

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

Fernanda Damasceno Soares

Aspectos tecnológicos do queijo Minas Frescal produzido a partir de leite A1 e
A2 para beta-caseína

Juiz de Fora
2019

Fernanda Damasceno Soares

Aspectos tecnológicos do queijo Minas Frescal produzido a partir de leite A1 e A2 para beta-caseína

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de Concentração: Qualidade do Leite e Derivados.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Fonseca Martins

Coorientadora: Prof.^a Dra. Renata Golin Bueno Costa

Juiz de Fora

2019

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

Soares, Fernanda Damasceno.

Aspectos tecnológicos do queijo Minas Frescal produzido a partir de leite A1 e A2 para beta-caseína / Fernanda Damasceno Soares. -- 2019.

81 f. : il.

Orientadora: Marta Fonseca Martins

Coorientadora: Renata Golin Bueno Costa

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

1. Genótipo. 2. Textura. 3. Rendimento. I. Martins, Marta Fonseca, orient. II. Costa, Renata Golin Bueno, coorient. III. Título.

Fernanda Damasceno Soares

Aspectos tecnológicos de queijo Minas frescal produzido a partir de leite A1 e A2 para beta-caseína

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de concentração: Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados.

Aprovada em 26 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marta Fonseca Martins - Orientadora

Embrapa Gado de Leite

Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa - Coorientadora

EPAMIG/ILCT

Profa. Dra. Denise Sobral

EPAMIG/ILCT

Profa. Dra. Gisela de Magalhães Machado Moreira

EPAMIG/ILCT

Juiz de Fora, 20/07/2026.



Documento assinado eletronicamente por **MARTA FONSECA MARTINS, Usuário Externo**, em 20/07/2026, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Golin Bueno Costa, Usuário Externo**, em 21/07/2026, às 08:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **GISELA DE MAGALHAES MACHADO MOREIRA, Usuário Externo**, em 24/07/2026, às 13:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Denise Sobral, Usuário Externo**, em 27/07/2026, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **3095007** e o código CRC **7FAEBD22**.

Dedico,

A Deus, por ter me concedido a vida, e por tudo que Ele tem feito em minha vida; aos meus pais, que sempre me apoiaram e me deram condição para chegar até aqui!

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, anos de muito estudo, esforço e empenho, agradeço a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização deste sonho. Inicialmente agradeço a Deus, pois sem Ele essa jornada não seria cumprida.

Ao meu pai, Jorge Soares, (*In memoriam*) que, infelizmente, não pode estar aqui presente neste momento de mais essa conquista; momento único e de tamanha felicidade; momento que eu nunca poderei deixar de dedicar a ele, por todo o esforço e dedicação na construção de uma boa educação para seus filhos; sem ele, eu nunca teria chegado até aqui.

À minha querida mãe, Rosangela Soares, por todo o suporte, amor e confiança depositada durante toda a minha vida. Sou grata pela compreensão e pela ajuda nos momentos mais difíceis.

A meus irmãos e familiares, que sempre me apoiaram e aguentaram nos dias de desânimo e mau humor.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, ao Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, por toda estrutura e pelos ensinamentos passados.

Sou grata ao coordenador do curso, Prof. Dr. Virgílio Anjos, por sua dedicação, amizade, paciência e profissionalismo e à secretária Juliana Fonseca, por toda sua dedicação ao nosso mestrado, disponibilidade e profissionalismo na realização de suas atividades.

Ao Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG, por todo apoio e disponibilização de sua estrutura para a condução do projeto.

Ao Núcleo Industrial, ao funcionário Sebastião Affonso Filho, por todo comprometimento, dedicação e apoio na preparação e produção dos queijos; ao laboratório de pesquisa, agradeço a todos os funcionários, em especial à técnica de laboratório Alcy Laender e à pesquisadora Dra. Gisela de Magalhães, por todo companheirismo, apoio e ensinamentos e às bolsistas da FAPEMIG: Isabela, Marta, Mayra, Allana e Deysyane.

À Embrapa Gado de Leite, pela oportunidade de executar este projeto e por viabilizar financeira e tecnicamente minha formação acadêmica (mestrado). Aos funcionários desta grande empresa, em especial à analista Mirella Carelli, à Ph.D.

Heloisa Carneiro, ao Dr. João Batista, agradeço por toda amizade, carinho, respeito e profissionalismo.

Ao Laboratório de Genética Molecular “Mario Luiz Martinez”: sou grata a toda equipe, por me receber e auxiliar na execução do projeto; em especial, ao Fernando Rodrigues, por toda sua disponibilidade e ajuda.

À minha orientadora pesquisadora, Dra. Marta Fonseca Martins, por todo esforço na disponibilização de recursos financeiros e estruturais para a execução do projeto, como também por toda atenção, orientações e aprendizado proporcionados; tenho a certeza de que hoje saio uma profissional melhor.

À minha Coorientadora, professora Dra. Renata Golin - peça fundamental na realização deste projeto -, por toda paciência, disposição, compreensão, orientações e ensinamentos; serei sempre grata a você. Obrigada por tudo!

À professora Dra. Denise Sobral, por toda disponibilidade e ajuda na execução do projeto, obrigada também pelos ensinamentos, conselhos e por ser tão solícita quando busquei sua ajuda.

Ao pesquisador Dr. Márcio Roberto Silva, por toda paciência, amizade, “puxões de orelha”, sugestões e orientações na parte estatística do projeto; não sei o que seria de mim sem sua ajuda.

A todos os professores do programa de pós-graduação, pela socialização, construção do conhecimento e dedicação profissional.

Agradeço a todos os colegas do mestrado, com os quais compartilhamos bons momentos de aprendizagem e troca de experiência. Momentos prazerosos que ficarão na memória.

Às amigas Nicoli Estrade, Carla Lilian, Jordânia Mineiro, Aryadne, Maria Tereza Cratiú, Carla Aparecida da Silva, Renata de Carvalho, Luana Menezes e Paula Azevedo, que sempre se fizeram presentes e contribuíram com carinho, afeto, energia positiva e foram de extrema importância nos momentos mais difíceis. Obrigada por tudo!

Ao meu querido amigo Antônio Iranaldo, que foi meu grande incentivador, que fez com que eu chegasse até aqui; esteve comigo nos momentos mais difíceis, me escutou e me deu conselhos. A você, muito obrigada!

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, estiveram comigo durante esses dois anos e compartilharam as emoções, alegrias, sorrisos, tristezas, angústias e até desespero. Muito obrigada por estarem ao meu lado.

RESUMO

O leite de vaca é considerado um alimento completo, constituído por aproximadamente 87% de água e 13% de compostos sólidos, sendo 3,9% representados pelos lipídios; 3,4 %, proteínas; 4,8 %, lactose, vitaminas e somente 0,8% correspondente aos minerais. Das proteínas, 80 % são caseínas, e entre as estruturas orgânicas da caseína, a β -caseína corresponde a 25-35 %, divididas em 13 variantes alélicas conhecidas, cujas formas mais comuns são as caseínas codificadas pelos alelos A1 e A2. A digestão da β -caseína A1 produz um peptídeo bioativo que está relacionado a casos de doenças em humanos. Já a β -caseína A2 não produz este produto bioativo quando é digerida, portanto, leites com maiores quantidades de β -caseína A2 têm menor probabilidade de causar os mesmos problemas de saúde que o leite com a β -caseína A1. Diante dos benefícios encontrados neste leite, procurou-se produzir queijos Minas Frescal a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) e avaliar os seus aspectos tecnológicos e sensoriais. A produção do queijo Minas Frescal se deu devido a seu fácil processo de fabricação e por ser um dos queijos mais populares do Brasil. Para a produção dos queijos Minas Frescal, usou-se leite de 15 vacas da raça Holandesa e 15 Girolando com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2). Dividiu-se todo o grupo experimental definido em 3 grupos: grupo A1A1 composto por 10 animais, sendo 5 da raça Girolando e 5 da raça Holandesa; grupo A1A2 composto por 10 animais, sendo 5 da raça Girolando e 5 da raça Holandesa; o grupo A2A2 composto por 10 animais, sendo 5 da raça Girolando e 5 da raça Holandesa. Nos leites coletados realizaram-se análises físico-químicas de densidade a 15°C, acidez titulável, pH, gordura e Extrato seco Total (EST). Os queijos produzidos foram avaliados nos aspectos físico-químicos, sensoriais e de rendimento em 4 tempos de estocagem refrigerada – 1, 7, 14 e 21 dias. Observou-se a partir dos queijos Minas Frescal produzidos nos diferentes tratamentos que houve diferença estatística ($p > 0,05$) nos teores de umidade, gordura no extrato seco, cinzas e pH. Os valores de rendimento encontrados nos tratamentos A1A1 e A1A2 para os diferentes tratamentos não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Já os valores encontrados pelo tratamento A2A2 para rendimento se diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). Este maior rendimento encontrado no tratamento A2A2, que pode ter sido influenciado pela qualidade da matéria-prima devido à raça e à genética do animal, visto que estes leites apresentaram em sua composição físico-química maiores

teores de sólidos totais e proteína. Vantagens tecnológicas também foram obtidas como maior recuperação de gordura no queijo e menor perda de gordura no soro. Ao longo do tempo durante o armazenamento dos queijos, observou-se que as propriedades da textura como dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade também apresentaram diferença significativa ($p>0,05$). Nos atributos sensoriais, detectaram-se vantagens nos atributos sabor e aspectos globais no tratamento A2A2, mostrando assim, uma boa aceitação dos queijos fabricados a partir do leite β -caseína A2A2. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a produção do queijo com leite A2 apresentou bons resultados que podem representar um diferencial para o mercado consumidor, visto que, além dos benefícios relacionados ao rendimento e textura, o leite A2 é apontado como tendo maior digestibilidade, o que ajuda na qualidade e preservação da saúde do consumidor.

Palavras-chave: Genótipo. Textura. Rendimento.

ABSTRACT

Cow's milk is considered a complete food, consisting of approximately 87% of water and 13% of solid compounds, being 3.9% represented by lipids; 3.4% protein; 4.8% lactose, vitamins and only 0.8% corresponding to minerals. Of the 80% proteins are caseins, and among the organic structures of casein, β -casein corresponds to 25-35%, due in 13 known allelic variants, where the most common forms are casein encoded by alleles A1 and A2. Digestion of β -casein A1 produces a bioactive peptide that is related to human disease cases. Since β -casein A2 does not produce this bioactive product when it is digested, therefore, milk with higher amounts of β -casein A2 is less likely to cause the same health problems as milk with β -casein A1. Given the benefits found in this milk, we sought to produce Minas Frescal cheeses from milk of cows with different genotypes for β -casein (A1A1, A1A2 and A2A2) and evaluate their technological and sensory aspects. Minas Frescal cheese was produced due to its easy manufacturing process and being one of the most popular cheeses in Brazil. For the production of Minas Frescal cheeses, milk from 15 Holstein and 15 Girolando cattle with different genotypes for β -casein (A1A1, A1A2 and A2A2) was used. The entire experimental group defined was divided into 3 groups: group A1A1 composed of 10 animals, 5 of Girolando and 5 of Holstein; group A1A2 composed of 10 animals, 5 of them Girolando and 5 of the Holstein and group A2A2 composed of 10 animals, 5 of Girolando and 5 of Holstein. In the collected milks were performed physical chemical analysis of density at 15°C, titratable acidity, pH, fat and Total Dry Extract (EST). The cheeses produced were evaluated under physicochemical, sensory and yield aspects at 4 cold storage times - 1, 7, 14 and 21 days. It is observed from the Minas Frescal cheeses produced that there was a statistical difference ($p>0.05$) in the moisture content, fat in the dry extract, ashes and pH. Cheese produced with β -casein A2A2 milk had a higher yield. The A2A2 genotype showed significant difference ($p>0.05$) in relation to the other treatments evaluated. Technological advantages were obtained as a greater fat recovery in cheese and a lower fat loss in whey. Over time during cheese storage it was observed that the texture properties such as hardness, adhesiveness, cohesiveness, elasticity and chewability also showed significant difference ($p>0.05$). In the sensory attributes, advantages were detected in the taste attributes and overall aspects in A2A2 treatment, thus showing a good acceptance of cheese made from β -casein A2A2 milk. From the results obtained we can conclude that the production of cheese

with milk A2 showed good results that can represent a differential for the consumer market, since, besides the benefits related to yield and texture, milk A2 is pointed as having a higher digestibility which helps in the quality and preservation of consumer health.

Keywords: Genotype. Texture. Yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferença na posição 67 ^a - β -caseína A1 e A2	20
Figura 2 - Formação do BCM-7.....	20
Figura 3 - Delineamento experimental	27
Figura 4 - Processos de Fabricação dos Queijos Minas Frescal com leite de vacas (A1A1, A1A2 e A2A2) com armazenamento de 21 dias.....	30
Figura 5 - Teor de umidade dos QMF ao longo do tempo de armazenamento	40
Figura 6 - Teores de dessoragem dos QMF ao longo do tempo de armazenamento.	47
Figura 7 - Gráfico do pH dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.....	51
Figura 8 - Dureza (N) dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.	53
Figura 9 - Adesividade (KJ) dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.....	55
Figura 10 - Coesividade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.	56
Figura 11 - Elasticidade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.	58
Figura 12 - Gráfico da Mastigabilidade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Proteínas do Leite.....	19
Tabela 2 - Grupos experimentais do estudo.....	25
Tabela 3 - Descrição das análises realizadas para os tratamentos	28
Tabela 4 - Valores físico-químicos do leite cru integral e leite pasteurizado padronizado usado na fabricação dos três tratamentos do queijo Minas Frescal (A1A1, A1A2 e A2A2).....	37
Tabela 5 - Valores físico-químicos do soro do leite produzido na fabricação dos queijos Minas Frescal nos três tratamentos (A1A1, A1A2 e A2A2).....	38
Tabela 6 - Teor de umidade dos queijos Minas Frescal	39
Tabela 7 - Variação média da gordura dos queijos Minas Frescal.....	41
Tabela 8 - Gordura no extrato seco (GES) dos queijos Minas Frescal	42
Tabela 9 - Valores médios de Proteína dos queijos Minas Frescal.....	43
Tabela 10 - Variação média de teor de cinzas dos queijos Minas Frescal	43
Tabela 11 - Variação média de cloretos dos queijos Minas Frescal.....	45
Tabela 12 - Variação média da atividade de água (Aw) dos queijos Minas Frescal..	46
Tabela 13 - Dessoragem dos queijos Minas Frescal dentro de cada tratamento*. ...	47
Tabela 14 - Rendimento (kg queijo/ 100 kg leite) e Rendimento ajustado dos queijos Minas Frescal	48
Tabela 15 - Variação média de Porcentagem de recuperação de gordura nos queijos e no soro de leite e Porcentagem de recuperação de proteína no queijo e no soro de leite.....	49
Tabela 16 - Valores de pH dos queijos Minas Frescal dentro de cada tratamento ...	50
Tabela 17 - Dureza (N) dos queijos Minas Frescal	52
Tabela 18 - Adesividade (KJ) dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração	54
Tabela 19 - Coesividade dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração	56
Tabela 20 - Elasticidade (mm) dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração	57
Tabela 21 - Mastigabilidade (N) do queijo Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração	59

Tabela 22 - Avaliação Sensorial dos queijos Minas Frescal com 7 dias de fabricação60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
ANOVA	Análise de Variância
APHA	<i>American Public Health Association</i>
Aw	Atividade de água
BCM	Beta-Casomorfina
BCM 7	Beta-Casomorfina 7
BCM 9	Beta-Casomorfina 9
CEJHB	Campo Experimental José Henrique Bruschi
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animal
CV	Coeficiente de Variação
DBC	Delineamento em Blocos ao Acaso
DP	Desvio Padrão
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
% EST	Porcentagem de Extrato Seco Total
GES	Gordura no Extrato Seco
ILCT	Instituto de Laticínios Cândido Tostes
IMCU	International Milk Clotting Units - capacidade do coalho de coagular
NT	Nitrogênio Total
N-NPN	Nitrogênio dos Compostos não Proteicos
pH	Potencial hidrogeniônico
PVC	Policloreto de Vinila
QMF	Queijo Minas Frescal
RAJ	Rendimento Ajustado
SISVAR	Sistema de Análise Estatística
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCA	Ácido Tricloroacético

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
°C	Graus Celsius. Unidade de temperatura
L	Litros
°D	Graus Dornic
µg	Micrograma
cm	Centímetro
Kg	Quilograma
g	Grama
α	Alfa
β	Beta
K	Kappa
% v/v	percentual volume/ volume
% m/m	Percentual massa/ massa
% m/v	Percentual massa/ volume
% mol/L	Percentual molaridade/ volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	PROTEÍNAS DO LEITE	18
2.2	O LEITE A2 - BETA CASEÍNA A1 E A2.....	19
2.3	QUEIJO MINAS FRESCAL	21
2.4	RENDIMENTO EM QUEIJOS.....	23
3	OBJETIVOS	24
3.1	OBJETIVO GERAL	24
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1	ASPECTO LEGAL	25
4.2	LOCAL.....	25
4.3	ANIMAIS E COLETA DE LEITE	25
4.4	PROCESSAMENTO DO LEITE PARA FABRICAÇÃO DOS QUEIJOS MINAS FRESCAL	26
4.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
4.5.1	Análises do leite cru para fabricação	28
4.5.2	Análises físico-químicas do leite pasteurizado	29
4.5.3	Fabricação do queijo Minas Frescal	29
4.5.4	Análises físico-químicas do soro	31
4.5.5	Amostragem dos queijos durante a estocagem.....	32
4.5.6	Análises físico-químicas do Queijo Minas Frescal.....	32
4.5.7	Verificação da dessoragem percentual durante o armazenamento.....	32
4.5.8	Rendimento da fabricação do Queijo Minas Frescal	33
4.5.9	Análise de perfil de textura do Queijo Minas Frescal.....	34
4.5.10	Análises microbiológicas	34
4.5.11	Análise sensorial.....	34
4.5.12	Análise estatística dos resultados.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE CRU E DO LEITE PASTEURIZADO PADRONIZADO.....	37
5.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SORO	38

5.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS QUEIJOS MINAS FRESCAL	39
5.3.1	Umidade	39
5.3.2	Gordura	41
5.3.3	Gordura no extrato seco	41
5.3.4	Proteína	42
5.3.5	Cinzas.....	43
5.3.6	Cloretos	44
5.3.7	Atividade de água (Aw).....	45
5.4	VERIFICAÇÃO DA DESSORAGEM PERCENTUAL DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	46
5.4.1	Avaliação dos rendimentos e das taxas de recuperação de componentes ..	48
	do leite no soro e no queijo	48
5.5	PH AO LONGO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO	50
5.5.1	Análise do perfil de textura	52
5.5.2	Dureza	52
5.5.3	Adesividade	54
5.5.4	Coesividade	55
5.5.5	Elasticidade	57
5.5.6	Mastigabilidade.....	58
5.6	ANÁLISE SENSORIAL	60
6	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63
	ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), DA EMBRAPA GADO DE LEITE (CEUA/EGL), PROTOCOLO Nº 3390040418.....	74
	ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	75
	ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE....	77
	ANEXO D – FICHA MODELO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL USO DA ESCALA HEDÔNICA	78

1 INTRODUÇÃO

O leite e seus derivados constituem um grupo de alimentos de grande valor nutricional por serem fontes consideráveis de proteínas de alto valor biológico, além de vitaminas e minerais.

