fonte de Comunicações, p.91, 2006.

YANKAH, V. V. Lipids phytosterols and human health. In: AKOH, C. C. **Handbook of functional lipids**. New York: CRC, cap. 18, p. 4003-418, 2006.

CAPÍTULO II - REQUEIJÃO CREMOSO LIGHT DE LEITE CAPRINO ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA.

RESUMO: Os fitoesteróis vegetais têm sido indicados no tratamento a hipercolesterolemia. Diante disto, objetivou-se desenvolver um requeijão cremoso *light* de leite de cabra enriquecido de fitoesteróis, caracterizá-lo quanto aos parâmetros físico-químicos, reológicos e microbiológicos ao longo da vida de prateleira armazenada sob condições de refrigeração. Foram estudadas quatro formulações: RCT (gordura padrão), RCL (com menor teor de gordura), RCLF2 (com menor teor de gordura e com 2% de fitoesteróis) e a RCLF4 (com menor teor de gordura e com 4% de fitoesteróis). Os fitoesteróis adicionados não alteraram o padrão *light* de gordura das formulações, bem como não alterou o teor de proteína, onde não se observou diferença significativa entre estas formulações (RCL, RCLF2 e RCLF4), no entanto, diferenciaram da formulação RCT. Quanto ao valor energético ocorreu um pequeno aumento nas formulações com fitoesteróis, entretanto, o valor é bem inferior ao controle (RCT) considerado como tradicional. Não houve diferença significativa nos parâmetros de viscosidade e adesividade dos requeijões *light* RCLF2 e RCLF4. Todas as formulações se apresentaram dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira durante os 90 dias de monitoramento. Logo, pode-se afirmar que a formulação RCLF4 é a melhor por ter a maior incorporação de fitoesteróis sem alterar os padrões nutricionais e reológicos, apresentando-se com potencial redutor do colesterol LDL.

Palavras-chave: Fitoesteróis; Redução de colesterol; Requeijão caprino; Vida de prateleira.

LIGHT CREAMY GOAT CHEESE ENRICHED WITH PHYTOSTEROLS: PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF SHELF LIFE.

ABSTRACT - Phytosterols have been indicated to treat hypercholesterolemia. In view of this, the objective was to develop a light creamy goat's cheese enriched with phytosterols, characterizing it in terms of physical-chemical, rheological and microbiological parameters throughout the shelf life stored under refrigeration conditions. Four formulations were studied: RCT (standard fat), RCL (with less fat content), RCLF2 (with lower fat content and with 2% phytosterols) and RCLF4 (with lower fat content and with 4% phytosterols). The added phytosterols did not change the light pattern of fat in the formulations, as well as did not change the protein content, where significant difference was observed between these formulations (RCL, RCLF2 and RCLF4), however, differed from the RCT formulation. As for the energy value, there was a small increase in formulations with phytosterols, however, the value is much lower than the control (RCT) considered as traditional. There was no significant difference in the parameters of viscosity and adhesiveness of RCLF2 and RCLF4 light curd cheese. All formulations are presented within the microbiological standards established by legislation during the 90 days of monitoring. Therefore, it can be said that the formulation RCLF4 is the best because it has the highest incorporation of phytosterols without alter nutritional and rheological patterns, presenting potential redutor do colesterol LDL.

KEYWORDS: Cholesterol reduction; Goat cheese; Phytosterols; Shelf Life.

1. INTRODUÇÃO

Os fitoesteróis são conhecidos por ter várias propriedades bioativas. Estes desempenham um papel essencial na nutrição humana (Marangoni e Poli, 2010). No corpo humano, atuam principalmente inibindo a absorção intestinal do colesterol, assim reduzindo as concentrações do colesterol, principalmente o LDL, no plasma sanguíneo, que por sua vez contribui para a diminuição de doenças cardiovasculares, visto que os níveis de LDL contribuem significativamente para o desenvolvimento destas doenças (Brzeska et al., 2016).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam que 39% de pessoas maiores de idade, (acima de 25 anos) em todo o mundo estão acometidos com concentrações elevadas de LDL total com índices maior que 190 mg/dL. Esses índices são mais altos na Europa com cerca de (54%), seguida das Américas (48%) (Oms, 2017). Estudos evidenciam que o tratamento da hipercolesterolemia deve incluir o uso de substância não farmacológica, assim como o uso delas pode ser indicada em situações específicas (Simão et al., 2013). Desta forma a inclusão de fitoesteróis vegetais tem sido indicada para uso por ingestão oral na forma de cápsulas ou consumo direto associado a outros alimentos (Simão et al., 2013; Expert Dyslipidemia, 2014; Piepoli et al., 2016; Catapano et al., 2016; Ras et al., 2016; Jelliner et al., 2017).

Os estudos a respeito da bioatividade dos fitoesteróis estiveram focados principalmente em seu efeito hipocolesterolêmico, porém já existem alguns resultados que demonstram a sua eficácia como anticarcinogênico, anti-inflamatório, antidiabético e antioxidante (Côrrea et al., 2017). Além disto, alguns produtos alimentícios funcionais que constam em sua formulação fitoesteróis têm sido aplicados na intenção de atenuar e na redução de sintomas provocados por doenças relacionadas ao envelhecimento (Ras et al., 2016).

Produtos lácteos funcionais vêm sendo desenvolvido nos últimos, no entanto, poucos são relacionados a derivados do leite caprino adicionados de fitoesteróis. O leite de cabra carrega vários elementos de importância capaz de nutrir o indivíduo, pois além de possuir ácidos graxos essenciais e proteínas de alto valor biológico é também, fonte de minerais e vitaminas, se considerado assim um dos alimentos mais

completos (Park et al., 2007), e apresenta maior digestibilidade quando comparado ao bovino (García et al., 2014; Ranadheera et al., 2019). Compostos promotores de saúde, como peptídeos bioativos, ácidos linoleicos conjugados e oligossacarídeos, responsáveis pela manutenção da saúde também são encontrados no leite caprino (Verruck et al., 2019).

Dentre os derivados lácteos caprinos, o requeijão cremoso tem se destacado por ser um produto com boa aceitação no mercado de consumo, produto versátil e um bom receptor de vários ingredientes que possibilita, assim, inovações que resultam em produtos mais saudáveis, com sabores e texturas diferenciadas, se enquadrando (Lima et al., 2018), portanto, como um potencial carreador de substâncias funcional como, os fitoesteróis.

Neste contexto, objetivou-se desenvolver requeijão cremoso *light* caprino enriquecido com fitoesteróis e caracterizar quanto aos parâmetros nutricionais, reológicos e microbiológicos durante 90 dias.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA E INGREDIENTES

O volume de 110L de leite caprino pasteurizado e resfriado foi doado pela Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos do Município de Cabaceiras - ASCOMCAB, localizado no município de Cabaceiras - PB.

A coleta do primeiro lote do leite (50 L) foi realizada pela manhã, durante a pasteurização. No momento da coleta tomou-se a temperatura do leite, onde em seguida se realizou as análises de acidez Dornic e testes rápidos de peroxidase e fosfatase alcalina, no laboratório do próprio laticínio. O leite foi acondicionado em vasilhames plásticos, e em seguida foi transportado até o laboratório de processamento de alimentos do CTDR/UFPB.

No laboratório o leite foi dividido em 4 porções iguais de 12 litros, em seguida, o leite foi pré-aquecido em fogão industrial, onde foi submetido aos processos de

desnate para extração do creme (gordura láctea) e hidrólise ácida para obtenção da massa láctea. O creme obtido foi dividido em duas porções, sendo uma parte destinada ao processo de requeijão tradicional e a outra para os requeijões light.

O segundo lote do leite com 60 litros, foi processado no próprio laticínio, e submetido às etapas de pasteurização, desnate para extração do creme (gordura láctea) e hidrólise ácida para obtenção da massa láctea. 4 litros deste lote foram destinados para análises de caracterização físico-químicas.

O sal fundente da marca (JOHA S9) à base de polifosfatos foi doado pela Vilac Foods indústria e Comércio de ingredientes para alimentos (Natal – RN, Brasil). O ácido láctico de grau alimentar da marca Purac e o Sorbato de Potássio da marca Vilac Foods foram doados pelo laticínio Lisboa (Caiçara/ PB, Brasil). Os ésteres de fitosteróis (ROVAL) e o cloreto de sódio da marca Marfim foram comprados no comércio de João pessoa/PB, Brasil.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Amostra do leite caprino integral pasteurizado foi coletada para análise de caracterização no laboratório de análises físico-químicas do CTDR/UFPB.

Para caracterização físico-química do leite caprino realizou-se análises de (acidez titulável, densidade a 15° C, gordura, Extrato Seco Total (EST), Extrato seco desengordurado (ESD) e proteína). A densidade do leite caprino integral pasteurizado foi determinada de acordo com a Instrução Normativa Nº 68 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2006). Para a determinação da acidez titulável de leite caprino integral pasteurizado seguiu-se a metodologia 947.05 da (AOAC, 2000). As proteínas foram feitas seguindo o método Kjeldahl, com os resultados calculados considerando um fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,38 (AOAC, 2002). O leite fluido foi analisado quanto ao teor de gordura pelo método butirométrico seguindo a metodologia de Castanheira (2012). O EST e o ESD foram calculados pelas equações 1 e 2, sugeridas também por Castanheira (2012). Em que, G, é a gordura do leite e D é a densidade corrigida a 15° C.

$$(\%) \text{ EST} = G/5 + D/4 + G + 0,26 \quad (1)$$

O ESD do leite caprino foi calculado por diferença:

$$\% \text{ ESD} = \text{EST} - G \quad (2)$$

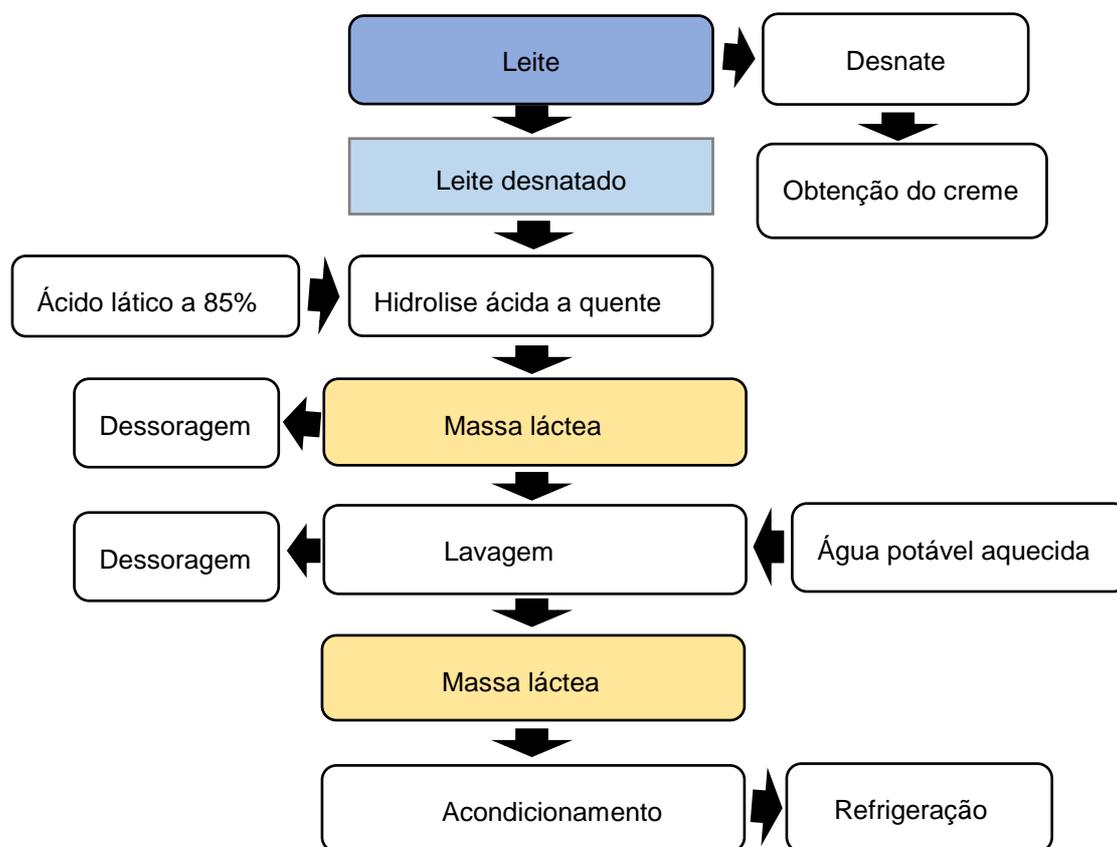
2.3 PROCESSAMENTO DOS REQUEIJÕES

2.3.1 OBTENÇÃO DA MASSA LÁCTEA

A obtenção da massa láctea correu no ambiente industrial, do próprio laticínio. O leite foi submetido às etapas de pasteurização, desnate para extração do creme (gordura láctea) e hidrólise ácida. O processo para hidrólise seguiu a metodologia proposta por Lübeck (2005). Após a pasteurização, o leite foi transferido para um equipamento de camisa dupla, onde foi aquecido a 40° C, em seguida foi desnatado em uma desnatadeira da marca West de capacidade para 50 litros/h, o creme obtido foi acondicionado em um pote plástico. O leite desnatado foi acondicionado em um tambor para leite, e em seguida, foi transferido para um tanque em aço inox de camisa dupla, próprio para fabricação de queijos, onde foi aquecido a temperatura de 48° C, ao atingir essa temperatura adicionou-se sobre o volume do leite 0,4% de ácido láctico a 85%, grau alimentício, e continuou-se a agitar até o leite coagular. Em seguida, deixou-se a massa láctea em um curto repouso para que ocorresse a decantação, e em seguida realizou-se a dessoragem, seguida de duas lavagens da massa láctea com água potável para elevar o seu pH. Ao final do processamento, a massa láctea foi embalada em sacos plásticos. A massa láctea e o creme foram acondicionados em caixas térmicas e conduzidos até o LPC/CTDR/UFPB.

