

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANT'ANA

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, TECNOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJO MINAS FRESCAL ELABORADO
COM LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA E SUA MISTURA

João Pessoa - PB

2013

AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANT'ANA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, TECNOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJO MINAS FRESCAL ELABORADO
COM LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA E SUA MISTURA**

João Pessoa - PB

2013

AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANT'ANA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, TECNOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJO MINAS FRESCAL ELABORADO
COM LEITE DE CABRA, LEITE DE VACA E SUA MISTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Leite de Souza

João Pessoa - PB

2013

S232c Sant'Ana, Amanda Marília da Silva.

Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de queijo minas frescal elaborado com leite de cabra, leite de vaca e sua mistura / Amanda Marília da Silva Sant'Ana.-- João Pessoa, 2013.

78f. : il.

Orientadora: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

Co-orientador: Evandro Leite de Souza

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Caprinocultura. 3. Produtos lácteos. 4. Queijos. 5. Controle de qualidade.

UFPB/BC

CDU: 664(043)

AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANT'ANA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE
QUEIJO MINAS FRESCAL ELABORADO COM LEITE DE CABRA, LEITE DE
VACA E SUA MISTURA**

Dissertação **APROVADA** em 15/02/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
DN/CSS/UFPB
- Orientadora -

Prof^a. Dr^a. Marciane Magnani
DEA/CT/UFPB
- Examinador Interno -

Prof^a Dr^a Tatiane Santi Gadelha
DBM/CCEN/UFPB
- Examinador Externo -

*À melhor mãe do mundo: Maria Suely,
Pelo seu imenso amor e por ter sonhado este sonho primeiro.
DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre comigo, em todos os momentos da minha vida, por me fortalecer, proteger e amar de forma inexplicável;

A toda minha família, em especial minha mãe Maria Suely, meu pai Naelson Dias, minhas irmãs Ariely, Ana, Anne e Karollayne, meus avós Antônio e Ana, pelo amor, incentivo, preocupação, apoio e confiança;

Ao meu namorado José Evangelista, pelo seu amor e companheirismo, pelo apoio em todos os momentos, por confiar e cuidar de mim;

À minha orientadora Prof. Dr^a Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, pela orientação, ensinamentos, oportunidade, confiança e por todos os momentos compartilhados;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Evandro Leite de Souza, por suas valiosas contribuições, ensinamentos e pela constante disponibilidade;

A professora Dr^a Marciane Magnani e a Prof. Dr^a Tatiane Santi Gadelha pela disponibilidade, apoio e sugestões para o meu trabalho;

A Prof. Dr^a Maria Lúcia da Conceição e Ana Sancha Malveira Batista, pelos ensinamentos, incentivo e amizade;

A Prof. Dr^a Marta Suely Madruga, pelo apoio e suporte fornecido durante a realização deste trabalho;

A Karla Kaligia, Nereide Serafim, Rilavia Almeida, Heloisa Almeida e Ianna Lôbo, pela amizade e momentos divididos desde a graduação;

À equipe do Laboratório de Bromatologia Andreza, Fabrícia, Franciely, Cesino, Janne, Quênia, Ilsa, Bárbara, Whyara, Eduardo e Elieidy, por todos os momentos de amizade e companheirismo nesta fase de nossas vidas;

A Neusa, Priscila, Taliana e Narciza pelo auxílio na realização das análises microbiológicas e instrumentais;

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa durante o curso;

Aos Setores de Caprinocultura e de Bovinocultura, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, pelo fornecimento dos leites;

Muito Obrigada a todos!

Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano.

Mas sem ele, o oceano seria menor.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

O queijo minas frescal é um derivado lácteo tradicional brasileiro, com grande aceitação no mercado nacional. O desenvolvimento de novas tecnologias que possam contribuir para seu aprimoramento representa uma alternativa de inovação no mercado de produtos lácteos. Este trabalho objetivou caracterizar queijo minas frescal elaborado com leite de cabra (QMC), leite de vaca (QMV) e sua mistura (QMM) quanto aos parâmetros nutricionais, tecnológicos e sensoriais durante 21 dias de armazenamento refrigerado. Os queijos foram submetidos às análises microbiológicas, físico-químicas, proteólise, cor e textura instrumental, perfil de ácidos graxos e análise sensorial. O rendimento do processo de obtenção dos queijos e sua composição química não foram influenciados pelo tipo de leite empregado ($P > 0,05$), exceto o conteúdo de lactose ($P < 0,05$). O pH e o teor de umidade reduziram ao longo do armazenamento refrigerado, sendo observado também aumento da sinerese e acidez em todos os queijos. Na primeira semana de estocagem, foram observados para o QMM e QMC valores médios mais elevados do índice de extensão da proteólise, enquanto que o índice de profundidade da proteólise aumentou entre o décimo quarto dia e vigésimo primeiro dia de armazenamento, não diferindo entre os queijos analisados. Ainda, foi observada uma redução na dureza para todos os queijos durante o período de armazenamento de 21 dias. A avaliação de cor revelou queijos que possuem alta luminosidade (L^*), com predomínio do componente amarelo (b^*). Os maiores teores ($P < 0,05$) de ácido graxo caprílico (C8:0), cáprico (C:10), oleico (C18:1n9cis) e linoleico (C18:2n6cis) foram observados no QMC e QMM. A análise Descritiva Quantitativa (ADQ) permitiu caracterizar os queijos como macios, homogêneos e de aparência lisa, sendo as principais diferenças observadas relacionadas à aspectos de cor, sabor e aroma. O teste de intenção de compra indicou que os julgadores certamente comprariam o QMV e QMM ou possivelmente comprariam o QMC, sugerindo uma possível aprovação dos queijos pelos provadores. Os resultados do presente estudo indicam que o desenvolvimento de queijo minas frescal elaborado com a mistura de leite caprino e leite bovino pode ser uma alternativa viável para o mercado de derivados lácteos, pois é um produto diferenciado, com qualidade sensorial e nutricional satisfatória para os consumidores.

Palavras-chave: caprinocultura, produtos lácteos, controle de qualidade, queijos.

ABSTRACT

Minas frescal cheese is a traditional dairy product in Brazil, widely appreciated by national consumers. The development of novel technologies that can contribute to its enhancement represent a market innovation alternative for dairy products. This research aimed to characterize minas frescal cheeses elaborated with goat milk (CGM), cow milk (CCM) and the mixture of both (CCGM), comparing them with respect to nutritional, technological and sensory parameters during 21 days of refrigerated storage. The microbiological quality, physicochemical properties, proteolysis index, color parameters, texture profile, fatty acids profile and sensory aspects were evaluated in all cheese samples. The yield of the manufacturing process and chemical composition of the cheeses were not influenced by the type of milk used ($P > 0.05$), excepted the lactose content ($P < 0.05$). Decreases in pH values and moisture content accompanied by an increase of syneresis and acidity values were observed in all chesses during the refrigerated storage for 21 days. Higher mean values for the extent of proteolysis index were finding on the first week of storage, especially to the CCGM and CGM, while the depth of proteolysis index increased on the last week of storage, but with no difference among the cheeses analyzed. Texture analysis demonstrated a decrease in hardness values for all cheeses during the refrigerated storage. Color assay revealed the high lightness (L^*) and the prevalence of the yellow component (b^*) for the cheeses. The highest values ($P < 0.05$) of caprylic acid (C8:0), capric acid (C10:0), oleic acid (C18:1n9cis) and linolenic acid (C18:2n6cis) were observed in CGM and CCGM. Concerning Quantitative Descriptive Analysis (QDA) all chesses were considered soft, homogeneous and smooth appearance, the main differences were related to color, taste and aroma aspects. In addition, purchase intent test showed that the evaluators certainly would buy the CCM and CCGM or possibly would buy the CGM, suggesting a possible acceptance of the cheeses by the evaluators. The results of the present research indicated that the Minas frescal cheese elaborated with the mixture of goat and cow milk can be a viable alternative to the dairy products market, being considered a novel product with satisfactory sensory and nutritional quality for consumers.

Keywords: goat raising, dairy products, quality, cheeses

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Distribuição da população de caprinos e da produção de leite caprino no Brasil entre os anos de 2005 a 2010.....	18
Quadro 2	Composição percentual média de alguns nutrientes do leite de cabra e vaca.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Rebanho caprino no mundo (2000 – 2010).....	17
Figura 2	Representação esquemática da coagulação enzimática do leite.....	23
Figura 3	Fluxograma de elaboração do queijo minas frescal.....	32

ARTIGO

Figure 1	Mean values for pH (a), titratable acidity in lactic acid (b), syneresis (c) of Minas fresh cheeses made with cow milk (CCM: —◆—), goat milk (CGM:▲.....) or the mixture of the two (CCGM: --■--) and stored for 21 days at 7 °C.....	70
Figure 2	Mean extent of proteolysis index (a) depth of proteolysis index (b) values for cheese made with cow milk (CCM: - ◆ -), goat milk (CGM:▲.....) and a mixture of the two (CCGM: --■--) during 21 days of storage at 7 °C.....	71
Figure 3	Graphic representation of the sensory evaluation by quantitative descriptive analysis (QDA) of Minas fresh cheese made with cow milk (CCM: —), goat milk (CGM:) and the mixture of the two (CCGM: ----) during storage at 7°C. (a): 7 days of storage (b): 14 days of storage.....	72
Figure 4	Principal Component Analysis (PCA) of the sensory attributes of Minas fresh cheese made with cow milk (CCM), goat milk (CGM) and the mixture of the two (CCGM).....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características físicas e químicas dos leites caprino e bovino utilizados como matérias primas para elaboração do queijo minas frescal.....	31
-----------------	---	----

ARTIGO

Table 1	Mean yield (kg L^{-1}) and chemical composition (g 100 g^{-1}) values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk or a mixture of the two.....	66
Table 2	Mean colour parameter values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk and the mixture of the two during 21 days of storage at 7 °C.....	67
Table 3	Mean instrumental texture profile values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk and the mixture of the two during 21 days of storage at 7 °C.....	68
Table 4	Mean fatty acid majority content values (g^{-1}) in 100 grams of Minas fresh cheese produced with cow milk, goat milk and the mixture of the two after 7 and 14 days of storage at 7 °C.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FAO - Food and Agricultural Organization

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CLA - Ácido Linoleico Conjugado

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

H⁺ - Íon hidrogênio

pH - Potencial hidrogeniônico

°C - Graus celsius

NaCl - Cloreto de sódio

Ca²⁺ - íon cálcio

Na⁺ - íon sódio

Kg - Quilograma

CCS - Centro de Ciências da Saúde

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

CT - Centro de Tecnologia

CCHSA - Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias

mL - Mililitro

L - Litro

cm - Centímetro

h - Hora

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

APHA - American Public Health Association

NMP - Número Mais Provável

g - Grama

TCA - Ácido Tricloroacético

TPA - Perfil de Textura Instrumental

ADQ - Análise Descritiva Quantitativa

ANOVA - Análise de Variância

ACP - Análise dos Componentes Principais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 CAPRINOCULTURA LEITEIRA.....	17
2.2 CARACTERÍSTICAS DO LEITE CAPRINO E DO LEITE BOVINO.....	19
2.3 QUEIJOS.....	21
2.4 QUEIJO MINAS FRESCAL.....	24
2.5 DERIVADOS LÁCTEOS MISTOS.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO E MATÉRIA-PRIMA.....	28
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
3.3 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS FRESCAL.....	29
3.4 ANÁLISES.....	30
3.4.1 Avaliação do rendimento e sinerese.....	30
3.4.2 Análises físicas e químicas.....	30
3.4.3 Análises microbiológicas.....	31
3.4.4 Índice de extensão e profundidade da proteólise.....	31
3.4.5 Perfil de textura instrumental.....	31
3.4.6 Análise de cor instrumental.....	32
3.4.7 Perfil de ácidos graxos.....	32
3.4.8 Análise sensorial.....	33
3.4.9 Análise estatística.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
4 RESULTADOS.....	42
APÊNDICES.....	69
ANEXOS.....	72

1 INTRODUÇÃO

O queijo minas frescal é um dos derivados lácteos mais tradicionais produzidos no Brasil, com grande aceitação no mercado nacional. A importância deste tipo de queijo está relacionada ao elevado rendimento, baixo custo do produto final e simplicidade no processo de fabricação, que torna o produto atraente para a indústria de laticínios. De acordo com Andreatta et al. (2009), o queijo minas frescal representa quase 10% do total de queijos produzidos no país.

Queijos elaborados com leite caprino são consumidos em todo o mundo e, associado ao incremento da produção de leite de cabra nos últimos anos, a procura por produtos lácteos caprinos no Brasil tem aumentado (SANTOS et al., 2012). No entanto, a carência de tecnologia, associada à escassez de pesquisas que evidenciem a qualidade dos produtos de leite caprino constituem-se como as principais limitações para a produção sustentável e desenvolvimento da agroindústria brasileira de produtos lácteos caprinos (SANTOS et al., 2011). Além disso, alguns aspectos sensoriais dos produtos caprinos, tais como sabor e aroma mais pronunciados, constituem-se como fatores importantes que influenciam a aceitação destes produtos pelos consumidores (DUBEUF, 2005).

A elaboração de produtos lácteos utilizando leite caprino em mistura com o leite bovino pode representar uma oportunidade para diversificar o mercado de laticínios, uma vez que permite desenvolver produtos com valor agregado e com características particulares, quando comparado aos produtos elaborados apenas com leite de vaca (VARGAS et al., 2008)

As características benéficas do leite caprino em relação ao leite bovino estão associadas à composição química constituída de proteínas de alto valor biológico e com menor potencial alergênico, glóbulos de gordura de menor diâmetro, que permite maior digestibilidade, conteúdo mineral e vitamínico superior em relação à cálcio, ferro, zinco, magnésio, vitaminas do complexo A e B e perfil de ácidos graxos menos aterogênico, caracterizando o leite de cabra como um alimento de elevado valor nutricional e capaz de proporcionar benefícios à saúde do consumidor (HAENLEIN, 2004; PARK et al., 2007; SLACANAC et al., 2010).

O desenvolvimento de novas tecnologias, com a utilização de leite caprino em mistura com o leite bovino na fabricação de queijo minas frescal, representa uma alternativa de inovação no mercado de derivados lácteos bem como pode contribuir para a disponibilização de produtos que possam ampliar o consumo de produtos elaborados com leite de cabra. Além

disso, estudos que visem investigar as características de queijos mistos de leite de cabra e de vaca são de fundamental importância para disseminar as vantagens nutricionais, tecnológicas e socioeconômicas do leite caprino, valorizando assim, a atividade da caprinocultura leiteira.

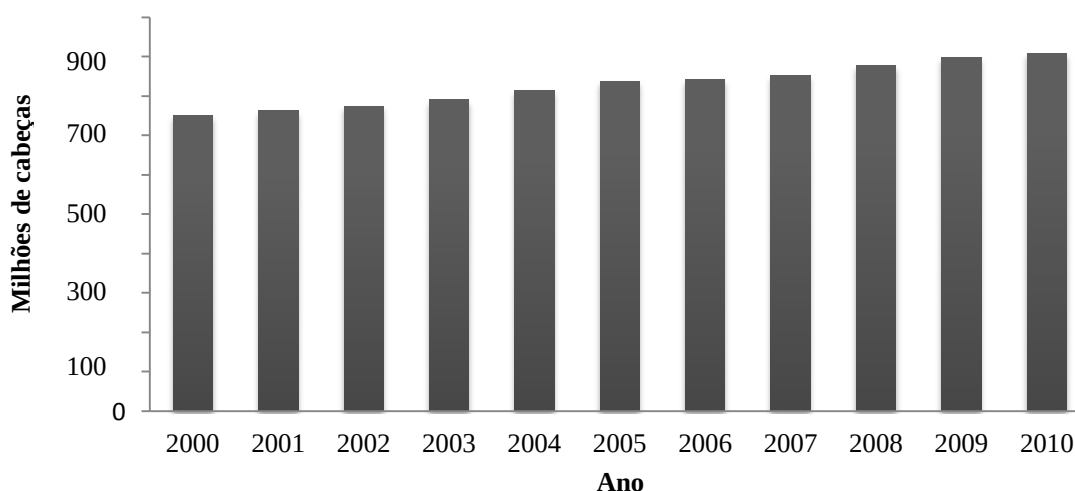
Diante destes aspectos, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar queijo minas frescal elaborado com leite de cabra, leite de vaca e com a sua mistura quanto aos parâmetros nutricionais, tecnológicos e sensoriais durante 21 dias de armazenamento refrigerado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAPRINOCULTURA LEITEIRA

A criação de cabras para a produção de leite é de fundamental importância em diversos países especialmente no Mediterrâneo, Oriente médio, Europa Oriental e países Sul Americanos (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010). No cenário mundial, a população de caprinos vem aumentando a cada ano durante a última década (Figura 1), atingindo mais de 900 milhões de cabeças em 2010. De acordo com a *Food and Agricultural Organization* (FAO, 2012), em 2010 o Brasil possuía cerca de 9.312.780 caprinos, constituindo o décimo sétimo maior rebanho do mundo e contribuindo com apenas 0,8% da produção mundial de leite de cabra no mesmo ano.