Dentre os componentes presentes no leite, as proteínas são os principais, apresentam alto valor biológico, contêm aminoácidos essenciais em quantidade e proporção adequadas. Elas se dividem em várias classes, tendo como principais as caseínas e as proteínas do soro. As proteínas do soro correspondem aproximadamente 20% do total de proteínas presentes no leite, sendo as principais a β -lactoglobulina e α -lactoalbumina.

As caseínas representam cerca de 80% das proteínas lácteas e se dividem em: α -S1, α -S2, β e K (LIVNEY, 2010). Dentre as caseínas, a que tem chamado mais atenção é a β -caseína. Várias variantes desta proteína têm sido identificadas, sendo as mais comuns os alelos A1 e A2 (OLENSKI et al., 2010), que diferem entre si na posição 67 da cadeia polipeptídica, sendo que nesta posição há a presença de histidina para A1 e para o A2 é encontrado o aminoácido prolina.

As duas variantes são digeridas de forma diferente no trato gastrointestinal. Na β -caseína A2, ocorre a formação do peptídeo β -casomorfina-9 (BCM-9) que se dá devido ao processo de hidrólise enzimática não ocorrer ou ocorrer muito lentamente. Já na β -caseína A1, o processo de hidrólise ocorre formando um peptídeo opióide chamado de β -casomorfina-7 (BCM-7).

Devido à formação da β -casomorfina-7 (BCM-7) no leite, medidas têm sido tomadas a fim de buscar pela produção de leite e produtos lácteos a partir de animais que não sejam portadores do alelo A1. Em países como os EUA, a Inglaterra, a Nova Zelândia e a China já são comercializados produtos com a designação “A2” ou livre de “A1”. Esse mercado mostra-se totalmente viável, lucrativo e em expansão (LIMA, 2014).

Estudos conduzidos por pesquisadores na Austrália e na Nova Zelândia, entre 2000 e 2003, mostraram uma clara relação entre aumento nas taxas de doenças crônicas e consumo do leite A1 (LAUGESEN E ELLIOTT 2003).

Diante dos benefícios do leite A2 para a saúde, estudos sobre os aspectos tecnológicos para fabricação de queijo Minas Frescal (QMF) se fazem justificados, uma vez que ainda não é possível encontrar nenhuma pesquisa na literatura.

O objetivo deste estudo foi avaliar os aspectos tecnológicos e sensoriais do queijo Minas Frescal produzido por leites de vacas com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

O queijo Minas Frescal é um queijo típico do Brasil, muito consumido durante todo o ano, possui alto rendimento de produção, processamento simples, que não requer maturação, necessitando de menor capital de giro (FURTADO, 1991; LOPES JUNIOR; PINTO; VILELA, 1999).

Do ponto de vista nutricional, uma porção de 100 g de QMF tradicional fornece 238 calorias e a uma composição média de: 17,4 g de proteínas, 20,2 g de lipídeos e 3,2 g de carboidrato. Além disso, é um alimento rico em fósforo, sódio e vitaminas A, B2 e B12, sendo por isto classificado como um produto de elevado teor de nutrientes (TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO, 2016). Dessa forma, o produto se torna como uma boa opção de mercado no portfólio de diferentes indústrias de laticínios (MINTEL GROUP Ltda., 2014).

Todos os queijos produzidos foram submetidos às seguintes análises: pH, gordura, proteína, gordura no extrato seco, extrato seco total, umidade, proteína, cinzas, cloretos, atividade de água, textura, rendimento e análise sensorial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROTEÍNAS DO LEITE

As descobertas científicas têm demonstrado nas últimas décadas as múltiplas e importantes propriedades funcionais das proteínas do leite, veículos naturais que fornecem micronutrientes essenciais, aminoácidos, assim como componentes do sistema imune (imunoglobulinas e lactoferrina); possuem propriedades de fundamental importância nas características de muitos produtos lácteos, pois determinam o rendimento na fabricação de queijos e outros produtos, além de seus benefícios nutricionais, propriedades estruturais e físico-químicas únicas (YE; HARTE, 2013).

As proteínas são formadas pela junção de diversos aminoácidos, unidos quimicamente entre si por ligações peptídicas (reação entre os grupos amina e o carboxílico). Quando uma proteína começa a ser hidrolisada na digestão, ela é reduzida a fragmentos menores, denominados peptídeos (GALLO, 2011).

As proteínas do leite são divididas em caseína e proteínas do soro. As caseínas representam cerca de 80 % do total proteico, que se dividem em quatro grupos: α_{s1} , α_{s2} , β -caseína e K-caseína. As proteínas do soro somam ao redor de 20 % do total de proteínas; os principais componentes encontrados são: β -lactoglobulina e α -lactoalbumina. Desses componentes o percentual das proteínas do soro pode variar, sendo influenciados por fatores como a raça do gado, a dieta fornecida aos animais, o estágio de lactação e a origem geográfica, que afeta os sistemas de manejo. (LIVNEY, 2010). As principais proteínas encontradas no leite encontram-se detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais Proteínas do Leite

Proteínas	Quantidade no leite (g/L)
CASEÍNAS	24–28
Alfa S ₁	12–15
Alfa S ₂	3–4
Beta caseína	9–11
Kappa caseína	3–4
PROTEÍNAS DO SORO	5–7
Beta lactoglobulina	2–4
Alfa lactalbumina	1–1,5
Albumina sérica	0,1–0,4
Imunoglobulinas	0,6 –1,0
Lactoferrina	~0,1
PROTEÍNA DA MEMBRANA DOS GLÓBULOS DE GORDURA	~0,4
Total de Proteínas do Leite	30–35

Fonte: Adaptada de Livney (2010).

Dentre as proteínas presentes, as caseínas constituem um grupo de maior predominância, com destaque para a β -caseína, mais amplamente estudada e difundida as suas variantes A1 e A2, principalmente devido as suas diferenças estruturais e os diversos efeitos na saúde humana. As caseínas, após serem digeridas, transformam-se em compostos opiáceos denominados de β -casomorfina (BCM). Acredita-se que sua ingestão ocasione casos de sensibilidade e outras doenças no corpo humano, podendo causar inflamação, reduzir a motilidade intestinal e aumentar a permeabilidade intestinal em indivíduos sensíveis (JIANQIN, 2016).

2.2 O LEITE A2 - BETA CASEÍNA A1 E A2

Das proteínas presentes no leite, cerca de 80% são caseínas, e entre as estruturas orgânicas da caseína, pode-se dividi-las em quatro grandes grupos: α s1, α s2, K-caseína e β -caseína (JAISWAL; DE; SARSAVAN, 2014; SULIMOVA *et al.*, 2007). Foram identificadas 13 variantes de β -caseínas conhecidas: A1, A2, A3, B, C, D, E, F, H1, H2, I e G. As formas mais comuns encontradas no leite bovino são as do tipo A1 e A2 (VERCESI FILHO, 2011). Até um momento da história, os bovinos possuíam apenas o alelo A2; não se sabe o porquê, em determinado momento houve uma mutação e começaram a produzir também a β -caseína A1. A diferença entre a β -caseína A1 e A2 é a mudança de um aminoácido na posição 67. A β -

caseína A1 possui o aminoácido histidina, enquanto que a β -caseína A2 tem uma prolina na 67ª posição (Figura 1) KAMINSKI (2007)

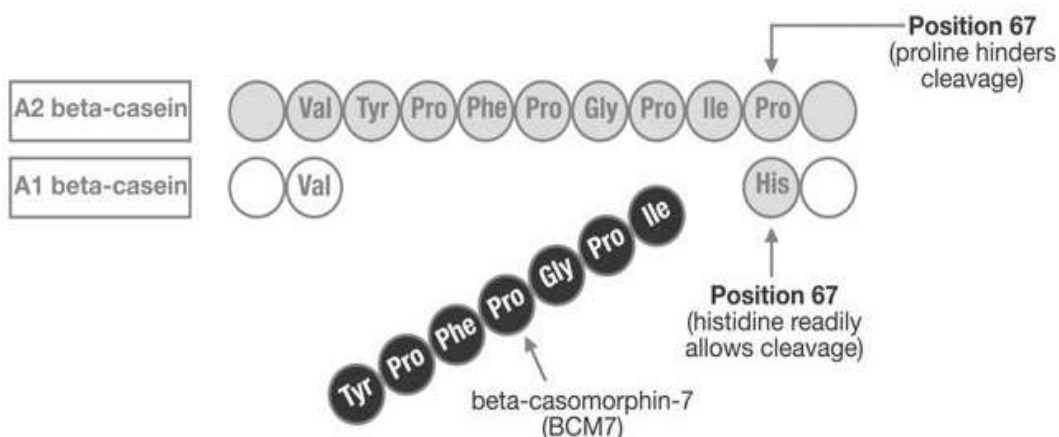
Figura 1 - Diferença na posição 67ª - β -caseína A1 e A2



Fonte: Fontes, (2019).

A diferença entre as variantes é uma substituição de aminoácido. A variante A1 possui histidina na posição 67, enquanto a variante A2 possui prolina. A mudança na posição da cadeia 67 faz com que a variante A1 se comporte diferente no trato gastrointestinal humano. A variante A1 passa pelo processo de hidrólise, produzindo o peptídeo bioativo chamado de β -casomorfina7 (BCM-7) (BELL et al., 2006; DE NONI I CATTANEO, 2010; HO et al., 2014; NGUYEN, 2015; PAL et al., 2015; SHARMA, 2013) como mostra a Figura 2. Esta nova formação de proteína possui estrutura química semelhante à da morfina. Na variante A2 a prolina estabelece uma clivagem resistente, tornando a proteína resistente a essa quebra e impedindo a formação do peptídeo opioide. Dessa forma a estrutura química do peptídeo, bem como a diferença na posição da proteína implicada em reações alérgicas e intolerâncias FONTES, (2019).

Figura 2 - Formação do BCM-7.



Fonte: Adaptada de Woodford, (2007).

CHAUDHARY et al., (2018), LIMA (2014) E WOODFORD (2007) sustentam que essa diferença na posição 67 causa diferença no comportamento do trato gastro-intestinal humano, ocasionando em várias doenças relacionadas a este peptídeo bioativo (VERCESI FILHO et al., 2012), como problemas coronários (MCLACHLAN, 2001), diabetes tipo 1 (CHIA et al., 2017; ELLIOT et al., 1999; MERRIMAN, 2009), autismo (MILLWARD et al., 2009; SOKOLOV et al., 2014), aterosclerose (TAILFORD et al., 2003) e alergia à proteína do leite de vaca (APLV). Em contrapartida, PRAKASH, ANILKUMAR (2017) E WEAVER et al. (2013), alegaram que estudos ainda precisam ser realizados para a conclusão dos efeitos desses compostos opiácios no organismo humano, principalmente a longo prazo, pois dados atuais tratam o leite como um alimento saudável que oferece uma combinação essencial de minerais, vitaminas e proteínas de alto valor biológico. Seu consumo regular traz benefícios que impactam desde a estrutura física até a saúde metabólica. Por outro lado, KAMINSKI et al., (2007) afirmam que o alelo A2 não tem nenhuma ligação com tais problemas de saúde.

O leite do tipo A2 não apresenta associação com doença crônica, mas evidencia fatores benéficos em relação ao seu consumo. Pesquisadores relatam que a β -caseína A2 reduz o colesterol no soro, diminui a concentração de lipídios de baixa densidade, que desempenham um papel importante na prevenção de uma ampla gama de doenças vasculares humanas (KAMINSKI; CIEŚLIŃSKA; KOSTRYA, 2007). Diante disso, empresas internacionais começaram a comercializar em larga escala leite e derivados contendo exclusivamente a variante A2, (OLENSKI et al., 2010). Este tipo de leite foi comercializado pela primeira vez na Nova Zelândia e, desde então, tem vindo a ganhar presença nos mercados de vários países (ALFONSO, L.; URRUTIA, O.; MENDIZABAL, J. A, 2019).

Países como a Austrália e Nova Zelândia já comercializam o leite com selo A2. Além disso, Estados Unidos e Reino Unido estão em ascensão quanto à comercialização do leite com essa variante (BARBOSA et al., 2019).

2.3 QUEIJO MINAS FRESCAL

Desde o século XVIII, o queijo Minas Frescal é comumente produzido no Brasil. A técnica de fabricação do queijo Minas Frescal foi iniciada pelos dinamarqueses e holandeses no Sul de Minas Gerais e Serra da Mantiqueira,

propagando-se em todo território nacional (VINHA *et al.*, 2010). É um dos queijos mais populares do Brasil e ocupa o terceiro lugar na escala de produção, com um total aproximado de 34 mil toneladas/ano apenas nos estabelecimentos com inspeção federal, perdendo apenas para o queijo Muçarela e o queijo Prato (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS - ABIQ, 2005). Trata-se de um queijo que possui menor vida de prateleira, em função do seu alto teor de umidade.

Segundo a legislação brasileira, a variedade Minas Frescal é definida como um queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas (BRASIL, 1996). O queijo Minas Frescal caracteriza-se como um queijo semigordo, com 25,0 % a 44,9 % de gordura, de alta umidade (não inferior a 55,0 %), pH (com fermento) entre 5,0 e 5,3 ou pH (acidificado com ácido láctico) de 6,1 a 6,3 e teor de sal de 1,4 % a 1,6 % (FURTADO, 1999).

Acredita-se que tenha sido o primeiro tipo de queijo fabricado no país (SEBRAE, 2008). A sua expansão de mercado se deve, em parte, à tendência do consumo de alimentos mais saudáveis pela população. A versão tradicional do queijo Minas Frescal possui teor de gordura inferior ao de outros queijos populares, como a Muçarela, o Prato e o requeijão cremoso (TACO, 2016).

Trata-se de um produto produzido em fábricas de pequeno, médio e grande porte, possuindo um processo de fabricação simples, com utilização de equipamentos tradicionais (FURTADO, 2005a). Sua importância no mercado brasileiro é explicada pelo rendimento alto, custo do produto final baixo, simplicidade no processo de fabricação e preço acessível, o que o torna um produto atraente para as indústrias de queijos (CARDOSO, 2009). É um produto que tem grande aceitação no mercado e bom rendimento na fabricação, em torno de 6,0 a 6,5 L de leite por quilo de queijo (ALVES, 2010; FURTADO, 2005b).

Para a produção do queijo Minas Frescal, o leite usado como matéria-prima é submetido à pasteurização; a acidez deve estar entre 0,14 e 0,18 g, ácido láctico/ 100 g. Por possuir alta umidade, seu consumo deverá ser de forma imediata, pois possui curto tempo de prateleira, em média 21 dias em embalagem fechada e em refrigeração, devendo ser consumido em até cinco dias após a abertura da embalagem (ALVES, 2010; FURTADO, 2005b). Sua durabilidade pode ser influenciada pelas condições físico-químicas, condições de transporte, tipo de

coalho ou coagulante utilizado, utilização de fermento láctico e a temperatura de armazenamento no comércio varejista (FURTADO, 2005b; OLIVEIRA, 2009b).

O processo de fabricação do queijo Minas Frescal é realizado pela adição de cloreto de cálcio, fermento láctico 0,5 - 1,0 % (v/v) ou ácido láctico, adição de coalho, corte da coalhada, mexedura, dessoragem, salga, enformagem, embalagem e comercialização (VIEIRA; LOURENÇO JUNIOR, 2004). Normalmente, as indústrias de laticínios do Brasil utilizam o ácido láctico na fabricação do queijo Minas Frescal. O seu emprego apresenta maiores vantagens, pois proporciona maior rendimento, um produto final com maior teor de umidade, com acidez reduzida e pH mais elevado (NETO, 2006), além de pronunciar o flavor ácido e fresco (OLIVEIRA, 2009).

2.4 RENDIMENTO EM QUEIJOS

Durante o processo de transformação do leite em queijo, os constituintes do leite são separados em dois grupos, os que ficam retidos na coalhada e aqueles que são perdidos no soro. A coalhada retém a maior parte da gordura e caseína do leite, enquanto, o soro contém, principalmente, água, lactose, proteínas e minerais que são solúveis no pH em que o queijo é fabricado (FARKYE, 2004).

A viabilidade econômica da fabricação de queijos depende diretamente da quantidade de queijo produzida a partir de um determinado volume de leite, ou seja, do rendimento real (LUCEY; KELLY, 1994). A expressão do rendimento em queijo é importante em razão dos aspectos econômicos, do controle de processamento e na avaliação dos resultados dos experimentos de fabricação (EMMONS, 1993). A expressão usual para o rendimento é kg de queijo por 100 kg de leite, entretanto, como a composição do leite é variável, uma melhor definição seria: kg de queijo por 100 kg de leite contendo X% de gordura e Y% de proteínas ou caseína (EMMONS, 1993). É recomendável que o rendimento real seja comparado ao ajustado para estimar a sua eficiência e obter de forma mais assegurada ao custo final da produção de seu queijo (EMMONS, 1993).

A quantidade de queijo obtida a partir do leite é uma indicação da eficiência das operações de fabricação. A qualidade do leite, a natureza das operações, as técnicas de fabricação e os procedimentos de cura são condições que afetam o rendimento. Estas condições dependem de fatores como: qualidade e composição do leite, quantidade de seus componentes perdidos no soro, teor de sal adicionado

ao processo de fabricação e quantidade de água retida no queijo (VAN SLYKE; PRICE, 1979).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar aspectos tecnológicos e sensoriais do Queijo Minas Frescal produzido de leite de vacas com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar físico-quimicamente o leite e os queijos Minas Frescal produzidos com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) por meio das análises de densidade, acidez, pH, gordura, extrato seco total, gordura no extrato seco, resíduo mineral fixo, umidade, atividade de água, cloretos e proteína;
- Determinar o rendimento (kg de queijo/ 100 kg de leite) e rendimento ajustado obtido na produção dos queijos Minas Frescal produzidos com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2);
- Verificar por meio da análise sensorial os atributos de aparência, textura, sabor, aroma e aceitação global de queijos Minas Frescal produzidos a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2); e
- Avaliar o perfil de textura dos queijos Minas Frescal produzidos a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) mantidos em diferentes tempos armazenados em refrigeração.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ASPECTO LEGAL

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Embrapa Gado de Leite (CEUA/EGL), protocolo nº 3390040418 (Anexo A). O projeto foi submetido também na plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CAAE nº 93218318.9.0000.5147) (Anexo B).