Na Figura 1 abaixo segue o fluxograma da obtenção da massa láctea e do creme destinada à elaboração dos Requeijões Cremosos.

Figura 1 - Fluxograma de obtenção da massa láctea para processamento dos requeijões cremosos.



Fonte: Próprio autor.

O creme obtido foi dividido em duas porções, sendo uma parte para aplicar no processo de requeijão tradicional e a outra parte para os requeijões *light*. O creme adicionado ao requeijão tradicional foi padronizado com o próprio leite caprino desnatado para um teor de gordura de 50%, e o creme para os requeijões *light* foi padronizado para 27% de gordura. Após a padronização, os cremes foram pasteurizados em banho-maria a temperatura de 85° C, por 12 minutos. Em seguida, foram mantidos sob refrigeração até o momento do processamento. Os parâmetros físico-químicos da massa láctea e do creme de leite serviram de base para a definição da formulação base para o balanço de massa dos requeijões (Tabela 1).

2.3.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REQUEIJÕES CREMOSOS

Para a fabricação dos requeijões cremosos seguiu a metodologia de elaboração descrita por Bosi (2008), com algumas adaptações. O processamento dos requeijões ocorreu em homogeneizador desenvolvido pelo autor através da adaptação de um liquidificador industrial, com entradas para vapor nas laterais de sua base. O vapor é gerado através de uma autoclave, com uma pressão controlada de $0,60 \text{ kgf/cm}^2$, e chega ao homogeneizador por diferença de pressão através de mangueiras com isolamento térmico. O equipamento dispõe de válvulas que controla a entrada do fluxo de vapor no interior do equipamento. O sistema tem como função fundir a proteína láctea e demais ingredientes através do vapor úmido e agitação mecânica. A Figura 2 mostra o sistema desenvolvido para elaboração do requeijão.

Figura 2 - Foto do sistema desenvolvido para processamento do requeijão.



Fonte: Próprio autor.

A massa láctea usada no processo de fabricação dos requeijões foi à mesma para todos os tratamentos. Inicialmente a massa láctea foi triturada em um triturador do tipo Cutter, provido de um sistema com lâminas em aço inox e potência de 600W.

O processamento dos requeijões se deu por bateladas, sendo processado uma formulação por vez. Todos os materiais e utensílios envolvidos nas atividades de produção foram rigorosamente higienizados e esterilizados o que pode ter contribuído em uma melhor qualidade do produto do ponto de vista microbiano.

Foram quatro formulações desenvolvidas neste estudo: RCT, formulação sem fitoesteróis e com teor de gordura padrão; RCL, formulação sem fitoesteróis e com teor de gordura reduzido; RCLF2, com 2% de fitoesteróis e com teor de gordura reduzido; RCLF4, com 4% de fitoesteróis e com teor de gordura reduzido. Os ingredientes das formulações desenvolvidas encontram-se na Tabela 1.

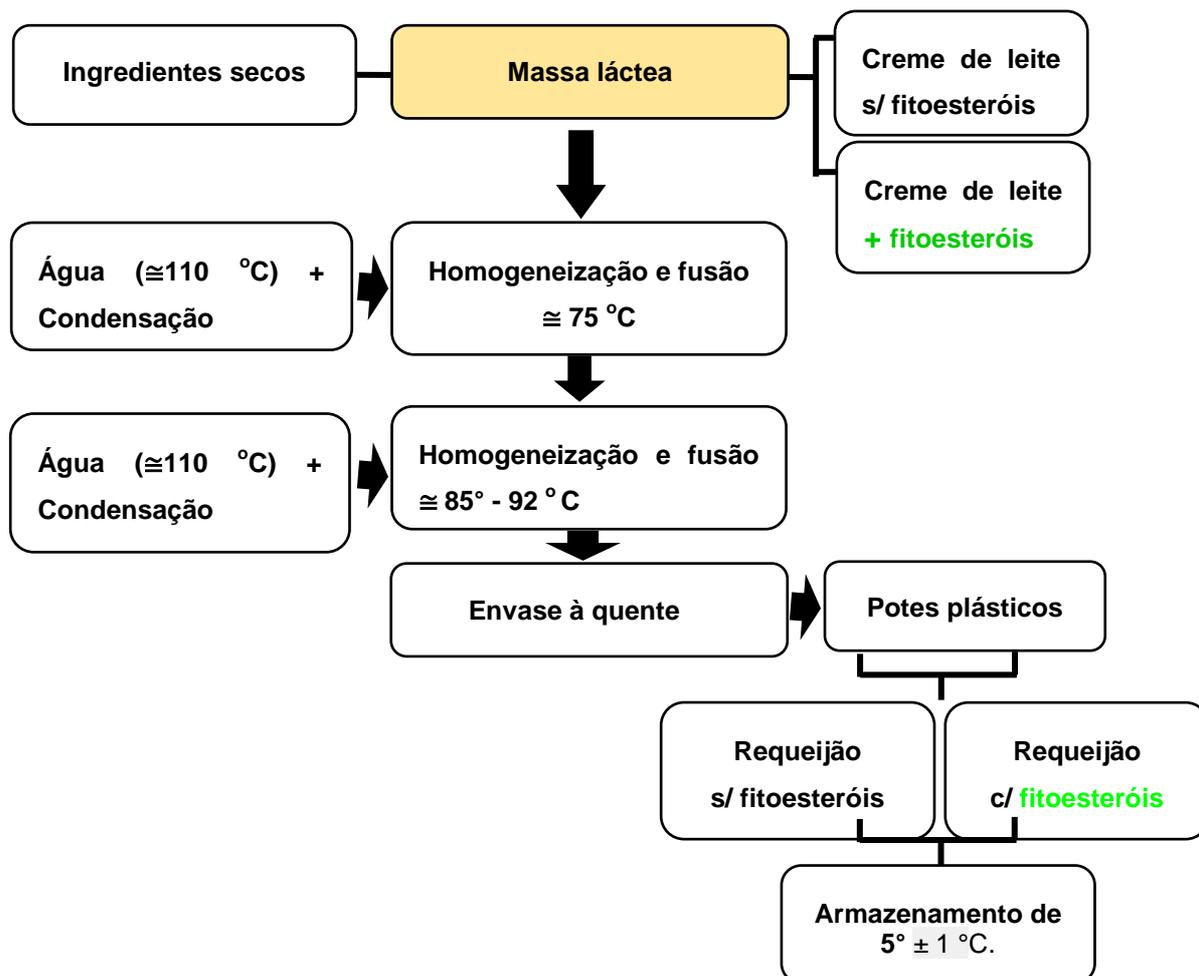
Tabela 1 – Formulações dos requeijões cremosos caprinos desenvolvidos.

Ingredientes	Formulações em porcentagem (%)			
	RCT	RCL	RCLF2	RCLF4
Massa láctea	30,00	36,00	36,00	36,00
Gordura láctea	52,00	27,50	27,50	27,50
Cloreto de sódio	0,42	0,42	0,42	0,42
Sal fundente S9	0,85	0,85	0,85	0,85
Sorbato de potássio	0,10	0,10	0,10	0,10
Fitoesterol	0,00	0,00	2,00	4,00
Água	16,62	35,13	33,12	31,12

RCT= requeijão cremoso tradicional; RCL= requeijão cremoso light; RCLF2 requeijão cremoso light com 2% de fitoesterol; RCLF4= requeijão com 4% de fitoesterol. Fonte: próprio autor.

A Figura 3 é o fluxograma de produção dos requeijões. A primeira etapa, comum a todas as formulações, foi à pesagem dos ingredientes secos (sal fundente, sal comum e sorbato de potássio), seguido da mistura prévia a massa láctea. O creme, de acordo com cada formulação, também foi adicionado no início do processo junto com os demais ingredientes. No requeijão RCT, o creme usado foi com concentração de 50%. Já nos requeijões *light* com e sem fitoesteróis (RCL, RCLF2 e RCLF4) a concentração do creme foi de 27% de gordura total. A forma de adição do fitoesteróis nos requeijões (RCLF2 e RCLF4) obedeceu aos procedimentos específicos desenvolvidos em ensaios preliminares para essas formulações.

Figura 3 - Fluxograma geral de fabricação dos requeijões cremosos.



Fonte: Próprio autor.

A água foi introduzida no sistema por condensação, esse mecanismo é controlado pelo tempo do processo. Devido às limitações do sistema de fusão em função da carga (peso da massa/kg) optou-se em injetar água no estado de vapor no sistema por um tempo de três minutos sem agitação para que assim ocorresse condensação do vapor em água de forma a proporcionar uma melhor força de arraste dos ingredientes. Esse mecanismo foi aplicado em todas as bateladas.

Em cada batelada, de acordo com a formulação, o tempo total de processo variou de 8 minutos para o RCT, de 12 minutos para o RCL, de 15 para RCLF2 e de 18 minutos para RCLF4, esses tempos foram estabelecidos em teste preliminares e ajudaram a definir o ponto do produto desejado para cada tratamento. As

temperaturas de cozimento, também variaram em torno de $90^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, com um tempo de retenção de 2 minutos por batelada.