Figura 1 - Rebanho caprino no mundo (2000 – 2010)



Fonte: FAO, 2012

Assim como a população de caprinos, a produção mundial de leite de cabra vem aumentando a cada ano e, em 2010, atingiu a marca dos 17.374.310 milhões de litros produzidos (FAO, 2012). No cenário brasileiro, a caprinocultura se comporta de forma diferente, de modo que entre os anos de 2005 a 2010, a população de caprinos decresceu enquanto que a produção de leite de cabra aumentou (Quadro 1).

Quadro 1 - Distribuição da população de caprinos e da produção de leite caprino no Brasil entre os anos de 2005 a 2010

Ano	População de caprinos (milhões/cabeças)	Produção de leite caprino (mil toneladas)
2005	10.306.700	144.607
2006	10.401.400	146.829
2007	9.450.310	136.500
2008	9.355.010	139.586
2009	9.163.560	143.768
2010	9.312.780	148.149

Fonte: FAO, 2012

A produção leiteira de 148,1 mil toneladas em 2010 colocou o país em 20º lugar no ranking mundial de produção de leite de cabra, sendo superado por países como Índia (1º), França (5º), Espanha (6º) e Grécia (8º) (FAO, 2012). Possivelmente, a produção de leite de cabra seja muito maior do que as estatísticas oficiais, em virtude da grande quantidade de consumo doméstico não declarada, em especial nos países em desenvolvimento (HAENLEIN, 2004).

No Brasil, a produção de leite caprino está concentrada principalmente nos estados da região Nordeste, Sul e Sudeste, explicada pelo fato de que em torno de 74% do rebanho mundial de caprinos encontram-se difundidos nas regiões tropicais e áridas (COSTA; QUEIROGA; PEREIRA, 2009). O Nordeste brasileiro concentra mais de 90% do rebanho nacional com 8.458.578 cabeças e o estado da Paraíba possui cerca de 600.607 caprinos, ocupando o 5º lugar no efetivo do rebanho nacional desta espécie animal (IBGE, 2010). Nesta região, recentemente iniciou-se um sistema de aquisição, industrialização e distribuição de leite com os programas institucionais de governos estaduais (CORDEIRO; CORDEIRO, 2009).

A produção e consumo de leite e derivados caprinos podem aumentar devido ao desenvolvimento da agricultura familiar, principais produtores do leite; ao interesse de alguns profissionais por queijos finos e iogurtes e pela recomendação médica deste leite aos indivíduos intolerantes ao leite bovino (HAENLEIN, 2004). No entanto, Park (2005) ressaltou que os dois maiores entraves no *marketing* do leite de cabra são a percepção negativa do “gosto de cabra” por alguns consumidores e a produção sazonal do leite.

Essas dificuldades, associadas à escassez de pesquisas que evidenciem a qualidade dos produtos lácteos caprinos (SANTOS et al., 2011) bem como a ausência de melhores opções

para a comercialização do leite “in natura” torna o setor de lácteos caprinos subexplorado, o que pode ser minimizado com investimentos financeiros e valorização de produtos de leite de cabra com potencial de exploração por parte dos pequenos, médios e grandes produtores, como também sua exploração em escala industrial.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO LEITE CAPRINO E DO LEITE BOVINO

O leite caprino difere do leite bovino em várias propriedades e características físico-químicas, que explicam as principais diferenças no seu comportamento tecnológico (PARK et al., 2007). A composição química do leite de cabra, constituída de proteínas de alto valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de conteúdo mineral e vitamínico qualifica este leite como um alimento de elevado valor nutricional, com grande importância na alimentação infantil pelas características de hipoalergenicidade (HAENLEIN, 2004).

De acordo com Park et al. (2007), o conhecimento da composição e das propriedades físico-químicas próprias do leite caprino são essenciais para o desenvolvimento bem sucedido da caprinocultura leiteira, bem como para a comercialização dos produtos. As características do leite caprino podem ser influenciadas por fatores genéticos, fisiológicos, climáticos e, principalmente, de origem alimentar (COSTA; QUEIROGA; RIBEIRO, 2009).

O leite caprino é muito semelhante ao leite bovino em virtude da composição básica (incluindo sólidos totais, sólidos não gordurosos, proteínas, gordura, lactose, cinzas e sais minerais). As caseínas principais do leite de cabra são as mesmas do leite de vaca, sendo α 1-caseínas, α 2-caseínas, β -caseínas e κ -caseínas (PARK et al., 2007) e a lactose constitui o carboidrato principal de ambos os leites (SILANIKOVE et al., 2010; PARK et al., 2007). No Quadro 2, resume-se comparativamente a composição média de alguns nutrientes do leite de cabra e de vaca, obtidas de diferentes pesquisas.

Quadro 2 – Composição média percentual de alguns nutrientes do leite de cabra e vaca

Autores	Gordura (%)		Proteína (%)		Lactose (%)	
	Vaca	Cabra	Vaca	Cabra	Vaca	Cabra
Ceballos et al. (2009)	3,42	5,23	2,82	3,48	4,47	4,11
Park et al. (2007)	3,60	3,80	3,20	3,40	4,70	4,10
Vargas et al. (2008)	3,65	4,82	3,10	3,62	4,84	5,02
Sheehan et al. (2009)	3,70	3,53	3,27	2,91	4,57	4,28

Com relação às principais diferenças entre o leite caprino e o leite bovino, estas estão relacionada às variações na proporção das diferentes frações de caseína (α 1- caseína, α s2- caseína, k-caseína, β -caseína), na estrutura e tamanho dos glóbulos de gordura e nas micelas proteicas (VARGAS et al., 2008). A caseína do leite da cabra possui uma maior quantidade de β -caseína, α s-2 caseína, apresentando quantidade inferior de α -s1 caseína. Tomotake et al. (2006), relataram 3,9% e 33,7% de α s1-caseína em leite caprino e em leite bovino, respectivamente. Silva (2007) detectou conteúdo de β -caseína de 67,4% no leite caprino e 43,3% no leite bovino.

A segunda característica que difere o leite caprino do leite bovino refere-se ao tamanho dos glóbulos de gordura e a composição dos ácidos graxos. Estas duas particularidades da gordura de leite da cabra têm consequências importantes para a fabricação de derivados lácteos. O tamanho menor dos glóbulos de gordura no leite de cabra em comparação com aqueles no leite de vaca (o número de glóbulos de gorduras menores de 5 μ m é aproximadamente 60% no leite de vaca enquanto que no leite de cabra é de aproximadamente 80%), resultam na textura mais macia e suave dos produtos de leite de cabra (SILANIKOVE et al., 2010).

Em relação aos ácidos graxos, o leite caprino em comparação ao leite bovino, possui conteúdo superior em ácido butírico (C4:0), capróico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), linoléico (C18:2) e inferior em ácido esteárico (C18:0) e ácido oléico (C18:1), quando comparado ao leite de vaca e estas características conferem ao leite e aos derivados caprinos aroma e sabor típico, além de elevada digestibilidade, uma vez que os ácidos graxos de cadeia curta são posteriormente digeridos no trato digestivo, um processo que começa no estômago pela ação da lipase pré-gástrica salivar, sendo então absorvidos sem a necessidade de reesterificação (BARRIONUEVO et al., 2002; HAENLEIN, 2004).

Além disso, o leite de cabra excede o leite de vaca em ácidos graxos mono e poli-insaturados, que são reconhecidos como benéficos para a saúde humana, especialmente para condições de doenças cardiovasculares. Os ácidos graxos linoleico e linolênico e o ácido linoleico conjugado (CLA), possuem efeito cardioprotetor, agindo como antiaterogênico vascular (HAENLEIN, 2004). O nível de ácido linoleico conjugado (CLA) no leite tem sido manipulado pela nutrição animal para produzir leite de alto teor de CLA (ABUGHAZALEH et al., 2003).

Assim como no leite bovino, a lactose é o carboidrato principal do leite caprino. O leite de cabra apresenta conteúdo ligeiramente inferior de lactose quando comparado ao leite

de vaca (em média 4,1% VS 4,7%), mas não pode ser considerada como uma solução alimentar para pessoas que sofrem de intolerância à lactose (SILANIKOVE et al., 2010). No entanto, de acordo com Kunz et al. (2000), o leite caprino possui maiores quantidades de oligossacarídeos derivados da lactose em comparação ao leite bovino, que são benéficos para a nutrição humana devido às suas propriedades prebióticas e anti-infecciosas.

Outras diferenças entre o leite de cabra e o leite de vaca estão relacionadas ao conteúdo de minerais e vitaminas. O leite de cabra apresenta maior quantidade de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), fósforo (P), cloro (Cl) e manganês (Mn), porém, menor quantidade de sódio (Na), ferro (Fe), zinco (Zn) e enxofre (S), quando comparado ao leite de vaca (ALFEREZ et al., 2001; PARK et al., 2007).

Os teores de vitaminas no leite de cabra estão próximos aos do leite de vaca, exceto pelas vitaminas B6, B12 e ácido fólico, as quais estão diminuídas no leite de cabra. Os níveis de vitaminas C e D do leite são aproximadamente os mesmos para o leite de cabra e de vaca (FISBERG; NOGUEIRA; FERREIRA, 1999). O leite de cabra possui maiores quantidades de vitamina A do que o leite de vaca, pois as cabras convertem todo o beta-caroteno em vitamina A no leite (PARK et al., 2007).

2.3 QUEIJOS

O queijo tem sido utilizado ao longo do tempo como uma forma de preservação do leite (PERRY, 2004). As variedades de queijos ao redor do mundo baseia-se, entre outros aspectos, em particularidades que dependem do tipo de leite utilizado, tipo de coagulação, consistência da coalhada, teor de gordura e tempo de maturação (CHALITA et al., 2009).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) define queijo como o produto fresco ou maturado que se obtêm por separação parcial do soro de leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, por enzimas específicas de bactérias ou por ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para o uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e corantes.

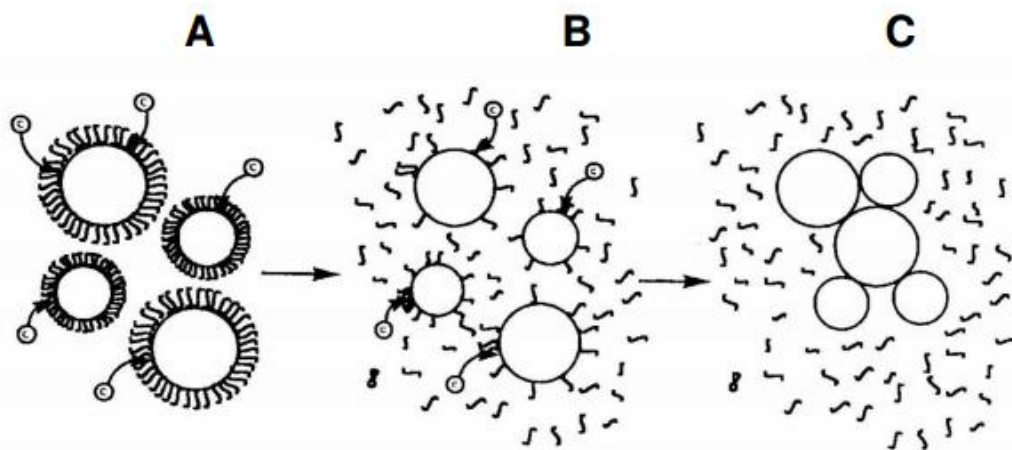
Várias etapas estão envolvidas na conversão do leite em queijo, das quais as principais são: coagulação, acidificação, dessoramento do grão (sinereze), enformagem, prensagem, salga e maturação (PAULA et al., 2009). Estas etapas são comuns no processo de elaboração da maioria dos queijos pelo mundo e, as diferenças dentro e entre variedades de queijos

resultam de modificações dessas etapas básicas, com consequente alteração das suas características, como a aparência, textura e *flavor*.

O primeiro estágio na fabricação de queijos envolve a desestabilização das micelas de caseína, reunindo-as e formando uma rede que compreende a coalhada do queijo. A maioria dos queijos são elaborados por meio da adição da enzima renina no leite, para coagular as micelas de caseína (LUCHEY et al., 2003). No entanto, quando o leite é pré-acidificado pela adição de cultura *starter* ou pela adição de ácido, o processo de coagulação ocorre mais rapidamente pois a redução do pH e a consequente diminuição das forças de repulsão entre as micelas, acelera a atividade do coalho (LUCHEY, 2003).

Além disso, alguns queijos são obtidos apenas pela adição direta de ácido lático, que reduz o pH, aumentando a concentração de íons H^+ , até o ponto isoelétrico das caseínas (pH 4,5) que se agregam e precipitam devido a redução da carga de repulsão eletrostática entre as micelas (PERRY, 2004). Uma representação esquemática da coagulação enzimática do leite é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Representação esquemática da coagulação enzimática do leite. Micelas de caseína com a camada de κ -caseína intacta, sendo atacada pela enzima (A); Micelas sendo parcialmente desprovidas de κ -caseína (B); micelas durante o processo de agregação, mediada por cálcio (C).



Fonte: Fox et al. (2000)

A formação do coágulo é bastante influenciada pelo pH, pela concentração de cálcio e temperatura. A temperatura ótima de ação do coalho é em torno de 40 °C, mas costuma-se utilizar temperaturas ligeiramente mais baixas (em torno de 35 °C) para evitar que a coalhada fique muito dura (PERRY, 2004). Durante a pasteurização do leite, parte do cálcio solúvel se torna insolúvel, resultando em coalhada mais fraca, o que pode aumentar as perdas de sólidos

do leite no soro. A adição de cloreto de cálcio é utilizada para repor o cálcio insolubilizado durante a pasteurização, aumentando a firmeza da coalhada e reduzindo o tempo de coagulação (PAULA et al., 2009).

O processo de expulsão do soro da coalhada é denominado sinerese. A taxa e extensão da sinerese influenciam a perda de proteína e gordura no soro, a umidade, a acidificação e a proteólise do queijo, sendo um importante fator para a determinação da composição e da qualidade do produto final (DAVIAU et al., 2000). Os principais fatores que influenciam a sinerese são a homogeneização do leite, a adição de sais, o corte da coalhada, a agitação, a prensagem, a temperatura e o pH. Pelo controle destes fatores, pode-se controlar o conteúdo de umidade da massa e também o grau e a extensão da maturação e, consequentemente, a estabilidade do queijo (PAULA et al., 2009).

A salga é uma importante etapa na fabricação de queijos e tem como principais objetivos o controle do crescimento microbiano e das atividades enzimáticas, a promoção da sinerese da coalhada e a modificação do *flavor*, textura e outras propriedades físicas. A salga é comumente realizada por meio de três métodos distintos, os quais são: o sal aplicado sobre a superfície do queijo, misturado com a coalhada antes da dessoragem ou pela imersão do queijo em salmoura (GUINEE, 2004).

Durante o processo de salga ocorre troca de íons Cálcio (Ca^{2+}) por Sódio (Na^+) nas moléculas de para-caseína, o que torna a massa mais macia. Se o pH estiver abaixo de 5,0 haverá mais íons H^+ do que Ca^{2+} ligados às moléculas de para-caseína, e consequentemente, haverá incorporação insuficiente de íons Na^+ e o queijo ficará duro e quebradiço. Em pH acima de 5,8 haverá excesso de íons Ca^{2+} em relação aos íons H^+ levando a um excesso de íons Na^+ na molécula após a troca, deixando o queijo demasiadamente macio (PERRY, 2004).

A fase final da tecnologia de queijos é o armazenamento, durante determinado tempo, a temperatura e umidade relativa definida. Apesar de muitos queijos serem consumidos frescos, como o queijo minas frescal, existem outros que são maturados durante um período compreendido de três semanas a dois anos. Geralmente, a duração do período de maturação é inversamente proporcional ao teor de umidade do queijo (FOX et al., 2000).

A viabilidade econômica da produção de queijos é em grande parte determinada pelo rendimento do processo de fabricação, que é afetado por vários fatores como a composição química do leite e a tecnologia de fabricação. A quantidade de proteína do leite é fundamental para o seu valor tecnológico, pois quanto maior a quantidade de proteína bruta no leite, maior será seu desempenho na transformação tecnológica do leite em derivados. O teor de gordura e

de caseína do leite influi de forma significativa na velocidade de formação, firmeza e rendimento da coalhada (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008; PIRISI et al., 2007).