4.2 LOCAL

Os animais selecionados para compor os grupos experimentais pertencem ao Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB) da Embrapa Gado de Leite, localizado em Coronel Pacheco (MG).

4.3 ANIMAIS E COLETA DE LEITE

Vacas as raças Girolando e Holandesa genotipadas fora do escopo deste trabalho para o gene da β -caseína foram selecionadas para formação dos grupos experimentais. Três grupos de dez animais foram formados de acordo com o genótipo, a raça dos animais e dias de lactação (Tabela 2). Foram realizadas três coletas de leite nos dias 22 e 23/10 e 05/11/2018. Por erro de amostragem na coleta do tratamento A2A2, a terceira repetição foi descartada.

Tabela 2 - Grupos experimentais do estudo

Genótipo	Identificação do Animal	Raça	Parto	Dias de lactação			Média dias de lactação
				Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	
A1A1	GLVGH 1701	Girolando	23-mai-18	152	153	166	221
	GLVGH 1713	Girolando	22-mai-18	153	154	167	
	GLVGH 1750	Girolando	30-mai-18	145	146	159	
	GLVGH 1691	Girolando	27-jan-18	268	269	282	
	GLVGH 1756	Girolando	14-mai-18	161	162	175	
	HO 124	Holandesa	23-jul-17	456	457	470	
	HO 95	Holandesa	27-out-17	360	361	374	
	HO 086	Holandesa	26-abr-18	179	180	193	
	HO 090	Holandesa	04-fev-18	260	261	274	
	HO 119	Holandesa	07-ago-18	76	77	90	

Tabela 2 - Grupos experimentais do estudo

(conclusão)

Genótipo	Identificação do Animal	Raça	Parto	Dias de lactação			Média dias de lactação
				Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	
A1A2	GLVGH 1704	Girolando	19-mai-18	156	157	170	195
	GLVGH 1715	Girolando	28-abr-18	177	178	191	
	GLVGH 1757	Girolando	26-abr-18	179	180	193	
	GLVGH 1761	Girolando	29-mai-18	146	147	160	
	GLVGH 1762	Girolando	12-mai-18	163	164	177	
	HO 067	Holandesa	27-mai-18	148	149	162	
	HO 087	Holandesa	24-mai-18	151	152	165	
	HO 089	Holandesa	21-mai-18	154	155	168	
	HO 62	Holandesa	02-nov-17	354	355	368	
	HO 103	Holandesa	04-dez-17	322	323	336	
A2A2	GLVGH 1697	Girolando	04-jun-18	140	141	154	190
	GLVGH 1709	Girolando	15-mai-18	160	161	174	
	GLVGH 1720	Girolando	14-mai-18	161	162	175	
	GLVGH 1760	Girolando	19-mai-18	156	157	170	
	GLVGH 1763	Girolando	17-mai-18	158	159	172	
	HO 076	Holandesa	22-mai-18	153	154	167	
	HO 088	Holandesa	06-mai-18	169	170	183	
	HO 129	Holandesa	01-jun-18	143	144	157	
	HO 135	Holandesa	04-dez-17	322	323	336	
	HO 104	Holandesa	21-dez-17	335	336	349	

Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

4.4 PROCESSAMENTO DO LEITE PARA FABRICAÇÃO DOS QUEIJOS MINAS FRESCAL

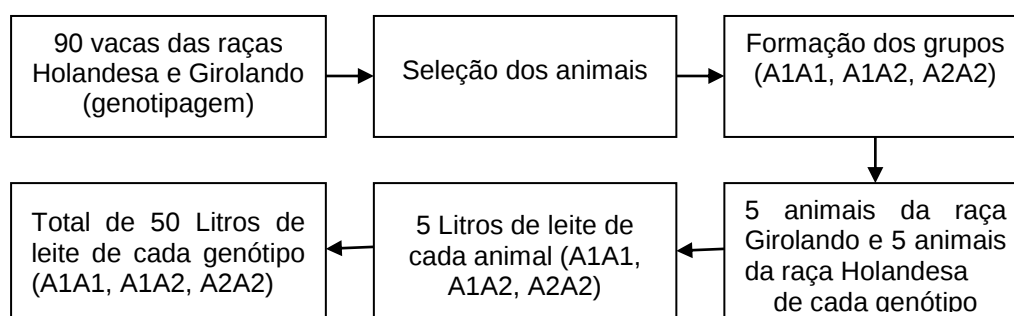
As amostras de leite cru dos grupos experimentais foram coletadas no CEJHB e transportadas para o Núcleo Industrial do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizado na cidade de Juiz de Fora - Minas Gerais. Todo o leite foi colocado ainda quente em latões devidamente higienizados e transportados até a indústria. O percurso demorou cerca de 50 minutos. Ao chegar à indústria, o leite foi recebido, analisado e, em seguida, padronizado. Após padronização, armazenado em câmara fria na temperatura de até 4°C, onde ficou até o dia seguinte, para posterior processo de fabricação.

4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Noventa vacas em lactação do Campo Experimental José Henrique Bruschi - CEJHB/ Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco - MG) genotipadas para os

genes das proteínas do leite foram utilizadas nesse trabalho. Formaram-se três grupos experimentais de acordo com os três genótipos para β -caseína (A1A1, A2A2, A1A2), com dez animais cada, balanceados de acordo com a fase de lactação. O leite produzido por essas vacas foi coletado separadamente para produção de queijo Minas Frescal (QMF), em torno de 10 L/vaca (três repetições), como mostra a Figura 3. O leite coletado foi transportado em carro sem refrigeração de forma imediata (cerca de 50 minutos) em latão higienizado do CEJHB (Coronel Pacheco - MG) para o EPAMIG-ILCT (Juiz de Fora - MG). O leite foi processado separadamente de acordo com os grupos experimentais e seguiu o fluxo de processo de fabricação de queijo Minas Frescal (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994). Analisaram-se os queijos produzidos para determinação dos parâmetros físico-químicos, análise sensorial, rendimento, microbiologia e textura. Fizeram-se três coletas de leite em dias diferentes. Conduziu-se o experimento em parcelas subdivididas no tempo, composto por: 3 tratamentos (Genótipo A1A1, A1A2 e A2A2), 2 fabricações (análises físico-químicas do queijo: pH, Gordura, EST, GES, Resíduo Mineral Fixo, Sólidos Totais/Umidade, proteína, Atividade de água (A_w) e Cloretos), Perfil de Textura e Dessoragem; 4 tempos (1, 7, 14 e 21 dias de estocagem refrigerada) e em blocos: 3 tratamentos (Genótipo A1A1, A1A2 e A2A2) e 3 repetições (fabricações) (análises físico-químicas do leite cru, pasteurizado e soro: Densidade a 15°C, Acidez Titulável, pH, proteína, Gordura e EST), rendimento e análise sensorial.

Figura 3 - Delineamento experimental



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

A Tabela 3 apresenta o resumo esquemático das análises realizadas nos tratamentos testados.

Tabela 3 - Descrição das análises realizadas para os tratamentos

Análises	LC	LP	Soro	Queijos - Tempo de estocagem refrigerada (dias)			
				1	7	14	21
Densidade a 15 °C	X	X	X				
Acidez Titulável	X	X	X				
pH	X	X	X	X	X	X	X
Gordura	X	X	X	X	X	X	X
EST	X	X	X	X	X	X	X
GES				X	X	X	X
Resíduo Mineral Fixo				X	X	X	X
Sólidos Totais/Umidade				X	X	X	X
Atividade de água (Aw)				X	X	X	X
Cloretos				X	X	X	X
Perfil de Textura				X	X	X	X
Nitrogênio Total	X	X	X	X	X	X	X
Nitrogênio não proteico	X	X	X				
Nitrogênio solúvel pH 4,6				X	X	X	X
Nitrogênio sol. TCA12%				X	X	X	X
Coliformes Totais				X			
Coliformes Termotolerantes				X			
<i>Staphylococcus spp.</i> Coagulase –positiva				X			
<i>Salmonella sp.</i>				X			
<i>Listeria monocytogenes</i>				X			
Rendimento				X			
Aceitação					X		

Nota: LC= Leite Cru; LP= Leite Pasteurizado; EST=extrato seco total, GES=Gordura no extrato seco, Aw=atividade de água.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

4.5.1 Análises do leite cru para fabricação

O leite cru utilizado foi oriundo de três tratamentos (A1A1, A1A2 e A2A2) que foram utilizados para a fabricação dos queijos Minas Frescal. Após a sua chegada à EPAMIG-ILCT, uma amostra foi coletada para as análises físico-químicas, a fim de verificar sua qualidade. Após a verificação da qualidade destes leites, eles foram padronizados quanto ao teor de gordura (3,2% m/v) e armazenados em câmara fria até a manhã do dia seguinte. As análises realizadas foram:

- Densidade a 15 °C: empregando termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- Acidez Titulável: método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L (BRASIL, 2006);
- pH: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);

- Teor percentual (m/v) de gordura: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- Extrato Seco Total (EST): método indireto (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001); e
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: método de Kjeldahl (PEREIRA et al., 2001).

4.5.2 Análises físico-químicas do leite pasteurizado

As análises realizadas foram:

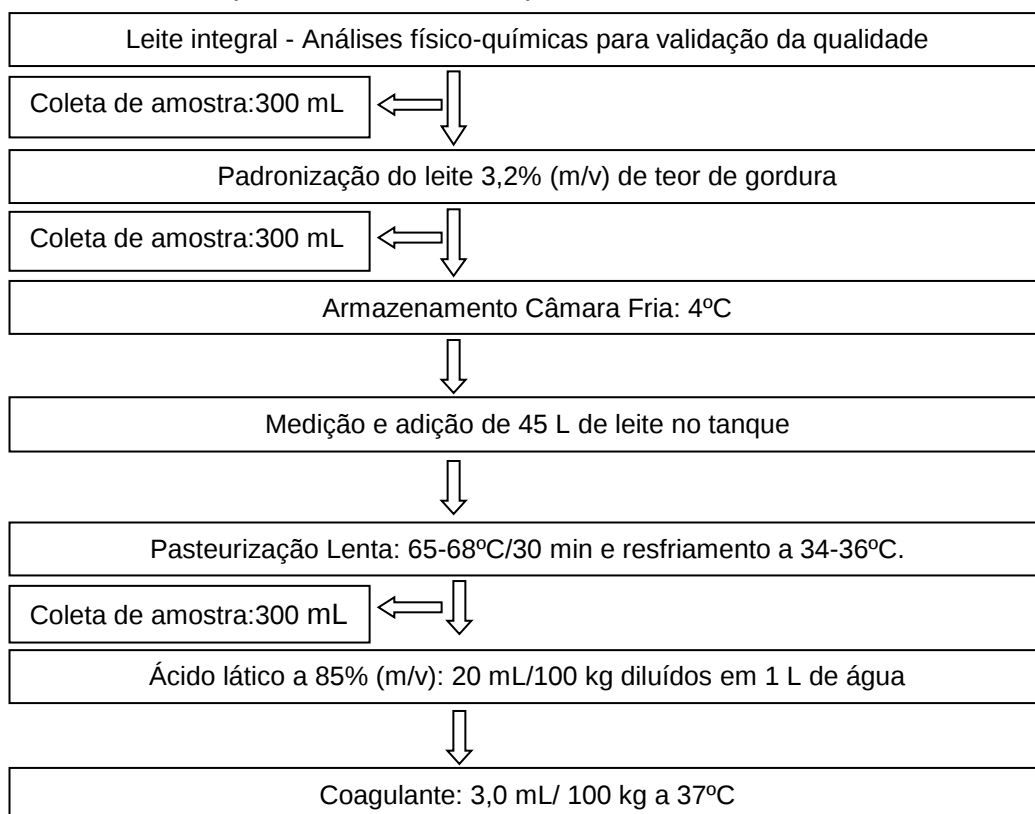
- Densidade a 15 °C: empregando termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- Acidez Titulável: método titrimétrico com solução de NaOH 0,1mol/L (BRASIL, 2006);
- pH: utilizando de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de gordura: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- Extrato Seco Total (EST): método indireto (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001); e
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: a partir da determinação dos teores de nitrogênio total (NT) e nitrogênio dos compostos não proteicos (N-NPN), pelo método de Kjeldahl (PEREIRA et al., 2001).

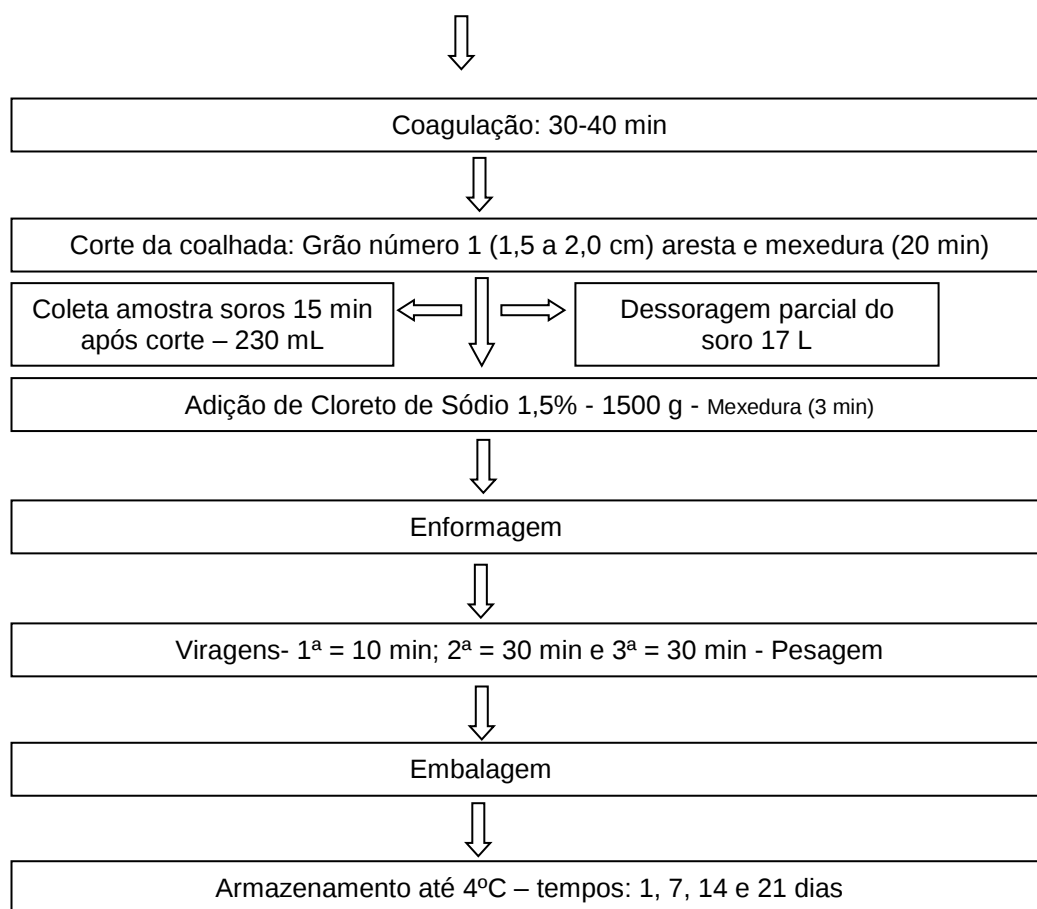
4.5.3 Fabricação do queijo Minas Frescal

Para fabricação de queijo Minas Frescal, utilizaram-se 45 kg de leite de cada tratamento, pasteurizado e padronizado para um teor de gordura de 3,2% (m/v). Os queijos foram produzidos de acordo com tecnologia apresenta na Figura 4, descrita por Furtado e Lourenço Neto (1994). Empregou-se ácido láctico na proporção de 20 mL de solução para cada 100L de leite, dissolvido em 1 L de água e cloreto de cálcio na proporção de 50mL de solução para cada 100 L de leite (solução 40% m/v). Adicionou-se o coalho (Chy-Max, ChrHansen) M 950-1050 IMCU/mL na proporção 3mL para cada 100 L de leite, para um tempo de coagulação entre 30 e 40 min e temperatura de 36°C. A coalhada foi cortada lentamente com auxílio de uma lira vertical e horizontal, de modo a obter grãos de 1,5 a 2 cm de aresta. Após o corte, utilizou-se lentamente o processo de mexedura até a obtenção do ponto final, que se

deu aproximadamente 20 min após o corte. Todas as fabricações tiveram um tempo de 20 min de mexedura após o corte. Após 15 min do corte, coletou-se 230 mL de soro para análise laboratorial. Ao final da mexedura (20min) procedeu-se à dessoragem parcial de 17 L soro de cada tanque. Depois de retirado o excesso de soro, a massa foi novamente mexida e adicionou-se 1,5% de cloreto de sódio. Após a salga, os queijos foram enformados e, em seguida, submetidos ao processo de três viragens: a primeira após 10 min; a segunda, após 30min e a terceira, após 30 min da enformagem. Após as viragens, os queijos foram colocados em 3 (três) caixas brancas, identificadas de acordo com o tratamento, tampadas com filme de PVC e conduzidas para câmara fria a 2 a 8°C, onde permaneceram por 24h. Após este período, realizaram-se as desenformagens e pesagens dos queijos para a obtenção dos cálculos de rendimento de fabricação (kg de queijo/100 kg leite); rendimento ajustado (RAJ) em kg de queijo/100 kg leite, cálculo da porcentagem de recuperação da gordura, proteína total do leite e do soro. Terminadas as pesagens, os lotes dos queijos Minas Frescal foram imediatamente embalados em sacolas plásticas e acondicionados em câmara fria até 4°C, por até 21 dias.

Figura 4 - Processos de Fabricação dos Queijos Minas Frescal com leite de vacas (A1A1, A1A2 e A2A2) com armazenamento de 21 dias.





Fonte: Adaptado de Furtado e Lourenço Neto (1994).

4.5.4 Análises físico-químicas do soro

Em cada tanque de produção, após 15 min do corte da coalhada, coletaram-se 230 mL de soro que foram encaminhados para análises. Realizaram-se as seguintes análises das amostras dos soros:

- Densidade a 15°C: empregando termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- Acidez Titulável: método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, (BRASIL, 2006);
- pH: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Teor percentual em % (m/v) de gordura: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- EST: método indireto (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001); e
- Teor percentual em % (m/v) de proteína verdadeira: método de Kjeldahl (PEREIRA et al., 2001).

