

# INOVAÇÃO NA TECNOLOGIA DE DERIVADOS DO LEITE DE CABRA

SILVANI VERRUCK  
ELANE SCHWINDEN PRUDENCIO  
(Organizadoras)



Atena  
Editora

Ano 2018

Silvani Verruck  
Elane Schwinden Prudencio  
(Organizadoras)

# INOVAÇÃO NA TECNOLOGIA DE DERIVADOS DO LEITE DE CABRA

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
158	Inovação na tecnologia de derivados do leite de cabra [recurso eletrônico] / Silvani Verruck, Elane Schwinden Prudencio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-85-85107-40-6 DOI 10.22533/at.ed.406182509  1. Caprinos – Criação. 2. Leite de cabra. I. Prudencio, Elane Schwinden. II. Título.  CDD 636.39
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>5</b>
CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA SOBRE LEITE DE CABRA E DERIVADOS	
Silvani Verruck	
Vinicius Bittencourt Vitorino	
Luiza Medeiros Cardoso	
Camila Espíndola Sérgio	
Alice Espíndola Moreira Cardoso	
Elane Schwinden Prudencio	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>27</b>
ADIÇÃO <i>BIFIDOBACTERIUM</i> BB-12 E AS PROPRIEDADES DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL OBTIDO DO LEITE DE CABRA ( <i>CAPRA AEGRAGUS</i> ) AO LONGO DA SUA MANUTENÇÃO EM REFRIGERAÇÃO	
Vinicius Bittencourt Vitorino	
Silvani Verruck	
Sofia Grechi Garcia	
Bruna Marchesan Maran	
Elane Schwinden Prudencio	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>39</b>
PROPRIEDADES DE DOCE DE LEITE DE CABRA ( <i>Capra aegragus</i> ) ADICIONADO DE PREBIÓTICO VISANDO A SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA	
Luiza Medeiros Cardoso	
Alice Espíndola Moreira Cardoso	
Maria Helena Machado Canella	
Silvani Verruck	
Elane Schwinden Prudencio	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>50</b>
EMPREGO E PROPRIEDADES DO LEITE FERMENTADO DE CABRA ( <i>Capra aegragus</i> ) ADICIONADO DE INULINA	
Camila Espíndola Sérgio	
Maria Helena Machado Canella	
Silvani Verruck	
Elane Schwinden Prudencio	
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	<b>61</b>
<b>SOBRE AS ORGANIZADORAS</b> .....	<b>62</b>

## ADIÇÃO *BIFIDOBACTERIUM* BB-12 E AS PROPRIEDADES DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL OBTIDO DO LEITE DE CABRA (*CAPRA AEGRAGUS*) AO LONGO DA SUA MANUTENÇÃO EM REFRIGERAÇÃO

**Vinicius Bittencourt Vitorino**

Universidade Federal de Santa Catarina

**Silvani Verruck**

Universidade Federal de Santa Catarina

**Sofia Grechi Garcia**

Universidade Federal de Santa Catarina

**Bruna Marchesan Maran**

Universidade Federal de Santa Catarina

**Elane Schwinden Prudencio**

Universidade Federal de Santa Catarina

### CONCEITOS APRESENTADOS NESTE CAPÍTULO

Este capítulo apresenta os resultados da avaliação do efeito da adição de *Bifidobacterium* BB-12 nas propriedades químicas e físicas do queijo tipo Minas Frescal obtido do leite de cabra ao longo de 30 dias de armazenamento em refrigeração. Foi produzido um queijo controle, sem adição de probióticos e um queijo probiótico, com adição de bifidobactéria. Nestes queijos, foi realizada a determinação dos seus rendimentos, e para o probiótico, a contagem de células viáveis probióticas. Ao longo do armazenamento em refrigeração foi determinada a composição físico-química; o perfil de textura, com determinação dos parâmetros firmeza (N), coesividade e elasticidade; o teste de