Ao final de cada batelada os requeijões foram pesados e fracionados em potes plásticos esterilizados, sendo distribuídos 25g em cada pote, depois foram coladas as etiquetas de identificação com data de fabricação, lote e tipo de requeijão. Em seguida, os requeijões foram acondicionados em um refrigerador com temperatura controlada para $5^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

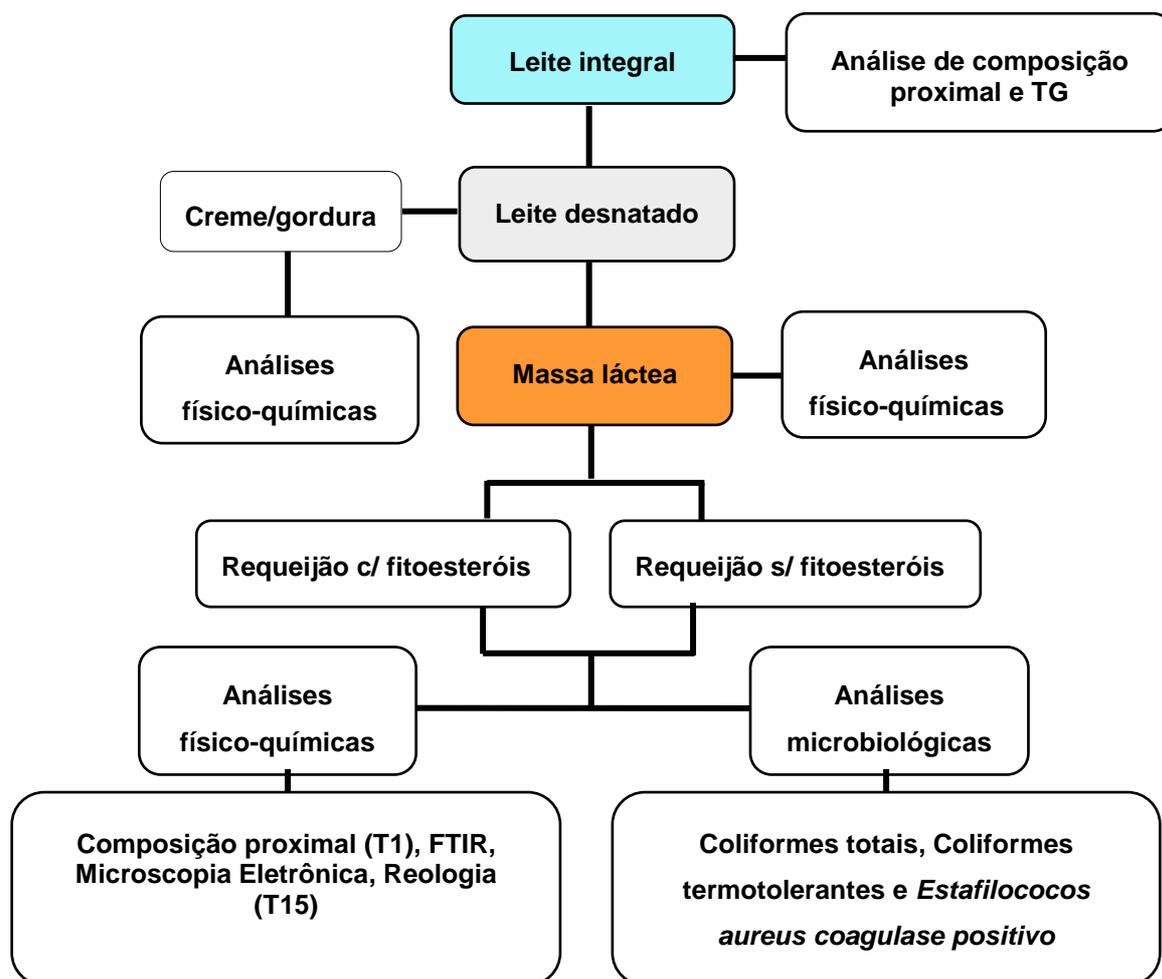
2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS REQUEIJÕES CREMOSO

As amostras de cada lote dos requeijões destinadas às análises composição proximal (umidade, gordura, proteína, cinzas, EST, ESD, GES, pH) foram encaminhadas para análises no dia seguinte, que compreende o tempo inicial de fabricação do produto (1 dia). Os requeijões destinados às análises reológicas foram amostras com 15 dias de armazenamento refrigerado.

As amostras dos requeijões destinadas às análises microbiológicas foram separadas de acordo o tempo nos dias: 1, 7, 15, 30, 60 e 90 dias, e mantidas sob refrigeração ($5^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$).

A Figura 4 é o fluxograma das análises de caracterização de composição proximal, reológicas e microbiológicas realizadas nos requeijões.

Figura 4 - Fluxograma das análises realizadas.



Fonte: Próprio autor, adaptado de Bossi (2008).

2.4.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DOS REQUEIJÕES E DO LEITE

As análises foram realizadas em triplicata para proteínas, cinzas e umidade e os carboidratos se deu por diferença, seguindo o Método Oficial da Association of Official Analytical Chemists Internacional (AOAC, 2002). Umidade: as amostras foram colocadas em estufa de circulação de ar (marca ACB, LABOR) a 105° C por 24h até peso constante; Cinzas: as amostras foram colocadas em uma mufla (Zezimaq, modelo: 2000F) a 550 °C por 24h até peso constante; Proteínas: foram determinadas pelo método Kjeldahl, com os resultados calculados considerando um fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,38 (AOAC, 2002); o percentual de gordura foi obtido pelo método butirométrico de Gerber, por centrifugação (Castanheira, 2012).

A gordura no extrato seco (GES) do requeijão foi calculada de acordo com a Equação 3. Em que, % GES é a gordura no extrato seco, % G = porcentual de gordura, % EST = extrato seco total.

$$\text{GES} = [(\% \text{ G}) / \text{EST}] \times 100 \% \quad (3)$$

Os carboidratos foram determinados por diferença de acordo com a Equação 4.

$$\text{Carboidrato} = [100 - (\% \text{umidade} + \% \text{cinzas} + \% \text{proteína} + \% \text{gordura})]. \quad (4)$$

O valor energético total é resultante dos constituintes de cada requeijão sendo expresso em quilocalorias (Kcal)/100g, estimado a partir dos fatores de conversão de Atwater: Kcal= (4x g proteína) + (4x g carboidratos) + (9 x g lipídios) (Merril e Watt, 1973).

O pH foi determinado de forma direta com uso de potenciômetro da marca EVEN, modelo PH-E2E, devidamente calibrado com solução tampão de pH 7,0 e 4,0 (Castanheira, 2012).

2.4.2 PERFIL TÉRMICO DOS FITOESTERÓIS

Através do analisador térmico simultâneo da Shimadzu modelo DTG-60H, obteve-se a curva termogravimétrica (TG) do fitoesterol. O teste não-isotérmico foi realizado utilizando 10 mg de amostra, com auxílio de um cadinho de alumina com atmosfera de oxigênio, fluxo de 50 mL/min, com razão de aquecimento de 10 °C/min, variando de 25-800 °C.

2.4.3 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO DOS FITOESTERÓIS E DOS REQUEIJÕES

Essa análise foi determinada no espectrofotômetro Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) (SHIMADZU, Japão), utilizando o método de reflectância atenuada (ATR). Os espectros foram alcançados no modo de transmitância, na faixa compreendida de 4000 a 600 cm⁻¹, com resolução de 4

cm^{-1} e 40 varreduras. Todas as amostras de requeijão foram utilizadas sem tratamento prévio, apenas a amostra de fitoesterol foi feita a pastilha em KBr.

2.4.4 MICROSCÓPIA ELETRÔNICA DOS REQUEIJÕES

As amostras de requeijão foram observadas no microscópio eletrônico com uma ampliação de 50x.

2.4.5 REOLÓGIA DOS REQUEIJÕES

Essas análises foram caracterizadas, em triplicata, no reômetro Haake MARS III da marca Thermo Scientific, equipado com placas paralelas em aço inoxidável rugosa com 3,5 cm de diâmetro. O espaço entre as placas foi de 0,1 mm, estabelecido a partir de ensaios preliminares. Os ensaios foram realizados na temperatura de 10 °C.

Para os ensaios em estado oscilatório, inicialmente foi realizadas uma varreduras de tensão que serviram para determinar o intervalo de viscoelasticidade linear, dentro da faixa de tensão de 0,01 - 200 Pa, em frequência fixa de 1 Hz. Espectros mecânicos foram obtidos por varreduras de frequência de 0,05 a 10 Hz, com o valor de tensão pré-determinado dentro do intervalo linear.

Os testes foram feitos em regime estacionário, sendo realizados após cisalhamento prévio da amostra fora do equipamento. Com uma espátula de aço inox no formato de micro-colher, foram realizados 100 movimentos na forma do numeral oito, durante 60 segundos. Imediatamente após esse procedimento, a amostra foi levada para o ensaio. A curva de escoamento foi realizada dentro do intervalo de taxas de deformação entre 0,1 e 100 s^{-1} , em rampa crescente. O modelo da Lei da Potência foi ajustado aos dados obtidos, sendo o coeficiente de determinação (R^2) utilizado para avaliar a qualidade do ajuste (Cassia, 2010).

2.4.6 PERFIL DE TEXTURA DOS REQUEIJÕES

Os testes de perfil de textura dos requeijões foram feitos no texturômetro Texture Analyser CT3 (Brookfield Engineering Labs, Middleboro, EUA), equipado com

uma geometria cilíndrica de acrílico (TA11/100) com 25,4 mm de diâmetro. Os requeijões foram analisadas dentro do próprio recipiente que foram envasados com 20 mm de diâmetro e 52 mm de altura, na temperatura de 10 °C e em triplicata. Os parâmetros de dureza, adesividade e formação de fio (tamanho e trabalho) foram obtidos diretamente do programa do equipamento (Texture Expert for Windows, versão 1.19), sendo calculados a média e o desvio padrão. As amostras foram comprimidas em dois ciclos com 20% de deformação, com descanso de 5 s entre ciclos, e velocidade de 1mm/s (Cássia, 2010).

2.4.7 MICROBIOLÓGIA DOS REQUEIJÕES

O monitoramento da vida de prateleira dos requeijões cremosos foi realizado no período de 1, 7, 15, 30, 60 e 90 dias seguindo-se a metodologia da American Public. Health Association – (Apha, 2001), para Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e *Estafilococos aureus coagulase positivo*. Todos os resultados foram expressos em UFC/g. Essas metodologias de análises se enquadram nos requisitos de exigências afixados no regulamento técnicos de identidade e qualidade – RTIQ para requeijão cremoso (Brasil, 1997).

Para a determinação de coliformes totais e termotolerantes aplicou-se a metodologia de plaqueamento em superfície com meios de cultura específico para cada tipo de microrganismos. Adiciona-se 25 g da amostra em 225 mL de água peptonada em Erlenmeyer de 250 ml. Em seguida, foram realizadas as diluições seriadas de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em tubos de ensaio contendo 0,9 ml de água peptonada. Logo, 1 mL de cada diluição foi semeado nas placas, onde foram espalhados com o auxílio de alças de *Drigalski* na superfície das placas, contendo o meio de cultura ágar cristal violeta vermelho neutro bile (VRBA). Por fim, foram incubadas a temperatura de $36 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para Coliformes totais e $45 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ para Coliformes termotolerantes por 24 h.

Inicialmente, para a determinação de *Estafilococos aureus coagulase positiva*:, as amostras foram dissolvidas em água peptonada e homogeneizadas, para posterior diluição seriada de (10^{-2} e 10^{-3}). Para o isolamento do *E. aureus coagulase positivo*, 0,1 mL de cada diluição da amostra foi espalhado com o auxílio de alças de *Drigalski*

na superfície das placas com Ágar Baird-Parker e incubadas em estufa a $36^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ por 24 horas.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados estatísticos foram realizados para os parâmetros de caracterização físico-químicos dos requeijões. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e aplicado o teste de Duncan a 5% de probabilidade, para comparação das médias, utilizando o programa Assistat 7.7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÕES DAS MATÉRIAS-PRIMAS

3.1.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO LEITE

O leite caprino pasteurizado usado neste estudo apresentou uma densidade de $1,028 \pm 0,00$, acidez de $0,18 \pm 0,26$ g de ácido láctico/ 100g, proteína de $3,24 \pm 0,03$ (%), gordura de $3,39 \pm 0,06$ %, extrato seco total de $12,09 \pm 0,05$ % e extrato seco desengordurado de $8,12 \pm 0,07$ (%). Os resultados obtidos de densidade, gordura e proteínas estão de acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2000).

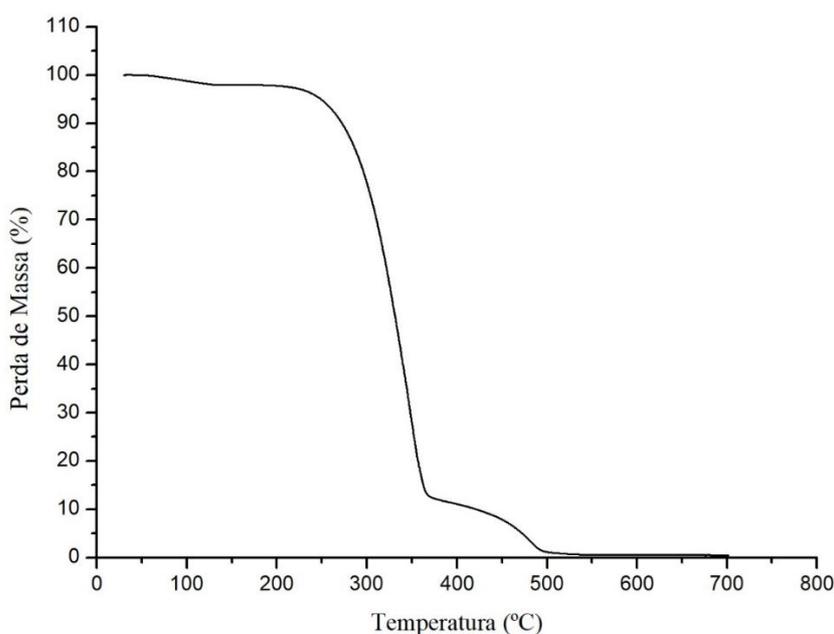
A acidez do leite apresentou-se no limite superior dos valores de referência (0,13 a 0,18 g de ácido láctico/100g para acidez). Segundo Moretto et al. (2002) e Mouchereck (2002), entre o período compreendido da ordenha até a indústria há uma possibilidade de alteração no comportamento da acidez, devido a degradação da lactose por ação de microrganismos fermentadores que passam a elevar a concentração do ácido láctico no leite. Outros fatores associados a elevação da acidez, é o estado da saúde do animal, os cuidados no manejo antes e durante (limpeza e higiene) da ordenha e às condições de armazenamentos e refrigeração do leite até sua chegada a unidade de processamento.