4.5.5 Amostragem dos queijos durante a estocagem

Em cada repetição, retirou-se aleatoriamente 1 queijo (amostra) que foi enviado ao Laboratório de Microbiologia Leite da Embrapa Gado de Leite para as análises microbiológicas e mais 1 queijo (amostra) para o laboratório de pesquisa da EPAMIG-ILCT para análises físico-químicas. Todos os queijos foram encaminhados após 12 horas de sua fabricação em caixa de isopor higienizada e com gelo. Todos os procedimentos de preparo das amostras seguiram as metodologias segundo as instruções de Brasil (2006).

4.5.6 Análises físico-químicas do Queijo Minas Frescal

A determinação da composição centesimal dos queijos foi realizada nos tempos 1, 7, 14 e 21 dias de fabricação em duplicata segundo as metodologias:

- pH: usando medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Teor percentual de gordura em % (m/m): método butirométrico (BRASIL, 2006, PEREIRA et al., 2001)
- Teores percentuais de umidade e extrato seco total em %(m/m): método gravimétrico (BRASIL, 2006);
- Teor percentual em %(m/v) de proteína método de Kjeldahl (PEREIRA et al., 2001). O fator utilizado de conversão de nitrogênio em proteína foi 6,38;
- Teor percentual de resíduo mineral fixo (cinzas) em %(m/m): método gravimétrico (BRASIL, 2006);
- Teor percentual de cloretos em %(m/m): (PEREIRA et al., 2001); e
- Atividade de água (A_w): por meio de leitura no medidor digital Aqualab® modelo CX2T Decagon Devices, Inc., Washington, USA.

4.5.7 Verificação da deessoragem percentual durante o armazenamento

Para verificação da deessoragem, retirou-se aleatoriamente um queijo de cada tratamento para a verificação de deessoragem percentual em %(m/m) nos tempos de 1, 7, 14 e 21 dias após a fabricação.

Todo o soro da embalagem foi coletado, pesado e descartado; em seguida, os queijos foram novamente embalados, identificados e armazenados na câmara fria a 4°C.

4.5.8 Rendimento da fabricação do Queijo Minas Frescal

Para a verificação do rendimento realizaram-se análises físico-químicas dos leites, soros, queijos e pesagem. As equações empregadas para os cálculos de rendimento (Equação 1) e RAJ (Equação 2) foram as utilizadas por Spadoti et al., (2003). Abaixo segue equação para cálculo do rendimento dos queijos.

$$\text{Rendimento (Kg de queijo/100 Kg leite)} = \frac{\text{massa de queijo obtida}}{\text{massa de leite utilizada}} \quad (1)$$

Como há variações nos teores de umidade e sal dos queijos, o rendimento ajustado (L/kg A), em kg de queijo/ 100 kg de leite, foi calculado para efeito de comparação. Considerou-se um conteúdo desejado de sal de 1,0% e uma umidade de 60% m/m, segundo equação 2.

$$\text{RAJ} = \frac{(\text{Rendimento}) \times (100 - (\% \text{umidade real} + \% \text{sal real}))}{100 - (\% \text{umidade desejada} + \% \text{sal desejado})} \quad (2)$$

O cálculo da porcentagem de recuperação de gordura (RG) e de proteína total (RP) do leite no soro e no queijo foi realizado a Equação 3 abaixo segundo Alves et al., (2013). Nesta equação, a amostra corresponde ao soro ou ao queijo e o componente, a gordura ou proteína.

$$\text{RG ou RP} = \frac{\text{massa da amostra} \times \% \text{componente da amostra}}{\text{massa do leite} \times \% \text{componente do leite}} \quad (3)$$

Calculou-se a recuperação total (RT) de gordura ou proteína de acordo com a Equação 4:

$$\text{RT} = \% \text{R do soro} + \% \text{R queijo} \quad (4)$$

4.5.9 Análise de perfil de textura do Queijo Minas Frescal

A textura dos queijos foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA) utilizando um Texturômetro digital modelo Brookfield CT3 Texture Analyzer. Para o preparo das amostras, retiraram-se seis cubos de 20 mm de aresta. Os cubos foram embalados individualmente em filme de PVC, acondicionados em sacos plásticos resistentes à penetração de líquido e mantidos em banho de água gelada a 10°C, por 90 min antes do início dos testes. Durante os ensaios, as amostras foram comprimidas a 30%, velocidade do teste 1 mm/s, célula de carga de 4500 g, por um cilindro de 50,8 mm de diâmetro e 20 mm de largura. A textura foi determinada instrumentalmente, em sextuplicata, pela análise do perfil de textura (Texture Profile Analysis – TPA). As análises de textura foram realizadas nos tempos 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento. Os parâmetros medidos foram: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

4.5.10 Análises microbiológicas

Os queijos foram analisados no tempo 1 dia de armazenamento refrigerado, de cada repetição. As análises microbiológicas realizadas foram: Contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase-positiva, pesquisa de *Salmonella* sp. e *Listeria monocytogenes*. Todas as análises foram realizadas a fim de assegurar a qualidade dos queijos produzidos para posterior análise sensorial. As análises microbiológicas foram realizadas por profissionais dos Laboratórios de Microbiologia e Genética Molecular da Embrapa Gado de Leite seguindo metodologia padrão conforme abaixo.

- Contagem de Coliformes Totais: Norma FIL 73A:1985;
- Contagem de Coliformes Termotolerantes: APHA (1992);
- Contagem de *Staphylococcus* coagulase-positiva: Norma FIL 145:1990; e
- *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* sp.: SÁ (2012).

4.5.11 Análise sensorial

As análises sensoriais dos queijos foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da (EPAMIG-ILCT). Todos os avaliadores foram previamente instruídos a

respeito dos possíveis riscos da pesquisa. Somente participaram indivíduos sadios que quiseram participar voluntariamente e que aceitaram assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo C), antes do início da análise.

Os queijos Minas Frescal fabricados foram submetidos à análise sensorial usando o teste de aceitação (JONES; PERYAM; THURSTONE, 1955) conforme ficha de resposta modelo (Anexo D). A avaliação sensorial foi realizada no tempo 7 dias de cada repetição após resultado das análises microbiológicas. Usaram-se três amostras de 3 x 3 x 3 cm dos queijos fabricados e estas foram codificadas com números de três dígitos e servidas aos avaliadores, em pratos de plástico, acompanhadas de um copo com água, em cabines individuais com luz branca. A avaliação sensorial foi realizada uma de cada vez, nas 2 primeiras repetições. Para a repetição 1 participaram 30 avaliadores não treinados; já na repetição 2, foram 35 avaliadores não treinados. Para cada avaliador foram apresentadas 3 (três) amostras, em ordem de apresentação aleatória. Cada amostra apresentada foi avaliada por meio de escala hedônica de nove pontos, variando de 1 a 9, sendo 1 - desgostei extremamente até 9 - gostei extremamente quanto aos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global (ZENEBO; PASCUT; TIGLEA, 2008). As respostas dos avaliadores foram transformadas em valores numéricos, para análise estatística dos resultados, por programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

4.5.12 Análise estatística dos resultados

O modelo estatístico aplicado no projeto foi o delineamento em blocos ao acaso (DBC) e parcelas subdivididas ao tempo.

A análise da composição do leite cru, do leite pasteurizado padronizado, do soro, análise sensorial e rendimentos dos queijos foram realizados em um só tempo; o delineamento usado foi bloco ao acaso. Todos os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste SNK com significância ($p < 0,05$) por meio do programa estatístico “SISVAR” 4.3 (FERREIRA, 2000).

Para a comparação dos atributos físico-químicos, composição centesimal e textura durante os tempos 1, 7, 14 e 21 dias dos queijos, utilizou-se o delineamento em parcelas subdivididas ao tempo, sendo considerado o tratamento como fator principal, e o tempo, como subfator. Todos os dados obtidos neste delineamento

foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de SNK com significância ($p < 0,05$) por meio do programa estatístico "SISVAR" 4.3 (FERREIRA, 2000). Toda a repetibilidade foi testada com base nos desvios em torno da média e coeficientes de variação obtidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE CRU E DO LEITE PASTEURIZADO PADRONIZADO

O leite cru foi submetido a análises físico-químicas de densidade a 15°C, acidez titulável, pH, gordura e extrato seco total, na plataforma no momento de seu recebimento; após, o leite cru passou pelo processo de padronização de gordura 3,2 %(m/m) e pasteurização lenta (LTLT) (65°C/30 min). As amostras foram analisadas quanto a seus constituintes e parâmetros físico-químicos; os resultados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores físico-químicos do leite cru integral e leite pasteurizado padronizado usado na fabricação dos três tratamentos do queijo Minas Frescal (A1A1, A1A2 e A2A2)

Tipo de leite	Trat	Densidade (g/mL)	Acidez (°Dornic)	pH %(m/m)	EST (m/m)	Gordura %(m/v)	Proteína %(m/m)
LC	A1A1	1031,26±0,250 ^A	15,66±1,250 ^A	6,87±0,04 ^A	12,74±0,06 ^A	3,90±0,00 ^B	3,37±0,01 ^C
	A1A2	1030,80±0,910 ^A	15,33±0,940 ^A	6,77±0,12 ^{AB}	12,71±0,24 ^A	3,96±0,05 ^B	3,44±0,01 ^B
	A2A2	1030,80±0,160 ^A	15,50±0,410 ^A	6,65±0,06 ^B	12,81±0,04 ^A	4,05±0,00 ^A	3,52±0,01 ^A
LPP	A1A1	-	17,00±0,820 ^A	6,83±0,07 ^A	-	3,20±0,00 ^A	3,37±0,01 ^C
	A1A2	-	16,33±1,250 ^A	6,69±0,16 ^A	-	3,20±0,00 ^A	3,44±0,01 ^B
	A2A2	-	15,50±0,410 ^A	6,73±0,02 ^A	-	3,20±0,00 ^A	3,52±0,01 ^A

Médias ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes diferem-se significativamente entre si pelo teste SNK ao nível 5% de probabilidade. Trat. = Tratamento; LC = Leite Cru; LPP = Leite Padronizado Pasteurizado; Traço (-) = Análise não realizada; EST = Extrato Seco Total; n=3; média ± DP.

Os resultados apresentados no leite cru para densidade, acidez e extrato seco total não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). Observou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os genótipos para os valores de pH, gordura e proteína. Embora houvesse diferença no pH entre os tratamentos, segundo a legislação Brasil (2002), uma faixa de 6,6 a 6,8 de pH é considerado normal para leite bovino. O genótipo A1A1 obteve um maior valor no pH. A avaliação do pH no leite é de extrema importância para a cadeia, visto que ele pode ser um indicador da qualidade sanitária e da estabilidade térmica do leite (TRONCO,1997).

Nos teores de gordura, houve uma variação de 4,05 a 3,90. Já para as amostras de proteína houve uma variação de 3,37 a 3,52. A gordura e a proteína

são dos componentes majoritários do leite, principalmente para a indústria de alimentos. O alelo variante da proteína A2 é um marcador efetivo para rendimento de proteína no leite e gordura. O efeito do alelo A2 foi economicamente avaliado por Kearney, Amer e Villanueva (2005), usando touros com o genótipo A2A2, por meio da inseminação artificial. Os autores encontraram bons resultados sobre a produção e qualidade do leite, levando a um valor agregado de £ 160 (libras) a mais de uma vaca A2A2 comparada com uma não A2A2. O trabalho publicado por Olensky et al. (2010) apresentou resultados que mostram que o genótipo A2A2 possui efeito positivo sobre as variáveis de qualidade, mostrando que o alelo A2 aumentou significativamente a porcentagem de proteína ($P=0,06$) e gordura ($P=0,02$). Encontraram-se resultados semelhantes também no trabalho realizado por Lipkin et al. (2008) onde animais com o genótipo A2A2 produziram leite com maior porcentagem de proteína ($P=0,046$) e gordura ($P=0,0353$). Essa maior porcentagem de proteína e gordura no leite com o genótipo A2A2 também foi encontrada neste estudo. Os resultados apresentados na Tabela 5 para o Leite Pasteurizado Padronizado utilizado para a fabricação dos queijos Minas Frescal dos diferentes tratamentos apresentaram composição físico-química muito semelhante, não apresentando diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) para acidez, pH e gordura. Os valores obtidos de proteína após a padronização e pasteurização não se diferiram dos valores encontrados no leite cru, pois não houve padronização da proteína, apenas da gordura.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SORO

Composição média dos soros obtidos coletados 15 min após o corte da coalhada, durante as fabricações para cada tratamento, encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores físico-químicos do soro do leite produzido na fabricação dos queijos Minas Frescal nos três tratamentos (A1A1, A1A2 e A2A2)

Trat	Densidade (g/mL)	Acidez (°Dornic)	pH % (m/m)	EST (m/m)	Gordura % (m/v)	Proteína % (m/m)
A1A1	1025,93±0,240 ^A	9,66±0,470 ^A	6,75±0,180 ^A	7,33±0,060 ^A	0,50±0,000 ^A	0,94±0,010 ^B
A1A2	1026,00±0,140 ^A	10,00±0,820 ^A	6,64±0,180 ^A	7,35±0,040 ^A	0,50±0,000 ^A	1,02±0,030 ^A
A2A2	1026,25±0,120 ^A	11,00±0,000 ^A	6,62±0,060 ^A	7,29±0,030 ^A	0,40±0,000 ^B	1,06±0,030 ^A
CV (%)	0,65	5,16	1,91	0,57	0,00	2,83

Nota: Médias ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes diferem-se significativamente entre si pelo teste SNK ao nível 5% de probabilidade. EST = Extrato Seco Total; CV (%) = Coeficiente de Variação; n=3; (Média ± DP).

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que não houve diferença significativa ($p>0,05$) nos teores de densidade, acidez, pH e EST em todos os genótipos. No entanto, houve diferença significativa para o teor de gordura ($p<0,05$), sendo que o soro do tratamento A2A2 obteve menor teor de gordura. A baixa perda de componentes, como a gordura, é indicativa de que o rendimento da fabricação será bom, além de que o processamento do queijo seguiu todos os padrões técnicos exigidos para o queijo em estudo. Perdas de gordura no soro variam e podem estar em torno de 0,41 a 0,80 (AUGUSTO; VIOTTO, 2008; SILVEIRA, 2009; SIQUEIRA et al., 2002; SPADOTI et al., 2003) e perdas de proteína estão em torno de 0,62 a 0,98 (AUGUSTO; VIOTTO, 2008; MAZAL et al., 2007; SILVEIRA, 2009; SPADOTI et al., 2003). O tratamento A1A1 apresentou valores não significativos ($p<0,05$) em relação aos tratamentos A1A2 e A2A2 para os teores de proteína. A maior perda de proteína pode ser controlada e minimizada pela coagulação bem controlada do leite e de um corte cuidadoso da coalhada.

A menor perda de gordura no leite do tratamento A2A2 é avaliada como um fator importante, visto que as perdas de componentes sólidos do leite no soro devem ser mínimas, para que se obtenha maior rendimento na fabricação de queijos.

5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS QUEIJOS MINAS FRESCAL

5.3.1 Umidade

A Tabela 6 apresenta os valores médios de umidade encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

Tabela 6 - Teor de umidade dos queijos Minas Frescal

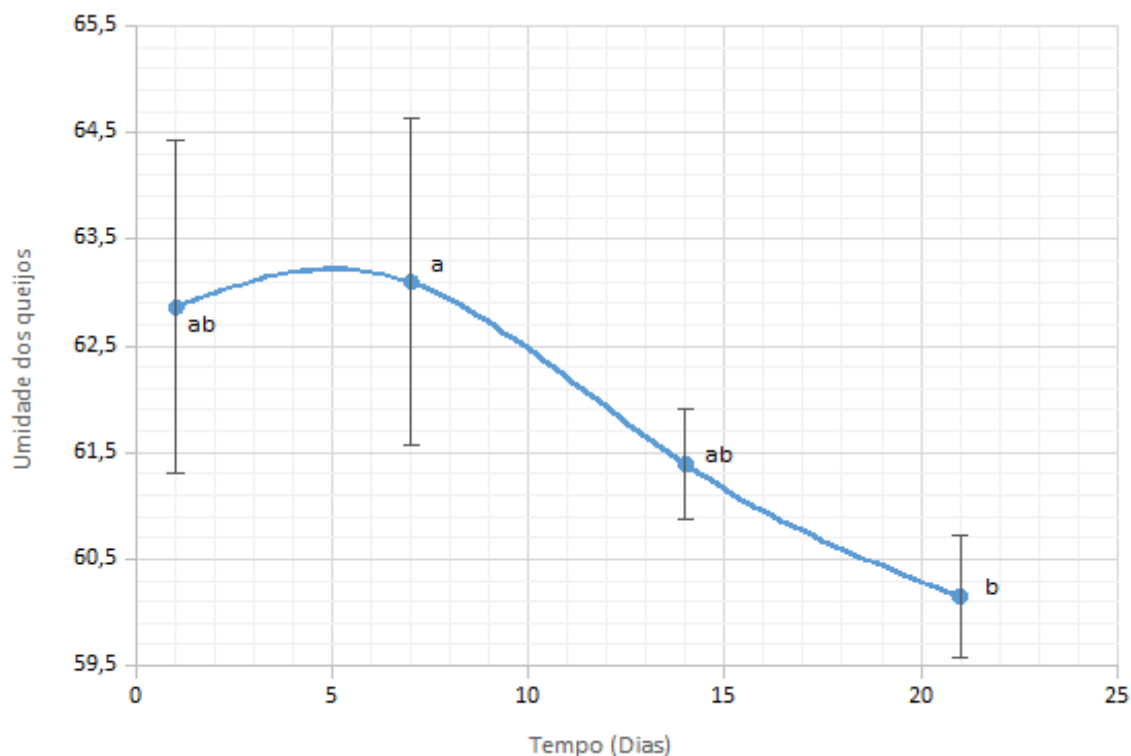
Tratamentos	Médias
A1A1	61,46±1,560 ^A
A1A2	61,85±1,470 ^A
A2A2	62,01±1,830 ^A

^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 2,62.

Segundo a análise de variância, o teor de umidade do queijo não apresentou variação estatística significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos estudados. A

interação também não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Já os valores de umidade obtidos nos tempos 1, 7, 14 e 21 dias apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) (Figura 5).