compressão uniaxial e o de relaxação. Os resultados demonstraram que a adição de *Bifidobacterium* BB-12 não influenciou no rendimento dos dois queijos. No queijo probiótico a contagem de células viáveis confirmou a sua propriedade probiótica, inclusive aumentada ao longo do armazenamento. A adição desta bactéria não alterou a composição do queijo tipo Minas Frescal obtido a partir do leite de cabra. Contudo, o armazenamento contribuiu para diminuição do teor de umidade, refletindo no aumento do teor de carboidratos totais dos dois queijos. A adição de bifidobactéria resultou no aumento da firmeza, sendo este resultado proveniente de uma maior estabilidade da matriz proteica, refletindo também na estabilidade do parâmetro coesividade. Os testes de compressão e relaxação demonstraram que os queijos produzidos demonstraram comportamento viscoelástico, sendo que apresentaram tendência a serem mais viscosos do que elásticos. Ao final, pôde-se verificar que o queijo tipo Minas Frescal obtido a partir do leite de cabra serviu como uma matriz para a adição de *Bifidobacterium* BB-12.

### 2.1 Introdução

De acordo com Hill et al. (2014) probióticos são microrganismos vivos que, quando

administrados em quantidades adequadas, conferem um efeito benéfico à saúde dos consumidores, no entanto, quando ingeridos regularmente. O principal efeito benéfico à saúde associado ao consumo de probióticos está relacionado com a manutenção de uma microbiota intestinal saudável, reduzindo as chances de uma colonização por patógenos e colaborando para a integridade intestinal (SAAD et al., 2013; SALMINEN; VAN LOVEREN, 2012).

O queijo tipo Minas Frescal é um dos mais populares no Brasil, sendo sua importância relacionada ao alto rendimento, menor custo de produção e ao processo simples de fabricação (FURTADO, 2005). Este queijo é obtido através da coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, sendo classificado como de muito alta umidade (BRASIL, 2004). Conforme Buriti, Rocha e Saad (2005), esta alta umidade, caracteriza o queijo tipo Minas Frescal, como um produto com condições ideais para a manutenção de micro-organismos probióticos vivos, durante toda a validade do produto.

Dentre os vários tipos de produtos lácteos adicionados e classificados como probióticos, pode-se citar o queijo tipo Minas Frescal. Entretanto, quando a formulação de um queijo é modificada através da adição de micro-organismos probióticos, como *Bifidobacterium* BB-12, podem ser verificadas mudanças nas suas propriedades químicas e físicas, comprometendo sua aceitabilidade pelos consumidores. Por outro lado, assim como os tipos de micro-organismos adicionados aos queijos, a espécie de leite, como a cabra, empregada na fabricação de queijos pode modificar também as suas propriedades, justificando a realização do estudo destas propriedades.

Em relação ao leite de cabra, o aumento no consumo de seus derivados em todo o mundo é associado as suas propriedades alergênicas menores quando comparado ao leite de vaca (MARTIN-DIANA et al., 2003). Outros benefícios em utilizar o leite de cabra na produção de derivados, como queijos, são creditados ao seu alto valor nutritivo e a elevada capacidade da cabra em se adaptar a condições climáticas e criatórias variáveis (OESTERWIND et al. 2016). Além disso, cabe ressaltar que queijos tipo Minas Frescal do leite de vaca e do leite de búfala, adicionados de probiótico, ou seja, de *Bifidobacterium* BB-12, já foram elaborados e estudados por Fritzen-Freire et al. (2010) e Verruck et al. (2014), respectivamente. Entretanto, pesquisas sobre o efeito da adição de *Bifidobacterium* BB-12 nas propriedades químicas e físicas do queijo tipo Minas Frescal obtido do leite de cabra durante o armazenamento, ainda são praticamente inexistentes.

## 2.2 Objetivos

### 2.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de *Bifidobacterium* BB-12 nas propriedades químicas e físicas do queijo tipo Minas Frescal obtido do leite de

cabra (*Capra aegragus*), durante 30 dias de armazenamento a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### 2.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram os seguintes:

- a) realizar a análise físico-química do leite de cabra;
- b) elaborar o queijo tipo Minas Frescal com leite de cabra, com ou sem adição (controle) de *Bifidobacterium* BB-12;
- c) avaliar o rendimento dos queijos, no dia 1 de armazenamento;
- d) avaliar os queijos quanto à enumeração de células viáveis probióticas, nos dias 1 e 30 de armazenamento a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , previamente definidos;
- e) realizar as análises físico-químicas dos queijos, nos dias 1 e 30 de armazenamento;
- f) determinar as propriedades de textura através dos parâmetros firmeza, coesividade e elasticidade dos queijos, nos dias 1 e 30 de armazenamento; e
- g) realizar os testes de compressão uniaxial e de relaxação, nos dias 1 e 30 de armazenamento.