O extrato seco desengordurado do leite estava um pouco abaixo do limite mínimo estabelecido na legislação brasileira (mínimo de 8,50% m/m). Porém, Gadelha (2016) ao estudar a caracterização do leite caprino, encontrou valores próximos ao desta pesquisa (8,20%).

3.2.2 PERFIL TÉRMICO DOS FITOESTERÓIS

O potencial funcional do fitoesterol é reconhecido, mas dependendo dos processos envolvidos na preparação das matrizes a ser inserido podem ter sua ação comprometida, sobretudo a temperatura. O comportamento térmico do fitoesterol foi investigado e está representado na Figura 5.

Figura 5 - Curva TG do fitoesterol.



Fonte: Próprio autor

O perfil termogravimétrico mostrou 4 etapas de decomposição/volatilização térmica, com temperatura inicial de perda de massa superior a 62 °C. A amostra de fitoesterol apresentou relativa resistência térmica, justificado pelas menores perdas de massa (<2%) ocorridas no primeiro estágio, onde a temperatura foi de até 127 °C. Estes valores baixos de perda de massa podem ser atribuídos inicialmente a

evaporação da umidade, e/ou da decomposição/volatilização de impurezas orgânicas voláteis.

Porém, na segunda etapa de volatilização/decomposição (127,1 - 370,7 °C) ocorreu perda de 85% de sua massa, comprometendo quase que a totalidade dos esteróis vegetais (92,10%) conforme laudo do fabricante (anexo A). O terceiro estágio de perda de massa (12,2%) pode ser atribuído a termodecomposição da amostra, apresentando resíduo de 0,8% na quarta e última etapa.

A curva TG do fitoesterol indica que sua aplicação é limitante aos processos que utilizam temperatura abaixo de 110 °C, de forma a manter sua integridade e funcionalidade. De acordo com o perfil termográfico os fitoesteróis apresentou uma perda de massa (< 2%) quando este foi submetido à temperatura de até 127° C. O que indica uma condição de resistências térmica que favorece sua adição ao processo de fusão dos requeijões que sofre aquecimento de até 90° C, temperatura essa que não compromete a integridade dos fitoesteróis adicionados aos requeijões.

Em estudos de composição de cremes vegetais (Akaishi, 2014) observou perdas significativas de diferentes tipos de fitoesteróis a temperaturas de 140° C, quando comparado às amostras *in natura* e submetidas a 100° C, possivelmente devido á oxidação dos fitoesteróis. Sendo, que o mesmo não foi observado com as amostras de café torrado nas mesmas condições. Para (Lampi et al., 2000, 2002; Soupas et al., 2004, 2006) além da formação química, o binômio tempo vs temperatura podem influenciar na evolução da oxidação dos esteróis, ou seja, quanto maior for a exposição dessas substâncias a essas variáveis maior é sua degradação.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS REQUEIJÕES CAPRINOS

3.2.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL

A composição proximal dos requeijões está expressa na Tabela 2. Os resultados foram comparados aos requisitos já estabelecidos na Portaria n° 359, de 4 de setembro de 1997, no MAPA, que trata do Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão (Brasil,1997), que estabelece que o requeijão

cremoso tradicional deve conter no mínimo de 55% de gordura e de até 65% de umidade no produto final.

Tabela 2 – Composição proximal dos requeijões cremosos caprinos.

Análises	Formulações				*LEGISLAÇÃO
	RCT	RCL	RCLF2	RCLF4	
pH	6,02 ± 0,06 ^a	5,68 ± 0,08 ^b	6,04 ± 0,02 ^a	6,07 ± 0,03 ^a	-----
Umidade (g/ 100g)	55,74 ± 0,14 ^d	68,32 ± 0,16 ^a	60,52 ± 0,12 ^c	63,1 ± 0,62 ^b	< 65
Gordura (g/ 100g)	29,83 ± 0,29 ^a	12,00 ± 0,50 ^b	12,00 ± 0,50 ^b	12,00 ± 0,50 ^b	-----
Extrato Seco Total (g/ 100g)	44,26 ± 0,15 ^a	31,71 ± 0,26 ^d	39,58 ± 0,09 ^b	36,89 ± 0,62 ^c	-----
Gordura no Extrato Seco (g/ 100g)	67,41 ± 0,45 ^a	37,84 ± 1,62 ^b	29,87 ± 0,74 ^d	32,53 ± 1,86 ^c	> 55
Proteína (g/ 100g)	11,70 ± 0,05 ^b	15,88 ± 0,60 ^a	15,42 ± 0,25 ^a	15,43 ± 1,11 ^a	-----
Cinzas (g/ 100g)	1,60 ± 0,03 ^c	2,35 ± 0,03 ^a	2,24 ± 0,52 ^b	2,33 ± 0,01 ^a	-----
Carboidratos (g/ 100g)	1,13 ± 0,17 ^c	1,43 ± 0,34 ^c	9,82 ± 1,33 ^a	7,14 ± 0,60 ^b	-----
Valor energético (Kcal/100g)	319,81 ± 1,98 ^a	177,25 ± 2,75 ^d	208,95 ± 1,94 ^b	198,29 ± 1,33 ^c	-----

RCT (requeijão caprino tradicional), RCL (requeijão caprino light), RCLF2 (requeijão caprino light 2% de fitoesterol), RCLF4 (requeijão caprino light 4% de fitoesterol). **Valores expressos em média (n= 3) e ± desvio padrão. *** As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05). *BRASIL, 1997. Fonte: Autoria própria.

Para os valores referentes ao pH, apenas a formulação RCL (5,68) apresenta diferença significativa (p<0,05) quando comparado às demais formulações. Entretanto, esses valores encontrados para pH ficaram um pouco acima (5,71) aos valores encontrados por Gadelha (2016), para requeijão cremoso caprino sem lactose onde obtive valores na faixa de 5,67 a 5,71, e abaixo aos detectado por Drunkler (2009), onde seus experimentos alcançou valores de pH acima de 6,00 em estudos com requeijão cremoso caprino simbióticos.

A umidade do requeijão tem o papel de auxiliar na textura e na consistência do produto. As formulações de requeijões RCT, RCLF2 e RCLF4 estão de acordo com a legislação (<65 g/100g). No entanto, o requeijão RCL (com 68,32%) apresentou um valor acima do estabelecido pela legislação, podendo ser classificado como queijos de alta umidade, também conhecidos como de massa branda ou mole (Brasil, 1996). Gaino et al. (2012) ao analisar a umidade de requeijão cremoso com probiótico,

observou uma umidade acima de 63% que é próximo a encontrada nas formulações desenvolvidas. Já, Lima (2019) em estudo com requeijão cremoso com diferentes processos de coagulação retrata valores acima de 66% de umidade.

Quanto ao parâmetro de gordura, as formulações RCT e RCL apresentaram diferenças significativas entre si. Esse fato está associado às diferentes concentrações de gordura no creme adicionado conforme o tipo de requeijão, ou seja, no requeijão tradicional foi adicionado creme com maior teor de gordura, enquanto os requeijões *light* o percentual de gordura no creme é menor. No entanto, a adição de fitoesteróis não variou o teor de gordura das amostras das formulações RCL, RCLF2 e RCLF4.

Os resultados da análise de EST apresentaram diferenças significativas para todas as amostras de requeijões cremosos analisados, destacando-se à amostra RCT como o maior valor (44,26 g/100g). Garcia (2005) ao estudar requeijão cremoso caprino *light* entrou valor semelhante (44,06 g/100g).

A GES do requeijão RCT foi o maior valor (67,41 g/100g) quando comparado com as demais formulações, o que se justifica por ter maior teor de gordura no produto final. Van Dender (2006) ao caracterizar o requeijão cremoso observou valores entre 38 a 40 g/100g de extrato seco total; 60 a 62 g/100g de gordura no extrato seco; e pH entre 5,2 e 5,7, valores muito próximos ao encontrado nas formulações desenvolvidas.

Comparando os teores de proteína total entre o RCT e o RCL observou-se diferenças significativas entre estas formulações. No entanto, a adição de fitoesteróis não alterou o teor de proteína como observado nas formulações RCLF2 e RCLF4, comparadas a formulação RCL. Garcia (2005) ao estudar requeijão cremoso com leite caprino encontrou valores de proteína entre 13,52 a 14,71 g/100g. Em contrapartida, valores semelhantes ao desta pesquisa (14,43 a 15,21 g/100g) foram encontrados por Gallina (2005) em requeijões cremosos *light* bovinos.

Observa-se que para o teor de cinzas, houve diferença ($p > 0,05$) entre as formulações. Exceto para as formulações RCL e RCLF4. Os valores encontrados nas formulações desenvolvidas neste trabalho foram superiores aos relatados por Garcia (2005) para os requeijões *light* caprino (2,12 a 2,31 g/100g), já Gallina (2005)

encontrou valores de cinzas de 1,78 g/100g no requeijão tradicional e 2,12 g/100g no requeijão *light*, que são valores próximos aos deste trabalho.

Os teores de carboidratos foram de 1,13 g/100g para o RCT e 1,43 g/100g para o RCL, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações desenvolvidas. As formulações RCLF2 e RCLF4 apresentaram valores superiores à formulação RCL, possivelmente influenciadas pela adição de fitoesteróis e conseqüentemente, menores teor de umidade nessas formulações comparadas ao RCL.

Em relação ao valor energético dos requeijões, a Portaria nº 27, de janeiro de 1998, estabelece que os requeijões *light* devem ter uma redução de, no mínimo 25% de gordura e redução mínima de 25% do valor energético total e diferença maior que 40 kcal/100g (sólidos), em relação ao produto integral correspondente.

O valor energético revelou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações. A formulação RCL foi a que apresentou o menor valor energético (177,25 kcal/100g), devido ao maior percentual de umidade combinado com seu teor de gordura (12 g/100g).