A tecnologia de fabricação do queijo, com possíveis perdas obtidas no corte da coalhada, a porcentagem de umidade retida que depende também do tempo de dessoragem e prensagem. Assim, o aproveitamento do leite para a elaboração de queijos permite, mediante a aplicação de uma tecnologia adequada e conhecimento de fatores microbiológicos, bioquímicos e sensoriais que são determinantes na elaboração dos queijos, o alcance de um produto de acordo com as características esperadas, ou seja, com qualidade específica de acordo com o tipo de queijo que se deseja obter.

2.4 QUEIJO MINAS FRESCAL

O queijo minas frescal é um queijo genuinamente nacional, de grande aceitação no mercado, com elaboração simples e alto rendimento do processo de fabricação, o que atrai o interesse de indústrias de pequeno, médio e grande porte (BRIGIDO et al., 2004). A denominação queijo minas frescal é em virtude de sua origem brasileira, no estado de Minas Gerais, no século XVIII, e por ser um queijo de massa crua, podendo ser comercializado logo após a sua fabricação, não necessitando de maturação (MONTEIRO, PIRES; ARAÚJO, 2007).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996; 2004), o queijo minas frescal é um queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas na forma de uma massa coalhada, dessorada, não prensada, salgada e não maturada. É classificado como queijo semigordo (25 a 44 % de gordura no extrato seco) e de muito alta umidade (não inferior a 55 %), a ser consumido fresco, de consistência branda e macia, com ou sem olhaduras mecânicas, de cor esbranquiçada, de sabor suave a levemente ácido, sem ou com crosta fina, de forma cilíndrica e com peso de 0,3 a 5 Kg.

O queijo minas frescal é tradicionalmente elaborado usando culturas *starter* ácido lácticas mesofílicas, consistindo de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (BURITI, ROCHA, SAAD, 2005). Essas bactérias ácido lácticas específicas são adicionadas com a finalidade de produzir ácido láctico a partir da fermentação da lactose,

proporcionando estabilidade e proteção microbiológica, facilitando a atividade do coagulante e promovendo uma melhor separação entre o soro e a coalhada.

Nos últimos anos, muitas indústrias vêm substituindo as culturas tradicionalmente utilizadas no fabrico do queijo minas frescal, pela acidificação direta com ácido láctico, para aumentar o rendimento do produto (CUNHA et al., 2006). No entanto, apenas a adição de culturas lácticas assegura a produção permanente de ácido láctico e os baixos valores de pH durante o armazenamento, aumentando a segurança microbiológica (FURTADO, 2005). A utilização do processo de acidificação direta resulta em queijos com pH elevado e conteúdo de umidade 50-70%, que são mais susceptíveis à deterioração por micro-organismos (CUNHA et al., 2006).

As características próprias do queijo minas frescal - pH acima de 5,0, baixo conteúdo de sal (1,4 – 1,6 %), alta atividade de água e ausência de conservantes - favorecem reações bioquímicas e microbiológicas que podem afetar a qualidade final do produto (CARVALHO et al., 2007; SOUZA et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2008; BURITI et al., 2005).

O controle da acidez durante o período de armazenamento é importante para a qualidade do queijo minas frescal, pois a acidificação é um dos principais fatores que determinam a durabilidade, sendo que o desenvolvimento de acidez excessiva causa alterações de sabor e de textura que limitam a validade comercial do produto (VAN DENDER; MASSAGUER-ROIG; CAMPOS, 1999).

Alguns estudos com queijo minas frescal elaborado com leite de vaca tem se concentrado nas diferentes tecnologias de elaboração (CARVALHO et al., 2007), na sua funcionalidade como veículo de micro-organismos probióticos (BURITI et al., 2005; FRITZEN-FREIRE et al., 2010b; SOUZA; SAAD, 2009), nas características sensoriais e microbiológicas (SOUZA et al., 2008; SANGALETTI et al., 2009), bem como nos parâmetros reológicos e de textura (CUNHA et al., 2006).

Carvalho et al. (2007) avaliaram a influência de três diferentes processos de elaboração de queijo minas frescal, sobre as características físico-químicas e microbiológicas dos queijos. Os resultados mostraram que as amostras de queijo ultrafiltrados apresentaram melhor qualidade microbiológica apesar de suas condições mais favoráveis (pH elevado e umidade) para o crescimento de micro-organismos quando comparado com as amostras de queijo elaborados por acidificação direta e pela adição da cultura *starter* produtora de ácido láctico.

O efeito da incorporação de *Lactobacillus acidophilus* em queijo Minas frescal e as implicações desta incorporação nas propriedades sensoriais e de textura instrumental durante

o armazenamento refrigerado por 21 dias foram avaliadas por Buriti, Rocha e Saad (2005). Os queijos probióticos foram mais firmes até o final do armazenamento quando comparados aos queijos elaborados com a cultura *starter*, devido aos maiores valores de pH e de dureza instrumental. Além disso, estes queijos obtiveram os maiores escores na avaliação sensorial, bem como apresentaram contagens de *Lactobacillus acidophilus* entre 6,53 e 6,93 log UFC/g durante o armazenamento, demonstrando que o queijo minas frescal pode ser um alimento viável para a incorporação deste micro-organismo.

Souza et al. (2008) investigaram a aceitação sensorial de formulações de queijo Minas fresco probiótico preparados e suplementados com *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus acidophilus* + *Streptococcus thermophilus* ou produzidos sem adição de culturas (controle). A adição de *L. acidophilus*, sozinho ou em co-cultura com *S. thermophilus* resultou em boa aceitação do queijo minas frescal, melhorando o desempenho sensorial do produto durante o armazenamento.

Estudos que descrevam as características de queijo minas frescal elaborado com a mistura de leite caprino e leite bovino são ausentes na literatura, o que pode constituir-se de interesse para a comunidade acadêmica e para o mercado de derivados lácteos.

2.5 DERIVADOS LÁCTEOS MISTOS

Em todo o mundo, a utilização de leite caprino na elaboração de queijos é uma prática comum ao longo de anos. No Brasil, em especial nas regiões Nordeste e Sudeste, embora tenha ocorrido um incremento na produção brasileira de leite de cabra, o consumo de produtos lácteos caprinos ainda é incipiente (SANTOS et al., 2010). Um dos fatores de recusa dos derivados lácteos caprinos por parte de alguns consumidores é o sabor e aroma denominados “caprino” (COSTA; QUEIROGA; RIBEIRO, 2009). Conforme Sheehan et al. (2009), existe espaço para novas pesquisas para melhoria da intensidade do sabor/aroma “caprino”, por exemplo em queijos fabricados a partir da mistura de leite de cabra e leite de vaca.

De acordo com Thompson (2007), a pequena oferta de leite caprino para atender às demandas do mercado de derivados lácteos pode resultar em novas oportunidades para a fabricação de queijos com a mistura de leite de caprinos, ovinos ou bovinos. Além disso, a utilização de leite de cabra em mistura com leite de vaca na elaboração de queijos e outros derivados lácteos, pode disponibilizar também uma alternativa para consumidores que

desejam queijos caprinos, mas que ainda não estão acostumados ao sabor típico do leite de cabra (SHEEHAN et al., 2009).

Alguns estudos investigaram as características de derivados lácteos elaborados com a mistura de leite de cabra, vaca ou ovelha. Uysal et al. (2003) elaboraram iogurtes com diferentes misturas de leite bovino e caprino, utilizando também dois métodos de concentração (ultrafiltração e adição de leite desnatado em pó). Não foram observadas diferenças nas propriedades químicas das amostras durante o período de armazenamento avaliado. A utilização de uma mistura de 50% de leite caprino e 50% de leite bovino, adicionada de leite desnatado em pó resultou em um produto com melhores propriedades sensoriais do que as outras amostras.

As propriedades reológicas, físico-químicas e organolépticas de iogurtes elaborados a partir de leite de caprinos de raças gregas com uma produção baixa de leite, mas com alto valor nutritivo, com os de leite de uma raça caprina de melhor rendimento e com a mistura de leite caprino e leite ovino, foram comparadas por Stelios e Emmanuel (2004). Os iogurtes preparados a partir de misturas de 50% de leite caprino (raça Alpina) + 50% de leite ovino (raça Lacaune), e de 70% de leite caprino (raça local) + 30% de leite ovino (raça Lacaune), foram de boa qualidade, com características reológicas e organolépticas semelhantes.

Queijo tipo coalho elaborado com leite de cabra, leite de vaca ou com a mistura destes leites foram avaliados e comparados quanto às características nutricionais, sensoriais e de textura durante o armazenamento refrigerado por 28 dias (QUEIROGA et al., 2013). O queijo coalho fabricado com a mistura de leite de vaca e de cabra apresentou aceitabilidade sensorial satisfatória, principalmente através da redução do odor e sabor de leite de cabra, bem como manteve as características nutricionais positivas do queijo de cabra, especialmente com relação ao perfil de ácidos graxos.

Assim, elaborar um produto lácteo misto e caracterizá-lo em aspectos físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais permite fornecer informações importantes aos consumidores e produtores sobre essa inovação tecnológica no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE EXECUÇÃO E MATÉRIA-PRIMA

Os experimentos foram desenvolvidos nos Laboratórios de Bromatologia, de Microbiologia dos Alimentos e de Técnica Dietética do Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFPB e no Laboratório de Química de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos, Centro de Tecnologia - CT, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O leite caprino (raça Alpina) e o leite bovino (Raça Girolando) foram obtidos nos setores de bovinocultura e caprinocultura do Centro de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CCHSA), Campus III/UFPB. Os leites foram submetidos à pasteurização lenta (65°C por 30 minutos) e as características físicas e químicas do leite caprino e bovino utilizados para a elaboração dos queijos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios das características físicas e químicas dos leites caprino e bovino utilizados como matérias primas para elaboração do queijo minas frescal

Variáveis	Leites*	
	Cabra	Vaca
Umidade (%)	88,60 ± 0,26	87,94 ± 0,56
EST ¹ (%)	11,40 ± 0,26	12,06 ± 0,56
Proteína (%)	3,75 ± 0,30	4,33 ± 0,39
Gordura (%)	3,35 ± 0,13	3,23 ± 0,21
Lactose (%)	4,31 ± 0,01	5,79 ± 0,02
RMF ² (%)	0,73 ± 0,09	0,70 ± 0,07
Acidez**(%)	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01
pH	6,48 ± 0,03	6,87 ± 0,01
Densidade (g/cm ³)	1.031 ± 0,04	1.030 ± 0,02

*valores médios obtidos de três ensaios ¹ Extrato Seco Total; ² Resíduo Mineral Fixo; **Acidez em ácido láctico

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

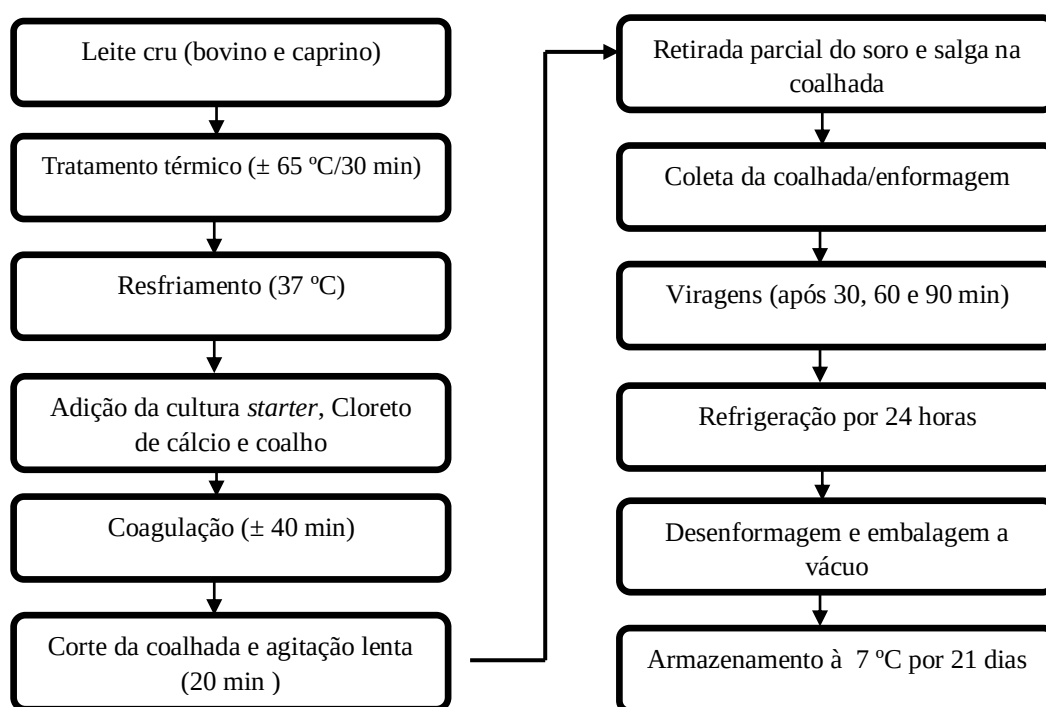
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, para os tratamentos: 100% de leite de vaca (QMV); 50% de leite de vaca + 50% de leite de cabra (QMM); 100% de leite de cabra (QMC), conduzidos em três repetições genuínas com análises

em triplicata. Os resultados estão apresentados como as médias dos dados obtidos em cada repetição.

3.3 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS FRESCAL

Os queijos foram fabricados segundo o procedimento descrito por Buriti, Rocha e Saad (2005), com modificações. Os leites de cabra e de vaca foram submetidos a tratamento (65 °C/30 minutos), resfriados a 37 °C, adicionados de 1% de cultura *starter* mesofílica liofilizada para inoculação direta DVS (R-704 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; Christian Hansen®, Valinhos, Brasil), cloreto de cálcio a 50% (0,5 mL/L) e coalho comercial (Ha-la Christian Hansen®) a uma proporção de 0,8 mL/L. Todas as formulações foram deixadas em repouso a 37 °C, até a formação de uma coalhada firme (aproximadamente 40 minutos) que foi suavemente cortada em cubos, agitada lentamente por 20 minutos e salgada (15g de NaCl/Kg de coalhada), após a remoção parcial do soro de queijo. A massa foi acondicionada em formas circulares perfuradas (10 cm de diâmetro) por 24 horas a 7 °C. Os queijos obtidos foram embalados à vácuo em sacos plásticos de polietileno estéreis e armazenados durante 21 dias a 7 °C. O fluxograma de elaboração dos queijos minas frescal está apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma de elaboração do queijo minas frescal



3.4 ANÁLISES

No produto final (24 horas após fabricação) e após 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 7 °C, os queijos foram submetidos as análises de composição centesimal (proteína, gordura, umidade, lactose e cinzas), proteólise, cor e textura instrumental, após a retirada asséptica de porções de 25 g de cada formulação de queijo em cada tempo, para realização das análises microbiológicas. O perfil de ácidos graxos e a análise sensorial foram determinados aos 7 e 14 dias de armazenamento.

3.4.1 Avaliação do rendimento e sinerese

O rendimento do processo de obtenção dos queijos foi calculado através das determinações da massa do queijo final e expresso em percentagem de quilogramas de queijo produzidas para cada litro de leite (FRITZEN-FREIRE et al., 2010a), conforme equação: $R = (MQP \times 100) / VLP$, em que R = rendimento do queijo (%); MQP = massa do queijo obtida na produção (Kg); VLP = volume de leite utilizado na produção (L).

A sinerese foi calculada como o peso de soro de leite liberado por cada amostra de queijo em sua própria embalagem após o armazenamento em diferentes tempos dividido pelo peso do queijo em gramas da mesma embalagem e multiplicado por 100 (SOUZA; SAAD, 2009), conforme equação: $Sinerese (g/100 g) = (PS \times 100) / PA$, em que PS (g) = peso do soro liberado a partir de cada amostra de queijo na sua embalagem após diferentes tempos de armazenagem e PA (g) = peso da amostra de queijo na mesma embalagem.

3.4.2 Análises físicas e químicas

Os procedimentos analíticos seguiram as metodologias da AOAC (2005) para umidade (925.09), gordura (2000.18), lactose (923.09), cinzas (930.30), acidez (g/100g de ácido láctico) (920.124). A proteína total foi estimada pelo método de kjeldhal (939.02), utilizando o fator de conversão 6,38. Os valores de pH dos queijos foram determinados em potenciômetro digital digital modelo Q400AS®.

3.4.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram determinadas a partir dos critérios estabelecidos para queijos de muito alta umidade presentes no Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001). Os procedimentos metodológicos seguiram as recomendações da *American Public Health Association* (APHA, 2001). Foram realizadas a contagem de coliformes totais e termotolerantes e de *Staphylococcus* coagulase positiva e a verificação da presença de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*.

3.4.4 Índice de extensão e profundidade da proteólise

A proteólise das amostras de queijo foi avaliada pelos índices de extensão da proteólise (IEP) e pelo índice de profundidade da proteólise (IPP), utilizando as equações: $IEP = NS \text{ a pH } 4,6 / NT \times 100$ e $IPP = NS \text{ em TCA} / NT \times 100$, respectivamente.

Para a determinação do nitrogênio total (NT), foi utilizado o método de Kjeldahl (AOAC, 2005). Para a determinação do nitrogênio solúvel a pH 4,6 (NS a pH 4,6) (ou nitrogênio não caseínico), a amostra foi triturada em 50 mL de solução trabalho (pH 4,6), composta de água destilada, acetato de sódio, cloreto de sódio, cloreto de cálcio e ácido acético, para precipitação da caseína. A determinação do nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (NS em TCA) (ou nitrogênio não proteico) foi realizada através de trituração de amostra de queijo em 50 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 12% para precipitação das proteínas. (ANDREATTA et al., 2007). Em ambos os casos, seguiu-se de filtração em papel de filtro e o filtrado foi submetido ao processo de digestão, destilação e titulação conforme método de Kjeldahl (AOAC, 2005).

3.4.5 Perfil de textura instrumental

Cada peça de queijo foi cortada em cilindros de 5,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura e aproximadamente um centímetro da superfície dos queijos foi descartado. Foram tomadas cinco medidas de textura para cada amostra e o experimento foi realizado em uma sala com temperatura controlada (21 °C).

A Análise do Perfil de Textura (TPA) foi realizada em texturômetro TA-XT2 (*Stable Micro Systems, UK*). Um teste de dupla compressão foi aplicado nas amostras de queijo por

uma sonda cilíndrica de acrílico de 25 mm de diâmetro (P25). A taxa de compressão foi programada para 2 mm/segundo e a penetração máxima foi de 10 mm (FRITZEN-FREIRE et al., 2010a).

3.4.6 Análise de cor instrumental

Um colorímetro CR-400® (Minolta Co., Osaka, Japão), foi utilizado para a avaliação de cor instrumental. Utilizou-se o sistema CIEL*a*b*, com o iluminante D65 (padrão luz do dia) e ângulo de 10°. No espaço colorimétrico CIELab, definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde a luminosidade, a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente (CIE, 1996). As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado. Utilizou-se a parte interna do queijo, imediatamente após a retirada da embalagem (QUEIROGA et al., 2013).

3.4.7 Perfil de ácidos graxos

O extrato lipídico foi obtido das amostras de queijo segundo o método descrito por Folch, Less e Stoane-Stanley (1957). Realizou-se a saponificação e a esterificação segundo metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). As amostras esterificadas foram analisadas em cromatógrafo a gás (Varian 430-GC, California, USA), acoplado com detector de ionização de chama (FID), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB, Varian) com dimensões de 60 m x 0,25 mm e 0,25µm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL/minuto). A temperatura inicial do forno foi de 100 °C, com programação para atingir 240 °C, aumentando 2,5 °C por minuto, permanecendo por 20 minutos, totalizando 76 minutos. As temperaturas do injetor e detector foram mantidas em 250 °C e 260 °C, respectivamente. Os cromatogramas foram registrados em software tipo *Galaxie Chromatography Data System*. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19-Kit (Fatty Acid Methyl Esters C6-C24). Os resultados dos ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área.

3.4.8 Análise sensorial

A pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde/UFPB e aprovada pelo Protocolo 111523/2012 (ANEXO A). As formulações de queijos minas frescal foram submetidas à Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) segundo Stone e Sidel (1993).

Foram distribuídos 50 questionários (ANEXO B) para pessoas que demonstravam interesse em participar dos testes sensoriais. Os candidatos recrutados para a pré-seleção apresentavam afinidade, disponibilidade para participar das seções, compreensão dos termos descritivos e capacidade de trabalhar com uma escala hedônica não estruturada (ANEXO C).

Na pré seleção, os provadores foram avaliados quanto ao poder discriminativo, utilizando o teste de reconhecimento de gostos básicos e odores (Teste *Threshold* de Reconhecimento) (ANEXO D). Além disso, foram aplicados testes de diferença (testes triangulares) (ANEXO E) e a afirmação de 75% dos testes (MEILGAARD et al., 2006) foi o critério para seleção dos julgadores. Doze provadores foram pré selecionados e participaram da etapa de desenvolvimento da terminologia descritiva. Utilizou-se a técnica da lista anterior recomendada por Damásio e Costell (1991) para formulação de uma lista (APÊNDICE A) de termos descritivos que caracterizam os produtos quanto à aparência, aroma, sabor e textura em discussão aberta e sob a supervisão de um moderador.

Várias sessões de treinamento foram realizadas, com a apresentação de amostras de referências que representam os extremos da escala. Para verificar o treinamento dos provadores, as três formulações do queijo minas frescal foram apresentadas aos provadores que utilizaram a mesma ficha de avaliação que depois, seria usada para a avaliação final das amostras. A avaliação foi repetida três vezes e os provadores foram selecionados em função da capacidade de discriminar as amostras e na repetibilidade dos resultados.

Os provadores selecionados (nove do sexo feminino e um do sexo masculino, na faixa etária de 20 a 30 anos) analisaram as três formulações e quantificaram a intensidade percebida de cada atributo, utilizando uma escala não estruturada de 9 cm, variando de 1 (fraco) a 9 (forte) (APÊNDICE B), com os seguintes atributos: aparência (lisa, cor esbranquiçada, cor creme e aparência molhada), aroma (de leite de cabra e de manteiga), sabor (de leite de cabra, de manteiga, ácido e salgado) e textura (maciez e homogeneidade).

Um teste intenção de compra também foi aplicado com 100 provadores não treinados, de acordo com metodologia descrita por Faria e Yotsuyanagi (2002), empregando-se uma

escala estruturada de cinco pontos, variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria). Ambas as análises foram realizadas em cabines individuais, com as amostras de aproximadamente 20 gramas servidas à temperatura de refrigeração e colocadas em copos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos. Os avaliadores foram convidados a usar bolacha e água para limpar os seus paladares entre as amostras avaliadas.

3.4.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), realizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) para comparação das médias. Para a análise sensorial, a Análise dos Componentes Principais (ACP) também foi realizada e o Programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2002) foi utilizado para análise estatística.

REFERÊNCIAS

ABUGHAZALEH, A. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R.; KOLSCHEUR, K. F. Milk conjugated linoleic acid response to fish oil supplementation of diet differing in fatty acid profile. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 944-954, 2003.

ALFEREZ, M. J. M.; BARRINUEVO, M.; LOPEZ-ALIAGA, I.; SANZ-SAMPELAYO, M. R.; LISBONA, F.; ROBLES, J. C.; CAMPOS, M. S. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. **Journal of Dairy Research**, v. 68, p. 451-461, 2001.

ANDREATTA, E.; FERNANDES, A. M.; SANTOS, M. V.; LIMA, C. G.; MUSSARELLI, C.; MARQUES, M. C.; OLIVEIRA, C. A. Effects of milk somatic cell count on physical and chemical characteristics of mozzarella cheese. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 62, p. 166-170, 2007.

ANDREATTA, E.; FERNANDES, A. M.; SANTOS, M. V.; MUSSARELLI, C., MARQUES, M. C.; GIGANTE, M. L., OLIVEIRA, C. A. F. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, p. 320-326, 2009.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. Washington, 2005. 1018 p.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th edition, Washington, 2001.

BARRIONUEVO, M.; ALFEREZ, M.; LOPEZ-ALIAGA, I.; SANZ-SAMPELAYO, M; CAMPOS, M. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.657-664, 2002.

BRASIL. Resolução RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, revogando a portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro 16 de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 jan. 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº4, de 1 de março de 2004. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento altera o regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 mar. 2004.

BRASIL. Instrução Normativa nº 37, de 12 de setembro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 set. 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 set. 2002.

BRASIL. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 mar. 1996.

BRIGIDO, B. M.; FREITAS, V. P. S.; MAZON, E. M. A.; PISANI, B.; PRANDI, M. A. G.; PASSOS, M. H. C. R. Queijo minas frescal: avaliação da qualidade e conformidade com a legislação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, p.177-185, 2004.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; ASSIS, E. G.; SAAD, S. M. I. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. **LWT – Food Science and Technology**, v. 38, p.173-180, 2005.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, v.15, p.1279 - 1288, 2005.

CARVALHO, J. D. G.; VIOTTO, W. H.; KUAYE, A. Y. The quality of minas frescal cheese produced by different technological processes. **Food Control**, v. 18, p. 262-267, 2007.

CEBALLOS, L.; MORALES, Z.; ADARVE, G.; CASTRO, J.; MARTINEZ, L.; SAMPELAYO, M. Composition of goat and cow milk produced under similar condition and analyzed by identical methodology. **Journal Food Composition Analysis**, v.22, p.322-329, 2009.

CHALITA, M. A. N.; SILVA, R. O. P.; PETTI, R. H. V.; SILVA, C. R. L. Algumas considerações sobre a fragilidade das concepções de qualidade no mercado de queijos no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 39, n.6, p. 77-88, 2009.

CIE – Commission International de l'Éclairage. **Colorimetry**. Vienna: CIE publication, 2 ed, 1996.

CORDEIRO, P. R.; CORDEIRO, A. G. P. C. A produção de leite de cabra no Brasil e seu mercado. **X Encontro de Caprinocultores do Sul de Minas e Média Mogiana**. Espírito Santo do Pinhal, 2009.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R.A.G. Influência dos alimentos na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 307-321, 2009.

CUNHA, C. R.; VIOTTO, W. H.; VIOTTO, L. A. Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas frescal” cheese manufacture: effect on

composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 215-224, 2006.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria**, v. 31, p.165-178, 1991.

DAVIAU, C.; FAMELART, M. H.; PIERRE, A.; GOUDÉDRANCHE, H.; MAUBOIS, J. L. Rennet coagulation of skim milk and curd drainage: effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. **Lait**, v. 80, p. 397-415, 2000.

DUBEUF, J. P. Structural, market and organisational conditions for developing goat dairy production systems. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 67-74, 2005.

FAO. Food and Agricultural Organization. Faostat. Disponível em: <http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp> Acesso em: 22/07/12.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL, 2002. 116 p.

FISBERG, R. M.; NOGUEIRA, M.; FERREIRA, A. M. A. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. **Revista de Pediatria Moderna**, v. 35, n. 7, 1999.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p.497-509, 1957.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENWY, P. L. H. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg: Aspen, 2000.

FRITZEN-FREIRE, C.B.; MULLER, C. M. O.; LAURINDO, J. B.; AMBONI, R. D. M. C.; PRUDENCIO, E. S. The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas frescal cheese. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, p. 1-8, 2010a.

FRITZEN-FREIRE, C.B.; MULLER, C. M. O.; LAURINDO, J. B.; PRUDENCIO, E. S. The influence of Bifidobacterium Bb-12 and lactic acid incorporation on the properties of Minas Frescal cheese. **Journal of Food Engineering**, v.96, p. 621-627, 2010b.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicação e Editora, 2005. 200 p.

GUINEE, T. P. Salting and the role of salt in cheese. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, p. 99-109, 2004.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, p.155-163, 2004.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-476, 1973.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201101_2.shtm>. Acesso em: 22/04/12.

KUNZ, C.; RUDLOFF, S.; BAIER, W.; KLEIN, N.; STROBEL, S. Oligosaccharides in human milk: Structural, functional and metabolic aspects. **Annual Review in Nutrition**, v. 20, p. 699-722, 2000.

LUCEY, J. A.; JOHNSON, M. E.; HORNE, D. S. Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2725-2743, 2003.

McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 2/3, 2004.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4th ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.

MONTEIRO, A.; PIRES, A.; ARAÚJO, E. **Tecnologia de produção de derivados de leite**. Universidade Federal de Viçosa: Pró-reitoria de ensino , v.81, 2007.

NASCIMENTO, M. S.; MORENO, I.; KUAYE, A. Y. Applicability of bacteriocin producing *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* and *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* as adjunct starter in Minas frescal cheese making. **International Journal of Dairy Technology**, v. 61, p. 352-357, 2008.

PARK, Y.W.; DRAKE, M.A. Effect of 3 months frozen-storage on organic acid contents and sensory properties, and their correlations in soft goat milk cheese. **Small Ruminant Research**, v. 58, p. 291-298, 2005.

PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F.W. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88-113, 2007.

PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, p.19-25, 2009.

PERRY, K. S. P. Cheese: chemical, biochemical and microbiological aspects. **Química Nova**, v. 27, n.2, p.293-300, 2004.

PIRISI, A.; LAURET, A.; DUBEUF, J. P. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. **Small Ruminant Research**, v.68, p.167-178, 2007.

QUEIROGA, R. C. R. E.; SANTOS, B. M.; GOMES, A. M. P.; MONTEIRO, M. J.; TEIXEIRA, S. M.; SOUZA, E. L.; PEREIRA, C. J. D.; PINTADO, M. M. E. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 538-544, 2013.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFFOUL, G.; PACCARD, P.; GUILLET, I.; CHILLIARD, Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. **Small Ruminant Research**, v.79, p.57-72, 2008.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, A. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v.89, p.225-233, 2010.

SANGALETTI, N.; PORTO, E.; BRAZACA, S.G.C.; et al. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p. 262-269, 2009.

SANTOS, K. M. O.; VIEIRA, A. D. S.; BENEVIDES, S. D.; BURITI, F. C. A.; EGITO, A. S.; LAGUNA, L. E. Processamento de queijo caprino probiótico tipo coalho adicionado de *Lactobacillus acidophilus*. Sobral, Comunicado Técnico 119: **Embrapa Caprinos e Ovinos**, 2010, 5 p.

SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, Y. R. F.; MADUREIRA, A. R. M. F. M.; PINTADO, M. M. E.; SOUZA, E. L.; QUEIROGA, R. C. R. E. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com a mistura de leite de cabra e de leite de vaca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, p.302-310, 2011.

SANTOS, K. M. O.; BOMFIM, M. A. D.; VIEIRA, A. D. S.; BENEVIDES, S. D.; SAAD, S. M. I. B.; BURITI, F. C. A.; EGITO, A. S. Probiotic caprine Coalho cheese naturally enriched in conjugated linoleic acid as a vehicle for *Lactobacillus acidophilus* and beneficial fatty acids. **International Dairy Journal**, v. 24, p.107-112, 2012.

SAS. Statistical Analysis System. User Guid. Cary: SAS Institute, 525, 2002.

SHEEHAN, J. J.; DRAKE, M. A.; MCSWEENEY, P. L. H. Effect of partial or total substitution of bovine for caprine milk on the compositional, volatile, non-volatile and sensory characteristics of semi-hard cheeses. **International Dairy Journal**, v.19, n.9, p.498-509, 2009.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C. G. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v. 89, p.110-124, 2010.

SILVA, P. D. L.; BEZERRA, M. F.; PEDRINI, M. R. S.; MAGALHÃES, M. M. A.; CORREIA, R. T. P. Leite de cabra: aspectos produtivos e nutricionais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, p.32-35, 2007.

SLACANAC, V.; BOZANIC, R.; HARDI, J.; SZABO, J.R.; LUCAN, M.; KRSTANOVIC, V. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**, v.63, p.171-189, 2010.

SOUZA, C. H. B.; BURITI, F. C. A.; BEHRENS, J. H; SAAD, S. M. I. Sensory evaluation of probiotic Minas fresh cheese with *Lactobacillus acidophilus* added solely or in co-culture with a thermophilic starter culture. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p.871-877, 2008.

SOUZA, C. H. B.; SAAD, S. M. I. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physicochemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. **LWT – Food Science and Technology**, v.42, p.633-640, 2009.

STELIOS, K.; EMMANUEL, A. Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.319-324, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993, 338 p.

THOMPSON, K. Future market opportunities for the cheese industry. In: **Cheese research highlights 2000-2010..** Moorepark, Ireland: Teagasc, 2007.

TOMOTAKE, H.; OKUYAMA, R.; KATAGIRI, M.; FUZITA, M.; YAMATO, M.; OTA, F.; Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. **Bioscience Biotechnology Biochemistry** v.70, p.2771-2774, 2006.

UYSAL, H.; KILIC, S.; KAVAS, G; AKBULUT, N; KESENKAS, H. Some properties of set yoghurt made from caprine milk and bovine–caprine milk mixtures fortified by ultrafiltration or the addition of skim milk powder. **International Journal of Dairy Technology**, v.56, n.3, p.177-181, 2003.

VAN DENDER, A. G. F.; MASSAGUER-ROIG, S.; CAMPOS, S. D. S. Alterações físico-químicas e vida de prateleira do queijo Minas frescal tradicional e fabricado pelo método MMV. In: Congresso Nacional de Laticínios, **Anais...**, Juiz de Fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.54, p.67-82, 1999.

VARGAS, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cow's and goat's milk. **International Dairy Journal**, v.18, p.1142-1152, 2008.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão estão apresentados sob a forma de um artigo científico, intitulado *Nutritional, technological and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with either goat milk, cow milk or a mixture of both*, que foi submetido e elaborado conforme as normas do periódico *International Dairy Journal* (ISSN: 0958-6946), cujo fator de impacto é 2,401.

Nutritional, technological and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with either goat milk, cow milk or a mixture of both

Short Title: Quality of Minas fresh cheese

Amanda Marília da Silva Sant'Ana^a, Fabrícia França Bezerril^a, Marta Suely Madruga^b, Ana Sancha Malveira Batista^a, Marciane Magnani^b, Evandro Leite de Souza^c, Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga^{a*}

^a *Laboratory of Food Science, Department of Nutrition, Center for Health Sciences, Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil*

^b *Laboratory of Analysis and Food Quality Control, Department of Food Engineering, Technology Center, Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil*

^c *Laboratory of Microbiology, Department of Nutrition, Center for Health Sciences, Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil*

* Corresponding author: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências da Saúde

Departamento de Nutrição - Campus I, 58051-900

Cidade Universitária, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

E-mail: rcqueiroga@uol.com.br

Phone number: + 55 83 32167826

Fax: + 55 83 32167094

ABSTRACT

This study aimed to assess and compare the nutritional, technological and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk (CGM), cow milk (CCM) or a mixture of the two (CCGM) stored in cold conditions for 21 days. The yield and centesimal composition of the cheeses were not affected by the type of milk used in their preparation. Reductions were observed in the moisture content, the pH, the proteolysis index and the

instrumental hardness; moreover, increases were observed in the syneresis, the acidity index and the depth of proteolysis index in all cheeses. The percentages of caprylic, capric, oleic and linoleic fatty acids were higher in CGM and CCGM compared to CCM, and a sensory evaluation revealed differences in colour, flavour and aroma between the cheeses. The preparation of Minas fresh cheese with a mixture of goat and cow milk can be a viable alternative for dairy products in the market that can be characterised as high-quality products that meet consumer demands.

Keywords: goat raising, dairy products, quality, cheeses.

1. Introduction

Minas fresh cheese is one of the most traditional dairy products produced in Brazil, which outstandingly accepts it in the domestic market (Souza & Saad, 2009). The ubiquity of this cheese is defined by its high yield, simple manufacturing process, low cost and acceptance by most consumers, all of which garner the interest of the cheese industry. Minas fresh cheese that is produced from the enzymatic coagulation of milk with rennet, with or without starter cultures, exhibits a soft texture, a slightly acidic flavour and a high moisture content and should be consumed shortly after production (within 20 days) (Andreatta et al., 2009; Souza & Saad, 2009).

Cheeses made with goat milk are consumed worldwide and are associated in recent years with increased goat milk production and demand in numerous countries (Queiroga et al., 2013; Santos et al., 2012). However, a lack of technology and research characterising dairy products made with goat milk limit its expansion in the market. In addition, the sensory aspects of goat products, such as a more intense flavour and aroma, also contribute to the low acceptance of these products by some consumers (Dubeuf, 2005).

In this context, partial substitution of goat milk for cow milk in dairy products, such as cheeses, offers an alternative for consumers who wish to consume more goat dairy products (Sheehan, Drake, & McSweeney, 2009). This partial substitution of goat milk with cow milk may represent an opportunity to diversify the dairy market because it may add value and unique characteristics in comparison to products made only with cow milk (Vargas, Cháfer, Albors, Chiralt, & González-Martínez, 2008). These features are largely related to the chemical composition of goat milk, which consists of proteins with a high biological value and a lower allergenic potential. These characteristics are related to the quantity and structural

differences of whey proteins (α -lactalbumin and β -lactoglobulin) and to small-diameter fat globules, which allow for a higher digestibility compared to cow milk. In addition, goat milk harbours a higher mineral content (calcium, iron, zinc and magnesium), a higher vitamin content (A and B complexes) and has less atherogenic fatty acids, which characterise it as a highly nutritious food for consumers (Haenlein, 2004, Park, Juárez, Ramos, & Haenlein, 2007; Slacanac et al., 2010).

Considering these aspects, studies that evaluate the characteristics of cheeses made with goat milk and that discuss innovative technologies for developing these products are vital for disseminating the technological and nutritional advantages of goat milk with the goal to enhance goat milk production. We aimed to develop and assess some of the nutritional, technological and sensory parameters of Minas fresh cheese produced with a mixture of goat and cow milk, which were compared to the characteristics observed for Minas fresh cheese made with goat or cow milk alone.

2. Material and methods

2.1 *Experimental design and raw materials*

The following three treatments were adopted using a randomised experimental design: CCM, cheese made with cow milk (100%); CGM, cheese made with goat milk (100%); and CCGM, cheese made with cow milk (50%) and goat milk (50%). Each cheese was prepared in triplicate from the same milk batch for each cheese type. Cow (Girolando breed) and goat milk (Alpine breed) samples were obtained from the Department of Production, Federal University of Paraíba (Bananeiras, Paraíba, Brazil). The average physicochemical values for 100 g of goat milk (in g) were: protein 3.75 ($\pm$ 0.32), fat 3.35 ($\pm$ 0.13), ash 0.73 ($\pm$ 0.09), lactose 4.31 ($\pm$ 0.01), total solids 11.40 ($\pm$ 0.26) and pH 6.48 ($\pm$ 0.03), whereas the values for 100 g of cow milk were (in g): protein 4.33 ($\pm$ 0.39), fat 3.23 ($\pm$ 0.21), ash 0.70 ($\pm$ 0.07), lactose 5.79 ($\pm$ 0.02), total solids 12.60 ($\pm$ 0.56) and pH 6.87 ($\pm$ 0.01).

2.2 *Manufacture of Minas fresh cheese*

The cheeses were manufactured following the procedure described by Buriti, Rocha, Assis and Saad (2005). Goat and cow milk were heat-treated (65 °C/30 min), cooled to 37 °C, and 0.01 g L⁻¹ of lyophilised mesophilic starter culture DVS (R-704 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; Christian Hansen®, Valinhos, Brazil) was added by direct inoculation. Fifty per cent calcium chloride (0.5 mL L⁻¹) and commercial rennet (Ha-la Christian Hansen®) 0.8 mL L⁻¹ were added. The cultures remained at rest (37

°C) until a firm curd was observed (approximately 40 min), which was smoothly cut into cubes, slowly stirred for 20 min, and salted in brine (15 g NaCl kg⁻¹) while the cheese whey was partially removed. The curd was placed in a perforated circular container (10-cm diameter) and stored at 10 °C for 24 h. The cheese obtained after storage at 10 °C for 24 h was regarded as the final product. The cheeses were vacuum-packaged in sterile polyethylene bags and stored for 21 days at 7 °C.

2.3 Analyses

The final product (stored at 10 °C for 24 h) and cheeses stored for 7, 14 and 21 days (at 7 °C) were submitted to physical, chemical, proteolytic and instrumental texture analyses after 25-g portions were aseptically collected. The fatty acid profile determinations and sensory analyses were conducted after 7 and 14 days of storage.

2.3.1 Yield and syneresis

The yield of each formulation was expressed as the ratio between the mass of fresh cheese produced and the milk volume used (kg of cheese L⁻¹ of milk) (Fritzen-Freire, Muller, Laurindo, Amboni, & Prudencio, 2010). Syneresis was calculated as the whey mass (in grams) released from each cheese sample in its own package after different storage periods divided by the cheese mass (in grams) in the same packaging multiplied by 100 (Souza & Saad, 2009).

2.3.2 Microbiological analyses

To evaluate the microbiological quality of the raw materials and cheeses, we quantified the total and thermotolerant coliforms (MPN g⁻¹), the mesophilic bacteria (CFU g⁻¹) and the coagulase-positive *Staphylococcus* (CFU g⁻¹) and verified the presence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*, according to the methodology recommended by the APHA (2001).

2.3.3 Physicochemical analyses

The moisture (925.09), fat (2000.18), lactose (923.09), ash (930.30) and acidity (g/100 g lactic acid) (920.124) were analysed according to the AOAC guidelines (2005). The total protein was estimated by the Kjeldahl method (939.02) using a conversion factor of 6.38. The cheese pH was determined using a digital pH meter (model Q400AS).

2.3.4 Instrumental colour analysis

The CR-300 colorimeter (Minolta Co., Osaka, Japan) was employed for instrumental colour evaluation. The CIE Lab colour scale (L^* , a^* , b^*) was used with a D65 illuminate (standard daylight) at a 10° angle. The L^* , a^* and b^* parameters were determined according to the International Commission on Illumination (CIE, 1996). Using reference plates, the apparatus was calibrated in the reflectance mode, and the specular reflection was excluded. A 10-mm quartz cuvette was used for analysing the inner section of the cheeses immediately after unpacking (Queiroga et al., 2013).

2.3.5 Proteolysis analysis

Cheese proteolysis was assessed by analysing the extent of the proteolysis index (EPI) and the depth of the proteolysis index (DPI), calculated with the following equations:

$$\text{EPI} = \text{SN at pH 4.6} / \text{TN} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{DPI} = \text{SN in TCA} / \text{TN} \times 100 \quad (2)$$

Total Nitrogen (TN) was determined by the Kjeldahl method (AOAC, 2000). TCA-soluble nitrogen (SN) was obtained by protein precipitation in trichloroacetic acid [(TCA) at 1.2 g L^{-1}]. Soluble nitrogen (SN) at a pH of 4.6 was obtained by casein precipitation with acetic acid and sodium acetate solutions (pH = 4.6) (Andreatta et al., 2007).

2.3.6 Texture profile analysis

The Texture Profile Analyses (TPA) were performed using the texture analyser TA-XT2 (Stable Micro Systems, UK). A double compression test was applied to the cheese samples (5.0 cm in diameter and 2.0 cm in height) by a cylindrical acrylic probe with a 25-mm diameter (P25). The compression ratio was set to 2 mm sec^{-1} , and the maximum penetration was set to 10 mm (Fritzen-Freire, Muller, Laurindo, Amboni, & Prudencio, 2010).

2.3.7 Fatty acid profile

After total lipid extraction performed according to Folch, Less, and Stoane-Stanley (1957), which was followed by saponification and esterification performed according to Hartman and Lago (1986), the fatty acid profiles of the cheese samples were determined by a Varian 430-GC gas chromatograph with a flame ionisation detector (FID), a fused silica capillary column (Varian CP WAX 52 CB), and a harbouring film with dimensions of $60 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm} \times 0.25 \text{ mm}$. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1 mL/min . The initial oven temperature of 100°C was increased 2.5°C/min to a final temperature of 240°C .

for 20 minutes, totalling 76 minutes. The injector and detector temperatures were maintained at 250 °C and 260 °C, respectively. Aliquots of esterified extracts (1.0 µL) were injected into a split/splitless-type injector at 250 °C, and the chromatograms were recorded using Galaxie Chromatography Data System software. Fatty acids were identified by comparing the methyl ester retention times with standards from the Supelco ME19-Kit (Fatty Acid Methyl Esters C6-C24). The fatty acids results were expressed as per cent (%) area after normalising to the methyl ester area.

2.3.8 Sensory analysis

Minas fresh cheeses were submitted to the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) technique (Stone & Sidel, 1993). Ten trained panellists (aged 20-30 years), recruited and pre-selected based on their discriminate sensory capacity, described the cheese sensory characteristics. The panellists participated in training sessions to develop their descriptive terminology and to familiarise themselves with the reference materials. The samples were characterised based on appearance (smooth, whitish, creamy colour and wetness), aroma (goat milk and butter), flavour (goat milk, butter, acidity and salty) and texture (softness and homogeneity). An unstructured scale from 0 (poor) to 9 (strong) was used to assess the intensity of the attributes described.

The purchase intent test was assessed with 100 untrained evaluators using a five-point structured scale that ranged from 1 (definitely would not buy) to 5 (certainly would buy). The analyses were performed in individual booths with white illumination, and approximately 20 grams of refrigerated cheese samples were served in plastic cups coded with random three-digit numbers. The evaluators were asked to use mineral water and crackers to cleanse their palates between samples.

2.3.9 Statistical analysis

The three replicates were analysed in triplicate. The data were submitted to an analysis of variance (ANOVA), and the treatment means were compared using Tukey's test, where $P < 0.05$. For sensory analysis, a Principal Component Analysis (PCA) was also performed, and the SAS 9.1 software (2002) was used for statistical analysis.

3. Results and discussion

During the evaluated storage time interval, the total and thermotolerant coliform counts for CCM, CCGM and CGM were less than 3 MPN g⁻¹, and the presence of coagulase-

positive *Staphylococcus*, *Salmonella* spp. and *L. monocytogenes* was not detected, demonstrating a satisfactory microbiological quality for the analysed cheeses according to the microbiological criteria established by the Brazilian legislation (Brazil, 2001).

3.1 Yield and proximate composition

Minas fresh cheese production yielded a range of 17.61 to 19.40 Kg L⁻¹ and was not affected ($P > 0.05$) by the type of milk used (Table 1). The cheese yield largely depended on the milk composition, particularly the fat and protein content (Guo, Park, Dixon, Gilmore, & Kindstedt, 2004). Goat milk exhibits higher non-protein nitrogen levels and lower casein nitrogen levels than cow milk (Park, Juárez, Ramos, & Haenlein, 2007), which may result in lower yields when manufacturing cheese made with goat milk (Guo, 2003) compared to cow milk. However, we did not observe such results in this study. The similarity in the cheese yield, regardless of the milk type used in their production, may be related to the goat breed from which milk was obtained. Milk from Alpine goats has been shown to exhibit a high percentage of α s1-casein, which has been associated with higher cheese yields and firmer curds when compared to milk from animals with lower α s1-casein percentages (Tziboula-Clarke, 2003; Moatsou, Samolada, Panagiotou, & Anifantakis, 2004).

CCM, CCGM and CGM did not differ ($P > 0.05$) with regard to their centesimal composition, except for the lactose content ($P < 0.05$), which was lower in CGM than in CCM. This finding may be related to the lactose content of the goat milk used to prepare CGM, which was lower than the lactose in cow milk. Queiroga et al. (2013) previously observed that fresh cheese made with cow milk displayed a higher moisture content and a lower fat content compared to cheese made with goat milk or a mixture of both, suggesting that manufacturing differences can influence the final cheese composition independent of the milk source.

3.3 Titratable acidity, pH, syneresis and moisture content during refrigerated storage

Titrate acidity increased ($P < 0.05$) throughout the storage period assessed, accompanied by a pH reduction in all the cheese samples (Fig. 1a and 1b). These changes may be attributable to the fermentation of residual lactose in the cheeses by the starter culture that would result in acid production and a decreased pH. These results agree with the results of Buriti, Rocha, Assis and Saad (2005), who observed significant reductions in pH levels during storage of Minas fresh cheeses made with homofermentative mesophilic milk culture, similar to the milk culture used in this study.

CGM displayed lower syneresis values ($P < 0.05$) than CCM for all assessed storage periods, and lower than CCGM after the fourteenth day of storage. These findings may be attributable to the fact that k-casein in goat milk exhibits a higher negative charge than in cow milk (Tziboula-Clarke, 2003), which dulls the attractive forces between micelles, thereby reducing syneresis. CCM, CCGM and CGM displayed increased ($P < 0.05$) syneresis during the storage period (Fig. 1c), possibly as a consequence of reduced pH because increasing the concentration of hydrogen ions and acidifying the product reduces repulsive forces between casein micelles, thereby promoting aggregation and whey expulsion (Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney, 2000).

A decrease ($P < 0.05$) in moisture content and an increase in syneresis values in all evaluated cheeses during refrigerated storage for 21 days were observed. However, CCM exhibited a significant moisture loss only on the twenty-first day of storage, whereas CCGM and CGM already exhibited significant moisture losses by the fourteenth day of storage. Some researchers have reported that the use of specific lactic acid bacteria strains as starter cultures for cheese production, as we did in this study, promotes coagulation by lowering the milk pH, by aiding in the expulsion of whey from the curd (syneresis) and by reducing the cheese moisture content (Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney, 2000).

3.4 Instrumental colour

CCM, CCGM and CGM displayed high luminosity (high L^*) values; however, CGM exhibited values higher ($P < 0.05$) than CCM and CCGM values (Table 2). Cheese prepared with goat milk demonstrated a more intense white colour compared to cheese prepared with cow milk because goats convert all beta-carotene present in the milk into vitamin A (Park, Juárez, Ramos, & Haenlein, 2007). Álvarez, Rodríguez, Ruiz and Fresno (2007) observed a positive correlation between the moisture content and luminosity in cheeses made with goat milk, suggesting that a high moisture content results in lighter products. Throughout the storage period, all the cheeses displayed decreased ($P < 0.05$) luminosity with decreased L^* values. Similar results have been observed in Minas fresh cheese made with cow milk over 28 days of refrigerated storage (Fritzen-Freire, Muller, Laurindo, Amboni, & Prudencio, 2010).

The lowest a^* values ($P < 0.05$) were observed in CGM from the fourteenth day of storage onwards, indicating greener tones in CGM compared to CCM and CCGM. Queiroga et al. (2013) observed different behaviours in cheese made with goat milk, which displayed less intense green tones than cheese made with cow milk during 28 days of storage.

The b^* values (yellow component) were higher in CCM ($P < 0.05$) compared to CCGM and CGM. More intense yellowing in cheeses manufactured with cow milk than with goat milk was also observed by Sheehan, Drake and McSweeney (2009). Cows transfer high carotenoids levels from their diet to milk, and consequently, dairy products made with cow milk are more yellow than those prepared with milk from other species (Fox & Cogan, 2004). During the 21 days of storage, only CGM displayed significantly increased ($P < 0.05$) b^* values. Thus, the cheese samples demonstrated a high luminosity (L^*), with a predominantly yellow component (b^*) rather than a green component ($-a^*$), suggesting that a white-yellowish tone contributed more to the final colour of cheeses.

3.5 Changes in the extent of the proteolysis index (EPI) and in the depth of the proteolysis index (DPI)

The EPI values observed for CCM were lower ($P < 0.05$) than the CCGM and CGM values only after 1 day of storage (final product). The EPI values observed for CCGM and CGM decreased ($P < 0.05$) during the refrigerated storage period, whereas QMV did not display any changes ($P > 0.05$) for this parameter (Fig. 2a). The EPI value correlates with natural milk proteinases and coagulant agents, which degrade protein into peptides of high molecular weight. However, when milk proteinases are inactivated by heat treatment (e.g., the temperature to which milk is submitted to during cheese manufacturing), they may not contribute to the primary proteolysis of cheeses (Pereira, Gomes, Gomes, & Malcata, 2008). The EPI results suggest that the residual enzymes of the coagulant agent exhibited greater effects in the early days of cheese storage but gradually were inactivated, or their substrates were depleted, during increasing storage time.

The DPI, which represents the presence of small and medium-chain peptides and free amino acids, was not different ($P > 0.05$) between the distinct cheese types evaluated (Fig. 2b). However, DPI values increased in all cheeses, particularly in the last weeks of storage, suggesting that broken, high molecular weight peptides were released during the initial storage period (Delgado, González-Crespo, Cava, & Ramirez, 2011). The increased DPI values observed in the studied cheeses may be attributable to the action of lactic acid bacteria, which harbour complex proteolytic systems with enzymes that act primarily to degrade intermediate-sized peptides produced from casein as a result of chymosin or plasmin activity (McSweeney, 2004).

3.6 Instrumental texture profile

CCGM displayed a higher hardness ($P < 0.05$) than CCM and CGM only after 24 h of storage (final product). All evaluated cheeses displayed a decreased ($P < 0.05$) hardness over 21 days of refrigerated storage (Table 3). According to McSweeney (2004), cheese texture softens during ripening as a result of casein micelle hydrolysis due to the proteolysis (modifying the binding capacity of curd water) and changes in pH. Once all the cheeses displayed a decreased pH during storage, reaching values below 5.5 for CCM and CCGM from the seventh day of storage and for CGM from the fourteenth day of storage, colloidal calcium phosphate loss from the casein sub-micelles becomes apparent and promoted the progressive dissociation of these sub-micelles into smaller aggregates, which results in a more fragile cheese texture (Buriti, Rocha, Assis, & Saad, 2005).

Minas fresh cheese exhibits a high moisture content, which is recognised as an important factor in the evolution of cheese texture. Ahmed El Soda, Hassan and Frank (2005) have reported that high moisture content cheeses harbor a fragile protein network that results in less firm cheeses.

Generally, the type of milk used to manufacture cheese and the length of storage did not affect ($P > 0.05$) the adhesiveness, elasticity or cohesiveness of the cheeses studied. Buriti, Okazaki, Alegro and Saad (2007) also observed a lack of differences in these parameters in Minas fresh cheese made with cow milk stored for 21 days under refrigeration. Bryant, Ustunol and Steffe (1995) reported that cheese cohesiveness and elasticity are related to the structure of the protein network and the moisture and fat content.

Due to the decreased hardness, the derived parameters (gumminess and chewiness) were also influenced by the storage period. CCM and CCGM displayed decreased ($P < 0.05$) gumminess and chewiness values over the storage period evaluated, whereas this behaviour was not observed in CGM. Souza and Saad (2009) reported lower hardness, gumminess and chewiness values in Minas fresh cheese made with cow milk compared to those found in this study. The differences in the cheese texture parameters are attributable to the initial composition of milk and cheese, the manufacturing process and the extent of the proteolysis index (Lucey, Johnson, & Horne, 2003).

3.7 Fatty acid profile

Medium- and long-chain saturated fatty acids (C14: 0, C16: 0 and C18: 0) and polyunsaturated fatty acids (C18: 1n9c) were prevalent in all cheese types studied. The storage period did not change ($P > 0.05$) the fatty acid profile, except for the amounts of

caprylic (C8: 0) and capric acid (C10: 0). The C8:0 percentage was higher ($P < 0.05$) in CCGM on the seventh day of storage compared to CGM. However, on the fourteenth day of storage, CCM and CGM displayed increased ($P < 0.05$) fatty acid content, which was not observed in CCGM. During both evaluated storage periods, CGM demonstrated a higher ($P < 0.05$) capric acid content (C10: 0), whereas CCGM displayed an increase of this fatty acid in QMM after the thirteenth day of storage in comparison to CCM.

Differences were not observed in the medium-chain fatty acid (C12: 0, C14: 0 and C16: 0) and the long-chain fatty acid (C18: 0) levels ($P > 0.05$) in the cheeses throughout the storage period evaluated. Lucas, Rock, Agabriel, Chilliard and Coulon (2008) demonstrated higher C12: 0 amounts in cheeses made with goat milk, whereas cheeses made with cow milk exhibited higher amounts of C14: 0 and C16: 0.

Greater amounts of oleic acid (C18: 1n9c) and linoleic acid (C18: 2n6c) ($P < 0.05$) were observed in CGM from both storage periods assessed. CCGM displayed higher amounts of C18: 2n6c compared to CCM on the twenty-first day of storage, suggesting that the goat and cow milk mixture contributed to an increase in the amount of this fatty acid. Goats respond differently to dietary factors than cows, both in fat secretion and in the fatty acid composition of milk (Chilliard, Ferlay, Rouel, & Lamberet, 2003). These different responses are dependent on the metabolism and bio-hydrogenation of fatty acids in the rumen obtained from feeding goat and cattle species, therefore resulting in the production of C18: 0 and some mono- and poly-unsaturated isomers (Chilliard et al., 2007), such as oleic acid and linoleic acid. A higher saturation of the bio-hydrogenation of dietary fatty acids in the rumen of these animals results in a higher production of C18: 0 and lower production of long-chain unsaturated fatty acids (Lucas, Rock, Agabriel, Chilliard, & Coulon, 2008).

3.8 Sensory analysis

In both storage periods evaluated, CCM received higher scores ($P < 0.05$) for creamy colour, butter flavour and aroma, whereas CGM received higher scores ($P < 0.05$) for whitish colour, goat milk aroma and flavour when compared to CCM and CCGM (Figures 3a and 3b). The mixture of goat milk and cow milk promoted a decrease ($P < 0.05$) in creamy colour and an increase in the white colour of CCGM when compared to CGM, and the differences in colour reported by evaluators are consistent with instrumental colour results, where CGM received the highest scores for white colour, but a creamy colour was more perceived in CCM.

The higher short-chain fatty acid contents promote the typical aroma and flavour of the dairy products made with goat milk (Karademir, Atamer, Tamucay, & Yaman, 2002), evidenced by the intermediate scores assigned to CCGM for aroma and flavour attributes of goat milk, which indicate the perception of aspects typical of goat milk.

The cheeses evaluated did not differ ($P > 0.05$) in their smooth appearance, soft and homogeneous texture, or salty and acidic flavour; moreover, the acidic flavour became more pronounced ($P < 0.05$) on the fourteenth day of storage in all cheeses. Minas fresh cheese is typified by a slightly acidic flavour (Cunha, Viotto, & Viotto, 2006), which may be attributable to the titratable acidity profile exhibited by the cheeses evaluated and detected during their sensory analysis. The perceived softness reinforces the findings for the instrumental texture profile, which reflected low hardness values exhibited by all cheeses independent of the milk source. CCM was described to exhibit a better wet appearance ($P < 0.05$) compared to CGM and CCGM for both storage periods assessed, which corroborates with the high syneresis displayed by CCM.

In the Principal Component Analysis for sensory data, the first two principal components (PC) explained 100% of the total variance between samples. Thus, for graphing, two dimensions were presented (Fig. 4). Principal component 1 (PC1) explained 89.34% of the variability between cheeses and most strongly accounted for the differences between the samples. According to PC1, the whitish colour, smooth appearance, homogeneous texture, goat milk flavour and aroma directly interacted with each other, and these attributes are inversely related to creamy colour, salty and butter flavours, soft texture and butter aroma. The dispersion of CCM, CCGM and CGM samples in the graph agreed with results previously obtained for the sensory profile of cheese. Wadhwani and McMahon (2012) reported that the colour of the cheese can change the flavour perception by consumers. The evaluators may have associated the creamy colour with the flavour of butter, including the salty flavour.

According to Salvador, Varela, Sanz and Fiszman (2009), the correlation of two or more parameters with one main component indicates that these parameters are related. The same correlation for parameters with the same main component represents a direct relationship between these variables, and a correlation in the opposite direction indicates an inverse relationship (Silva et al., 2010). Sensory descriptors, such as “wet appearance” and “acidic flavour”, were explained by PC2, and the vectors that represent them indicate an inverse relationship between these attributes because the acid production (and consequent pH reduction) promotes the release of whey from cheese (syneresis) (Fox, Guinee, Cogan, &

McSweeney, 2000). This principal component explains 10.66% of the variability between samples, playing a minor role in differentiating the studied cheeses, which is in agreement with Fig. 3a and 3b, where the samples exhibited similar attributes.

The purchase intent of cheese samples revealed differences ($P < 0.05$) between the cheeses, where CCM reached the highest scores and CGM reached the lowest mean values. However, all scores remained between 4 and 5, which indicates that the evaluators would certainly buy the product, revealing the likely approval of all Minas fresh cheeses.

4. Conclusion

Minas fresh cheese produced with cow milk, goat milk and a mixture of the two demonstrated similar physicochemical properties during 21 days of storage. Time-dependent changes were observed only for proteolysis, syneresis, moisture, acidity and instrumental hardness, whereas the fatty acid profiles were not considerably different. However, the use of goat milk yielded higher percentages of caprylic, capric, oleic and linoleic fatty acids when compared to cheese made with cow milk. Likewise, Minas fresh cheeses manufactured with cow milk, goat milk and the mixture of the two displayed some similar sensory attributes; however, they differed in flavour, aroma and colour because the use of goat milk promoted an increase in whitish colour and intensified the unique flavour and aroma typical of this milk. The development of derivative products, particularly Minas fresh cheese, where goat milk is partially substituted with cow milk, can be a viable alternative for marketable, high-quality dairy products that meet consumer demands.

Acknowledgments

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for financial support and the Center for Humanities, Social and Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba (CCHSA / UFPB), for supplying the milk used to prepared the cheeses studied.

References

Ahmed, N. H., El Soda, M., Hassan, A. N., & Frank, J. (2005). Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. *LWT – Food Science and Technology*, 38, 843–847.

Alvarez, S., Rodriguez, V., Ruiz, M. E., & Fresno, M. (2007). Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canários. *Archivos de Zootecnia*, 56, 663-666.

Andreatta, E., Fernandes, A. M., Santos, M. V., Mussarelli, C., Marques, M. C., Gigante, M. L., & Oliveira, C. A. F. (2009). Quality of Minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 320-326.

Andreatta, E., Fernandes, A. M., Santos, M. V., Lima, C. G., Mussarelli, C., Marquesi, M. C., & Oliveira, C. A. F. (2007). Effects of milk somatic cell count on physical and chemical characteristics of mozzarella cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 62, 166-170.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2005). Official Methods of Analysis. Washington: AOAC. 1018 p.

APHA. American Public Health Association (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. (4 th ed). Washington.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2001). Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília.

Bryant, A., Ustunol, Z., & Steffe, J. (1995). Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal of Food Science*, 60, 1216-1219.

Buriti, F. C. A., Rocha, J. S., Assis, E. G., & Saad, S. M. I. (2005). Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT - Food Science and Technology*, 38, 173-180.

Buriti, F. C. A., Okazaki, T. Y., Alegro, J. H. A., & Saad, S. M. I. (2007). Effect of a probiotic mixed culture on texture profile and sensory performance of Minas fresh cheese in comparison with the traditional products. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 57, 179-186.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A Review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86, 1751-1770.

Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernand, L. Rouel, J., & Doreau, M. (2007). Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Europe Journal Lipid Science and Technology*, 109, 828-855.

Cunha, C. R., Viotto, W. H., & Viotto, L. A. (2006). Use of low concentration factor ultrafiltration retentates in reduced fat “Minas Frescal” cheese manufacture: effect on composition, proteolysis, viscoelastic properties and sensory acceptance. *International Dairy Journal*, 16, 215-224.

Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., & Ramírez, R. (2011). Proteolysis, texture and colour of a raw goat milk cheese throughout the maturation. *Europe Food Research Technology*, 233, 483-488.

Dubeuf, J. P. (2005). Structural, market and organisational conditions for developing goat dairy production systems. *Small Ruminant Research*, 60, 67-74.

Folch, L., Less, M., & Stanley, S.A. (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2000). Fundamentals of cheese science. Gaithersburg: Aspen.

Fox, P. F., & Cogan, T. M. (2004). Factors that affect the quality of cheese. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Vol. 1. General Aspects. 3rd. 617p.

Fritzen-Freire C. B., Muller, C. M. O., Laurindo, J. B., Amboni, R. D. M., & Prudêncio, E. S. (2010). The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas Fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 561-568.

Guo, M. R., (2003). Goat milk. In: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press, London, pp. 2944–2949.

Guo, M., Park, Y. W., Dixon, P. H., Gilmore, J. A., & Kindstedt, P. S. (2004). Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Research*, 52, 103-107.

Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 155-163.

Hartman, L., & Lago, R.C.A. (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Laboratory Practice*, 22, 475-476.

Karademir, E., Atamer, M., Tamucay, B., & Yaman, S. (2002). Some properties of goat milk yoghurts produced by different fortification methods. *Milchwissenschaft*, 57, 261-263.

Lucas A., Rock E., Agabriel C., Chilliard, Y., & Coulon J. B. (2008). Relationships between animal species (cow versus goat) and some nutritional constituents in raw milk farmhouse cheeses. *Small Ruminant Research*, 74, 243-248.

Lucey, J. A., Johnson, M. E., & Horne, D. S. (2003). Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725-2743.

McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 127-144.

Moatsou, A., Samolada, M., Panagiouto, P., & Anifantakis, E. (2004). Casein fraction of bulk milks from different caprine breeds. *Food Chemistry*, 87, 75-81.

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88 -113.

Pereira, C. L., Gomes, E. O., Gomes, A. M. P., & Malcata, F. X. (2008). Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, 108, 862-868.

Queiroga, R. C. R. E., Santos, B. M., Gomes, A. M. P., Monteiro, M. J., Teixeira, S. M., Souza E. L. De, Pereira, C. J. D., & Pintado, M. M. E. (2013). Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 538-544.

Salvador, A., Varela, P., Sanz, T., & Fiszman, S. M. (2009). Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 763-767.

Santos, K. M. O., Bomfim, M. A. D., Vieira, A. D. S., Benevides, S. D., Saad, S. M. I. b, Buriti, F. C. A., & Egito, A. S. (2012). Probiotic caprine Coalho cheese naturally enriched in conjugated linoleic acid as a vehicle for *Lactobacillus acidophilus* and beneficial fatty acids. *International Dairy Journal*, 24, 107-112.

SAS. Statistical Analysis System (2002). *Usei Guid.* Cary: SAS Institute, 525.

Sheehan, J. J., Drake, M. A., & Mcsweenwy, P. L. H. (2009). Effect of partial or total substitution of bovine for caprine milk on the compositional, volatile, non-volatile and sensory characteristics of semi-hard cheeses. *International Dairy Journal*, 19, 498- 509.

Silva, R. C. S. N., Minim, V. P. R., Simiqueli, L. E. S. M. Gomide, A. I., & Minim, L. A. (2010). Optimized descriptive profile: a rapid methodology for sensory description. *Food Quality and Preference*, 24, 190-200.

Slacanac, V., Bozanic, R., Hardi, J., Szabó, J.R., Lucan, M., & Krstanovic, V. (2010). Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 171-189.

Souza, C. H. B., & Saad, S. M. I. (2009). Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *LWT – Food Science and Technology*, 42, 633-640.

Stone, L. H. J., & Sidel, L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. (2th edn). London, UK: Academic Press.

Tziboula-Clarke, A. (2003). Goat milk. In Roginnski, H., Fuquay, J.W. & Fox, P. F (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences*, Vol. 2 (pp. 1270-1279). London, UK: Academic Press.

Vargas, M., Cháfer, M., Albors, A., Chiralt, A. & González-Martínez, C. (2008). Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cow's and goat's milk. *International Dairy Journal*, 18, 1142-1152.

Wadhwani, R., & McMahon, D. J. (2012). Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. *Journal of Dairy Science*, 95, 2336-2346.

Table 1

Mean yield (kg L⁻¹) and chemical composition (g 100 g⁻¹) values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk or a mixture of the two

Variables	Cheeses*		
	CCM	CCGM	CGM
Yield (Kg L ⁻¹)	19.40 ^a ± 1.08	18.99 ^a ± 0.45	17.61 ^a ± 0.92
Moisture (g 100 g ⁻¹)	63.97 ^a ± 1.84	64.14 ^a ± 2.25	63.97 ^a ± 2.35
Protein (g 100 g ⁻¹)	15.35 ^a ± 1.12	14.43 ^a ± 2.36	15.78 ^a ± 0.82
Fat (g 100 g ⁻¹)	17.44 ^a ± 1.42	17.78 ^a ± 1.48	16.44 ^a ± 0.73
Lactose (g 100 g ⁻¹)	1.60 ^a ± 0.09	1.36 ^{ab} ± 0.06	1.26 ^b ± 0.28
Ash (g 100 g ⁻¹)	2.21 ^a ± 0.32	2.34 ^a ± 0.22	2.26 ^a ± 0.31

*CCM: cheese made with cow milk; CCGM: cheese made with a mixture of cow milk and goat milk; CGM: cheese made with goat milk.

^{a, b, c}For each cheese, different lower case superscript letters on the same line indicate a significant difference by Tukey's test at 5%.

Table 2

Mean colour parameter values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk and the mixture of the two during 21 days of storage at 7 °C.

Variables	Days of storage	Cheeses*		
		CCM	CCGM	CGM
L*	1	93.54 ^{bA} ± 0.80	93.95 ^{bA} ± 0.95	95.36 ^{aA} ± 0.75
	7	92.86 ^{bAB} ± 0.35	92.97 ^{bAB} ± 0.50	94.29 ^{aB} ± 0.51
	14	92.30 ^{bB} ± 0.68	92.72 ^{abB} ± 0.85	93.72 ^{aB} ± 0.63
	21	92.28 ^{bB} ± 0.45	92.66 ^{bB} ± 0.47	93.35 ^{aB} ± 0.43
a*	1	-3.16 ^{aA} ± 0.23	-3.13 ^{aA} ± 0.40	-3.09 ^{aA} ± 0.34
	7	-3.16 ^{aA} ± 0.28	-3.32 ^{aA} ± 0.23	-3.30 ^{aA} ± 0.17
	14	-3.10 ^{aA} ± 0.07	-2.99 ^{aA} ± 0.12	-3.28 ^{bA} ± 0.14
	21	-3.22 ^{aA} ± 0.43	-3.44 ^{aA} ± 0.34	-3.87 ^{bB} ± 0.09
b*	1	16.34 ^{aA} ± 1.63	13.70 ^{bA} ± 0.83	9.15 ^{cC} ± 0.60
	7	16.45 ^{aA} ± 0.78	13.97 ^{bA} ± 0.72	9.93 ^{cB} ± 0.46
	14	16.46 ^{aA} ± 1.16	14.14 ^{bA} ± 0.31	10.21 ^{cB} ± 0.99
	21	16.52 ^{aA} ± 0.69	14.29 ^{bA} ± 0.32	11.07 ^{cA} ± 0.23

*CCM: cheese made with cow milk; CCGM: cheese made with the mixture of cow milk and goat milk; CGM: cheese made with goat milk.

Superscripts indicate that if lowercase and capital letters are present on the same line or on the same column, then the difference revealed by Tukey's test is at 5%.

Table 3

Mean instrumental texture profile values of Minas fresh cheese made with cow milk, goat milk and the mixture of the two during 21 days of storage at 7 °C.

Variables	Days of storage	Cheeses*		
		CCM	CCGM	CGM
Hardness (N)	1	11.96 ^{ba} ± 0.39	14.19 ^{aA} ± 0.02	12.67 ^{ba} ± 0.28
	7	12.12 ^{aA} ± 0.97	12.28 ^{aB} ± 0.25	9.20 ^{aAB} ± 1.00
	14	7.69 ^{aB} ± 0.51	10.47 ^{aC} ± 0.07	7.64 ^{aB} ± 1.72
	21	6.27 ^{aB} ± 0.02	8.01 ^{aD} ± 0.06	7.58 ^{aB} ± 0.80
Adhesiveness (N/s)	1	-0.19 ^{aA} ± 1.40	-0.21 ^{aA} ± 0.35	-0.20 ^{aA} ± 0.30
	7	-0.26 ^{aA} ± 1.15	-0.24 ^{aA} ± 0.65	-0.24 ^{aA} ± 0.54
	14	-0.27 ^{aA} ± 0.25	-0.25 ^{aA} ± 0.44	-0.25 ^{aA} ± 0.32
	21	-0.25 ^{aA} ± 0.03	-0.26 ^{aA} ± 0.39	-0.25 ^{aA} ± 2.22
Gumminess (N)	1	7.08 ^{aA} ± 1.40	4.64 ^{aA} ± 0.35	5.51 ^{aA} ± 0.30
	7	3.83 ^{aAB} ± 1.15	3.97 ^{aAB} ± 0.65	5.29 ^{aA} ± 0.54
	14	2.57 ^{aB} ± 0.25	3.02 ^{aAB} ± 0.44	3.90 ^{aA} ± 0.32
	21	2.53 ^{aB} ± 0.03	2.49 ^{aB} ± 0.39	3.80 ^{aA} ± 2.22
Chewiness (N)	1	5.86 ^{aA} ± 0.96	3.83 ^{aA} ± 0.30	4.63 ^{aA} ± 0.34
	7	3.07 ^{aAB} ± 1.14	3.28 ^{aAB} ± 0.80	4.52 ^{aA} ± 0.65
	14	2.06 ^{aB} ± 0.24	2.52 ^{abAB} ± 0.32	3.30 ^{aA} ± 0.19
	21	2.15 ^{aB} ± 0.01	2.11 ^{aB} ± 0.31	3.38 ^{aA} ± 2.36
Cohesiveness	1	0.59 ^{aA} ± 0.10	0.33 ^{aA} ± 0.02	0.44 ^{aA} ± 0.03
	7	0.32 ^{aA} ± 0.12	0.32 ^{aA} ± 0.04	0.58 ^{aA} ± 0.00
	14	0.34 ^{aA} ± 0.06	0.29 ^{aA} ± 0.04	0.52 ^{aA} ± 0.07
	21	0.40 ^{aA} ± 0.01	0.31 ^{aA} ± 0.05	0.49 ^{aA} ± 0.24
Elasticity	1	0.83 ^{aA} ± 0.03	0.82 ^{aA} ± 0.02	0.84 ^{aA} ± 0.02
	7	0.79 ^{aA} ± 0.01	0.83 ^{aA} ± 0.04	0.82 ^{aA} ± 0.03
	14	0.80 ^{aA} ± 0.06	0.83 ^{aA} ± 0.00	0.85 ^{aA} ± 0.12
	21	0.85 ^{aA} ± 0.01	0.85 ^{aA} ± 0.01	0.85 ^{aA} ± 0.12

*CCM: cheese made with cow milk; CCGM: cheese made with the mixture of cow milk and goat milk; CGM: cheese made with goat milk.

Superscripts indicate that if lowercase and capital letters are present on the same line or on the same column, then the difference revealed by Tukey's test is at 5%.

Table 4

Mean fatty acid majority content values (g^{-1}) in 100 grams of Minas fresh cheese produced with cow milk, goat milk and the mixture of the two after 7 and 14 days of storage at 7 °C.

Fatty acids	Days of storage	Cheeses*		
		CCM	CCGM	CGM
C8:0	7	$0.37^{\text{abB}} \pm 0.21$	$0.65^{\text{aA}} \pm 0.32$	$0.01^{\text{bB}} \pm 0$
	14	$0.98^{\text{aA}} \pm 0.15$	$1.18^{\text{aA}} \pm 0.28$	$1.24^{\text{aA}} \pm 0.13$
C10:0	7	$2.07^{\text{bB}} \pm 0.10$	$2.92^{\text{bB}} \pm 0.13$	$4.02^{\text{aB}} \pm 0.68$
	14	$2.62^{\text{cA}} \pm 0.10$	$4.39^{\text{bA}} \pm 0.64$	$5.67^{\text{aA}} \pm 0.03$
C12:0	7	$2.83^{\text{aA}} \pm 0.10$	$3.07^{\text{aA}} \pm 0.23$	$3.00^{\text{aA}} \pm 0.57$
	14	$2.93^{\text{aA}} \pm 0.12$	$3.04^{\text{aA}} \pm 0.22$	$3.23^{\text{aA}} \pm 0.58$
C14:0	7	$11.10^{\text{aA}} \pm 0.39$	$10.69^{\text{aA}} \pm 0.64$	$10.30^{\text{aA}} \pm 1.22$
	14	$10.89^{\text{aA}} \pm 0.38$	$10.42^{\text{aA}} \pm 0.61$	$10.23^{\text{aA}} \pm 1.21$
C16:0	7	$32.05^{\text{aA}} \pm 1.21$	$30.54^{\text{aA}} \pm 1.27$	$29.56^{\text{aA}} \pm 2.19$
	14	$31.20^{\text{aA}} \pm 1.71$	$29.53^{\text{aA}} \pm 1.26$	$28.79^{\text{aA}} \pm 2.16$
C18:0	7	$13.58^{\text{aA}} \pm 0.48$	$12.72^{\text{aA}} \pm 1.12$	$12.03^{\text{aA}} \pm 1.57$
	14	$12.80^{\text{aA}} \pm 0.56$	$12.36^{\text{aA}} \pm 0.98$	$11.68^{\text{aA}} \pm 1.44$
C18:1n9cis	7	$25.39^{\text{bA}} \pm 1.24$	$26.75^{\text{bA}} \pm 1.17$	$29.81^{\text{aA}} \pm 1.21$
	14	$24.55^{\text{bA}} \pm 0.97$	$26.30^{\text{bA}} \pm 1.16$	$29.68^{\text{aA}} \pm 0.10$
C18:2n6cis	7	$1.61^{\text{bA}} \pm 0.14$	$1.91^{\text{bA}} \pm 0.08$	$2.28^{\text{aA}} \pm 0.15$
	14	$1.64^{\text{bA}} \pm 0.13$	$1.96^{\text{aA}} \pm 0.02$	$2.21^{\text{aA}} \pm 0.15$

* CCM: cheese made with cow milk; CCGM: cheese made with the mixture of cow milk and goat milk and CGM: cheese made with goat milk.

Superscripts indicate that if lowercase and capital letters are present on the same line or on the same column, then the difference revealed by Tukey's test is at 5%.

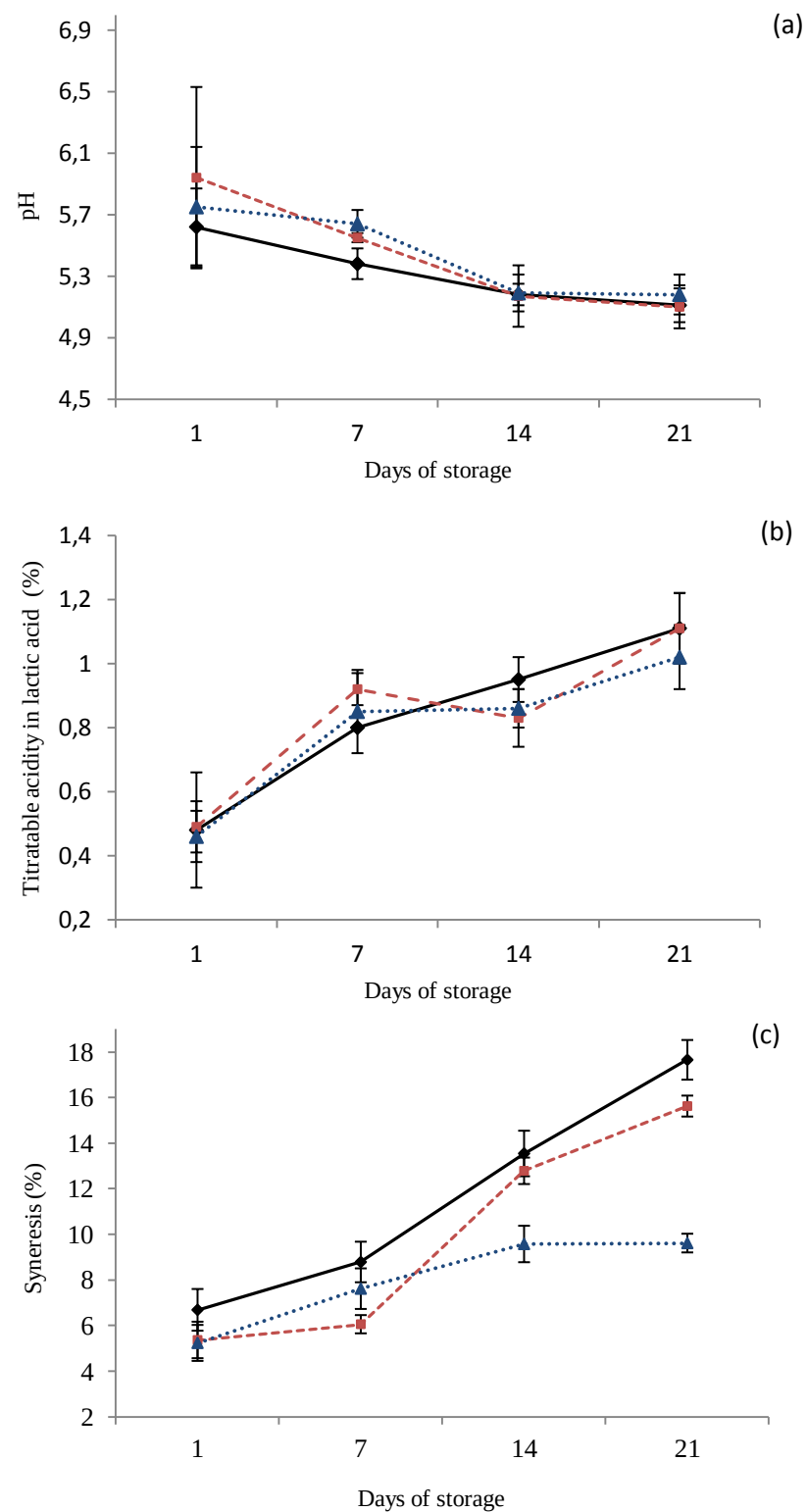


Fig. 1 - Mean values for pH (a), titratable acidity in lactic acid (b), syneresis (c) of Minas fresh cheeses made with cow milk (CCM: —●—), goat milk (CGM:▲.....) or the mixture of the two (CCGM: ---■---) and stored for 21 days at 7 °C.

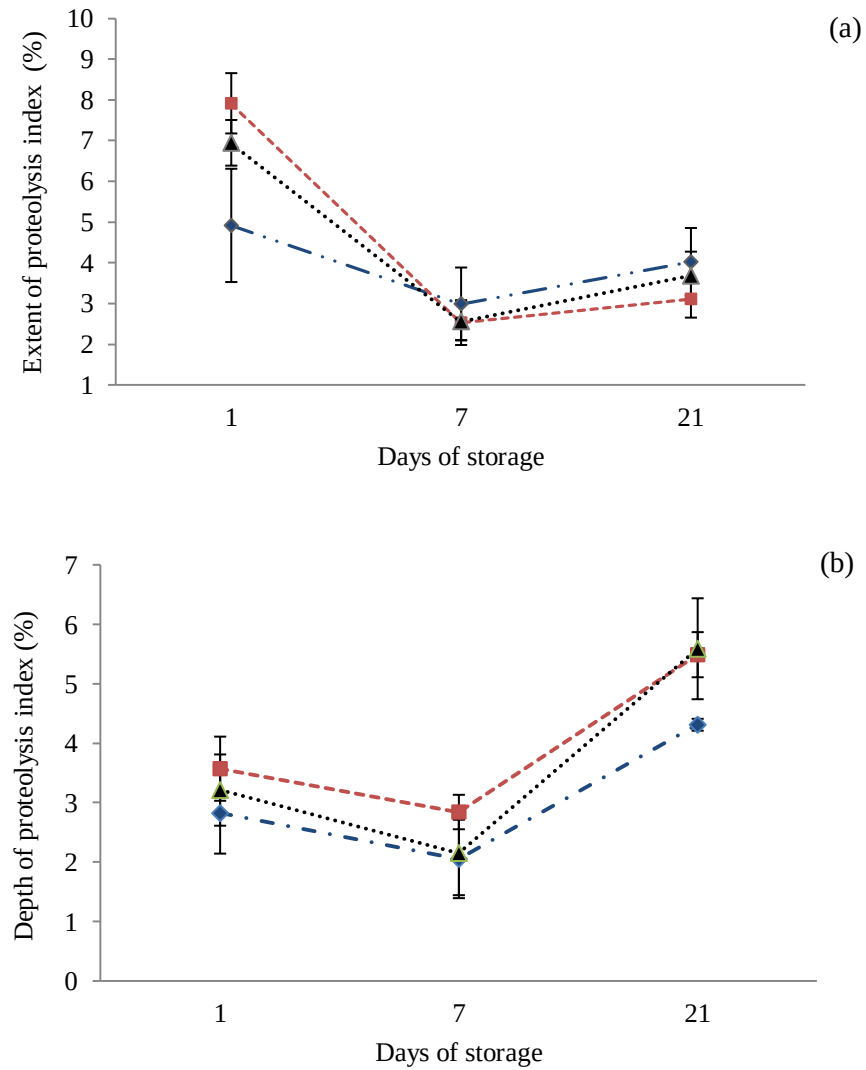


Fig. 2 - Mean extent of proteolysis index (a) depth of proteolysis index (b) values for cheese made with cow milk (CCM: $- \blacklozenge -$), goat milk (CGM: $\cdots \blacktriangle \cdots$) and a mixture of the two (CCGM: $- \blacksquare -$) during 21 days of storage at 7 °C.

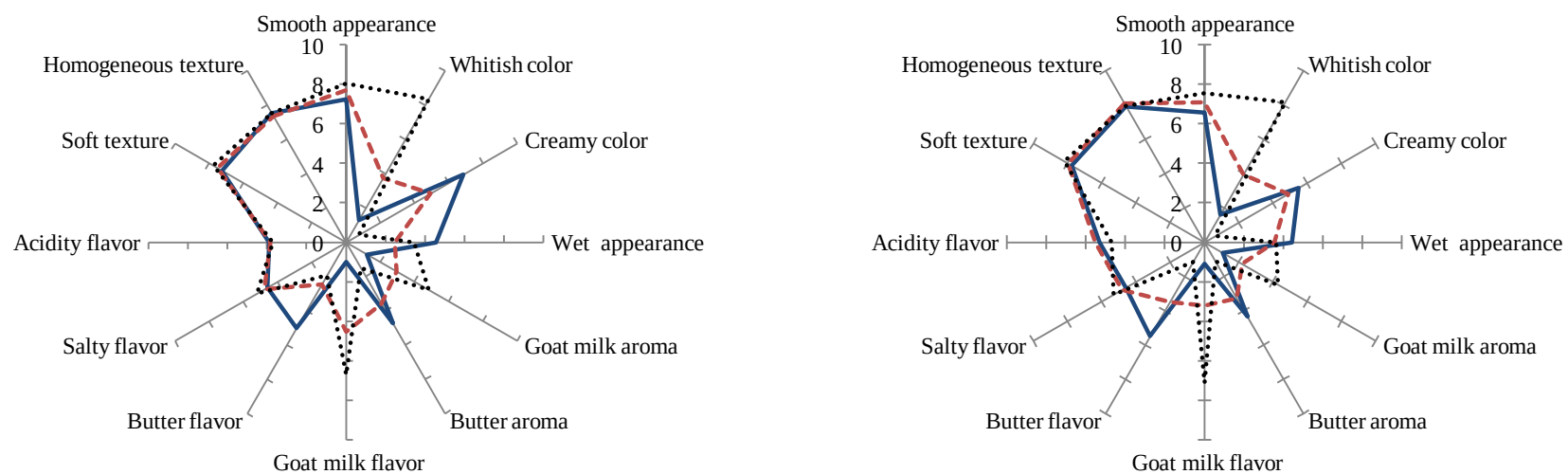


Fig. 3 - Graphic representation of the sensory evaluation by quantitative descriptive analysis (QDA) of Minas fresh cheese made with cow milk (CCM: —), goat milk (CGM:) and the mixture of the two (CCGM: - - - -) during storage at 7°C. (a): 7 days of storage (b): 14 days of storage.

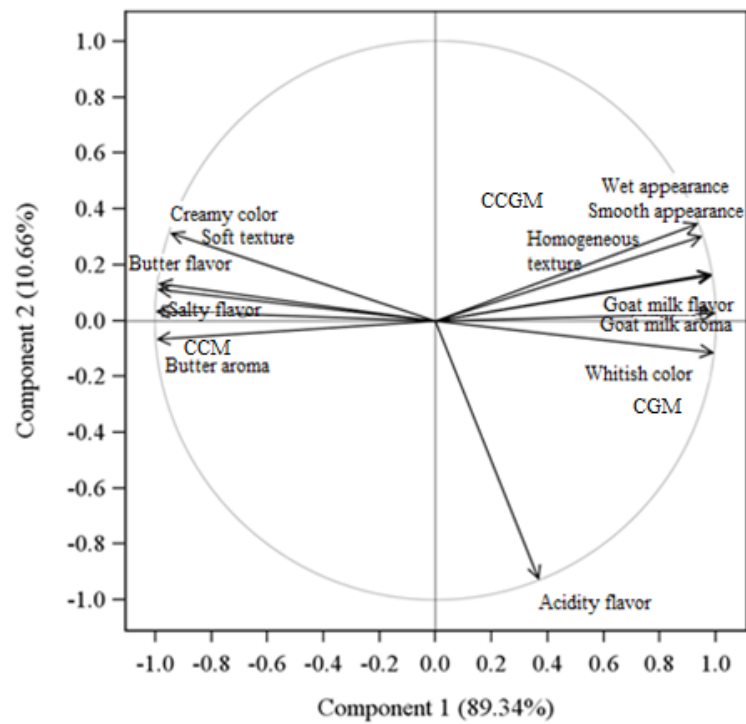


Fig. 4 - Principal Component Analysis (PCA) of the sensory attributes of Minas fresh cheese made with cow milk (CCM), goat milk (CGM) and the mixture of the two (CCGM).

APÊNDICES

APÊNDICE A - Atributos sensoriais determinados pelo painel de avaliadores. Suas respectivas definições e normas definem os extremos da escala não estruturada.

Termo descritor	Definição	Referência
Aparência		
Lisa	Característica do produto apresentar-se liso, contínuo, sem grânulos ou olhaduras	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de ricota fresca da marca Bom Leite Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio
Cor esbranquiçada	Cor característica de queijo de cabra, tendendo ao branco	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo de coalho de leite de cabra marca Semear Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo Minas Frescal de leite de cabra artesanal
Cor creme	Cor branco-amarelada, semelhante à cor da nata do leite	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo de coalho de leite de cabra marca Semear Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo parmesão da marca Ipanema
Molhada	Liberação de líquido variando de gotículas na superfície a uma quantidade visível de líquido separado do queijo	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de ricota fresca da marca Bom Leite Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio
Aroma		
Leite de cabra	Aroma característico de queijo de leite de cabra	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo de coalho de leite de cabra marca Semear Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo Minas Frescal de leite de cabra artesanal
Manteiga	Aroma característico de manteiga	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo parmesão da marca Ipanema
Sabor		
Leite de cabra	Sensação complexa composta de sensações gustativas, olfativas e táteis que são percebidas durante a degustação de produtos contendo leite de cabra.	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo de coalho de leite de cabra Marca Semear Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo Minas Frescal de leite de cabra artesanal
Manteiga	Sensação complexa composta de sensações gustativas, olfativas e táteis que são percebidas durante a degustação de produtos contendo leite de vaca.	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de ricota fresca da marca Bom Leite Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio
Ácido	Sensação provocada pela degustação de ácido cítrico.	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de Queijo Minas Frescal de leite de cabra artesanal
Salgado	Gosto estimulado pela presença de cloreto de sódio	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de ricota fresca da marca Bom Leite Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo parmesão da marca Ipanema
Textura		
Maciez	Propriedade de textura que oferece pouca resistência à mastigação, variando de firme até macio	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo parmesão da marca Ipanema Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio
Homogeneidade	Propriedade relacionada à ausência de grumos percebidos ao degustar o produto.	Fraca: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de ricota fresca da marca Bom Leite Forte: 1 fatia medindo 8 x 6 cm de queijo minas frescal ultrafiltrado tradicional da marca Danubio

APÊNDICE B – Escala para determinação de atributos sensoriais determinados pelo painel de avaliadores. Suas respectivas definições e normas definem os extremos da escala não estruturada.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra de queijo “tipo minas frescal”. Por favor, avalie a intensidade de cada um dos atributos. Para isto, coloque um traço vertical na escala correspondente.

Amostra: _____

Aparência

LISA	
	Fraca Forte
COR ESBRANQUIÇADA	
	Fraca Forte
COR CREME	
	Fraca Forte
LIBERAÇÃO DE SORO	
	Baixa Alta

Aroma

LEITE DE CABRA	
	Fraco Forte
MANTEIGA	
	Fraco Forte

Sabor

LEITE DE CABRA	
	Fraco Forte
MANTEIGA	
	Fraco Forte
ÁCIDO	
	Fraco Forte
SALGADO	
	Fraco Forte

Textura

MACIEZ	
	Fraco Forte
HOMOGENEIDADE	
	Baixa Alta

ANEXOS

ANEXO A - Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROJETO DE PESQUISA

Título: Produção de derivados lácteos: tecnologias e agregação de valor a produtos da caprinocultura leiteira

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 02226912.0.0000.5188

Pesquisador: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

Instituição: Universidade Federal da Paraíba

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 111.523

Data da Relatoria: 25/09/2012

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa tem por objetivo desenvolver e adaptar tecnologias de produtos lácteos caprinos (queijos, iogurte, bebidas lácteas), como também, aproveitar resíduos de indústrias de laticínios e frutos da biodiversidade regional, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região Semiárida, procurando-se atender aos requisitos de segurança alimentar. Serão elaborados produtos lácteos com qualidade satisfatória os quais serão submetidos a testes sensoriais. Os procedimentos realizados na pesquisa serão explicados aos indivíduos e, em seguida, caso aceitem participar da mesma, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido. Serão convidados e selecionados a formar o grupo de provadores estudantes e servidores da Instituição maiores de 18 anos. As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Técnica Dietética DN/CCS/UFPB e para a realização das mesmas serão aplicados Testes de Aceitação (100 provadores) e de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (12 provadores) de acordo com metodologia descrita por Faria & Yotsuyanagi (2002). Para participação do painel sensorial serão recrutados voluntários entre estudantes, funcionários e professores da UFPB. Os dados obtidos serão tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA). As diferenças entre os grupos estudados serão analisados utilizando o teste de média Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Com relação à análise sensorial, os dados serão tabulados em gráfico de planilha eletrônica EXCEL, sendo os valores médios de cada atributo sensorial comparado através de teste de Friedman. Para a comparação entre os tratamentos será realizada a análise de variância (ANOVA) dos provadores e comparação ao teste de Tukey com nível de 5 % de significância.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver e adaptar tecnologias de produtos lácteos caprinos, como também, aproveitar resíduos de indústrias de laticínios e frutos da biodiversidade regional, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região Semiárida, procurando-se atender aos requisitos de segurança alimentar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis, e o pesquisador relata que os benefícios gerados com a pesquisa são para a área de conhecimento, mas não ao participante diretamente. Também pode contribuir para a expansão da agroindústria especializada nestes produtos, pela valorização da caprinocultura leiteira brasileira e contribuição para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro.

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOÃO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: etica@ccs@ccs.ufpb.br; elianemduarte@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante na sua área do conhecimento e atende a todas as considerações éticas da resolução 196/96.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 01 foram acatadas pelo pesquisador e realizadas.

Recomendações:

Como todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 02 foram acatadas pelo pesquisador, não temos mais recomendações a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conforme acima relatado, salvo melhor juízo, somos de parecer que este Projeto deve ser considerado APROVADO.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

JOAO PESSOA, 01 de Outubro de 2012

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa

(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: etica@ccs.ufpb.br; elianemduarte@hotmail.com

ANEXO B - Questionário de identificação dos provadores

<i>QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO</i>	
Nome:	DATA ____/____/____
Idade	Atividade
Endereço:	
Telefone p/ contato:	
1. O que você entende por “análise sensorial”?	
2. Qual dia da semana e o turno de sua disponibilidade para participar das sessões sensoriais?	
3. Você tem algum tipo de problema (alergia, desconforto, não gosta, etc) com alguns alimentos? Especifique quais.	
4. Quais os seus alimentos preferidos?	
5. Você está fazendo alguma dieta especial? Qual?	
6. Indique marcando com um X se tem os seguintes problemas de saúde :	
☐ Prótese dentária ☐ Problemas de percepção de cor (daltonismo, ...) ☐ Diabetes ☐ Colesterol ☐ Hipoglicemia ☐ Hipertensão ☐ Frequentes estados febris ☐ (sinusites) ☐ Frequentes inflamações da cavidade bucal ☐ Quadros asmáticos leves ou agudos ☐ Problemas respiratórios ☐ Problemas cardíacos	
7. Você está tomando algum remédio? Qual?	
8. Fumante? em caso afirmativo indicar a quantidade.	
Marque na escala abaixo sobre o seu consumo médio de queijo. ☐ Quase sempre (quase todo dia) ☐ Muito (pelo menos 4 vezes por semana) ☐ Moderado (pelo menos 2 vezes por semana) ☐ Pouco (pelo menos 1 vez por semana) ☐ Não consumo	

ANEXO C - Teste com escala hedônica não estruturada

Nome: _____ Data: _____

Assinale na escala, com um traço, a proporção da área hachureada nas figuras abaixo. Procure trabalhar mais com toda a sua sensibilidade e acuidade visual do que com o raciocínio puro. As três primeiras figuras são exemplos.

	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total
	nenhuma _____ total

ANEXO D - Teste *Threshold* de Reconhecimento

Nome _____ Data _____

Teste de reconhecimento de odores

Os frascos contêm substâncias odoríferas que se encontram normalmente em casa ou no local de trabalho. Aproxime o frasco de seu nariz, cheire três vezes brevemente e tente identificar o odor. Se não recordar o nome exato da substância, tente relacioná-la com alguma coisa com a qual você associe esse odor.

Referência	Definição do odor

TESTE DE SENSIBILIDADE AOS 5 GOSTO BÁSICOS (doce, salgado, amargo, ácido e umami)

Nome: _____ Data ____/____/____

Você está recebendo uma série de amostras apresentando os sabores básicos: doce, salgado, amargo e ácido. Deguste cuidadosamente cada uma delas e coloque um “X” na coluna apropriada, de acordo com o sabor reconhecido

Código da Amostra	Sabor não identificado	Ácido	Amargo	Salgado	Doce	Umami

Comentários: _____

ANEXO E - Teste Triangular**TESTE TRIANGULAR****Nome:** _____ **Data:** _____

Você está recebendo três amostras para análise. Duas das amostras são iguais e uma diferente. Assinale qual é a amostra diferente.

Amostra	Assinale a amostra diferente
---------	------------------------------

Muito obrigada!