## 2.3 Material e métodos

### 2.3.1 Material

Na elaboração do queijo Minas Frescal do leite de cabra foi utilizado leite caprino integral pasteurizado, cloreto de cálcio (Vetec, Rio de Janeiro, Brasil), cultura prebiótica composta de *Bifidobacterium* BB-12 (BB-12®, Chr. Hansen, Hónsholm, Dinamarca), ácido láctico (Purac Sínteses, Rio de Janeiro, Brasil) e coalho comercial (Ha La®, Chr. Hansen, Valinhos, Brasil). Para as análises microbiológicas foi utilizado ágar MRS (Difco, Sparks, USA), propionato de sódio (Fluka, Neu-Ulm, Alemanha), cloreto de lítio (Vetec, Rio de Janeiro, Brasil) e AnaeroGen® (Oxoid, Hampshire, Reino Unido). Todos os demais reagentes empregados foram de grau analítico (p.a.).

### 2.3.2 Elaboração do queijo tipo Minas Frescal do leite de cabra

Um queijo Minas Frescal de cabra probiótico foi produzido baseado na metodologia proposta por Souza e Saad (2009), com modificações. O queijo foi produzido em uma cuba de 5 litros, empregando leite de cabra pasteurizado e aquecido a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . No leite foram adicionados ácido láctico (0,25 mL de uma solução de ácido láctico a 85% em cada litro de leite) e cloreto de cálcio (0,4mL/L de uma solução de cloreto de cálcio a 40%). Por último foram adicionados 0,15 g da cultura probiótica (*Bifidobacterium* BB-12) em cada litro de leite de cabra e coalho comercial em proporção de 1:3000 (0,9 mL/L de leite de cabra). Na cuba esta mistura permaneceu a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  por 40

minutos. O coágulo formado foi gentilmente cortado em cubos com aresta aproximada de 1,5 cm para então ser drenado e colocado em formas perfuradas com capacidade para 500 g, a fim de ser realizada a drenagem restante do soro e moldagem do queijo probiótico. O produto obtido foi selado a vácuo em sacos plásticos Cryovac® (BN200, São Paulo, Brasil) e armazenado sob-refrigeração ( $5 \pm 1$  °C) por 30 dias. Outro queijo Minas Frescal do leite de cabra, seguindo o mesmo protocolo, mas sem a adição da cultura probiótica foi preparado como amostra controle. Os dois queijos do leite de cabra, denominados probiótico e controle foram avaliados nos dias 1 e 30 de armazenamento a  $5 \pm 1$ °C. Todas as análises foram feitas em triplicata.

### 2.3.3 Rendimento

O rendimento dos queijos tipo Minas Frescal do leite de cabra foi obtido através da Equação 2.1, onde  $m$  (g) é a massa de queijo obtida após a fabricação e  $v$  é o volume (mL) de leite de cabra inicial empregado.

$$RENDIMENTO(\%) = \left( \frac{m}{V} \right) \times 100$$

Equação 2.1

### 2.3.4 Análise físico-química

O leite de cabra e os queijos elaborados, denominados controle e probiótico, foram submetidos à determinação do teor de umidade (g/100 g) por secagem direta em estufa a 105°C segundo IAL (2008), ao teor de proteínas totais (g/100 g) por Kjeldahl ( $N \times 6,38$ ) e ao teor de cinzas (g/100 g) (AOAC, 2005). O teor de lipídios (g/100 g) foi determinado em butirômetro de Gerber. O total de carboidratos totais (g/100 g) foi obtido através do cálculo da diferença de massas.

As medidas dos valores de pH foram obtidas através de pHmetro (MP220, Metler-Toledo, Greinfensee, Suíça), enquanto a acidez (g ácido láctico/ 100 g) foi determinada seguindo a metodologia da AOAC (2005). O índice crioscópico do leite foi determinado em crioscópio digital da marca ITR (MK 540 FLEX, RS, Brasil). A atividade de água dos queijos foi medida através do equipamento AquaLab Series 4TE (Hampshire, Reino Unido). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 2.3.5 Enumeração de células viáveis probióticas