Figura 5 - Teor de umidade dos QMF ao longo do tempo de armazenamento



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Percebe-se que no tempo de 21 dias o valor de umidade foi muito menor do que os valores encontrados no início do armazenamento. Esse comportamento é esperado, devido à queda no valor de pH, levando consequentemente a um maior dessoramento e menores teores de umidade nos queijos. Essa redução ocorre devido ao grau de sinérese que está diretamente relacionado à acidez e inversamente associado ao pH (FOX et al., 2000). A considerável expulsão de soro durante a estocagem resultou em significativa redução no teor de umidade dos queijos entre os tempos de armazenamento. Mesmo ocorrendo essa redução no teor de umidade, todas as amostras analisadas encontram-se dentro dos padrões definidos para muito alta umidade, apresentando variações entre 60,03 e 63,98 % de umidade. A classificação como queijo de muito alta umidade exige que o seu teor não seja inferior a 55 % (m/m), conforme a Instrução Normativa nº4 (BRASIL, 2004),

que altera o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal (BRASIL, 1997).

5.3.2 Gordura

A Tabela 7 apresenta os valores médios de gordura encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

Tabela 7 - Variação média da gordura dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	16,00±1,300 ^A
A1A2	15,87±0,830 ^A
A2A2	16,00±0,590 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 0,40.

Segundo a análise de variância, o teor de gordura do queijo não apresentou variação estatística significativa ($p>0,05$) nos tempos e nem entre os genótipos estudados, mostrando assim, padronização no processo de fabricação dos queijos. O valor médio obtido nos tempos de 1 dia foi de 16,40%; de 7 dias, 16,35%; de 14 dias, 16,22% e 21 dias, 15,00%. A interação também não apresentou diferença significativa ($p<0,05$).

Na pesquisa de Aquino et al. (2009), os autores encontraram teores de gordura variando de 13,80 a 16,42% no queijo Minas Frescal, com uma produção média de leite corrigida para 3,5% de gordura. Estes resultados corroboram com os valores médios encontrados nos queijos fabricados. Percebe-se que, apesar de ter havido perda de gordura no soro dos queijos de forma significativa, isto não afetou o teor percentual de gordura deles, muito provavelmente pela correta padronização do leite e de todo o processo de fabricação.

5.3.3 Gordura no extrato seco

A Tabela 8 apresenta os valores médios de gordura no extrato seco (GES) encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

Tabela 8 - Gordura no extrato seco (GES) dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	41,60±3,940 ^A
A1A2	41,70±3,100 ^A
A2A2	42,21±2,620 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 2,12.

Os valores de gordura no extrato seco (GES) obtidos nos tratamentos estudados não tiveram diferença significativa ($p<0,05$). A interação também não apresentou diferença significativa ($p<0,05$). Os valores de gordura no extrato seco (GES) no decorrer dos tempos 1, 7, 14 e 21 dias também não tiveram diferença significativa ($p<0,05$). O valor médio obtido nos tempos de 1 dia foi de 44,05%; de 7 dias, 43,73%; de 14 dias, 41,86% e 21 dias, 38,67%. Como não se obteve diferença significativa no tratamento e nem no tempo, conclui-se que houve um bom processo de padronização dos tempos de mexedura até o ponto final das fabricações neste estudo.

Fachinetto e Souza (2010) relacionam o alto teor de GES a falhas na etapa de padronização do leite utilizado como matéria-prima no processamento de produto. A legislação brasileira preconiza na padronização de queijos não somente o teor de gordura, mas sim seu teor percentual em relação ao extrato seco, também chamado gordura no extrato seco (GES) que prevê a GES no queijo tipo Minas Frescal produzido com leite de vaca, em torno de 25 a 44,9%. Diante dos resultados obtidos, pode-se dizer que houve uma boa padronização do leite para o processo de fabricação desses queijos, visto que nenhum dos valores encontrados passou do valor estabelecido pela legislação vigente.

5.3.4 Proteína

A Tabela 9 apresenta os valores médios de proteína encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

Tabela 9 - Valores médios de Proteína dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	16,00±0,920 ^A
A1A2	15,21±0,680 ^A
A2A2	14,98±0,670 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 0,39.

Segundo a análise de variância, os teores de proteínas do queijo não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$) nos tratamentos e nem nos tempos. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). O valor médio obtido nos tempos de 1 dia foi de 15,06%; de 7 dias, 14,73%; de 14 dias, 15,13% e 21 dias, 15,12%.

No estudo realizado por Sangaletti et al. (2009) que avaliaram o queijo Minas Frescal de seis marcas distintas durante trinta dias de armazenamento, também não achou diferença significativa nos teores de proteína nos tempos de armazenamento dos queijos, igualmente aos valores encontrados no estudo.

5.3.5 Cinzas

A Tabela 10 apresenta os valores médios de cinzas encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

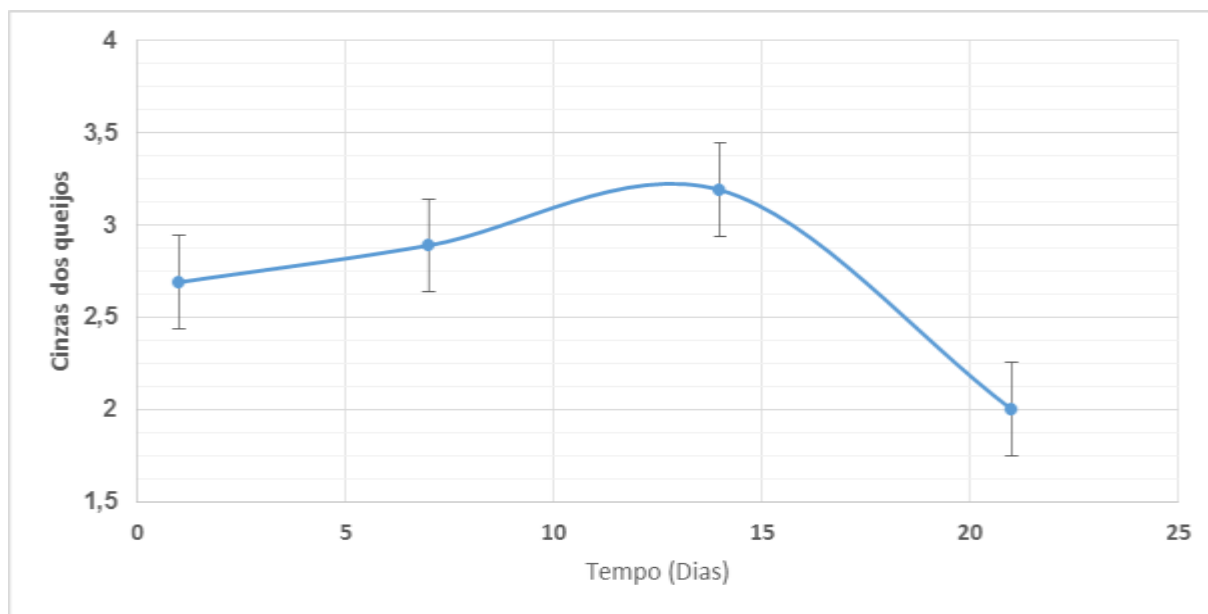
Tabela 10 - Variação média de teor de cinzas dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	2,82±0,430 ^A
A1A2	2,69±0,630 ^A
A2A2	2,56±0,470 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 0,39.

Segundo a análise de variância, os teores de cinzas dos queijos nos tratamentos não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$). A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Já os teores de cinzas dos queijos apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) ao longo do tempo 1, 7, 14 e 21 dias de refrigeração (Figura 6).

Figura 6 - Teores de Cinzas dos QMF ao longo do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. n=3.

No tempo de 21 dias, ocorreu um decréscimo considerável no teor de cinzas em todos os genótipos. Esse decréscimo está relacionado à perda de sal no decorrer do tempo de refrigeração.

Segundo Figueiredo (2006), o considerável valor de cinzas está relacionado com o conteúdo de cloreto de sódio adicionado durante a fabricação. Avaliando os queijos, pesquisadores atribuíram baixa % de cinzas à pouca quantidade de sal adicionado e ou a perda de sal durante o tempo de refrigeração dos queijos (Pellegrini et al., 2013; Yazici; Dervisoglu, 2003). Rocha (2004) afirma que o teor de cinzas é de grande importância na textura final dos queijos. Resultados encontrados por Souza et al. (2015), que trabalharam com matéria-prima oriunda de diferentes concentrações de ureia na dieta dos animais, relataram que não houve influência nos teores de cinzas, que variaram de 2,37 a 3,22 g/100g, valores estes, que corroboram com os teores de cinzas encontradas pelo estudo.

5.3.6 Cloretos

A Tabela 11 apresenta os valores médios de Cloretos encontrados para cada tratamento no queijo Minas Frescal.

Tabela 11 - Variação média de cloretos dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	0,979±0,134 ^A
A1A2	0,893±0,148 ^A
A2A2	0,925±0,202 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 0,32.

Segundo a análise de variância, os teores de cloretos entre os tratamentos genótipos A1A1, A1A2 e A2A2 não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$). A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Os valores obtidos pelos tratamentos no decorrer dos tempos 1, 7, 14 e 21 dias não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$). O valor médio obtido nos tempos de 1 dia foi de 0,960%; tempo de 7 dias, 0,870%; no tempo de 14 dias, 0,880% e 21 dias, 0,860%.

No decorrer do tempo de refrigeração, observou-se uma diminuição nos teores do sal, valores estes que não foram significativos, mas perceptíveis. Essa diminuição está relacionada à perda de sal na dessoragem no decorrer dos dias de refrigeração.

Fox et al. (2004) dizem que o teor de umidade dos queijos é um dos requisitos básicos para a variação no teor percentual de cloretos. Apesar de ter obtido variação significativa nos teores de umidade não foi percebida essa variação nos teores de sal do estudo.

O teor de cloreto adicionado ao queijo é importante por atuar em sua conservação, contribuir para a melhoria do flavor e da qualidade (FOX et al., 2000; FURTADO, 1991; McSWEENEY, 2007; MORRIS; GUINNE; FOX, 1985; PAYNE; MORISON, 1999). Diversos fatores podem influenciar na absorção de sal no queijo, tais como: concentração de NaCl, teor de cálcio, temperatura, pH, teor de umidade e de gordura do queijo (FURTADO, 1991; GUINEE; FOX, 1987).

5.3.7 Atividade de água (A_w)

A Tabela 12 apresenta os valores médios de atividade de água (A_w) encontrados para cada tratamento do queijo Minas Frescal.

Tabela 12 - Variação média da atividade de água (Aw) dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	0,981±0,001 ^A
A1A2	0,982±0,001 ^A
A2A2	0,982±0,003 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 2,12.

Segundo a análise de variância, os teores de atividade de água (Aw) do queijo não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$) nos tratamentos genótipos A1A1, A1A2 e A2A2 e nem nos tempos 1, 7, 14 e 21 dias de refrigeração. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$).

O valor médio obtido no tempo de 1 dia foi de 0,981%; tempo de 7 dias, 0,982%; no tempo de 14 dias, 0,982% e 21 dias, 0,980%.

A Aw de queijos de curta maturação é determinada quase que totalmente pela concentração de sal na fase aquosa do queijo (FOX et al., 2004). Assim a Aw e o teor de cloretos dos queijos não foram afetados pelos tratamentos estudados ($p>0,05$). A atividade de água nos alimentos está associada à disponibilidade de água para reações bioquímicas e desenvolvimento microbiano. Constitui um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos, por estar associada às reações e desenvolvimento de micro-organismos, que podem modificar nas características dos alimentos (CELESTINO, 2010). Os resultados apresentados por Furtado (2008) variaram de 0,981 a 0,984 e apresentaram boa concordância em relação aos valores encontrados. Valores médios de (0,981) foram relatados por Naldini (2002) para a atividade de água de queijos Minas Frescal convencionais.

5.4 VERIFICAÇÃO DA DESSORAGEM PERCENTUAL DURANTE O ARMAZENAMENTO

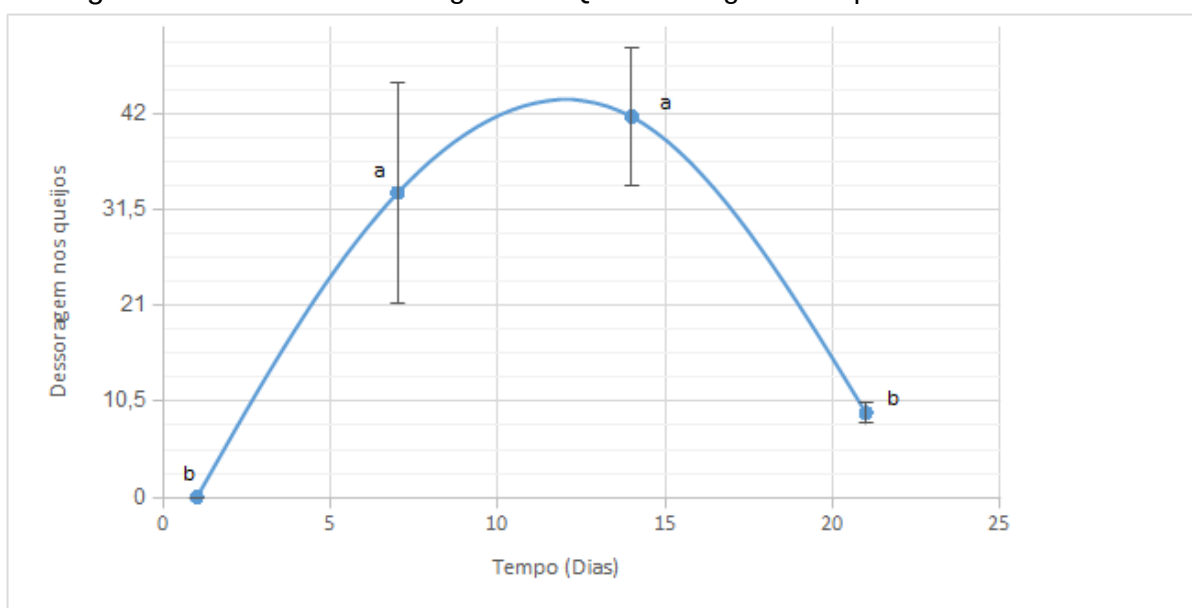
A Tabela 13 apresenta os valores médios encontrados para dessoragem percentual para cada tratamento do queijo Minas Frescal.

Tabela 13 - Dessoragem dos queijos Minas Frescal dentro de cada tratamento*.

Tratamentos	Médias
A1A1	17,26+ 15,04 ^A
A1A2	23,45+ 20,89 ^A
A2A2	22,45 + 21,24 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 19,05

Os valores encontrados na dessoragem percentual que é a quantidade de soro perdido durante o armazenamento dos queijos fabricados segundo a análise de variância não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Já a dessoragem dos queijos ao longo do tempo 1, 7, 14 e 21 dias de refrigeração apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), (Figura 7).

Figura 6 - Teores de dessoragem dos QMF ao longo do tempo de armazenamento.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Percebe-se que, no tempo de 1 dia, obteve-se diferença significativa ($p<0,05$) em relação aos tempos 7 e 14 dias, pois no tempo de 1 dia de fabricação foi realizado o processo de embalagem e a dessoragem foi considerada como zero. Nos tempos 7 e 14 dias, obteve-se diferença significativa ($p<0,05$) em relação aos tempos 1 e 21 dias. Nos tempos 1 e 21 obteve-se uma maior expulsão de soro da

massa. Essa maior dessoragem pode ser atribuída principalmente à ausência da prensagem do queijo.

No tempo de 21 dias ocorreu uma queda nos valores de dessoragem, o que causou a diferença significativa em relação aos tempos 7 e 14 dias. Essa queda pode ser justificada devido à presença dos íons de H^+ durante a acidificação, que faz com que as forças repulsivas diminuam e as micelas de caseínas se tornem mais agregadas (LAW; TAMIME, 2010). A separação do soro é uma característica inerente ao queijo Minas Frescal.

A liberação de soro por queijos durante o tempo pode estar vinculada ao aumento da concentração de íons de H^+ durante os dias de armazenamento como mostra a Tabela 15, fator que influencia na redução das forças entre as micelas de caseína, intensificando, ainda mais, a expulsão do soro (LAW; TAMIME, 2010).

5.4.1 Avaliação dos rendimentos e das taxas de recuperação de componentes do leite no soro e no queijo

A Tabela 14 apresenta os resultados do Rendimento real (kg queijo/100 kg leite) e Rendimento Ajustado obtidos nas produções dos queijos Minas Frescal.

Tabela 14 - Rendimento (kg queijo/ 100 kg leite) e Rendimento ajustado dos queijos Minas Frescal

Tratamento	Rendimento real (kg queijo/ 100 kg leite)	Rendimento Ajustado (kg queijo/ 100 kg leite)
A1A1	18,80±0,240 ^B	17,39±0,560 ^B
A1A2	18,68±0,600 ^B	17,51±0,480 ^B
A2A2	19,73±0,310 ^A	18,60±0,320 ^A
CV (%)	1,77	1,83

Nota: Médias ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes diferem-se significativamente entre si pelo teste SNK ao nível 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de Variação. n=3. (Média ± DP). Padronização dos teores de Umidade=60%, Padronização dos teores de Cloreto=1%.

Os valores de rendimento (litros de leite/kg de queijo) e rendimento ajustado (kg queijo/100 kg leite) encontrados nos tratamentos A1A1 e A1A2 para os diferentes tratamentos não diferiram estatisticamente ($p>0,05$). Já os valores encontrados pelo tratamento A2A2 para rendimento (kg queijo/100 kg leite) (litro de leite/ kg de queijo) e rendimento ajustado (kg queijo/ 100 kg leite) diferiram estatisticamente ($p<0,05$). Na Tabela 14 o maior rendimento encontrado foi no

tratamento A2A2, que pode ter sido influenciado pela qualidade da matéria-prima devido à raça e à genética do animal, visto que estes leites apresentaram em sua composição físico-química maiores teores de sólidos totais e proteína. Segundo Lucey e Kelly (1994), a fabricação de queijo pode ser considerada um processo onde há a concentração de caseínas e gordura do leite.

Furtado (2016) diz que queijos com baixo teor de gordura apresentam rendimento menor, já que a gordura pode representar 50% ou mais do extrato seco total. A composição do leite, a variedade de raça e a genética dos animais, as células somáticas, a qualidade do leite no aspecto higiênico-sanitária, o processo de pasteurização, coagulação, corte da massa são fatores que afetam diretamente o rendimento de queijos (BRASIL et al., 2015; FURTADO, 2016).