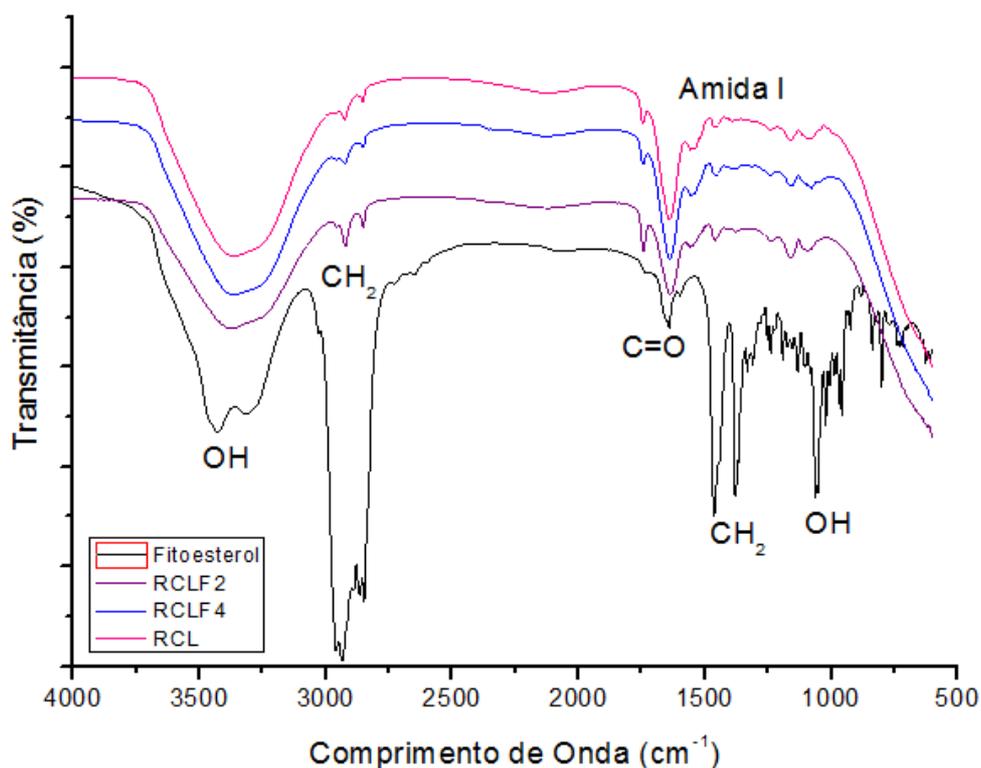
Comparando as formulações dos requeijões *light* RCL, RCLF2 e o RCLF4 com a formulação tradicional (RCT), observou-se uma redução no teor de gordura de 59,77% e uma redução do valor calórico total de 39,07% em média, que corresponde a uma diferença maior que 40 kcal/100g (sólidos). Desta forma, as formulações RCL, RCLF2 e RCLF4 podem ser classificadas como *light*, uma vez que ocorreu a redução em gordura e no valor energético comparado ao controle, considerado como tradicional (RCT), atendendo os limites estabelecidos na Portaria nº 27 de janeiro de 1998 (Brasil, 1998).

3.2.2 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO DO FITOESTERÓL E DOS REQUEIJÕES

A análise de espectroscopia no infravermelho foi usada para caracterizar a composição das ligações químicas dos requeijões formulados, bem como verificar a influência dos fitoesteróis na constituição química dos requeijões.

Os requeijões apresentaram bandas semelhantes entre si, com bandas coincidentes também com o espectro do fitoesterol. As bandas do fitoesterol apresentam uma boa separação de picos e regiões características deste tipo de amostra. Na figura 6 estão representados os espectros de FTIR-ATR das amostras.

Figura 6 - Espectros de FTIR-ATR das amostras de requeijão e do fitoesterol.



RCL (requeijão caprino *light*), RCLF2 (requeijão caprino *light* 2% de fitoesterol), RCLF4 (requeijão caprino *light* 4% de fitoesterol. Fonte: Próprio autor.

As bandas biológicas entre $3000\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$ e $1800\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$ são de interesse neste estudo, por corresponderem as ligações características de lipídios e proteínas (Ong et al., 2020), constituintes principais das amostras de requeijão. Assim como, as bandas de baixa intensidade na região entre $1700 - 1500\text{ cm}^{-1}$ associadas às proteínas, sendo caracterizada por uma banda importante em 1641 cm^{-1} atribuída a amida I (Leite et al., 2019).

As bandas largas e fortes na região entre $3433 - 3300\text{ cm}^{-1}$ foi atribuída ao estiramento vibracional do grupo -OH , sendo também observado por Yang et al. (2018) para fitoesteróis e por Ong et al. (2020) em requeijões; já, as bandas na região

entre 2935 a 2850 cm^{-1} de menor intensidade nas amostras de requeijões e mais intensa na amostra de fitoesteróis são atribuídas ao estiramento do CH_2 de lipídios (Leite et al., 2019). As bandas de alta intensidade na região entre 1464 a 1381 cm^{-1} nas amostras de fitoesteróis foram atribuídas à deformação angular do CH_2 em ésteres (Yang et al., 2018).

A banda em 1745 cm^{-1} característica do estiramento $\text{C}=\text{O}$ das carbonilas, que pode ser atribuída a formação de ligações éster de lipídios e ácidos graxos, em todas as amostras (Yang et al., 2018). A banda de 1064 cm^{-1} correspondente ao grupo hidroxila (OH) observada em colesterol e sintetizado no fitoesterol usado na produção dos requeijões (Qianchun et al., 2011).

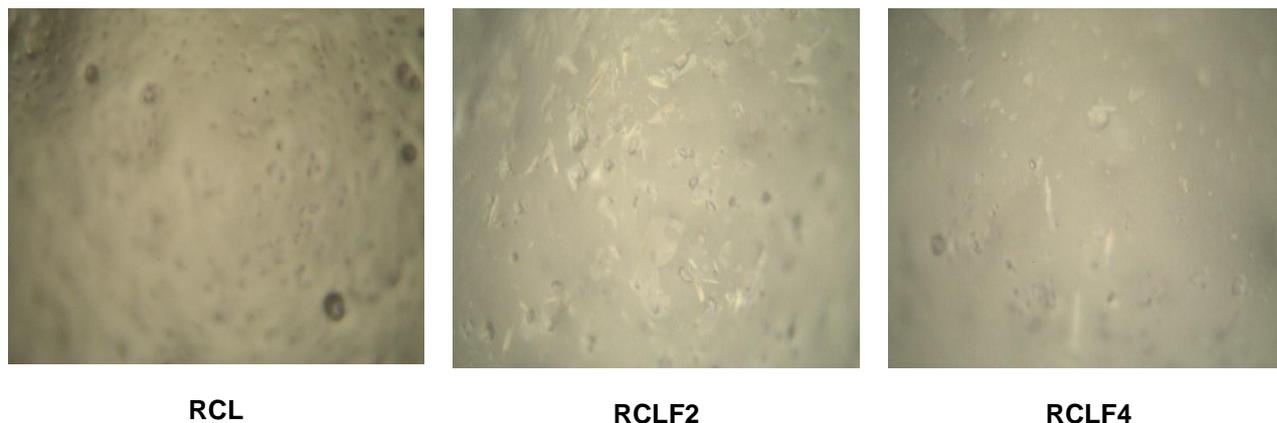
Diante das bandas analisadas, ficou claro que o caráter lipídico do fitoesterol não interferiu na composição química dos requeijões. Por ter, bandas na mesma região pode-se afirmar uma boa incorporação deste constituinte nos requeijões.

3.2.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DOS REQUEIJÕES

As fotos revelam imagens das superfícies das formulações de requeijões *light* com características bem distintas. O RCL apresenta um menos brilho quando comparado aos requeijões com fitoesteróis (RCLF2 e RCLF4). Essa diferença está relacionada à presença do fitoesteróis, que é uma substância lipídica e desta forma tem uma maior afinidade química (hidrofóbicas) com a gordura láctea, as quais se unem e dão este brilho intenso, perceptíveis nas imagens dos requeijões (RCLF2 e RCLF4).

Na figura 7 são apresentadas as imagens ampliadas em 50x no microscópio eletrônico do Raman.

Figura 7 - Imagens ampliadas em 50x das formulações de queijos (RCL, RCLF2 e RCLF4).



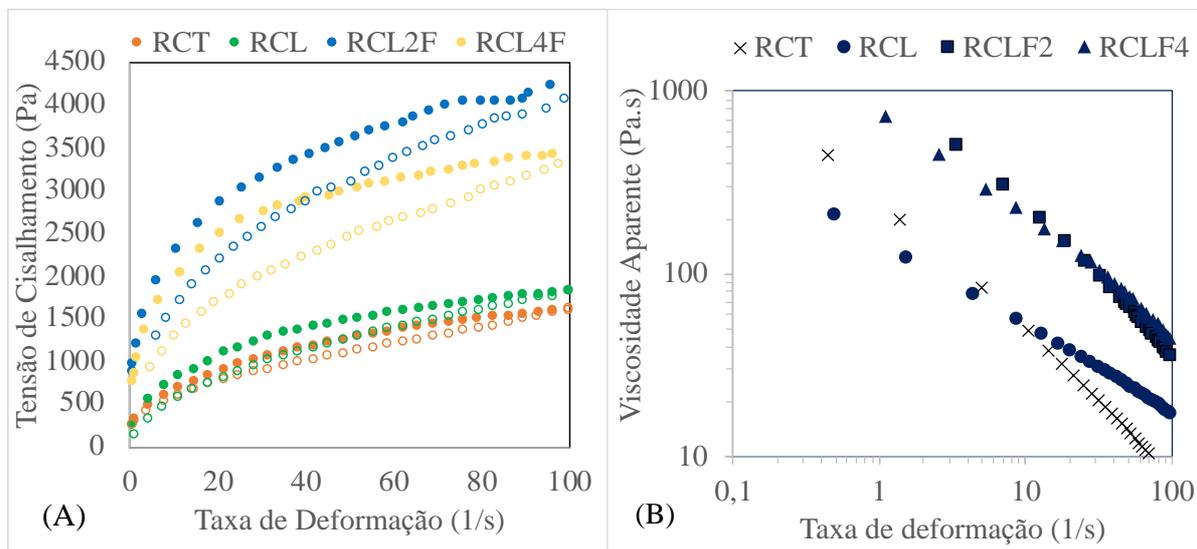
RCL (queijo caprino *light*), RCLF2 (queijo caprino *light* 2% de fitoesterol), RCLF4 (queijo caprino *light* 4% de fitoesterol. Fonte: Autoria própria.

Outro aspecto que pode ser observado é a textura da formulação RCL que se apresenta com uma textura mais compactada do que os queijos RCLF2 e RCLF4 que aparentam ter uma textura menos compacta, talvez em função dos tipos ligações químicas que se formou entre as lipoproteínas. Este aspecto é influenciado pelas partículas dos fitoesteróis que acabaram não sofrendo insolubilização no processo e encontra-se próximo a superfície dos queijos ligados a gordura láctea.

3.2.4 PROPRIEDADES REOLÓGICAS DOS QUEIJS

As curvas de escoamento dos queijos caprino com e sem fitoesteróis são apresentadas na Figura 8. A Figura 8A, indica os dois primeiros ciclos de cisalhamento das amostras em repouso na embalagem original. O segundo ciclo corresponde ao estado estacionário atingido após a conclusão do primeiro ciclo. Observa-se que para as amostras RCT e RCL há quase uma sobreposição de dados entre os dois ciclos para a mesma taxa de deformação. No entanto, nas amostras com fitoesteróis há uma histerese entre as curvas dos dois ciclos de cisalhamento, indicando que o comportamento reológico depende do tempo a uma dada taxa de deformação, ou seja, é um fluido tixotrópico. A área entre as curvas de cisalhamento de uma mesma amostra pode ser usada de forma qualitativa para avaliar o grau de tixotropia do material (Steffe, 1996), o que foi muito similar nas amostras com fitoesteróis e próximo a zero para as amostras controle (RCL).

Figura 8 - Curva de escoamento das formulações de requeijão caprino. A) Primeiro (símbolos fechados) e segundo (símbolos vazados) ciclos de cisalhamento da amostra em repouso; B) cisalhamento da amostra após homogeneização no recipiente original.



Fonte: Próprio autor.

As curvas de viscosidade aparente em função da taxa de cisalhamento para as formulações de requeijões caprino desenvolvidas, que foram pré-homogeneizadas na embalagem original, são apresentadas na Figura 8B. Todas as formulações apresentaram uma queda significativa na viscosidade aparente com aumento da taxa de deformação, denotando um comportamento de pseudoplástico. Em baixa taxa de deformação os valores de viscosidade aparente tendem ao infinito, indicando que o material possivelmente apresenta uma tensão residual inicial. O requeijão tradicional apresentou viscosidade aparente similar ao requeijão *light* até taxa de deformação de 30 s^{-1} , sendo que em taxas mais elevadas a resistência ao escoamento do requeijão *light* foi de até 2 vezes maior que do requeijão tradicional.

Paiva e colaboradores (2018) encontraram comportamento reológico similar entre os requeijões tradicional e *light*. A adição de fitoesteróis ao requeijão *light* causou um aumento significativo no valor da viscosidade aparente, independente da taxa de deformação, sendo este aumento 2 vezes maior a 100 s^{-1} e 6 vezes maior a 1 s^{-1} . No entanto, as características reológicas do requeijão *light* com fitoesteróis não foram impactadas pela quantidade deste composto no produto.

Na Tabela 3 estão expressos os resultados das propriedades reológicas dos requeijões caprinos avaliadas em cisalhamento no estado estacionário (curvas de escoamento).