A viabilidade da cultura probiótica (*Bifidobacterium* BB-12) foi avaliada no queijo probiótico. Assim, porções de 25 g dos queijos foram coletadas assepticamente a partir do centro e superfície de cada um destes queijos. Estas porções (25 g) foram misturadas com 225 mL de água peptonada (0,1g/100 g) em Bag Mixer 400 (Interscience, St. Nom, França), e submetidas à diluição seriada, empregando o mesmo diluente. Segundo Vinderola e Reinheimer (2000), para a enumeração da cultura probiótica, ágar MRS

modificado com adição de 0,2 g/100 g de cloreto de lítio e 0,3 g/100 g de propionato de sódio foi utilizado. As placas foram incubadas em jarras de anaerobiose contendo Anaerogen® a  $37 \pm 1$  °C por 72 h. Depois da incubação, a contagem de células viáveis probióticas foi realizada e expressa como log unidades formadoras de colônia por grama de queijo fresco (log UFC/g). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 2.3.6 Propriedades físicas

A análise de textura, a compressão uniaxial e o teste de relaxação dos queijos controle e probiótico foram realizadas utilizando um texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems Ltd, Surrey, Reino Unido) equipado com célula de carga de 25 kg e um *probe* de alumínio de 25 mm de diâmetro. As amostras foram preparadas removendo peças cilíndricas dos queijos frescos (19 mm de diâmetro e 20 mm de altura) que foram mantidas em refrigeração ( $5 \pm 1$  °C) até o momento das análises, sem adição de lubrificantes. Os dados foram obtidos utilizando o programa Texture Expert Exceed 2.61 (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Reino Unido). As medidas nesta etapa foram repetidas 9 vezes.

#### 2.3.6.1 Análise de textura

As amostras cilíndricas dos queijos foram comprimidas com velocidade de teste de 2 mm/s, tempo de 5 segundos e distância igual a 4 mm. Da curva obtida desta análise foram obtidos os seguintes parâmetros: firmeza (N), coesividade e elasticidade.

#### 2.3.6.2 Compressão uniaxial

Os cilindros de queijo foram comprimidos até 50% de sua altura inicial a uma velocidade de 1mm/s. A tensão ( $\sigma$ ) foi calculada através da Equação 2.2, de acordo com o modelo proposto por Calzada e Peleg (1978).

$$\sigma_{(t)} = F_{(t)} / A_{(t)} \quad \text{Equação 2.2}$$

onde  $\sigma$  (t) é a tensão no tempo t; F (t) é a força no tempo t; A(t) é a área da amostra no tempo t.

Calculou-se a deformação ( $\epsilon$ ) de acordo com a Equação 2.3, também descrita por Calzada e Peleg (1978).

$$\epsilon = \ln(H_0) / H_0 - \Delta H \quad \text{Equação 2.3}$$

onde  $H_0$  é a altura inicial da amostra;  $\Delta H$  é a diferença entre a altura da amostra no tempo t e  $H_0$ .

A tensão de ruptura ( $\sigma_r$ ) e a deformação de ruptura ( $\epsilon_r$ ) foram provenientes das curvas de tensão pela deformação, onde  $\sigma_r$  foi obtida no ponto máximo da curva e  $\sigma_r$

através da deformação correspondente, segundo Wium e Qvist (1997).

### 2.3.6.3 Teste de relaxação

Os queijos (controle e probiótico) foram submetidos a 10% de compressão durante 60 s a uma velocidade de 1 mm/s. Os resultados destes testes foram normalizados e analisados através do modelo empírico proposto por Peleg (1979), representado pela Equação 2.4.

$$\frac{F_{(t)}}{F_0} = 1 - \frac{c_1 \cdot t}{c_2 + t} \quad \text{Equação 2.4}$$

onde  $F_{(t)}$  é a força no tempo (t) e  $F_0$  é a força inicial.

Os parâmetros  $c_1$  e  $c_2$  foram estimados por regressão não-linear usando o *software* STATISTICA versão 12.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Neste modelo,  $1-c_1$  e  $c_1/c_2$  fornecem informações sobre as características visco elásticas do material. Enquanto o valor de  $1-c_1$  pode ser definido como o “grau de solidez” e a razão de  $c_1/c_2$  representa a taxa inicial de decaimento da força. Como o grau de solidez está associado ao comportamento global do material, foram levados em consideração todos os dados experimentais. Para obter uma estimativa precisa da taxa inicial de decaimento, os dados foram ajustados utilizando os cem primeiros pontos experimentais das curvas de relaxação, através da razão  $F_{(t)}/F_0$  versus o tempo, como descrito por Müller, Laurindo e Yamashita (2009), com modificações.