Tabela 15 - Variação média de Porcentagem de recuperação de gordura nos queijos e no soro de leite e Porcentagem de recuperação de proteína no queijo e no soro de leite

Tratamento	(%) Recuperação de Gordura no queijo	(%) Recuperação de Gordura no soro	(%) Recuperação de proteína no queijo	(%) Recuperação de proteína no soro
A1A1	88,81±0,910 ^B	11,18±0,910 ^A	79,03±1,01 ^A	20,97±1,01 ^A
A1A2	89,44±0,390 ^B	10,56±0,400 ^A	78,36±1,48 ^A	21,64±1,48 ^A
A2A2	91,03±0,920 ^A	08,97±0,920 ^B	78,52±0,53 ^A	21,48±0,53 ^A
CV (%)	0,62	5,46	0,87	3,22

Nota: Médias ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes diferem-se significativamente entre si pelo teste SNK ao nível 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de Variação. n=3. (Média ± DP).

Os teores de recuperação de gordura no queijo dos genótipos A1A1 e A1A2 não se diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Já os valores encontrados pelo tratamento A2A2 apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos. Para Campos (2000), a recuperação de gordura do leite no queijo é de cerca de 0,9 % para diversos tipos de queijos, embora tal fato dependa do tratamento mecânico durante o processo de fabricação de queijos. Segundo Phelan (1981), a recuperação de gordura pode variar entre 85 e 93 %; tais valores se assemelham aos encontrados neste trabalho. Para Walstra (1999), perdas de gordura e finos de caseína ocorrem no soro durante o processamento, principalmente nas etapas de corte e agitação da massa, que contribuem para o deslocamento destes componentes para o soro afetando sua recuperação e, conseqüentemente, o rendimento em queijo.

Os teores de recuperação de gordura no soro dos tratamentos A1A1 e A1A2 não se diferiram estatisticamente ($p>0,05$). Já os valores encontrados pelo tratamento A2A2 apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) em relação aos outros tratamentos. Para os soros, verificou-se uma diminuição na recuperação de gordura; essa variação pode estar relacionada ao processo de corte e agitação da coalhada.

Os teores de recuperação de proteína no queijo e no soro não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) nos tratamentos.

Segundo Fox et al. (2017) e Guinee, O’Kennedy e Kelly (2006), leites com teores mais altos de proteína podem resultar em fraca capacidade de retenção de gordura na coalhada no tanque de fabricação e, portanto, altas perdas de gordura no soro.

Isso pode ser explicado por uma agitação mais rápida da coalhada no tanque de fabricação logo após o corte, levando a maiores perdas de gordura no soro.

5.5 PH AO LONGO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO

A Tabela 16 apresenta os valores médios de pH encontrados para cada tratamento do queijo Minas Frescal.

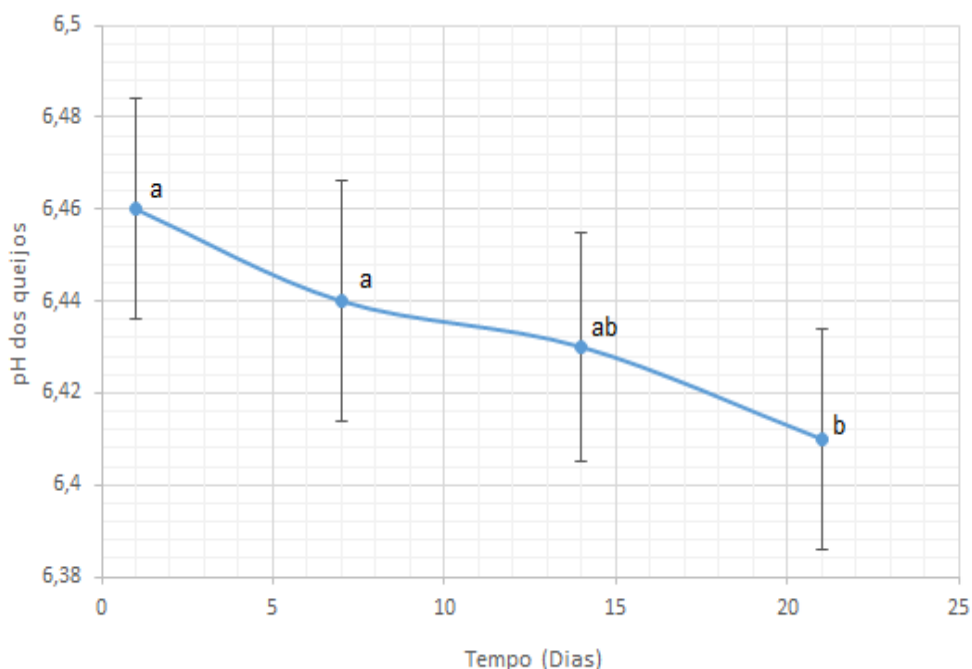
Tabela 16 - Valores de pH dos queijos Minas Frescal dentro de cada tratamento

Tratamentos	Médias
A1A1	6,43±0,02 ^A
A1A2	6,45±0,02 ^A
A2A2	6,41±0,02 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média ± DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 0,11.

Segundo a análise de variância, os valores de pH não apresentaram variação estatística significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Já os valores de pH obtidos nos tempos 1, 7, 14 e 21 dias tiveram diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos estudados (Figura 8).

Figura 7 - Gráfico do pH dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Uma redução gradativa pode ser acompanhada com o passar dos dias de fabricação dos queijos. O acompanhamento do pH durante o armazenamento do produto é um fator determinante nas características sensoriais do produto e de seu estado de conservação. De acordo com Cardarelli et al. (2008) e Di Pierro et al. (2011), o decréscimo nos valores de pH encontrados em queijos e em produtos lácteos fermentados pode ser justificado pelo processo natural de produção de ácido láctico, aminoácidos e de ácidos graxos livres formados pela proteólise e lipólise. Buriti, Rocha e Saad (2005) estudaram o queijo Minas Frescal por um período de 21 dias armazenado à temperatura de 8°C e também observaram uma redução no pH de 6,16 a 5,38 (diferença de 0,78) entre o 1º dia e o 21º dia de armazenamento e um aumento na acidez titulável em ácido láctico de 0,36%. Silva et al. (2003) encontraram valores de pH de 6,2 a 5,0 em queijo Minas Frescal, valores próximos aos encontrados no queijo em estudo.

5.5.1 Análise do perfil de textura

Textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superficiais dos alimentos, detectadas pelos sentidos da visão, audição, tato e sinestésicas (FOEGEDING, 2007; SZCZESNIAK, 2002). A funcionalidade do queijo depende da sua variedade, composição e processo de fabricação. Uma das considerações mais importantes na elaboração do queijo é a obtenção de produto aceitável sob os pontos de vista de sabor e textura (SOBRAL; PAULA; SILVA, 2007). As diferenças na textura podem ser encontradas entre queijos de um mesmo lote, particularmente em queijos moles.

5.5.2 Dureza

A Tabela 17 apresenta os valores médios para a dureza dos queijos, dentro de cada tratamento. A dureza pode ser atribuída como um parâmetro primário da característica mecânica do queijo, sendo associada à força necessária para atingir uma dada deformação (FOX et al., 2004).

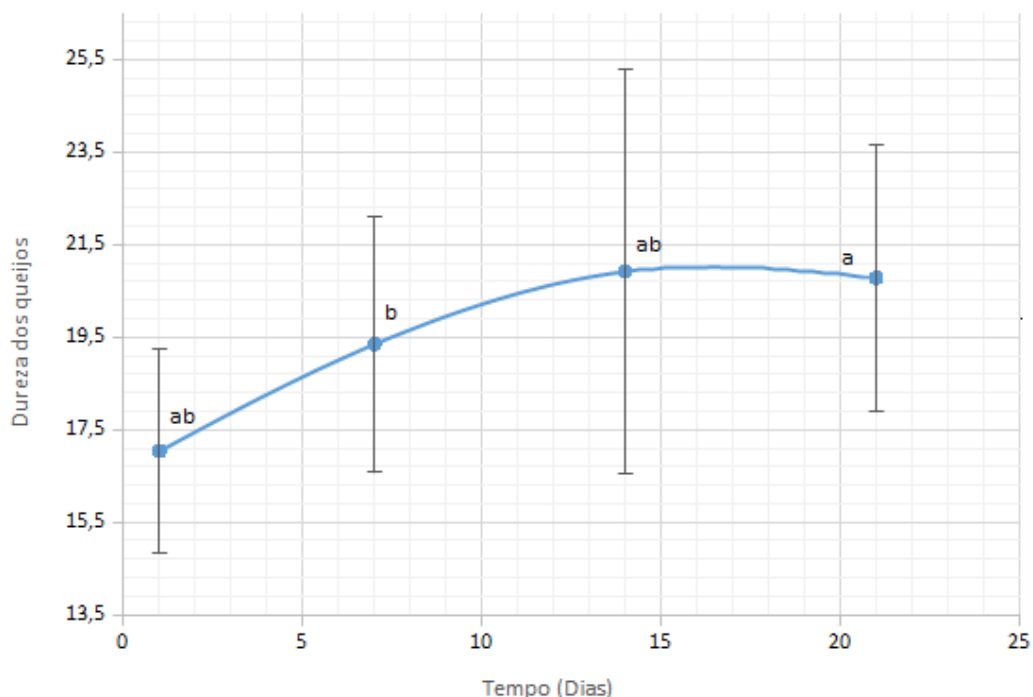
Tabela 17 - Dureza (N) dos queijos Minas Frescal

Tratamentos	Médias
A1A1	19,71±3,48 ^A
A1A2	21,49±3,56 ^A
A2A2	17,97±2,66 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. *(Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 21,51.

Segundo a análise de variância, os valores médios para o parâmetro de dureza não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) em relação aos tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Entretanto, ao longo do tempo 1, 7 e 14 dias de armazenamento, houve diferença significativa ($p<0,05$) (Figura 9).

Figura 8 - Dureza (N) dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Percebe-se um aumento no parâmetro dureza no decorrer do tempo de armazenamento dos queijos fabricados. Os queijos no tempo 1 apresentaram diferenças significativas quando comparados aos demais; ao 1º dia de armazenamento, o queijo apresentava-se mais mole, com textura visualmente mais macia. Instrumentalmente, a análise de textura revelou valores mais baixos de dureza para o tempo 1. A alta umidade no tempo 1 no 1º dia, possivelmente, determinou estes resultados, uma vez que a alta umidade enfraquece a rede de proteínas, resultando em queijos menos firmes (AHMED et al., 2005). Bhaskaracharya e Shah (2001) relataram que um aumento significativo na sinérese aumenta a dureza dos queijos.

À medida que o pH diminui, as interações proteína-água diminuem, o que gera uma expulsão progressiva de soro da rede de caseína, diminuindo assim a umidade, obtendo uma maior firmeza no produto. É possível que a redução do pH e diminuição na umidade do queijo tenham ocorrido o espessamento dos filamentos da matriz proteica, devido à maior agregação e fusão das partículas de caseína, corroborando assim, com o aumento da firmeza dos queijos (TUNICK et al., 1997).

Stampanoni e Noble (1991) obtiveram aumento na dureza e na elasticidade de queijos ao longo do armazenamento, quando o pH apresentou queda de aproximadamente 1,2 pontos. Resultados semelhantes foram obtidos neste estudo, onde se teve diminuição dos valores de pH e umidade.

5.5.3 Adesividade

A Tabela 18 apresenta os valores médios para o parâmetro adesividade dos queijos, dentro de cada tratamento. A adesividade pode ser atribuída como um parâmetro primário da característica mecânica do queijo, sendo associada ao trabalho feito pela boca para superar as forças de atração entre a superfície de um alimento e a superfície de outros materiais em contato com este alimento (FOX et al., 2004).

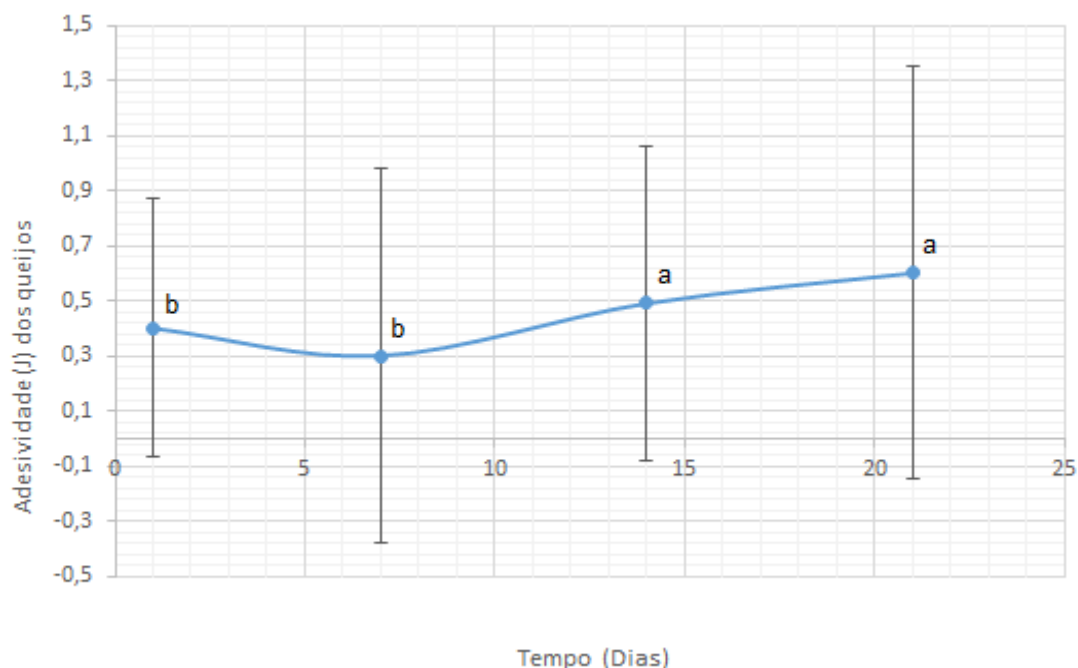
Tabela 18 - Adesividade (KJ) dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração

Tratamentos	Médias
A1A1	0,43±0,003 ^A
A1A2	0,41±0,001 ^A
A2A2	0,45±0,003 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 64,61.

Segundo a análise de variância, os valores médios para o parâmetro de adesividade não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) em relação aos tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Entretanto, ao longo do tempo 1, 7 e 14 dias de armazenamento, houve diferença significativa ($p<0,05$) (Figura 10).

Figura 9 - Adesividade (KJ) dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

A adesividade está relacionada com a capacidade de as proteínas interagirem com a água ou outras proteínas, assim a proteólise e a umidade são fatores que influenciam intensamente nesse parâmetro (PASTORINO et al., 2003).

Os tempos 1 e 7 dias de armazenamento apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) em relação aos tempos 14 e 21 dias. Os valores obtidos nos tempos 14 e 21 dias mostram um aumento estatisticamente significativo ($p<0,05$).

Buriti, Cardarelli e Saad (2008) verificaram que a adesividade dos queijos frescos aumentou durante as duas primeiras semanas de armazenamento; percebe-se este mesmo aumento da adesividade no decorrer dos dias de estocagem nos queijos produzidos por este estudo.

5.5.4 Coesividade

A Tabela 19 apresenta os valores médios para a coesividade dos queijos, dentro de cada tratamento. A coesividade pode ser atribuída como um parâmetro

primário da característica mecânica do queijo, sendo associada às forças internas de ligações que compõem o corpo do produto (FOX et al., 2004).

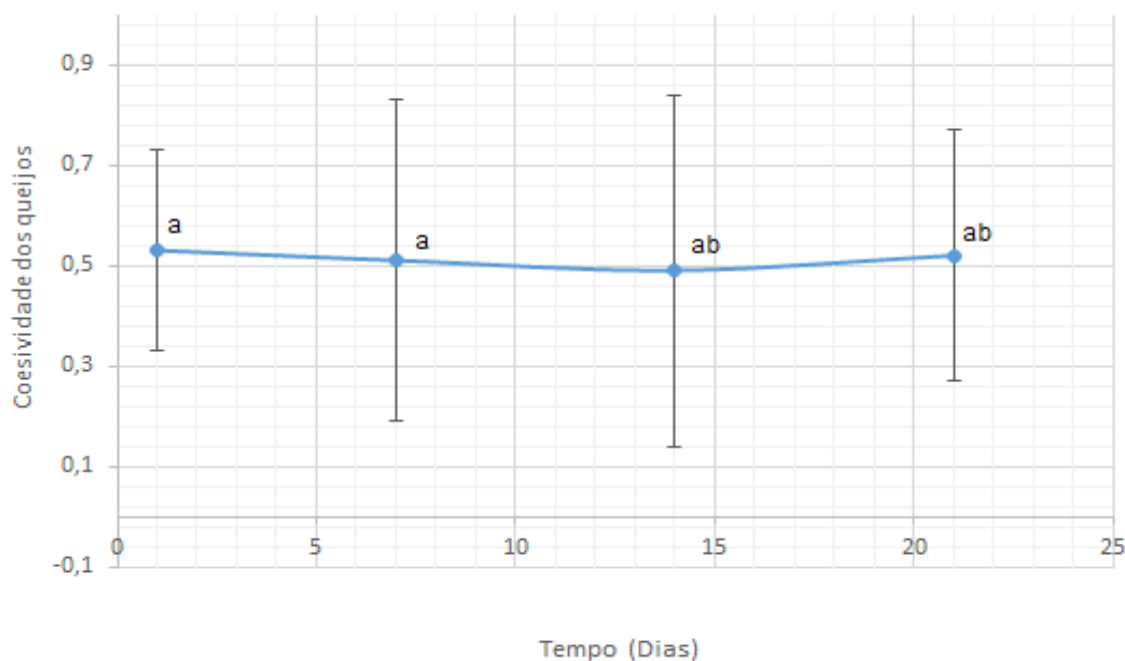
Tabela 19 - Coesividade dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração

Tratamentos	Médias
A1A1	0,573±0,139 ^A
A1A2	0,585±0,077 ^A
A2A2	0,587±0,055 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 22,22.

Segundo a análise de variância, os valores médios para o parâmetro de coesividade não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação aos tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Entretanto, ao longo do tempo 1, 7 e 14 dias de armazenamento, houve diferença significativa ($p<0,05$) (Figura 11).

Figura 10 - Coesividade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Ao longo do tempo, houve uma pequena oscilação e obteve-se diferença significativa ($p < 0,05$); essa oscilação pode estar relacionada à menor composição de umidade, proteína e gordura. Mesmo com essa pequena e significativa redução, os valores encontrados assemelham-se aos valores encontrados no estudo de Andrade et al. (2007) que observaram valores de coesividade variando entre 0,49 e 0,67 para queijos artesanais frescos e industrializados produzidos no estado do Ceará.