Tabela 3 - Parâmetros de ajuste do modelo da Lei da Potência ao comportamento reológico de requeijões de leite caprino.

Amostra	Curva de Escoamento (Modelo Lei da Potência)		
	k (Pa.s ⁿ)	N	R ²
RCT	425,30	0,29	0,9984
RCL	169,60	0,51	0,9992
RCLF2	1130,00	0,34	0,9936
RCLF4	968,80	0,39	0,9982

Fonte: Próprio autor.

O modelo matemático Lei da Potência ajustados aos dados de escoamento das amostras de requeijão caprino apresentou um ótimo ajuste ($R^2 > 0,99$), assim como observado para requeijões comerciais tradicionais (Paiva et al., 2018) e queijos processados (Lee et al., 2020).

O valor do índice de consistência (k) foi duas vezes mais elevado para o requeijão tradicional (RCT) comparado à versão light sem fitoesteróis (RCL), como previamente descrito por outros autores (Paiva et al., 2018). A adição de fitoesteróis, independentemente da quantidade, aumentou cerca de seis vezes mais este índice do requeijão *light*. Já, o valor do índice de escoamento (n) decresceu de 0,5, em requeijão *light*, para 0,3-0,4 nas demais amostras com fitoesteróis (RCLF2 e RCLF4). Este maior caráter pseudoplástico das amostras com menor índice de escoamento pode ser explicado pela maior concentração de partículas destas amostras, sejam elas gotas de gordura em estado sólido, devido à temperatura de 10 °C ou partículas de fitoesteróis. Outro fator é que essas variáveis apresentam comportamento de relação inversa entre si acarretando mudanças na estrutura da matriz (Cássia, 2010) .

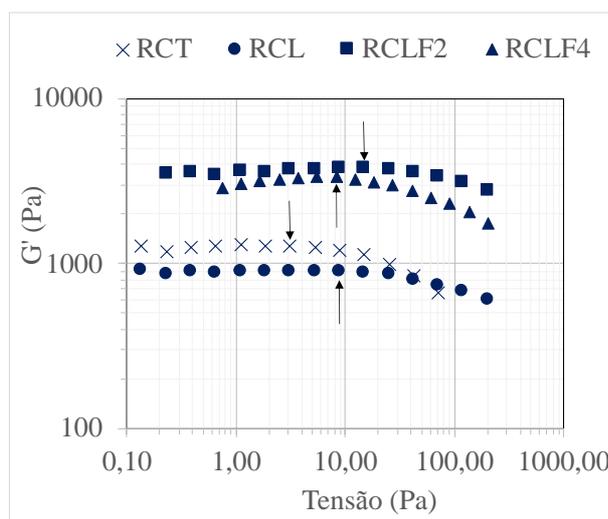
Paiva e colaboradores (2018) relataram valores deste índice entre 0,3-0,6 para amostras comerciais de requeijão tradicional e *light*. Desta forma, apesar das amostras de requeijão caprino adicionadas de fitoesteróis terem apresentado um

comportamento diferente das amostras controles *light* e tradicional sem fitoesteróis, elas apresentaram comportamento reológico compatível ao descrito na literatura para diversas marcas de requeijão.

A viscoelasticidade é uma característica do comportamento reológico que pode ser encontrada na maioria dos queijos (Gunasekaran e Ak, 2003). O método mais aplicado para avaliar as características de viscoelasticidade de alimentos, e o impacto da adição de ingredientes nestes, são os ensaios oscilatórios, podendo-se mensurar os módulos elástico (G') ou módulo viscoso (G'') ou a relação destes por meio do ângulo de fase e sua tangente (G''/G') (Steffe, 1996).

Na Figura 9 está expressa a variação de G' em função da tensão de cisalhamento para as diversas amostras de requeijão. Em baixas tensões G' apresenta comportamento constante e a partir de uma determinada tensão, que foi indicada pela seta na Figura 9, os valores de G' decrescem. Este ponto crítico é o limite máximo do intervalo de viscoelasticidade linear, dentro do qual a estrutura do material não é alterada e pode se recuperar ao estado original após remoção da força aplicada (Sato e Cunha, 2007).

Figura 9- Varredura de tensão a frequência de 1 Hz para determinação do intervalo de viscoelasticidade linear de requeijões de leite caprino. A seta indica o limite de linearidade.



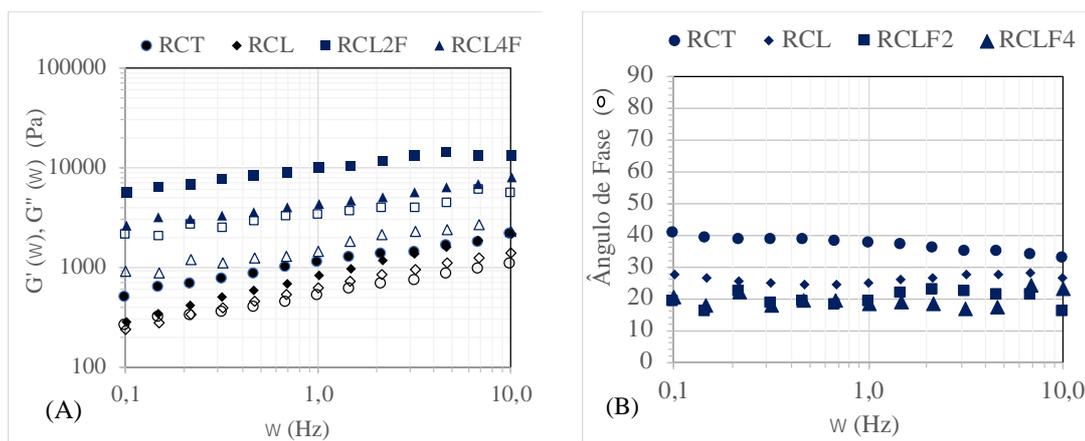
Fonte: Próprio autor.

Este tipo de ensaio também pode ser utilizado para determinar a tensão inicial de início de escoamento de um material, que coincide com o limite de

viscoelasticidade linear, apesar do ajuste dos dados reológicos terem seguido o modelo da Lei da Potência (Tabela 3), que não prevê tensão inicial. Steffe (1996) já esclareceu que é muito comum que os dados de tensão inicial obtidos por uma técnica sejam bem distintos dos obtidos em outros métodos. As curvas de escoamento da Figura 8 foram realizadas em condições de cisalhamento sob deformação controlada, sendo difícil mensurar valores de tensão inicial muito baixo. Os valores de tensão inicial são apresentados na Tabela 4 e serão discutidos abaixo com as demais propriedades reológicas dos requeijões.

Os espectros mecânicos das amostras de requeijão de leite caprino podem ser observados na Figura 10.

Figura 10 - Espectro mecânico de requeijão de leite caprino adicionados ou não de fitoesterol. A) Módulos elástico (G') e viscoso (G''); B) Ângulo de fase (δ).



Fonte: Próprio autor.

Para todas as amostras, G' foi maior que G'' em todas as frequências (Figura 9A), caracterizando-as como géis viscoelásticos (Steffe, 1996). Apenas para a amostra RCL foi observado o ponto de cruzamento dos módulos, na frequência mais baixa (0,1Hz). O mesmo comportamento de cruzamento de G' e G'' foi previamente relatado por Silva (2010) para requeijões *light*. A amostra de requeijão tradicional, com aproximadamente 30% de gordura, apresentou uma variação de G' e G'' em função da frequência similar a amostra RCL, mas com características mais elásticas (maior G') em baixas frequências. No entanto, as amostras de requeijão *light*

adicionadas de fitoesteróis apresentaram os valores dos módulos com pouca dependência da frequência. Além disto, observa-se que a adição e aumento da concentração de fitoesteróis favoreceu um aumento na característica elástica da amostra, sendo observado um maior valor de G' para a amostra RCLF4, para uma determinada frequência.

O ângulo de fase das amostras, que remete a relação entre G'' e G' , também foi avaliado em função da frequência (Figura 10B). Os valores encontrados, para o intervalo de frequência estudado, decresceram de 41° para 33° para a amostra RCL, que demonstra características mais próximas a um fluido viscoelástico ($45^\circ < \delta < 90^\circ$), em baixas frequências. Para as demais amostras, os valores foram relativamente constantes e aproximadamente de 26° para RCT e de 20° para RCL2F e RCL4F.

Desta forma, o requeijão *light* sem fitoesteróis pode ser classificado como gel fraco e com adição de gordura ou partículas de fitoesteróis, estes géis tornam-se mais fortes. Além disto, para estas amostras, a velocidade do processo (frequência) tem baixa influência nas propriedades viscoelásticas do material. Ou seja, pode-se espalhar o requeijão mais rapidamente ou mais lentamente que a percepção de fluidez ou elasticidade será aproximadamente a mesma. No processamento de requeijão cremoso há a fusão de seus elementos (proteínas e gorduras lácteas) formando uma emulsão homogênea, que ao resfriar adquire propriedades de fluência, (sólidos elásticos e líquidos viscosos), sendo considerado um produto viscoelástico (Konstance e Holsinger, 1992). A partir dos resultados, percebe-se que partículas mais rígidas, como as partículas dos fitoesteróis, conferiram maior caráter elástico ao produto do que as partículas mais flexíveis dos glóbulos de gordura láctea.

De uma forma geral, percebe-se que as propriedades reológicas dos requeijões controle (RCT e RCL) não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). O mesmo foi observado entre as duas amostras adicionadas de fitoesteróis. Ou seja, a concentração de fitoesteróis não impactou as propriedades reológicas que são relacionadas aos atributos sensoriais. No entanto, com exceção do parâmetro adesividade, todos os demais parâmetros reológicos foram estatisticamente significativamente impactados pela adição do fitoesteróis ao requeijão *light*.

Tabela 4 - Propriedades reológicas de requeijões de leite caprino.

Amostra	Propriedades Reológicas					
	Medidas em cisalhamento – Estacionário e oscilatório		Medidas em compressão – Perfil de Textura			
	Viscosidade Aparente a 10s^{-1} (Pa.s)	Tensão Inicial – τ_0 (Pa)	Firmeza (N)	Adesividade (mJ)	Filamento (mm)	Filamento (mJ)
RCT	57,6±12,4 ^a	10	1,51±0,14 ^c	8,35±0,07 ^b	5,41±0,60 ^{ab}	3,30±0,71 ^{bc}
RCL	49,5±2,8 ^a	20	1,22±0,00 ^c	10,65±1,77 ^{ab}	5,88±0,77 ^a	3,10±0,42 ^c
RCLF2	201,8±7,4 ^b	20	6,05±0,01 ^a	12,80±0,71 ^a	3,22±0,69 ^b	6,70±2,12 ^{ab}
RCLF4	224,8±57,7 ^b	50	5,20±0,19 ^b	13,20±1,84 ^a	4,12±0,03 ^{bc}	8,05±0,92 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Fonte: Próprio autor.

A viscosidade aparente a $10\text{ s}^{-1}(\eta_{10})$, a tensão inicial (τ_0) e a firmeza, foram correlacionadas por Vidigal (2009) a consistência, de forma que para os requeijões estudados pode-se sugerir que a aplicação de fitoesteróis aumentou de modo considerável a consistência do produto, tendo em vista que tanto a η_{10} quanto a firmeza do produto com fitoesteróis foram aproximadamente 4 vezes maiores do que da amostra RCL. Silva (2010) definiu a consistência de requeijão como a força necessária para mexer o produto com a colher, enquanto Garruti e colaboradores (2003) definiram este parâmetro como força requerida para retirar o produto a 20° C do copo com a faca.

A adesividade dos requeijões *light* caprinos não foi impactada pela adição de fitoesteróis. Este parâmetro é calculado a partir da área negativa na curva força versus tempo, e pode ser compreendido como trabalho para remover o produto aderido ao material do corpo de prova instrumental (Bourne, 2002). Sensorialmente, a adesividade, foi definida por Silva (2010) para requeijões como sendo a força necessária para remover o alimento que adere ao palato. Desta forma, a adição de partículas de fitoesteróis não influenciam na capacidade da matriz do requeijão *light* de ser removida de superfícies às quais aderiu.

Comparando as amostras RCT e RCL, percebeu que não há diferença significativa entre elas, ou seja, o aumento de gordura na matriz do requeijão de 12 para 30 % não impactou significativamente a adesividade destes produtos. Withers e

colaboradores (2013) sugeriram que as proteínas do leite, em especial a caseína, podem aderir ao palato oral por até 50 min.