### 2.3.7 Análise estatística

A significância da diferença entre as médias das amostras foi determinada pela análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey. Diferenças serão consideradas estatisticamente significantes quando  $P < 0,05$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* STATISTICA versão 13.0 (StatSof INC., Tulsa, OK, EUA).

## 2.4 Resultados e discussão

Os valores para o rendimento dos queijos foram de 9,53% e 9,11% (m/m) para o queijo controle e o queijo probiótico, respectivamente. Estes valores foram menores do que para queijos frescos do leite de vaca (em torno de 20%) (FRITZEN-FREIRE et al., 2010) e do leite de búfala (cerca de 24%) (VERRUCK et al., 2015), mas similares aos queijos frescos do leite de cabra obtido por Miloradovic et al. (2017), cujo rendimento foi de 9,5%. Tal comportamento era esperado devido os baixos teores de proteínas encontrados no leite de cabra (Tabela 2.1). Chitchyan e Grigoryan (2016) afirmaram que o teor de caseína é a principal e representativa característica da coagulação do leite.

Para obter uma coalhada de boa qualidade que ofereça maior rendimento ao queijo, é necessário que o teor de caseína seja pelo menos igual a 2,5%. Cabe ressaltar que o teor de caseína em leites representa 76% do teor de proteínas totais (CHITCHYAN; GRIGORYAN, 2016). Miloradovic et al. (2017) relataram que o suprimento de leite de cabra é sazonal e, portanto, é comum resultarem em queijos com menor rendimento do que os provenientes do leite de vaca. Entretanto, os resultados obtidos para a composição físico-química do leite de cabra (Tabela 2.1) estão de acordo com os requisitos estabelecidos pela Instrução Normativa 37, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

Na Tabela 2.1 estão também representados os resultados das análises físico-químicas dos queijos tipo Minas Frescal obtidos do leite de cabra (controle e probiótico). Depois de 30 dias de armazenamento foi possível verificar diminuição ( $P < 0,05$ ) nos teores de umidade dos dois queijos elaborados. Este comportamento está de acordo com o verificado por Souza e Saad (2009) em queijos frescos, sendo creditado às transformações bioquímicas que normalmente ocorrem no armazenamento de queijos. Assim, pode-se também verificar que a diminuição no teor de umidade durante o armazenamento dos dois queijos, contribuiu para o aumento ( $P < 0,05$ ) no teor de carboidratos totais. Assim como o período de armazenamento, adição de *Bifidobacterium* BB-12 também não influenciou ( $P > 0,05$ ) nos teores de proteínas, cinzas e lipídios. O mesmo foi observado por Fritzen-Freire et al. (2010) e Verruck et al. (2015), para queijos tipo Minas Frescal elaborados a partir do leite de vaca e do leite de búfala, respectivamente.

Tanto a adição de bifidobactéria como o período de armazenamento não influenciaram ( $P > 0,05$ ) sobre os valores do pH e da acidez dos dois queijos (controle e probiótico). Segundo Boylston et al. (2004) estes resultados favorecem a manutenção da contagem de probióticos. Estes autores ainda relataram que pH menor do que 5 podem diminuir a contagem de células viáveis probióticas. Assim como confirmado por Ong, Henriksson e Shah (2006), o emprego de bactérias probióticas não modifica a composição de queijos.

A contagem de células viáveis probióticas no queijo tipo Minas Frescal do leite de cabra aumentou ( $P < 0,05$ ) de  $7,52 \pm 0,05$  log UFC/g de produto para  $8,97 \pm 0,06$  log UFC/g de produto, nos dias 1 e 30 de armazenamento, respectivamente. Assim, pode-se verificar que o armazenamento não influenciou nesta enumeração. Os valores obtidos para esta contagem estão acima do que é considerado por Hill et al. (2014) (entre 6 e 7 log UFC/g de produto), como sendo o mínimo necessário para que as culturas probióticas exerçam benefícios a saúde do consumidor regular deste tipo de produto.

Composição	Leite de cabra	Queijo			
		Controle		Probiótico	
		Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30
Umidade (g/100g)	88,55±0,14	50,09±0,21 <sup>AA</sup>	48,35±0,59 <sup>AB</sup>	50,10±0,12 <sup>AA</sup>	48,23±0,41 <sup>AB</sup>
Proteínas totais (g/100g)	2,89±0,03	27,06±0,19 <sup>AA</sup>	27,11±0,30 <sup>AA</sup>	27,20±0,08 <sup>AA</sup>	27,10±0,16 <sup>AA</sup>
Cinzas (g/100g)	0,74±0,01	3,70±0,01 <sup>AA</sup>	3,71±0,02 <sup>AA</sup>	3,72±0,02 <sup>AA</sup>	3,71±0,02 <sup>AA</sup>
Lipídios (g/100g)	3,50±0,01	17,00±0,0 <sup>AA</sup>	17,00±0,01 <sup>AA</sup>	17,00±0,01 <sup>AA</sup>	17,00±0,01 <sup>AA</sup>
Carboidratos totais (g/100g)	5,06±0,19	1,50±0,03 <sup>AB</sup>	3,55±0,01 <sup>AA</sup>	1,53±0,03 <sup>AB</sup>	3,53±0,01 <sup>AA</sup>
pH	6,86±0,04	6,68±0,01 <sup>AA</sup>	6,69±0,01 <sup>AA</sup>	6,69±0,02 <sup>AA</sup>	6,69±0,01 <sup>AA</sup>
Acidez (g ácido láctico/ 100 g)	0,098±0,010	0,041±0,010 <sup>AA</sup>	0,042±0,010 <sup>AA</sup>	0,042±0,010 <sup>AA</sup>	0,042±0,010 <sup>AA</sup>
Índice crioscópico (°H)	0,560 ± 0,010	ND	ND	ND	ND
Atividade de água	ND	0,679±0,088 <sup>AA</sup>	0,621±0,013 <sup>AA</sup>	0,665±0,136 <sup>AA</sup>	0,594±0,021 <sup>AA</sup>

**Tabela 2.1:** Resultados (média ± desvio padrão) das análises físico-químicas do leite de cabra e dos queijos do leite de cabra elaborados.

ND: Não determinado. n = 3.

<sup>a,b</sup> No mesmo período de armazenamento, entre formulações diferentes de queijos, em uma mesma linha, letras minúsculas apresentam diferenças significativas (P < 0,05).

<sup>A,B</sup> Em diferentes dias de armazenamento, entre as mesmas formulações de queijos, em uma mesma linha, letras maiúsculas apresentam diferenças (P < 0,05).

Os resultados dos parâmetros da análise instrumental do perfil de textura dos queijos controle e probiótico estão apresentados na Tabela 2.2. Para a utilização com êxito de bifidobactérias em queijos é importante também que o seu emprego não provoque grandes alterações de textura quando comparada com o queijo tradicional, ou seja, sem adição de bifidobactéria. Durante o armazenamento dos queijos foi verificado aumento (P < 0,05) no parâmetro firmeza. Ao avaliarem a firmeza de queijo tipo Minas Frescal, queijo “bousin” e queijo mozzarella de búfala, respectivamente, Fritzen-Freire et al. (2010); Santos (2011) e Pignata (2013), verificaram que o aumento da firmeza estaria correlacionada com a diminuição no teor de umidade. Assim tal comportamento estaria também relacionado com a diminuição dos valores da firmeza nos queijos controles e probióticos (Tabela 2.2). Entretanto, também foi verificado que o queijo adicionado de bifidobactéria (probiótico) apresentou maiores (P < 0,05) valores para o parâmetro firmeza do que o controle. Silva et al. (2017) notaram que queijos sem adição de bactérias apresentaram também menor valor para a firmeza. Estes autores descreveram que queijos com menor firmeza apresentam menores interações intermoleculares da rede de proteínas, permitindo fácil destruição da matriz peptídica por proteólise. Assim a adição de bifidobactéria, no queijo probiótico, teria contribuído para a maior estabilidade da sua matriz proteica.

A menor estabilidade da matriz proteica também poderia ter influenciado no aumento (P < 0,05) do parâmetro coesividade do queijo controle durante o período de armazenamento. Já para o parâmetro elasticidade não foram verificadas diferenças (P > 0,05) entre os queijos.