5.5.5 Elasticidade

A Tabela 20 apresenta valores médios para a elasticidade dos queijos, dentro de cada tratamento. A elasticidade pode ser atribuída como um parâmetro primário da característica mecânica do queijo, sendo associada à taxa na qual um material deformado retorna à sua forma original após remoção da força de deformação (FOX et al., 2004).

Tabela 20 - Elasticidade (mm) dos queijos Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração

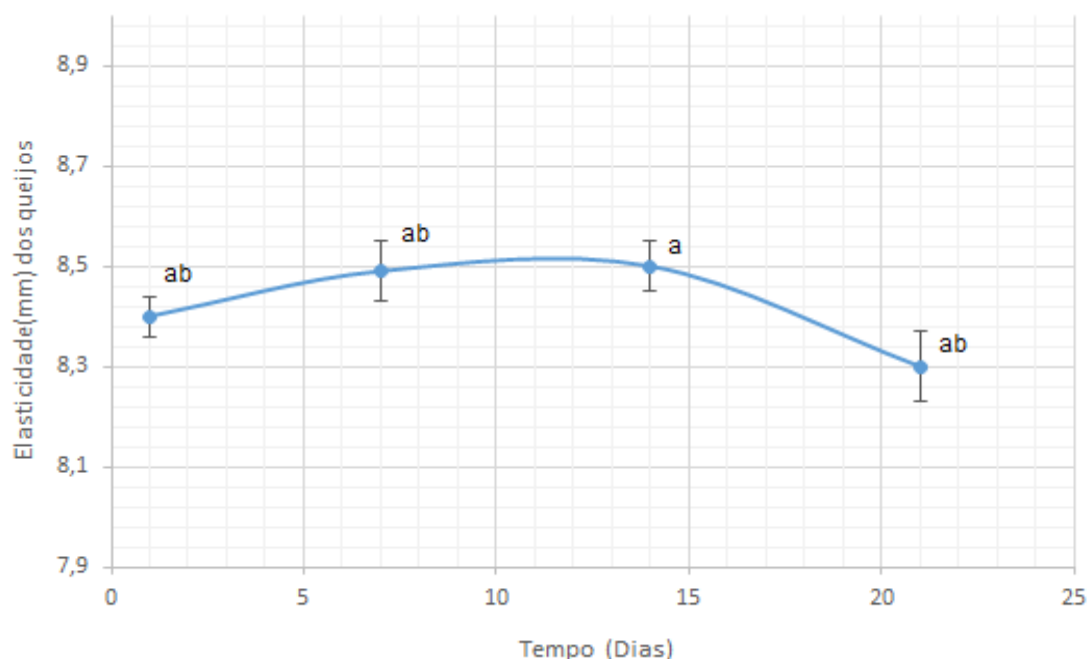
Tratamentos	Médias
A1A1	8,46±0,065 ^A
A1A2	8,44±0,103 ^A
A2A2	8,31±0,138 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média ± DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 3,18.

De acordo com Gunasekaran e AK (2003), frequentemente os queijos que apresentam menor teor de gordura são mais elásticos, ou seja, quanto mais elástico for o queijo, maior será sua resistência para romper, isso ocorre devido à maior interação proteica de sua matriz.

Segundo a análise de variância, os valores médios para o parâmetro de elasticidade não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação aos tratamentos avaliados. A interação também não apresenta diferença significativa ($p > 0,05$). Entretanto, ao longo do tempo 1, 7 e 14 dias de armazenamento, houve diferença significativa ($p < 0,05$) (Figura 12).

Figura 11 - Elasticidade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. n=3.

No tempo de 21 dias, obteve-se uma queda nos teores de elasticidade, valores que podem ser justificados devido à tendência de o queijo proteolisar ao longo do tempo de armazenamento e diminuir a umidade, fatores estes que interferem diretamente no perfil de elasticidade em queijos.

Resultado semelhante foi obtido com o queijo Minas Artesanal, pois, devido à perda de umidade no decorrer do tempo de maturação, os queijos tornam-se menos coesos e elásticos (FERRAZ, 2016; TEODORO, 2012).

5.5.6 Mastigabilidade

A Tabela 21 apresenta os valores médios para a mastigabilidade dos queijos, dentro de cada tratamento. A mastigabilidade pode ser atribuída como um parâmetro secundário da característica mecânica do queijo, sendo associada à energia necessária para mastigar alimentos sólidos (FOX et al., 2004).

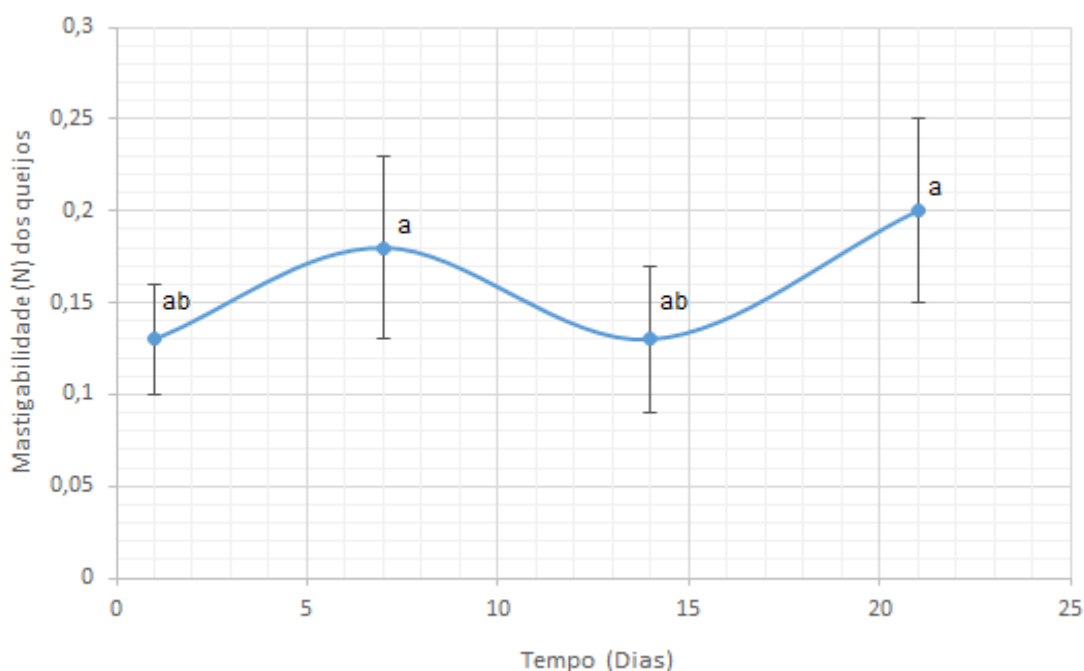
Tabela 21 - Mastigabilidade (N) do queijo Minas Frescal, ao longo do tempo de refrigeração

Tratamentos	Médias
A1A1	0,09±0,015 ^A
A1A2	0,10±0,010 ^A
A2A2	0,08±0,011 ^A

Nota: ^{A,B,C} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$), pelo teste de SNK. $n=3$. (Média $\pm$ DP). (%) Coeficiente de Variação Tratamento= 19,41.

Segundo a análise de variância, os valores médios para o parâmetro de mastigabilidade não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação aos tratamentos avaliados. A interação também não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Entretanto, ao longo do tempo 1, 7 e 14 dias de armazenamento, houve diferença significativa ($p<0,05$) (Figura 13).

Figura 12 - Gráfico da Mastigabilidade dos QMF, ao longo do tempo de refrigeração.



Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK. $n=3$.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Nos tempos 1 e 14 dias os resultados obtidos não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$); estes se diferenciam do tempo de 7 e 21 dias, que apresentaram semelhanças, não se diferenciando um do outro estatisticamente.

A mastigabilidade condiz ao esforço essencial para poder mastigar a amostra obtendo uma consistência apropriada para engolir (GUINÉ; CORREIRA; CORREIRA, 2015). Como obtido no estudo, Foster et al. 2011, pesquisaram o perfil de textura e verificaram que existe uma relação entre o atributo dureza e a mastigabilidade. Esta relação justifica-se devido a um aumento no número de ciclos de mastigação relacionado ao aumento da dureza.

Neste estudo, os resultados obtidos no atributo dureza (tabela 7 e figura 17) e mastigabilidade (tabela 11 e figura 21) não se diferiram estatisticamente, o que se assemelha com a relação apresentada entre o atributo dureza e a mastigabilidade obtidos na pesquisa de Foster et al. (2011).

5.6 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados dos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global das amostras de queijos Minas Frescal com leite A1A1, A1A2 e A2A2 estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Avaliação Sensorial dos queijos Minas Frescal com 7 dias de fabricação

Tratamento	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
A1A1	7,31 ^A	6,98 ^A	7,00 ^B	7,35 ^A	7,20 ^B
A1A2	7,36 ^A	6,88 ^A	6,71 ^B	7,26 ^A	7,13 ^B
A2A2	7,48 ^A	7,13 ^A	7,36 ^A	7,53 ^A	7,60 ^A
±DP	1,06	0,92	1,25	0,95	0,99
CV (%)	3,72	2,98	6,22	1,27	1,99

Nota: Médias ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes diferem-se significativamente entre si pelo teste SNK ao nível 5% de probabilidade. ±DP = Média Desvio Padrão; CV (%) = Coeficiente de Variação.

Considerando os resultados do teste de aceitação dos queijos Minas Frescal produzidos com leite A1A1, A1A2 e A2A2, a aparência, aroma e textura não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

A aparência é um atributo que reflete diretamente nas características globais, sendo muitas vezes responsável pela aceitação, rejeição, ou preferência de um produto. Devido à padronização e qualidade global do produto, os avaliadores não perceberam nos queijos diferença significativa.

No aroma, situação semelhante à do estudo foi encontrada por OLIVEIRA et al. (2016) ao desenvolver queijos Minas Frescal a partir de leite de cabra em

diferentes metodologias, que pode ser justificada pela característica do aroma ser menos expressiva neste tipo de queijo em comparação aos demais.

A textura é considerada uma característica importante usada principalmente para diferenciar e classificar as variedades de queijos e é considerada pelos consumidores como uma referência na qualidade e preferência (KEALY, 2006). Os avaliadores não perceberam também diferença neste atributo provavelmente pela padronização e boa qualidade do produto apresentado.

No presente trabalho, o atributo sabor teve importância pelos participantes da análise sensorial; foi possível detectar diferença significativa ($p < 0,05$). O atributo sabor é o resultado de uma combinação de sensações (DESIMONE et al., 2013; LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011). Diante dos resultados, o tratamento A2A2 obteve melhor avaliação se comparada aos tratamentos (A1A1) e (A1A2).

Em relação à impressão global, os valores encontrados pelos tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). O tratamento (A2A2) obteve melhor aceitação se comparado com aos tratamentos (A1A1) e (A1A2). Essa maior aceitação do tratamento A2A2 pode estar relacionada ao sabor, visto que ele se sobressaiu diante de seus avaliadores.

De forma geral, os queijos fabricados apresentaram média entre “gostei ligeiramente” e “moderadamente”, notas que mostram uma boa aceitação dos queijos fabricados diante dos avaliadores.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo podem levar às seguintes conclusões:

- As amostras de diferentes genótipos para β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) apresentaram diferença significativa diante de sua composição físico-química.
- Os queijos produzidos com leite β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) no decorrer do tempo de armazenamento apresentaram diferença significativa em seus teores de umidade, gordura no extrato seco, cinzas e pH.
- Os queijos β -caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) apresentaram diferença significativa no rendimento real e ajustado; observou-se maior rendimento no queijo produzido pelo leite A2.
- Os queijos Minas Frescal foram produzidos em 3 tratamentos leite de animais com (Genótipo A1A1, A1A2 e A2A2) e 3 repetições (fabricações) de forma geral apresentaram média entre “gostei ligeiramente” e “moderadamente” e se diferenciaram estatisticamente nos atributos sabor e impressão global.
- Em relação às propriedades da textura: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade, todas obtiveram diferença significativa no decorrer do tempo de estocagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. C. C. **Comportamento da Escherichia coli em queijo Minas Frescal elaborado com utilização de Lactobacillus acidophilus e de acidificação direta com ácido láctico**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.
- ALVES, L. S.; MERHEB-DINI, C.; GOMES, E.; SILVA, R. da; GIGANTE, M. L. Yield, changes in proteolysis, and sensory quality of Prato cheese produced with different coagulants. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.7490-7499, 2013.
- ALFONSO, L.; URRUTIA, O.; MENDIZABAL, J. A. Conversión de las explotaciones de vacuno de leche a la producción de leche A2 ante una posible demanda del mercado: posibilidades e implicaciones. *Información Técnica Económica Agraria*, v. 115, n. 3, 2019.
- ANDRADE, A. A. de; RODRIGUES, M. C. P; NASSU, R. T.; NETO, M. A. S. Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. *In: CONGRESSO LATINO AMERICA DE ANALISTA DE ALIMENTOS*, 15. 2007, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: LACEN, 2007.
- AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; ALBERTO, C. S. S.; GIGANTE, M. L.; SANTOS, M. V. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento de fabricação de queijos minas frescal. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 273-279, 2009.
- AOAC (Association Of Official Analytical Chemistry). Official methods of analysis of AOAC international. Washington: AOAC, 1995
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS. **Queijos - mercado total brasileiro**. Compilado e organizado por Disney Criscione, São Paulo, 2005.
- AUGUSTO, M. M. M; VIOTTO, W. H. Efeito do tipo de coagulante e do cozimento da massa no rendimento de queijo Prato, fabricado em escala industrial. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 63, n. 360, p. 38-46, 2008.
- AHMED, N. H. et al. Improving the textural properties of an acidic-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharid producing cultures. *LWT: Food Science and Technology*, London, v. 38, n. 8, p. 843-847, 2005.
- BARBOSA, Marina Gomes et al. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 26, p. 1-11, 2019.

BELL, S.; GROCHOSKI, G.; CLARKE, A. Health implications of milk containing betacasein with the A2 genetic variant. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v.46, p.93–100, 2006

BHASKARACHARYA, R. K.; SHAH, N. P. Texture and microstructure of skim milk Mozzarella cheeses made using fat replacers. **Australian Journal of Dairy Technology**, [S. l.], v. 56, p. 9-14, 2001.

BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P.; CARVALHO, T. S.; CABRAL, J. F.; GARCIA, J. C.; NICOLAU, E. S.; NEVES, R. B. S.; LAGE, M. E. Chemical profile, somatic cell count and milk production of Holstein, Girolando and Jersolando cows. **Journal of Agricultural Research, African**, v. 10, p. 748-754, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, tipo B, Tipo C e Cru refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 13, 29 set. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 01 de março de 2004. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade em Queijo Minas Frescal – Alteração na “Classificação”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.12, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leite e Produtos Lácteos. Portaria nº 352 de 1997. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 76-78, 1997.

BURITI, F. C. A.; CARDARELLI, H. B.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 1, jan./mar., 2008.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of lactobacillus acidophilus in Minas fresh cheese and implicatons for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, [S. l.], v. 15, n. 12, p. 1279-1288, Dec. 2005.

CAMPOS, A.C. **Efeito do uso combinado de ácido láctico com diferentes proporções de fermento láctico mesófilo no rendimento, proteólise, qualidade microbiológica e propriedades mecânicas do queijo minas frescal**. 2000. 80 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) -Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CARDOSO, R. R. **Influência da microbiota psicrotrófica no rendimento de queijo minas frescal elaborado com leite estocado sob refrigeração**. 2009. 121 f. Tese ("Magister Scientiae")-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, jan. 2010.

CHIA, J.S.J.; MCRAE, J.L.; KUKULJAN, S.; WOODFORD, K.; ELLIOTT, R.B.; SWINBURN, B.; DWYER, K.M. A1 Beta-Casein Milk Protein and Other Environmental Pre-Disposing Factors for Type 1 Diabetes. *Nutr. Diabetes*, v. 7, p. e274, 2017.

CHAUDHARY, V.; RANI, M. R.; KHIRBAT, R. A1/A2 Milk. *The Dairy Ice Cream & Bakery Foods*, p. 2–3, 2018.

DESIMONE J. A.; BEAUCHAMP, G. K.; DREWNOWSKI, A.; JOHNSON, G. H. Sodium in the food supply: challenges and opportunities. **Nutrition Reviews**, [S. l.], v. 71, n.3. p. 55-56, 2013.

DE NONI I, CATTANEO S. Occurrence of bcasomorphins 5 and 7 in commercial dairy products and in their digests following in vitro simulated gastro-intestinal digestion. *Food Chemistry*. 2010;119:560–6.

ELLIOTT, R. B.; HARRIS, D. P.; HILL, J. P.; BIBB, N. J.; WWASMUTH, H. E. Type 1 (insulin dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption. *Diabetologia*, v.42, p.292-296, 1999.

EMMONS, D. B. Definition and expression of cheese yield. In: Factors affecting the yield of cheese. **Bulletin of the International Dairy Special Issue n°9301/IDF**. Brussels, Belgium, cap. 2, p. 12-25, 1993.

FARKYE, N. Cheese technology. **International Journal of Dairy Technology**, [S. l.], v. 57, n. 2/3, p. 91-98, 2004.

FACHINETTO, D.B.; SOUZA, C.F.V. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo colonial, produzido e comercializado por pequenos produtores no Vale do Taquari, RS. *Higiene Alimentar*, v. 24, n. 180-181, p. 64-67, 2010.

FERRAZ, W. M. **Queijo Minas artesanal da Serra da Canastra**: influência do ambiente sobre a maturação. 2016. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) -Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.

FERREIRA, D. F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. Lavras: UFLA, 2000.

FIGUEIREDO, E. L. **Elaboração e caracterização do “Queijo Marajó”, tipo creme, de leite de búfala, visando sua padronização**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

FONTES, Flavia. Tudo o que você precisa saber sobre o leite A2. *Rev. Leite Integral*. 2019.

FOSTER, K. D.; GRIGOR, J. M.; CHEONG, J. N.; YOO, M. J.; BRONLUND, J. E.; MORGENSTERN, M. P. The role of oral processing in dynamic sensory perception. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 76, n. 2, 2011.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of Cheese Ripening. In: **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication, 2000. cap. 11.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. 2. ed. New York: Springer, 2017.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. London: Chapman & Hall, 2004. v. 1.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Editora Globo, 1991.

FURTADO, M. M. **Mussarela**: fabricação e funcionalidade. São Paulo: Editora Setembro, 2016.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos**: causas e prevenção. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos**: causas e prevenção. São Paulo: Editora Fonte Comunicações, 2005a.

FURTADO, M. M. **Quesos típicos de Latinoamérica**. São Paulo: Editora Fonte Comunicações, 2005b.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para a produção industrial de queijos. São Paulo: Ed. Dipemar, 1994.