Portanto, pelo fato de nem os glóbulos de gordura (comparação RCL com RCT) e nem as partículas de fitoesteróis (comparação RCL com RCLF2 e RCLF4) influenciarem a adesividade do requeijão *light*, sugere que as partículas de fitoesteróis estão na matriz do requeijão aderidas nas superfícies dos glóbulos de gordura. Por outro lado, as propriedades do filamento (ou formação de fio) de requeijão formado durante o retorno da compressão do teste, foram influenciadas pela adição de fitoesteróis à matriz dos requeijões *light*. Com a adição de fitoesteróis, os fios foram estatisticamente mais curtos (3-4 mm), apesar de ter sido necessário mais que o dobro de energia (6,7-8 mJ) para formá-los.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS REQUEIJÕES

O monitoramento das formulações de requeijão desenvolvidas ocorreu durante 90 dias sob refrigeração, para inferir sua vida de prateleira. Na Tabela 5 estão expressos os valores encontrados nas análises microbiológicas, as quais seguiram os padrões determinados pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para requeijão cremoso (Brasil, 1997).

Tabela 5: Análises microbiológicas das formulações de requeijão caprino.

Análises (UFC/g)	Formulações			
	RCT	RCL	RCLF2	RCLF4
Coliformes à 35° C (UFC/g)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Coliformes à 45° C (UFC/g)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
<i>Estafilococos aureus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹

RCT= requeijão cremoso tradicional; RCL= requeijão cremoso *light*; RCLF2; requeijão cremoso *light* com 2% de fitoesterol; RCLF4= requeijão cremoso *light* com 4% de fitoesterol. Fonte: autoria própria.

Os resultados obtidos para Coliformes totais a 35 °C e Coliformes termotolerantes a 45 °C revelaram ausência (<0,3 UFC/g) destes microrganismos nas

amostras estudadas no período de 90 dias, estando desta forma de acordo com a legislação brasileira. Os resultados obtidos de *Estafilococos aureus coagulase positiva* também revelaram ausência (10^1 UFC/g) nas amostras no período de 90 dias, de acordo com a legislação brasileira, onde a tolerância máxima é de 10^3 UFC/g (Brasil, 1997).

Diante dos resultados é possível afirmar que o tratamento térmico aplicado na etapa de cozimento e fusão durante o processamento dos requeijões foi eficiente para o controle ou destruição desses microrganismos. Outro fator que também contribuiu foi o tratamento térmico (pasteurização) realizada no leite caprino, que reduziu a carga microbiana inicial do leite, refletindo diretamente nas etapas seguintes. Ademais, os cuidados de limpeza, higiene de equipamentos e utensílios usados no processamento e as boas práticas de manipulação aplicada pelos manipuladores durante as etapas de processamento dos requeijões também contribuíram para a qualidade microbiológica dos produtos.

Resultados similares foram alcançados por Mattanna (2011) e Pereira, (2013) em estudos com requeijões cremosos com baixo teor de lactose e requeijões cremosos *light* com baixo teor de sódio e adicionados de fibra, para esses mesmos grupos de microrganismos.

Sousa et al. (2002) coletaram e estudaram setes marcas diferentes de requeijão vendidos no mercado da ilha de Marajó, quanto a contaminação por *Estafilococos aureus coagulase positiva* e concluíram que não houve crescimento dessa cepa microbiana em nenhuma das amostras analisadas. Esse grupo de microrganismos é importante, pois quando presente é um indicador da presença de enterotoxinas neste tipo de alimento.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se, que o objetivo de desenvolver uma formulação de requeijão *light* caprino com a incorporação de fitoesteróis foi alcançado, e que, portanto, os percentuais 2 e 4% de fitoesteróis adicionados aos requeijões *light* propostos neste trabalho, não promoveram alterações significativamente na textura e viscosidade dos requeijões. Sendo que a formulação com 4% de fitoesteróis foi a que expressou os

melhores resultados, em termos de gordura no extrato seco e de valor energéticos comparados ao requeijão tradicional desenvolvido, atendendo os limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os dados apontam que os requeijões elaborados se mantiveram aptos para o consumo ao longo de 90 dias de armazenamento refrigerado.

A formulação de requeijão *light* com 4% de fitoesteróis apresentou características desejáveis com aparência cremosa, homogênea, lisa e de odor e sabor característicos e pode apresentar-se com potencial redutor do colesterol LDL.

Sugerimos como trabalhos futuros uma análise sensorial com as formulações desenvolvidas, bem como uma análise de bioacessibilidade com este produto.

REFERÊNCIA

AOAC -Association of Official Analytical Chemistry . Official Methods of Analysis of AOAC international. Method 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods. **Journal AOAC International**. Washington: USA, 2002.

AKAISHI, F. P. 2014. **Determinação da composição de fitoesteróis em creme vegetais, farináceos, e cafés comercializados em São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, SP, Brasil.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: **American Public Health Association**, 676 p., 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 359, de 04 de setembro de 1997 (D.O. U 08/09/97). **Aprova o Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesõn**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra**. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 23. 8 nov. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 259, de 20 de setembro de 2002. **Aprova regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (D. O. U. 18/ 09/ 2003). **Dispõe sobre os Métodos Analíticos para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 68, DE 12 DEZEMBRO DE 2006. **MÉTODOS ANALÍTICOS OFICIAIS FÍSICO-QUÍMICOS PARA CONTROLE DE LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS**, Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006.

BOURNE, M. C. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2ª Edição. **Elsevier Science & Technology Books**, p. 423, 2002.

BOSI, M. C. 2008. **Desenvolvimento de Processo de Fabricação de Requeijão Light e de Requeijão sem Adição de Gordura com Fibra Alimentar**. Tese (D.Sc.) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo

BRZESKA, M.; SZYMCZYK, K.; SZTERK, A. Current knowledge about oxysterols: A review. **Journal of Food Science**, v. 81, R2299-R2308, 2016.

CASTANHEIRA, A.C.G., Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados. **Cap Lab**, 2012.

CÁSSIA, RITA DOS SANTOS N. DA S. 2010. **Caracterização Sensorial e Reológica de Requeijão Light Adicionado de Concentrado Proteico de Soro**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

CATAPANO AL, et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. **Eur Heart J**, doi:10.1093/eurheartj/ehw 272, v.37 n.39, p. 2999-3058, 2016.

CUNHA, C.R. 207. **Papel da gordura e do sal emulsificante em análogos de requeijão cremoso**. 2007. 234p. Tese (D.Sc.) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

Devaraj S., A.B., Jialal I. 2006. Reduced-calorie orange juice beverage with plant sterols lowers C-reactive protein concentrations and improves the lipid profile in human volunteers. **Am J Clin Nutr**. 84:756-761.

Expert Dyslipidemia Panel of the International Atherosclerosis Society Panel members. An International Atherosclerosis Society Position Paper: Global recommendations for the management of dyslipidemia – Full report. **J ClinLipidol**, v.8,n.1,p.29-60, 2014.

GUNASEKARAN, S.; AK, M.M. Cheese Rheology and Texture. **CRC Press LLC**, Florida, p.637, 2003.

GARCÍA, V., ROVIRA, S., BOUTOIAL, K. & LÓPEZ, M. B. Improvements in goat milk quality: A review. **Small Ruminant Research**, n.1,v.121p.51-57, 2014.

JONES, P. J. H.; ABUMWEIS, S. S. Phytosterols as functional food ingredients: linkages to cardiovascular disease and cancer. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 12, n. 2, p. 14-51, 2009.

KONSTANCE, R.P.;HOLSINGER, V.H. Developments of rheological test methods for cheese. **Food Technology**, v.1, n.2, p.105-109, 1992.

LAMPI, AM, et al. Stability of plant sterols and formation of oxidation products in oils heating. **J. Food Sci.** 2000, 18, 208-209.

LAMPI, AM, et al. Determination of thermo-oxidation products of plant sterols. **J. Chromatogr B.** 2002, 777 (1-2), 83-92.

LEITE, A. I. N. et al. FTIR-ATR spectroscopy as a tool for the rapid detection of adulterations in butter cheeses. **LWT - Food Science and Technology**, v. 109, n. April, p. 63–69, 2019.

LÜBECK, Gert Marcos. 2005. **Estudo da fabricação de requeijão cremoso com diferentes concentrações de gordura no extrato seco, sal emulsificante e concentrado proteico de soro obtido por ultrafiltração.** Tese (D.Sc.). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

MATTANNA, P. 2011. **Desenvolvimento de requeijão cremoso com baixo teor de lactose produzido por acidificação direta e coagulação enzimática.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

MORETTO, E. et al. **Introdução à ciência de alimentos.** Florianópolis (SC): Ed. Da UFSC, 2002, p.251.

MOUCHERECK, V. E. **Análises físico-químicas de leite.** São Luis-MA: UFMA, 2002, p.79.

ONG, L. et al. The effect of pH on the fat and protein within cream cheese and their influence on textural and rheological properties. **Food Chemistry**, v. 332, p. 127327, 2020.

PARK, Y. W., JUÁREZ, M., RAMOS, M. & HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, (1-2), p.88-113,2007.

PEREIRA, F. C. 2013. **Estudo tecnológico de requeijão cremoso light com teor de sódio reduzido e adição de fibra alimentar.** 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil.

PIEPOLI MF. et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention &

Rehabilitation (EACPR). **Eur Heart J.** n.37, v.29, p.2315-81. doi:10.1093/eurheart/ehw 106, 2016.

QIANCHUN, D. et al. Chemical synthesis of phytosterol esters of polyunsaturated fatty acids with ideal oxidative stability. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 113, n. 4, p. 441–449, 2011.

RANADHEERA, C. S. et al. Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2019.

RAS, et al. Effect of a plant sterol-enriched spread on biomarkers of endothelial dysfunction and low grade inflammation in hypercholesterolaemic subjects. **J Nutr Sci.** 2016; 5:e44. doi:10.1017/jns.40.2016.

SOUPAS L, et al. Effects of sterol structure, temperature, and lipid medium on phytosterol oxidation. **J. Agric. Food Cheem.** 2004. 52 (21), 6485-91.

SOUPAS L, et al. Oxidation Stability of phytosterol in some food applications., **Eur Food Res.** 2006, 222 (3-4), 266-73.

SOUSA, C. L. et al. Avaliação microbiológica e físico-química de doce de leite e requeijão produzidos com leite de búfala na Ilha de Marajó-PA. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 191-202, jul./dez. 2002.

SIMÃO, AF. et al; Sociedade Brasileira de Cardiologia. [I Brazilian Guidelines for cardiovascular prevention]. **Arq Bras Cardiol**, v. 101(6 Suppl 2):1-63. doi: 10.5935/abc.2013S012, 2013.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the Hcomponents fromgoat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of functional foods**, v. 52, p. 243-257, 2019.

YANG, F. et al. In vitro bioaccessibility and physicochemical properties of phytosterol linoleic ester synthesized from soybean sterol and linoleic acid. **LWT - Food Science and Technology**, v. 92, n. February, p. 265–271, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tornou possível o desenvolvimento e a caracterização de requeijão cremoso caprino *light* enriquecido com fitoesteróis para ser ofertado, sobretudo, as pessoas que necessitam de um alimento funcional.

De um modo geral, as diferentes concentrações de fitoesteróis (2% e 4%) utilizadas no processamento do requeijão cremoso *light* caprino não influenciaram nas características nutricionais e reológicas do produto final.

O percentual de gordura e o valor energético apresentados nas formulações para os requeijões caprino enriquecidos com fitoesteróis podem ser classificados como *light* devido à redução no teor de gordura e valor energético quando comparado ao tradicional, e os mesmos também se encontram de acordo aos limites constantes na Portaria MS nº 27 de janeiro de 1998.

Os parâmetros analisados para coliformes a 35° C e a 45°C, como também para *Estafilococos aureus coagulase positiva*, mostraram que as amostras se portaram de acordo com os padrões já estabelecidos pela legislação brasileira, para uma vida de prateleira proposta em 90 dias monitorados.

De uma forma geral, pode-se perceber, pelas características reológicas dos requeijões *light* caprinos adicionados de fitoesteróis, que os requeijões apresentam um comportamento de escoamento dentro do padrão encontrado para requeijões *light* comerciais, sendo estruturalmente géis mais fortes do que o controle *light* sem fitoesteróis. Sendo assim, as partículas de fitoesteróis possivelmente estruturaram as superfícies dos glóbulos de gordura resultando em produtos mais elásticos e firmes, mais resistentes ao escoamento (maior η_{10} e τ_0), porém com uma capacidade menor de formação de fio e adesividade similar ao requeijão *light* caprino.

O desenvolvimento de requeijões cremoso *light* caprino enriquecido com fitoesteróis é inovador e vem para contribuir na ampliação do portfólio de produtos lácteos caprino já existente, a presença dos fitoesteróis torna esse produto mais saudável principalmente por ser um agente que pode atenuar os níveis de colesterol e ajudar na prevenção das doenças cardiovasculares.

SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Sugerimos como trabalhos futuros uma análise sensorial com as formulações dos requeijões elaborados, bem como uma análise de bioacessibilidade com este produto, com o intuito de avaliar possíveis transtornos na redução de importantes vitaminas como as lipossolúveis (carotenos e tinol ou provitamina A e vitaminas D e E) que possam a vir sofrer pequenas reduções em sua quantidade após a ingestão de esteróis ou estanois em tratamentos de logo prazo. Quanto as propriedades tecnológicas, será interessante realizar as análises de microscopia eletrônica de varredura, tamanho de partícula, e cromatografia gasosa dos fitosteróis.

APÊNDICES A - TESTES PRELIMINARES

Os ensaios ocorreram no laboratório de processamento de alimentos - LPA do CTDR/UFPB. A formulação base aplicada neste estudo para desenvolver os requeijões cremosos, seguiram conforme a formulação industrial fornecida pela Vilac Foods, de modo, que o percentual de gordura no extrato seco (GES) no produto final atendesse a legislação vigente para requeijão tradicional (controle) e o requeijões *light*.

Desse modo, buscou definir os percentuais de fitoesteróis a ser adicionado nas formulações propostas de modo a atender a legislação vigente quanto a uma resposta de viabilidade funcional. Foram estudadas também formas de adição do fitoesteróis, de modo a se evitar problemas de interações químicas, como a formação de cristais por parte dos fitoesteróis, já que se trata de uma substância hidrofóbica e o meio proposto para adição continha uma considerável condição hidrofílica.

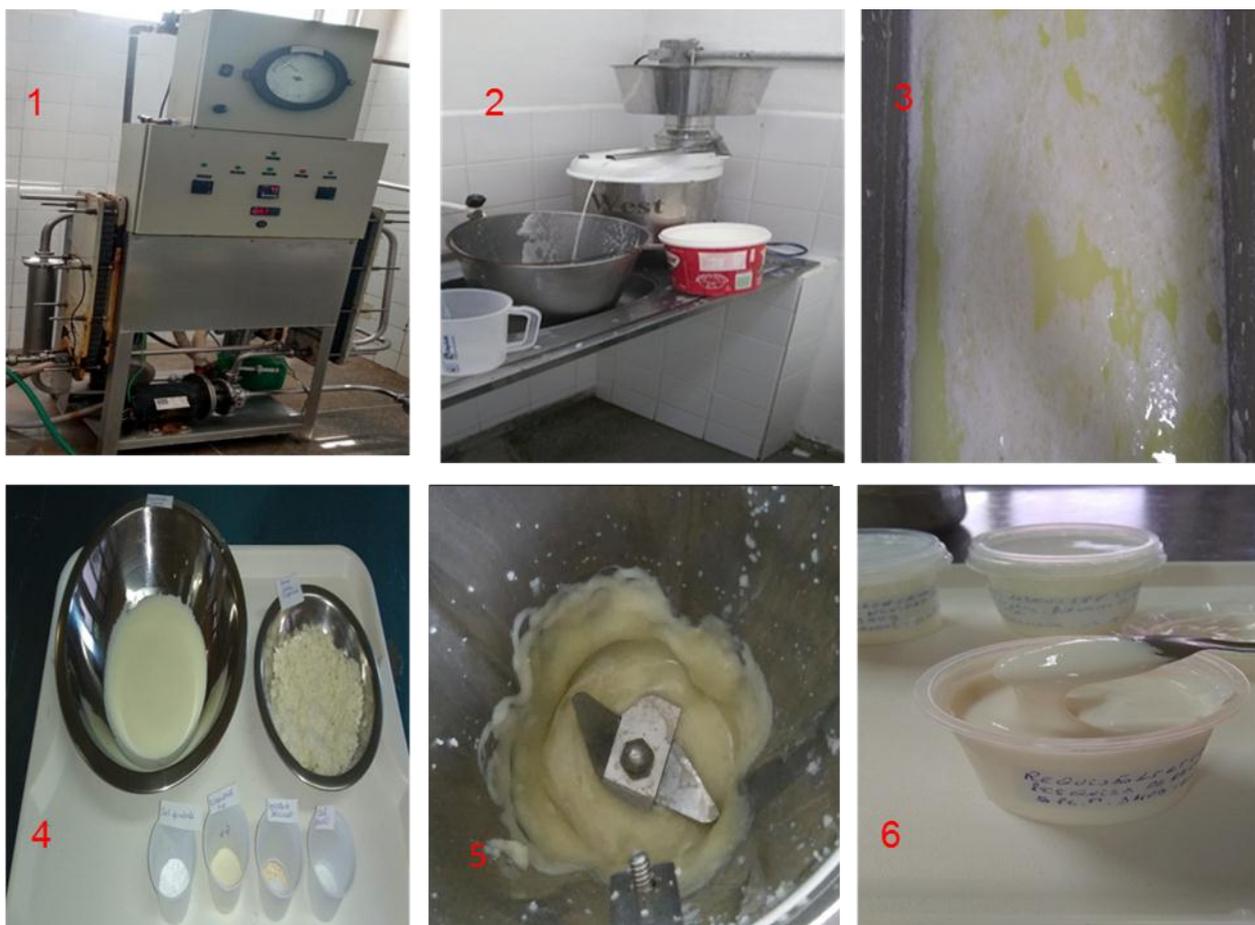
Nos ensaios foram utilizados 50 litros de leite para obtenção da massa láctea e o processamento dos requeijões. O creme de leite obtido no desnate foi padronizado para (50%) de gordura para manter o balanço de massa em relação à formulação base usada nos testes para formular o requeijão tradicional (RCT). Já para a formulação do requeijão light (RCL) o teor de gordura no creme foi padronizado para 27% de gordura, de modo a alcançar uma redução de pelo menos 25% de gordura em relação ao requeijão tradicional. A formulação do requeijão caprino *light* com fitoesteróis a 2% (RCLF2) e a formulação do requeijão *light* com fitoesteróis a 4% (RCLF4) foram elaborados ambos com os mesmos percentuais de gordura no creme constantes no processo do RCL. Os testes serviram para ajustar variáveis importantes como o tempo de processo, a temperatura de cozimento e a pressão de trabalho em um processo de fabricação de requeijão cremoso e em especial, para definir os percentuais de fitoesteróis a ser adicionados.

Foram testadas várias formulações com e sem fitoesteróis. As formulações testes com percentuais de fitoesteróis variaram entre 2% e 9%, destacando-se as formulações com 2% e 4%, que foram as que apresentam as melhores respostas quanto à solubilidade e estabilidade no produto final. Foram atribuídos os seguintes códigos de referência para os requeijões desenvolvidos: Requeijão caprino tradicional

(RCT), Requeijão caprino *light* (RCL), Requeijão caprino light com 2% de fitoesteróis (RCLF2) e Requeijão caprino light com 4% de fitoesteróis (RCLF4).

A Figura 1A expressa o passo a passo do processo de produção dos requeijões.

Figura 1A - Imagens do passo a passo do processo de desenvolvimento e fabricação dos requeijões cremosos, representando as principais etapas do processamento.



1= Pasteurização do leite; 2= Desnate; 3= Coagulação ácida; 4= Formulação; 5= Fusão; 6= Produto final. Fonte: Próprio autor.

APÊNDICES B - PATENTE DEPOSITADA

Patente depositada em 21 de outubro de 2021.



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2020 021534 5

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): REQUEIJÃO ENRIQUECIDO COM FITOESTERÓIS

Resumo: A presente invenção refere-se a um requeijão enriquecido com fitoesteróis e ao processo de obtenção do produto tradicional ou light. Trata-se especificamente de um queijo fundido proveniente de matrizes lácteas, preferencialmente de leite bovino e/ou caprino, caracterizado por ser enriquecido com fitoesteróis de 2g e 4g por porção. A invenção apresenta o requeijão tradicional com 50% de gordura e admite-se a redução de até 25% do teor de gordura para a versão light. Oferecendo um produto com características desejáveis com aparência cremosa, homogênea, lisa e odor e sabor característicos, na qual apresenta-se com potencial redutor do colesterol LDL.

Figura a publicar: 1

ANEXO A - FICHA TÉCNICA

Ficha técnica do fitoesterol fornecida pelo fabricante.

SAT (11) 2165-9259
 www.levviale.ind.br
 levvialeund

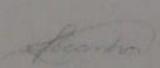
15/10/19
 3.827
 500g.

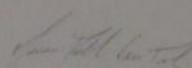
Certificado de Análise

Produto: Advasterol 90		Lote fabricante: 300-90024291902 ✓	
Lote Interno: 5519		Data validade: 19/12/2022 ✓	
Data fabricação: 19/12/2018 ✓		Fabricante: AOM SA	
Origem: Argentina ✓		Procedência: Brasil	
DCB: Não aplicável		CAS: Não aplicável	
Nome químico: Não aplicável			
Sinonímia: Fitoesterol da Soja			
Formula Molecular: Não aplicável		P.M.: Não aplicável	
Higroscópico: Sim () Não (x)		Fotossensível: Sim () Não (x)	
Conservação: Conservar em recipiente hermético protegido de umidade, ao abrigo de luz e calor. Temperatura entre 15 °C e 30 °C, Umidade relativa máxima 70%			

TESTES	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADO	REFERÊNCIA	METODOLOGIA
Descrição	Pó fino branco a creme, com odor característico de óleo vegetal.	De acordo	Informativo	Informativo
Esteróis vegetais totais	Min. 90,0%	92,10%	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Beta Estosterol	35 a 55%	43,30%	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Campesterol	18 a 27%	20,20%	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Estigmasterol	21 a 35%	23,10%	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Outros Esteróis	Informativo	5,50%	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Impurezas Orgânicas Voláteis	Conforme padrão	De acordo	USP 32	USP 32
Metais pesados (Pb) mg/Kg	Máx. 10	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Arsênio mg/Kg	Máx. 0,1	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Chumbo	Máx. 0,1	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Mercurio	Máx. 0,1	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Cádmio	Máx. 0,2	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
ENSAIOS MICROBIOLÓGICOS				
Contagem de bactérias totais	Máximo 100 UFC/g	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Bolores e leveduras	Máximo 25 UFC/g	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
Coliformes	Máximo 10 UFC/g	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
<i>E. coli</i>	Negativo	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
<i>Salmonella</i>	Negativo	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante
<i>S. aureus</i>	Negativo	De acordo	Esp. Int. Fabricante	Mét. Int. Fabricante

Laudo proveniente de análise interna: () Certificado original se encontra à disposição de nossos clientes.	Laudo transcrito do certificado original do fabricante/fornecedor: (x) O certificado original se encontra à disposição de nossos clientes. Esse produto encontra-se na embalagem original do fornecedor. Não foi realizado o processo de fracionamento nas instalações da Levviale.
Unidade: () Anápolis - GO (x) Diadema - SP	
Resultado: (x) Aprovado () Reprovado	Data de Emissão: 29/03/2019


 Dra. Juliana Ferreira Peçanha
 CRF-SP 38413
 Farmacêutica Responsável Técnica


 Dra. Mariana Polli Van Tol
 CRF-SP 41964
 Farmacêutica Substituta

Matriz | VP - 1D, Quadra 2 - Módulos 3 a 4
 DAIA - Anápolis - GO - CEP: 75132-035 | Fone: (62) 3316.1244

Filial | Av. Deputado Osvaldo Moraes e Silva, 55
 GP01 - Conceição - Diadema - SP - CEP: 09991-190 | Fone: (11) 2135.4950

Página 1 de 1