Os resultados dos parâmetros reológicos dos queijos controle e probiótico

encontram-se na Tabela 2.3. Os dois queijos elaborados não apresentaram diferenças entre os parâmetros tensão de ruptura ( $\sigma_r$ ), deformação de ruptura ( $\epsilon_r$ ) e taxa de decaimento da força ( $c_1/c_2$ ). Entretanto, somente o grau de solidez ( $1 - c_1$ ) aumentou ( $P < 0,05$ ) com o período de armazenamento dos queijos, mas não pela adição de bifidobactéria. Este resultado pode ser relacionado com a variação da firmeza verificada durante o armazenamento dos queijos (Tabela 2.2) e também com os menores valores de umidade obtidos para os queijos (Tabela 2.1).

De acordo com o modelo proposto por Peleg (1979) quando o grau de solidez tende a um representa um sólido elástico e quando tende a zero o comportamento do material é controlado pelo seu componente viscoso. Desta forma, foi possível verificar, a partir dos dados obtidos, que os dois queijos elaborados apresentaram tendência a serem mais viscosos do que elástico. Comportamento similar foi verificado por Fritzen-Freire et al. (2010) para queijo tipo Minas Frescal. Finalmente a avaliação da adição de *Bifidobacterium* BB-12 e do armazenamento, nas propriedades químicas e físicas de queijo tipo Minas Frescal do leite de cabra, contribuiu para a obtenção de um produto com grande potencial como alimento funcional.

Parâmetros	Queijo			
	Controle		Probiótico	
	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30
Firmeza (N)	16,13±1,86 <sup>bB</sup>	22,40±2,32 <sup>bA</sup>	22,25±3,03 <sup>aB</sup>	34,94±3,40 <sup>aA</sup>
Coesividade	0,761±0,012 <sup>aB</sup>	0,791±0,006 <sup>aA</sup>	0,762±0,027 <sup>aA</sup>	0,799±0,010 <sup>aA</sup>
Elasticidade	85,47±1,14 <sup>aA</sup>	85,77±1,46 <sup>aA</sup>	85,79±1,10 <sup>aA</sup>	86,17±1,11 <sup>aA</sup>

**Tabela 2.2:** Resultados (média ± desvio padrão) dos parâmetros da análise instrumental do perfil de textura dos queijos elaborados.

n = 9.

<sup>a,b</sup> No mesmo período de armazenamento, entre formulações diferentes de queijos, em uma mesma linha, letras minúsculas apresentam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> Em diferentes dias de armazenamento, entre as mesmas formulações de queijos, em uma mesma linha, letras maiúsculas apresentam diferenças ( $P < 0,05$ ).

Parâmetros	Queijo controle		Queijo probiótico	
	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30
Tensão de ruptura ( $\sigma_r$ ) (kPa)	207,45±49,55 <sup>aA</sup>	128,01±44,67 <sup>aA</sup>	267,26±22,50 <sup>aA</sup>	193,39±57,43 <sup>aA</sup>
Deformação de ruptura ( $\epsilon_r$ ) (-)	0,80±0,05 <sup>aA</sup>	0,74±0,11 <sup>aA</sup>	0,86±0,06 <sup>aA</sup>	0,77±0,04 <sup>aA</sup>
Grau de solidez ( $1 - c_1$ ) (-)	0,284±0,026 <sup>aB</sup>	0,367±0,024 <sup>aA</sup>	0,301±0,019 <sup>aB</sup>	0,367±0,016 <sup>aA</sup>
Taxa inicial de decaimento da força ( $c_1/c_2$ ) ( $s^{-1}$ )	0,791±0,159 <sup>aA</sup>	0,665±0,096 <sup>aA</sup>	0,661±0,057 <sup>aA</sup>	0,677±0,081 <sup>aA</sup>

**Tabela 2.3:** Resultados (média ± desvio padrão) dos parâmetros reológicos dos queijos controle e probiótico.

n = 9.

<sup>a,b</sup> No mesmo período de armazenamento, entre formulações diferentes de queijos, em uma mesma linha, letras minúsculas apresentam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> Em diferentes dias de armazenamento, entre as mesmas formulações de queijos, em uma mesma linha, letras maiúsculas apresentam diferenças ( $P < 0,05$ ).

## 2.5 Conclusão

A adição de *Bifidobacterium* BB-12 no queijo do leite de cabra tipo Minas Frescal resultou em um queijo probiótico. A adição de bifidobactéria também não influenciou no rendimento, na composição físico-química, no comportamento reológico do queijo probiótico. Entretanto, depois de 30 dias de armazenamento o queijo probiótico foi firme do que o queijo controle, além de demonstrar aumento na contagem de células viáveis probióticas. Depois do armazenamento, nos dois queijos elaborados (controle e probiótico), também foi verificado a diminuição no teor de umidade e o aumento no teor de carboidratos totais. O armazenamento também aumentou o grau de solidez dos dois queijos elaborados a partir do leite de cabra. Ao final foi possível verificar que os queijos elaborados apresentaram comportamento viscoelástico, com tendência a serem mais viscosos do que elásticos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists**, 18th ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA, 2005.

BOYLSTON, T. D. et al. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**. V. 14, p. 375–387, 2004.

BRASIL. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do leite de cabra. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento altera a Portaria nº 352 de 04/09/1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.

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.

CALZADA, J. F.; PELEG, M. Mechanical interpretation of compressive stress–strain relationships on solids foods. **Journal of Food Science**, v.41, p.1087–1092, 1978.

CHITCHYAN, Z. T.; GRIGORYAN, A. A. Yield and quality of brine-ripened cheeses, production from the milk of jersey and Simmental cows. **Annals of Agrarian Science**, v. 14, n. 2, p. 64–66, 2016.

FAO/WHO. **Guidelines for evaluating probiotics in food**. London Ontario, 2002.

FRITZEN-FREIRE, C.B. et al. 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, 2010.

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

HILL, C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology**

and **Hepatology**, v. 11, n. 8, p. 506–514, 2014.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.

MARTÍN-DIANA, A.B. et al. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v.13, n.10, p.827-833, 2003.

MILORADOVIC, Z. et al. High heat treatment of goat cheese milk. The effect on yield, composition, proteolysis, texture and sensory quality of cheese during ripening. **International Dairy Journal**, v. 68, p. 1–8, 2017.

MÜLLER, C. M. O.; LAURINDO, J. B.; YAMASHITA, F. Effect of cellulose fibers on the crystallinity and mechanical properties of starch-based films at different relative humidity values. **Carbohydrate Polymers**, v.77, n. 2, p.293–299, 2009.

OESTERWIND, S. et al. Impact of structural and cognitive enrichment on the learning performance, behavior and physiology of dwarf goats (*Capra aegagrus hircus*). **Applied Animal Behaviour Science**. p. 34-41, 2016.

ONG, L.; HENRIKSSON, A.; SHAH, N. P. Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 5, p. 446–456, 2006.

PELEG, M. Characterization of the stress relaxation curves of solid foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, p. 277-281, 1979.

PIGNATA, M. C. **Queijo muçarela de búfala elaborado com inclusão de leite de vaca: qualidade nutricional e instrumental**, 2013. 86f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, UESB, Itapetinga, 2013.

SAAD, N. et al. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 1–16, 2013.

SALMINEN, S.; VAN LOVEREN, H. Probiotics and prebiotics: health claim substantiation. **Microbial Ecology in Health & Disease**, v. 23, p. 40-42, 2012.

SANTOS, T. D. R. **Avaliação de queijos “boursin” de leite de cabras das raças saanen e parda alpina submetidas a diferentes dietas**, 2011. 92f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. UESB, Itapetinga, 2011.

SILVA, H. L. A. et al. Effect of sodium reduction and flavor enhancer addition on probiotic Prato cheese processing. **Food Research International**, v. 99, p. 247–255, 2017.

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 physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 633-640, 2009.

VERRUCK, S. et al. Influence of *Bifidobacterium* Bb-12 on the physicochemical and rheological properties of buffalo Minas Frescal cheese during cold storage. **Journal of Food Engineering**, v 151, p. 34-42, 2015.

VERRUCK, S. **Propriedades de queijo tipo minas frescal probiótico do leite de búfala (*Bubalus bubalis*) e o seu emprego como matriz protetora de *Bifidobacterium* BB-12**. 2014. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

2014.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, v.10, p.271-275, 2000.

WIUM, H.; QVIST, K. B. Rheological properties of UF-Feta cheese determined by uniaxial compression and dynamic testing. **Journal of Texture Studies**, v.28, n. 4, p.435–454, 1997.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-40-6