FURTADO, M. R. A. **Caracterização histórica, tecnologia de fabricação, características físico-químicas, sensoriais, perfil de textura e de comercialização do queijo Reino**. 2008. 95 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

GALLO, L. A. **As proteínas lácteas**. Aditivos & Ingredientes. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ. São Paulo: [s. n.], 2011.

GUINÉ, R.; CORREIRA, P.; CORREIRA, A. Avaliação comparativa de queijos portugueses de cabra e ovelha. **Millenium**, [S. l.], v. 49, p. 111-130, jun./dez. 2015.

GUINEE, T. P.; FOX, P. F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: FOX, P. F. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. London: Elsevier, 1987. v. 1.

GUNASERAKAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and texture**. CRC Press: Boca Raton, 2003.

HO S, WOODFORD K, KUKULJAN S, PAL S. Comparative effects of A1 versus A2 betacasein on gastrointestinal measures: a blinded randomized cross-over pilot study. *Eur J Clin Nutr* 2014;68:994–1000

JAISWAL, K.; DE, S.; SARSAVAN, A. Detection of single nucleotide polymorphism by T-ARMS PCR of cross bred cattle Karan Fries for A1, A2 beta casein types. **Inter. J. Sci. Res. Biol. Sci.**, [S. l.], v. 1, p. 18-20, 2014.

JIANQIN, Sun et al. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk. *Nutrition Journal*. abr. 2016.

JONES, L. V.; PERYAM, D. R.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Food Research**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 512-520, 1955.

KAMIŃSKI, S.; CIEŚLIŃSKA, A.; KOSTRYA, E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. **J Appl Genet**, [S. l.], v. 48, p. 189-198, 2007.

KEALY, T. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid foods. **Food Research International**, [S. l.], v. 39, p. 265-276, 2006.

KEARNEY, J. F.; AMER, P. R.; VILLANUEVA, B. Cumulative discounted expressions of sire genotype for the Complex Vertebral Malformation and β casein loci in commercial dairy herds. **J. Dairy Sci**, [S. l.], v. 88, p. 4426-4433, 2005.

LAUGESSEN, MURRAY; ELLIOTT, BOB R. The influence of consumption of A1 beta-casein on heart disease and Type 1 diabetes. *New Zealand Medical Journal* 116, 2003.

LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 704-706, 2011.

LIMA, T. C. C. **Polimorfismo no gene da β -caseína em rebanhos zebuínos leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

LIPKIN, E.; TAL-STEIN, R.; FRIEDMAN, A.; SOLLER, M. Effect of quantitative trait loci for milk protein percentage on milk protein yield and milk yield in Israeli Holstein dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, [S. l.], v. 91, p. 1614-1627, 2008.

LIVNEY, Y. D. Milk proteins as vehicles for bioactives. **Current Opinion in Colloid & Interfaces Science**, Israel, v. 15, p. 73-83, 2010.

LOPES JUNIOR, J. E. F.; PINTO, C. L. O.; VILELA, M. A. P. Proposta de um manual de boas práticas de fabricação (BPF) aplicado à elaboração do queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, Juiz de Fora, v. 54, n. 309, p. 32-46, jul./ago. 1999.

LUCEY, J.; KELLY, J. Cheese yield. **Journal of the Society of Dairy Technology**, [S. l.], v. 47, n. 1, 1994.

MAZAL, G.; VIANNA, P. C.; SANTOS, M. V.; GIGANTE, M. L. Effect of somatic cell count on prato cheese composition. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 90, p. 630-636, 2007.

MERRIMAN, Tony R. Type 1 diabetes, the A1 milk hypothesis and vitamin D deficiency. *Diabetes Research and Clinical Practice*, Dunedin, v. 83, p. 149-156, 2009.

MILLWARD, Claire et al. Gluten- and casein-free diets for autistic spectrum disorder. *Cochrane Databases of Systematic Reviews*, Derby, Issue 2, p. 1-27, 2008.

MCLACHLAN, C.N. Beta-Casein A1, Ischaemic Heart Disease Mortality, and Other Illnesses. *Med. Hypotheses*, v. 56, p. 262–272, 2001.

MINTEL GROUP Ltda. **Cheese in Brazil (2014) – Market Sizes**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em:
<http://store.mintel.com/cheese-in-brazil-2014-market-sizes>. Acesso em: 09 jan. 2018.

MORRIS, H. A.; GUINNE, T. P.; FOX, P. F. Salt diffusion in cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 8, p. 1851-1858, Aug. 1985.

NALDINI, M. C. M. **Comportamento diferencial de *Listeria monocytogenes* em queijos Minas Frescal elaborados pelo método convencional e por acidificação direta**. 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

NETO, R. J. **Avaliação tecnológica e físico química de queijo tipo Minas Frescal obtido a partir do leite concentrado por ultrafiltração**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

NGUYEN, D. D.; JOHNSON, S. K.; BUSETTI, F.; SOLAH, V. A. Formation and degradation of b-casomorphins in dairy processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v.55, p.1955-1967, 2015.

OLENSKI, K.; KAMINSKI, S.; SZYDA, J.; CIESLINSKAT, A. Polymorphism of the beta-casein gene and its association with breeding value for production traits of Holstein-Frisian bulls. **Livestock Science**, [S. l.], v. 131, p. 137-140, 2010.

OLIVEIRA, G. B. **Detecção da adição fraudulenta de soro de queijo em leite: Interferência da atividade de proteases bacterianas**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Soropédia, 2009b.

OLIVEIRA, G. B.; GATTI, M. D. do S.; VALADÃO, R. C.; MARTINS, J. F. P.; LUCHESE, R. H. Detecção da adição fraudulenta de soro de queijo em leite: interferência da atividade de proteases bacterianas. **Revista do Instituto de**

Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 64, n. 367/368, p. 56-65, mar./jun. 2009.

OLIVEIRA, K. A. M.; JARDIM, D. M.; CHAVES, K. S.; OLIVEIRA, G. V.; VIDIGAL, M. C. T. R. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de queijo Minas Frescal de leite de cabra desenvolvido por acidificação direta e fermentação láctica. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 71, n. 3, p. 166-178, 2016a.

OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V.; VIDIGAL, M. C. T. R. Goat milk frozen yogurt cajá (*Spondias mombin* L.) flavor: development and sensory acceptance of exotic food. **Current Nutrition & Food Science**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 105-112, 2016b.

PAL, S., WOODFORD, K., KUKULJAN, S. & HO, S. Milk intolerance, beta-casein and lactose. *Nutrients* **7**, 7285–7297 (2015).

PASTORINO, A.J.; RICKS, N.P.; HANSEN, C.L.; McMAHON, D.J. Effect of calcium and water injection on structure-function relationships of cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 105-113, jan. 2003.

PAYNE, M. R.; MORISON, K. R. A multi-component approach to salt and water diffusion in cheese. **International Dairy Journal**, Huntingdon, [S. l.], v. 9, n. 12, p. 887-894, 1999.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-Química do Leite e Derivados: Métodos Analíticos**. 2. ed. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2001.

PRAKASH, G.; ANILKUMAR, K. A1 and A2 – a review. *Journal of Indian Veterinary Association*, Kerala, v. 15, n. 2, p. 5-11, 2017.

ROCHA, A. M. P. **Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SÁ, J. F. O. **Caracterização microbiológica de doce de leite, leite condensado e queijo Minas Padrão por metodologia clássica e padronização de multiplex para detecção de patógenos por PCR em tempo real**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

SANGALETTI, N.; PORTO, E.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; YAGASAKI, C.; DEA, R.; SILVA, M. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 262-269, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001.

SILVEIRA, A. C. **Fabricação e avaliação da maturação de queijo Prato obtido a partir de leite pré-acidificado com CO₂ e redução de coagulante**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SIQUEIRA, I. M. C.; GLORIA, M. B. A.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R.; SANTOS, M. M. F. Caracterização físico-química de quatro tipos de soro de queijo. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 225-227, 2002.

SOBRAL, D.; PAULA, J. C. J. de; SILVA, P. H. F. da. Queijo de coalho: características e tecnologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p. 57-62, 2007.

SOUZA, V. M.; CALDEIRA, L. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; ANTUNES, A. P. da S.; RUAS, J. R. M.; SANTANA, P. F.; COSTA, N. M.; BORGES, L. D. A. Efeito de níveis crescentes de ureia na alimentação de vacas sobre o rendimento, composição, perfil de ácidos graxos e sensorial do queijo minas frescal. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 22, n. 2, p. 107-113, 2015.

SOKOLOV, Oleg et al. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity. *Peptides*, v. 56, p. 68-71, jun. 2014.

SPADOTI, L. M.; DORNELLAS, J. R. F.; PETENATE, A. J.; ROIG, S. M. Avaliação do rendimento do queijo tipo prato obtido por modificações no processo tradicional de fabricação. **Ciênc. Tecnol. Alimentos**, São Paulo, v. 23, n. 03, p. 492-499, 2003.

STAMPANONI, C. R.; NOBLE, A. C. The influence of fat and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs: a scalar study. **Journal of Texture Studies**, [S. l.], v. 22, p. 367-380, 1991.

SULIMOVA, G. E.; AZARI, M. A.; ROSTAMZADEH, J.; ABADI, M. R. M.; LAZEBNY, O. E. κ -casein gene (CSN3) allelic polymorphism in Russian cattle breeds and its information value as a genetic marker. **Russ. J. Genet.**, [S. l.], v. 43, n. 1, p. 73-79, 2007.

SHARMA, Veena et al. High resolution melt curve analysis for the detection of A1, A2 β -casein variants in Indian cows. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, v. 3, n. 1, p. 144-148, 2013.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. **Tabela de valor nutricional**. 4. ed. rev. aum. Campinas: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 11 out. 2018.

TAILFORD, Kristy A. et al. A casein variant in cow's milk is atherogenic. *Atherosclerosis*, Queensland, v. 170, n. 1, p.13-19, set. 2003.

TEODORO, V. A. M. Efeito do uso de nisina no desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* e nas propriedades do queijo Minas artesanal da serra da Canastra – MG. 2012. 133 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 4. ed. Santa Maria: UFSM, 1997.

TUNICK, M. H.; COOKE, P. H.; MALIN, E. L.; SMITH, P. W.; HOLSINGER, V. H. Reorganization of casein submicelles in Mozzarella cheese during storage. **International Dairy Journal**, [S. l.], v. 7, p. 149-155, 1997.

VAN SLYKE, L. L.; PRICE, W. V. **Cheese**. Ohio, USA: Riggeview Publish Company, 1979.

VERCESI FILHO, A. E. Identificação de alelos para o gene da betacaseína na raça Gir Leiteiro. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, dez. 2011. Semestral.

VIEIRA, L. C.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B. **Tecnologia de fabricação do queijo minas frescal**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

VINHA, M. B.; PINTO, C. L. O.; SOUZA, M. R. M.; CHAVES, J. B. P. Fatores socioeconômicos da produção de queijo Minas Frescal em agroindústrias familiares de Viçosa, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, 2010.

WEAVER, Connie et al. Milk and dairy products as part of the diet. In: FAO. Milk and products in human nutrition. Rome, cap.4, p. 103-206, 2013.

WOODFORD, K. A1 beta-casein, type 1 diabetes and links to other modern illnesses. In: INTERNATIONAL FEDERATION WESTERN PACIFIC CONGRESS, 2008, [S. l.]. **Anais** [...] [S. l.: s. n.], 2007.

YAZICI, F.; DERVISOGLU, M. Effect of pH adjustment on some chemical biochemical and sensory properties of civil cheese during storage. **Journal of Food Engineering**, London, v.56, n.4, p. 361-369, 2003.

YE, R.; HARTE, F. Casein maps: effect of ethanol, pH, temperature, and CaCl_2 on the particle size of reconstituted casein micelles. **Journal of Dairy Science**, United States, v. 96, p. 799–805, 2013.

ZENEBON, O.; PASCUCT, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), DA EMBRAPA GADO DE LEITE (CEUA/EGL), PROTOCOLO Nº 3390040418



**Comissão de Ética
no Uso de Animais**

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Associação de SNPs do gene da beta-caseína com aspectos tecnológicos para fabricação de queijo Minas Frescal - atividade integrante do projeto Detecção de assinaturas de seleção em bovinos a partir de dados gerados por sequenciamento de nova geração (02.13.05.011.00.00)", protocolada sob o CEUA nº 3390040418, sob a responsabilidade de **Marta Fonseca Martins** e equipe; Gilmar Pereira Alvim; Hyago Passe Pereira; Klínger Aparecido de Souza; Fernanda Damasceno Soares - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Leite (CEUA/EGL) na reunião de 03/05/2018.

We certify that the proposal "Association of beta-casein gene SNPs with technological aspects for cheese manufacturing Minas Frescal - activity of the project Detection of selection signatures in cattle from data generated by new generation sequencing (02.13.05.011.00.00)", utilizing 90 Bovines (90 females), protocol number CEUA 3390040418, under the responsibility of **Marta Fonseca Martins** and team; Gilmar Pereira Alvim; Hyago Passe Pereira; Klínger Aparecido de Souza; Fernanda Damasceno Soares - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Embrapa Gado de Leite Corporate (CEUA/EGL) in the meeting of 05/03/2018.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **06/2018** a **12/2019**

Area: **Núcleo Produção E Bem Estar Animal**

Origem:	Campo Experimental José Henrique Bruschi			
Espécie:	Bovinos	sexo:	Fêmeas	idade: 2 a 5 anos N: 50
Linhagem:	Holandês			Peso: 200 a 500 kg
Origem:	Campo Experimental José Henrique Bruschi			
Espécie:	Bovinos	sexo:	Fêmeas	idade: 2 a 5 anos N: 40
Linhagem:	Mestiço			Peso: 200 a 500 kg

Resumo: Aproximadamente 90 vacas em lactação dos Sistemas de Gado Puro e Mestiço serão genotipadas para os genes da beta-caseína e beta-lactoglobulina, utilizando metodologia padrão do laboratório descrita no Manual de Procedimentos do Laboratório de Genética Molecular. Serão formados três grupos de acordo com os três genótipos para beta-caseína (A1A1, A2A2, A1A2), com dez animais cada, balanceados de acordo com o estágio de lactação. O leite produzido por essas vacas será coletado separadamente para produção de queijo Minas Frescal (QMF), em torno de 10 L/ vaca. O leite coletado será transportado em latão higienizado do CEJHB para o Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Esse leite será processado separadamente por animal e seguirá o fluxo comercial para fabricação de QMF. Serão feitas as seguintes análises: 1 - Físico-químicas (acidez, pH, gordura, gordura no extrato seco, cinzas e umidade), 2 - Rendimento de Fabricação de QMF, 3 - Sensorial (aparência, textura, sabor, aroma e aceitação global) e 4 - Índice de Proteólise de QMF. Dois procedimentos serão realizados na Embrapa: genotipagem das vacas em lactação e coleta de leite.

Local do experimento: Sistemas de Gado Puro e Mestiço

Juiz de Fora, 07 de maio de 2018

Dra. Glaucyana Gouvêa dos Santos
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Embrapa Gado de Leite

Dra. Leticia Sayuri Suzuki
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Embrapa Gado de Leite

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Leite A1 e A2

Pesquisador: MARTA FONSECA MARTINS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 93218318.9.0000.5147

Instituição Proponente: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Patrocinador Principal: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.871.987

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar aspectos tecnológicos e sensoriais de queijo Minas Frescal produzido de leite de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

Objetivo Secundário:

1 - Caracterizar físico-quimicamente queijos Minas Frescal produzidos a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

2 - Determinar o rendimento obtido na produção de queijos Minas Frescal produzido a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

3 - Verificar os atributos de aparência, textura, sabor e aceitação global de queijos Minas Frescal produzido a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2).

4 - Avaliar o índice de proteólise de queijos Minas Frescal produzido a partir de leite de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína (A1A1, A1A2 e A2A2) em diferentes tempos de maturação.

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A probabilidade de desconforto durante o teste de aceitação sensorial será mínima uma vez que se trata de um produto alimentício. Para assegurar a segurança do alimento serão realizados testes microbiológicos (Coliforme, Staphylococcus coagulase positiva, Listeria e Salmonella), conforme preconiza a legislação nacional vigente (BRASIL, 2006 e 2011). Além dos testes microbiológicos, todo o processo de fabricação seguirá o que determina a legislação brasileira (BRASIL, 2006) para manipulação de alimentos. Os provadores não serão identificados e terão sua identidade preservada, conforme estabelecido no TCLE. Assim o risco individual, coletivo e ambiental é mínimo. Como benefício espera-se que os resultados da pesquisa preencham uma lacuna do conhecimento quanto aos aspectos tecnológicos para produção de queijo Minas Frescal derivado de leite produzido de vacas com diferentes genótipos para beta-caseína. Atualmente há uma demanda muito grande por esse tipo de informação. Assim além da comunidade científica, pode-se elencar como beneficiários dos resultados, os produtores de leite, laticínios, indústria de alimentos e consumidores de produtos lácteos, tanto os que consomem regularmente quanto os que relatam problemas de intolerância e alergia, já que o leite A2 é apontado como tendo uma maior digestibilidade.

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em

linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: agosto de 2019.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 04 de Setembro de 2018

Assinado por:
Helena de Oliveira
(Coordenador)

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Convidamos você a participar como voluntário (a) da pesquisa _____. O motivo pelo qual realizaremos esta pesquisa é que há estudos os quais mostram que o alelo A1 está associado a casos de doenças e alergia. Diferentemente, o alelo A2 não está associado a casos de doenças e existe associação genética favorável na obtenção de leite com maior teor gordura e proteína. A partir desses dados, a produção do Queijo Minas Frescal vem como uma alternativa mais saudável, trazendo consigo um produto não alergênico, feito com leite com maior teor de gordura e proteínas características desejáveis para uma maior obtenção de rendimento em queijos. Nesta pesquisa pretendemos avaliar os aspectos tecnológicos do Queijo Minas Frescal produzido por leites de vacas com diferentes genótipos (A1A1, A1A2 e A2A2). Caso você concorde em participar, executaremos as seguintes atividades: primeiramente você deverá se sentar e se posicionar; em seguida, deverá degustar os pedaços de amostras de Queijos Minas Frescal apresentadas em pratos plásticos devidamente codificados. Para abrir a discussão, o líder do painel solicitará a cada um de vocês, avaliadores, que marquem as características que melhor descrevem os produtos avaliados e suas definições nas fichas apresentadas. Se você for **alérgico à proteína do leite ou intolerante à lactose**, não deverá participar desta pesquisa. Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira; terá todas as informações que quiser sobre a pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, poderá voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. Sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não lhe trará qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável:

CEP:

Fone:

E-mail:

