



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**EFEITO DO CONGELAMENTO DO LEITE DE CABRA OBTIDO**  
**EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO SOBRE A**  
**QUALIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL**

**WILSON RODRIGUES PINTO JÚNIOR**

**ITAPETINGA – BAHIA – BRASIL**  
**FEVEREIRO – 2012**

WILSON RODRIGUES PINTO JÚNIOR

**EFEITO DO CONGELAMENTO DO LEITE DE CABRA OBTIDO  
EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO SOBRE A  
QUALIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Sibelli Passini Barbosa Ferrão

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Renata Cristina Ferreira Bonomo

**ITAPETINGA – BAHIA – BRASIL**

**FEVEREIRO – 2012**

|                 |   |
|-----------------|---|
| 637.17<br>P728e | <p>Pinto Júnior, Wilson Rodrigues.</p> <p>Efeito do congelamento do leite de cabra obtido em diferentes estágios de lactação sobre a qualidade de queijo Minas Frescal. / Wilson Rodrigues Pinto Júnior. – Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012. 82 fl..</p> <p>Dissertação do Programa de Pós-Graduação “<i>Strictu Senso</i>” do Curso de Especialização em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação da Prof<sup>ª</sup>. DSc. Sibelli Passini Barbosa Ferrão e co-orientação da Prof<sup>ª</sup>. DSc Renata Cristina Ferreira Bonomo.</p> <p>1. Leite de cabra – Congelamento – Propriedades tecnológicas. 2. Queijo Minas Frescal – Produção – Leite de cabra. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. II. Ferrão, Sibelli Passini Barbosa. III. Bonomo, Renata Cristina Ferreira. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD(21): 637.17</b></p> |
|-----------------|---|

**Catálogo na Fonte:**

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por assunto:

1. Leite de cabra : Congelamento : Propriedades tecnológicas.
2. Queijo Minas Frescal : Produção : Leite de cabra
3. Leite congelado : Produtos lácteos : Queijo Minas Frescal



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



Área de Concentração: Engenharia de Processos de Alimentos

Campus de Itapetinga-BA

## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "EFEITO DO CONGELAMENTO DO LEITE DE CABRA OBTIDO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE LACTAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL".

**Autor:** WILSON RODRIGUES PINTO JÚNIOR

**Orientadora:** SIBELLI PASSINI BARBOSA FERRÃO, DSc., UESB

Co-orientador: RENATA CRISTINA FERREIRA BONOMO, DSc., UESB

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE PROCESSOS DE ALIMENTOS, pela Banca Examinadora.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. SIBELLI PASSINI BARBOSA FERRÃO (UESB)

Prof. Dr. SÉRGIO AUGUSTO DE ALBUQUERQUE FERNANDES (UESB)

Prof. Dr. MÁRCIO DOS SANTOS PEDREIRA (UESB)

Data da Realização: 27 de fevereiro de 2012.

*Se o sol se por  
E a noite chegar  
Tu és quem me guía  
Se a tempestade me alcançar  
Tu és meu abrigo . . .*

*(Toque do Altar)*

*Minha mãe **Jovina**, por fazer parte de minha vida em todos os momentos, apoiando e ajudando a concretizar a cada dia os meus sonhos. Amo-te por ser a minha mãe!*

*À irmã **Janmille**, pelo seu amor de mãe. Seu carinho, compreensão e dedicação foram mais que suficientes para o meu sucesso. Amo-te por **TAMBÉM** querer ser a minha mãe!*

*À irmã **Jane**, pelo apoio, incentivo e carinho. Obrigado por está sempre presente na realização dos meus sonhos!*

**DEDICO!**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por ter me mostrado o melhor caminho para percorrer ao longo desta jornada.

A todos os meus **familiares**, pela paciência e compreensão, por estarem sempre presentes em minha vida.

À **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB**, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

À minha orientadora Prof<sup>ª</sup> **Sibelli Passini**, agradeço pelo incentivo e exemplo profissional durante todos os momentos, me possibilitando um ensinamento precioso.

À amiga **Vanessa Dutra**, sempre receptiva e disposta a auxiliar-me, cedendo-me prontamente o seu tempo. Dedico esse momento a você. Obrigado sempre!

Ao Prof. **Paulo Bonomo**, pelos ensinamentos e disposição a qualquer momento, durante a análise estatística do projeto. Sua ajuda foi fundamental!

À co-orientadora Prof<sup>ª</sup> **Renata Bonomo**, pelo enriquecimento profissional.

Ao grupo da Zootecnia pela colaboração durante o experimento em especial, a Prof<sup>ª</sup>. **Mara Lúcia Albuquerque** e a mestranda **Edileuza de Jesus**.

Ao Prof. **Sérgio Fernandes**, pelos momentos agradáveis e conhecimentos concedidos.

Agradeço aos Profs. **Genebaldo Nunes** e **Alexilda Souza** pelo apoio e incentivo durante a minha formação acadêmica. A vocês todo meu respeito e admiração.

A todos os membros do **Grupo de Estudo em Leite**, em especial **Priscila, Fagner, Lilian, Abdias** e **Amanda** pelo apoio e colaboração.

Aos amigos **Bianca, Elton, Jorge, Newton, Lilian, Priscila, Tayse, Taty** e **Willian** pelo companheirismo e apoio, sempre presentes em momentos da minha vida, sejam eles bons ou ruins. Pelo carinho e pela disposição em ajudar sempre.

Aos colegas de mestrado em especial, **Aninha, Binho, Ellen** e **Milene**, pelo apoio, amizade e bons momentos de descontração.

Agradeço aos colegas da **Universidade Federal da Bahia – UFBA**, em especial os Profs. **Luiz Gustavo Viana** e **Márcia Zanutto**, grandes amigos e incentivadores.

Aos funcionários **Aristides, Sr.Raimundo, Luciano, Lú** e **Dona Elza**.

A todos os **amigos** por dividirmos e somarmos esforços em mais uma etapa.

Aos Profs. **Márcio dos Santos Pedreira (UESB)** e **Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes (UESB)** que gentilmente aceitaram colaborar fazendo parte da banca.

À **CAPES**, pelo inestimável apoio.

PINTO JÚNIOR, W. R. Efeito do congelamento do leite de cabra obtido em diferentes estágios de lactação sobre a qualidade de queijo Minas Frescal. Itapetinga-BA: UESB, 2012, 82.p (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos).\*

## RESUMO

Nesta pesquisa avaliou-se o efeito de diferentes tempos de congelamento do leite de cabra sobre as propriedades tecnológicas do queijo Minas Frescal. O leite utilizado foi obtido da raça Saanen em quatro fases de lactação: L1 (55-65 dias); L2 (75-85 dias); L3 (95-105 dias) e L4 (115-125 dias). Para cada fase de lactação foram coletadas três amostras. Em cada coleta as amostras foram divididas em 4 lotes: um representando o tempo zero e os três lotes restantes foram congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$  no mesmo momento por 40, 80 e 120 dias. Os queijos Minas Frescal foram elaborados utilizando-se 5 litros de leite para cada processamento, correspondente ao leite dos tratamentos pré-estabelecidos. Os leites foram analisados em relação os parâmetros de acidez titulável, pH, densidade, índice crioscópico e percentuais de gordura, lactose, proteína, extrato seco total e desengordurado. Para os queijos foram realizadas análises de acidez titulável, pH, percentuais de umidade, cinzas, gordura e proteína, rendimento, cor pelo Sistema CIE  $L^*a^*b^*$  e textura instrumental. Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA, considerando-se como fontes de variação as fases de lactação, os tempos de congelamento e a interação fases de lactação x tempos de congelamento, testados a 5% de significância. As fases de lactação das cabras influenciaram o índice crioscópico, os percentuais de gordura, lactose, proteína, extrato seco total e desengordurado, apesar do efeito significativo, os valores encontrados estão dentro dos limites aceitos pela legislação vigente. Já os tempos de congelamento dos leites não influenciaram ( $P < 0,05$ ) os parâmetros de densidade, índice crioscópico, os percentuais de gordura, lactose, proteína, extrato seco total e desengordurado. A interação fases de lactação x tempos de congelamento dos leites foi significativa ( $P < 0,05$ ) para o pH e a acidez, apesar dos percentuais encontrados serem aceitáveis no que tange a legislação os dois parâmetros receberam valores mais baixos com o passar do tempo de congelamento dos leites. Com relação aos aspectos físicos e composição dos queijos Minas Frescal, os parâmetros de acidez titulável, pH, umidade, cinzas, gordura, proteína e rendimento mostraram significativo efeito ( $P < 0,05$ ) quanto à interação fases de lactação x tempos de congelamento dos leites. A análise de perfil de textura dos queijos mostrou que os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade não sofreram influência das fases de lactação. Entretanto, os tempos de congelamento dos leites influenciaram ( $P < 0,05$ ) a gomosidade e mastigabilidade dos queijos. Para os componentes de cor, houve efeito apenas das fases de lactação para a coordenada  $L^*$ . Sobre a avaliação da cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  dos queijos a interação fases de lactação x tempos de congelamento dos leites, foi significativa ( $P < 0,05$ ). O congelamento do leite revelou-se boa ferramenta na preservação dos seus parâmetros físicos e químicos podendo ser utilizado para auxiliar o período de entressafra desta espécie, bem como ampliação do mercado de derivados lácteos, em especial do queijo Minas Frescal.

**Palavras-chave:** Leite de cabra congelado, propriedades tecnológicas, queijo Minas Frescal.

---

\*Orientadora: Sibelli Passini Barbosa Ferrão, DSc., UESB e Co-orientadora: Renata Cristina Bonomo, DSc., UESB.

PINTO JÚNIOR, W. R. Effect of freezing of goat milk obtained in different stages of lactation on the quality the chemical properties of Minas Fresh cheese. Itapetinga-BA: UESB, 2012, 82.p (Dissertation – Master’s degree in Food Engineering).\*

### ABSTRACT

This research evaluated the effects of different freezing times of goat milk on the technological properties of Minas Fresh cheese. The milk which was used was obtained from animals of the Saanen breed corresponding to four during the lactation: L1 (55–65 days); L2 (75–85 days); L3 (95–105 days) and L4 (115–125 days). For each during the lactation three samples were collected. In each collection, samples were divided into 4 lots: one representing the zero time and the three remaining lots were frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$  at the same time for 40, 80 and 120 days. Minas Fresh cheeses were prepared using 10 liters of milk to each process corresponding to the milk of pre-established treatments. The milk was analyzed for the parameters of titratable acidity, pH, density, cryoscopy index and percentage fat, lactose, protein, total end defatted dry matter. For the cheeses, it was analyzed the titratable acidity, pH, percentage moisture, ash, fat end protein, yield, color by System CIE  $L^*a^*b^*$  and instrumental texture. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA), considering as sources of variation in the during the lactation, the freezing time and the interaction during the lactation x freezing times, tested at 5% significance level. The during the lactation of the goats influenced the cryoscopic index, the fat percentages, lactose, protein end total end defatted dry matter of the milks, despite the significant effect the values that were found are between the limits accepted by the law. The time of freezing milk did not influence ( $P<0.05$ ) the parameters of density, cryoscopy index, the fat percentages, lactose, protein, total end defatted dry matter. The interaction during the lactation x times of freezing of milk samples was significant ( $P<0.05$ ) for pH and acidity, although the percentage found to be acceptable with respect to legislation both parameters were lower values over time freezing of milk. Related to physical aspects and Minas Fresh cheese composition, the parameters of titratable acidity, pH, moisture, ash, fat, protein and yield showed a significant effect ( $P<0.05$ ) for interaction during the lactation x freezing times of milk. The texture profile analysis of the cheeses showed that the parameters of hardness, cohesiveness, elasticity, chewiness end gumminess not influenced by during the lactation. However, the time of freezing milk influenced ( $P<0.05$ ) the chewiness end gumminess of cheese. For the color components, an evident effect of during the lactation for coordinated  $L^*$ . About the chromaticity evaluation  $a^*$  and  $b^*$  of the cheeses the interaction during the lactation x freezing milk time was significant ( $P<0.05$ ). The freezing milk proved to be good tool in the preservation of its physical and chemical parameters and it can be used to assist the off-season of this species, as well as expanding the market of dairy products, especially Minas Fresh cheese.

**Keywords:** goat milk frozen, technological properties, Minas Fresh cheese.

---

\*Advisor: Sibelli Passini Barbosa Ferrão, DSc., UESB end Co-advisor: Renata Cristina Bonomo, DSc., UESB.



## ÍNDICE DE TABELAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficiente de variação para os parâmetros densidade, gordura, EST, ESD, proteína, lactose, índice crioscópico do leite cru de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....  | 36 |
| <b>Tabela 2.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os parâmetros de pH e acidez do leite cru de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....  | 40 |
| <b>Tabela 3.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as propriedades físicas e de composição centesimal dos queijos Minas Frescal elaborado com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....   | 45 |
| <b>Tabela 4.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficiente de variação para a determinação instrumental dos parâmetros firmeza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento..... | 56 |
| <b>Tabela 5.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de variação para o componente de cor sistema CIE L* dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....  | 60 |
| <b>Tabela 6.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os componentes de cor sistema CIE a* b* dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com as diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....  | 62 |
| <b>Tabela 7.</b> | Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para análise de rendimento (Litros de leite/Kg de queijo) dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com as diferentes fases de lactação e tempos de congelamento.....                                     | 64 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Fluxograma de produção do queijo Minas Frescal.....  | 32 |
| <b>Figura 2.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento sobre o parâmetro pH do leite cru de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação.....   | 42 |
| <b>Figura 3.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento sobre o parâmetro acidez do leite cru de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação.....   | 43 |
| <b>Figura 4.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o pH dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.....  | 46 |
| <b>Figura 5.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de acidez dos queijos Minas Frescal processado com leite obtido em diferentes fases de lactação.....  | 48 |
| <b>Figura 6.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de umidade dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.....  | 49 |
| <b>Figura 7.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de cinzas dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.....   | 50 |
| <b>Figura 8.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de gordura dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.....  | 52 |
| <b>Figura 9.</b>  | Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de proteína dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.....   | 54 |
| <b>Figura 10.</b> | Comportamento dos parâmetro dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Sanem em diferentes fases de lactação e submetidos a diferentes tempos de congelamento..... | 58 |

**Figura 11.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o rendimento bruto dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação..... 65

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>°C</b>             | Graus Celsius  |
| <b>°D</b>             | Graus Dornic   |
| <b>°H</b>             | Graus Hoxlet   |
| <b>%</b>              | Porcentagem  |
| <b>ABNT</b>           | Associação Brasileira de Normas Técnicas                       |
| <b>ANOVA</b>          | Análise de Variância   |
| <b>AOAC</b>           | Association of Official Analytical Chemists                    |
| <b>Ca</b>             | Cálcio   |
| <b>CBT</b>            | Contagem de bactérias totais                                   |
| <b>CCS</b>            | Contagem de células somáticas                                  |
| <b>cm<sup>2</sup></b> | Centímetro quadrado  |
| <b>CV</b>             | Coefficiente de Variação                                       |
| <b>ESD</b>            | Extrato Seco Desengordurado                                    |
| <b>EST</b>            | Extrato Seco Total   |
| <b>g/mL</b>           | Gramas por mililitros  |
| <b>G</b>              | Gramas   |
| <b>Kg</b>             | Quilograma   |
| <b>L</b>              | Litro  |
| <b>MAPA</b>           | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento            |
| <b>mL</b>             | Mililitro  |
| <b>Mm</b>             | Milímetros   |
| <b>N</b>              | Newton   |
| <b>NaOH</b>           | Hidróxido de sódio   |
| <b>NRC</b>            | National Research Council                                      |
| <b>pH</b>             | Potencial Hidrogênio iônico                                    |
| <b>PVC</b>            | Poli Cloreto de Vinila   |
| <b>R<sup>2</sup></b>  | Coefficiente de determinação                                   |
| <b>TPA</b>            | <i>Textura Profile Analysis</i> (Análise do Perfil de Textura) |
| <b>UESB</b>           | Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia                     |
| <b>UHT</b>            | Ultra High Temperatura (Ultra Alta Temperatura)                |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....   | 15 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO.....                                | 17 |
| 2.1 O leite de cabra .....                                | 17 |
| 2.1.1 Composição física e química do leite de cabra ..... | 18 |
| 2.2 Raça Saanen .....                                     | 19 |
| 2.3 Fatores que influenciam a composição do leite .....   | 20 |
| 2.4 Congelamento do leite .....                           | 21 |
| 2.5 A produção de derivados .....                         | 23 |
| 2.5.1 Queijo Minas Frescal .....                          | 25 |
| 2.5.2 Perfis de textura de queijo.....                    | 26 |
| 3 OBJETIVOS.....  | 29 |
| 3.1 Objetivo Geral.....                                   | 29 |
| 3.2 Objetivos Específicos .....                           | 29 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS.....                                 | 30 |
| 4.1 Obtenção da matéria-prima.....                        | 30 |
| 4.2 Análises dos leites de cabra .....                    | 30 |
| 4.2.1 Análises físicas e de composição centesimal .....   | 31 |
| 4.3 Elaboração dos queijos Minas Frescal.....             | 31 |
| 4.4 Análises dos queijos Minas Frescal .....              | 32 |
| 4.4.1 Análises físicas e de composição centesimal .....   | 32 |
| 4.4.2 Determinação do perfil de textura instrumental..... | 33 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4.3 Avaliação da cor.....  | 33 |
| 4.4.4 Avaliação do rendimento .....  | 34 |
| 4.5 Análises Estatísticas.....   | 34 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 35 |
| 5.1 Características físicas e de composição centesimal dos leites submetidos a diferentes tempos de congelamento .....                       | 35 |
| 5.2 Análises físicas e de composição centesimal dos queijos Minas Frescal de cabra produzido com leite congelado por diferentes tempos ..... | 44 |
| 5.3 Perfil de textura dos queijos.....   | 55 |
| 5.4 Avaliação da cor dos queijos .....   | 59 |
| 5.5 Rendimento do processo de fabricação dos queijos .....   | 63 |
| 6 CONCLUSÃO.....   | 66 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 67 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 69 |

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização do leite de cabra tem sido pesquisada em diferentes regiões do mundo no que se refere às suas propriedades físicas e químicas, processamento, qualidade tecnológica, aceitação e benefícios à saúde humana. O Brasil produziu anualmente, de acordo com dados da FAO (2011), 135 milhões de litros de leite de cabra, sendo o maior produtor do continente americano. A Bahia é o Estado com o maior efetivo (30,2%) (IBGE, 2011). Entretanto, apesar do potencial de produção de leite de cabra na região Nordeste, esse leite e seus derivados apresentam-se ainda com pouca expressão no mercado, e poucos estudos ainda estão sendo conduzidos na Bahia para o aproveitamento deste leite e mesmo o desenvolvimento de novos produtos de fácil elaboração para o pequeno produtor.

No setor produtivo o problema de irregularidade na oferta é uma realidade, o que resulta em insatisfação da indústria e do consumidor, pois o produto adquirido muitas vezes não atende às expectativas. Uma medida para tentar solucionar o problema da regularidade de oferta de leite de cabra veio junto à Instrução Normativa nº37 (IN 37), de 31 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que permitiu o congelamento do leite de cabra cru (BRASIL, 2000), apesar do regulamento não estabelecer o tempo máximo permitido para o mesmo. Assim, alguns estados brasileiros como São Paulo e Pernambuco possuem legislação e prazos de congelamento para o leite caprino, no qual o tempo de estocagem não deve ser superior a 120 dias a uma temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  (SILVA & FERNANDES, 2003). A aplicação da IN 37 pelos produtores teve o objetivo de regulamentar o estoque de mercado com base no armazenamento do leite pelo congelamento e a possível elaboração de derivados lácteos que possam ter um período de estocagem mais prolongado, ação que assegura também a qualidade da matéria-prima.

A utilização do leite de cabra na preparação de derivados tem sido pesquisada em diferentes regiões do mundo e dentre as formas mais comuns podem se destacar diversos tipos de queijos e iogurtes (CORDEIRO, 2011). Segundo Katiki et al. (2006), no Brasil, há cerca de 30 anos, só se encontravam queijos de cabra importados. Os autores enfatizaram que a ação do *marketing* e a divulgação promovendo os queijos de leite de cabra são de grande importância na popularização do seu consumo. Uma das alternativas para o acesso da população carente ao consumo de derivados lácteos de

cabra seria pelo processamento de queijos menos requintados e a preços mais acessíveis, como ocorre na região Nordeste, onde os queijos produzidos são, em sua maioria, queijos Coalho ou Frescal (QUEIROGA, 2009). O Queijo Minas Frescal, originado do Estado de Minas Gerais, tradicionalmente fabricado com leite de vaca, teve o processamento recentemente adaptado ao leite de cabra por pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos (EGITO et al., 2009), sendo considerado um queijo semi-gordo, de alta umidade, a ser consumido fresco (BRASIL, 1996).

O aumento do período de estocagem, tanto do leite de cabra quanto de seus derivados, é desejável não só para regular o mercado, mas também para dar sustentabilidade e lucratividade à indústria, devido à sazonalidade da produção leiteira caprina. No entanto, o efeito do congelamento do leite de cabra sobre o sistema coloidal é pouco conhecido e conflitantes são as conseqüências descritas, principalmente no que diz respeito ao sabor, coagulação protéica e emulsão das gorduras, podendo prejudicar a qualidade dos produtos. Assim, a identificação dos componentes do leite de cabra e a caracterização de suas propriedades antes e após a conservação pelo congelamento poderão servir como ponto inicial para elaboração e implantação de programas para melhoria da qualidade do leite e seus derivados, permitindo ganhos de produtividade e oferta de alimentos seguros à população. Além disso, alternativas de processamento de derivados lácteos com qualidade comprovada criam novas possibilidades para o produtor e impulsionam o agronegócio.

Neste contexto, avaliar o efeito do tempo de congelamento sobre as propriedades físicas e químicas do leite de cabra cru e sua influência nas propriedades tecnológicas do queijo Minas Frescal tornam-se imprescindíveis para aplicação desta ferramenta como alternativa para impulsionar o desenvolvimento do mercado lácteo de caprino no país.



## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O leite de cabra**

O Brasil possui um rebanho caprino com cerca de 10,05 milhões de cabeça e produz anualmente 135 milhões de litros de leite de cabra, sendo o maior produtor do continente americano (FAO, 2011). No Nordeste, a Bahia é o Estado com o maior efetivo (30,2%), seguido por Pernambuco (17,9%) (IBGE, 2011). Entretanto, segundo Dubeuf (2005), menos de 5% do total mundial foi comercializado, pois a maior parte do leite de cabra produzido no mundo é utilizado no consumo doméstico das famílias (auto-consumo), vendido para a vizinhança ou usado na alimentação das crianças.

Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil a caprinocultura está, sobretudo, relacionada com produção de leite e seus derivados, com a criação de raças européias. Portanto, o nível de produção e o lucro do produtor dessas regiões estão diretamente relacionados à gestão da saúde, nutrição e técnicas de reprodução utilizadas (FERRARI, 2007). Eficiência reprodutiva contribui significativamente para a melhoria da produtividade do rebanho e, entre outros fatores, é fortemente influenciada pelas condições ambientais, genética e sistema de gestão (SIMPLÍCIO & SANTOS, 2005).

No entanto, a pequena produção por animal e a sazonalidade da produção são fatores limitantes na distribuição do leite durante o ano e ocorrem não só no Brasil, mas também em países que possuem caprinocultura leiteira importante e estão localizados em regiões de clima temperado. Uma das alternativas para regular o estoque de mercado seria o armazenamento do leite pelo congelamento e a elaboração de derivados lácteos que possam ter um período de estocagem mais prolongado. Pesquisas têm demonstrado que os efeitos do congelamento e descongelamento quanto aos teores de minerais e frações protéicas, para o leite de cabra, são menos acentuados do que para o leite de vaca (CURI & BONASSI, 2007).

O Brasil fez grandes avanços nos estudos científicos utilizando-se diferentes biotecnologias reprodutivas em caprinos (FREITAS et al., 2007a, b; LIMA VERDE et al., 2009). No entanto, para aumentar o rebanho ainda é necessário passar os conhecimentos obtidos nos centros de pesquisas em níveis de produção. Atualmente tem surgido sistemas de gestão para a produção de cabras na região Nordeste com objetivo de redefinir seu crescimento e desenvolvimento, o que torna agora o momento

ideal para a introdução de tecnologias que possam permitir maior rentabilidade ao produtor, uma vez que vai oferecer a regularidade dos produtos consumidos.

### **2.1.1 Composição física e química do leite de cabra**

O Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do leite de cabra (BRASIL, 2000) define leite de cabra como o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados com requisitos mínimos de composição físico-química.

As características físicas e químicas do leite estão relacionadas com a espécie animal, a raça, a alimentação e o estágio de lactação. De maneira geral, a composição média do leite de cabra é de 87% de água, 3,8% de gordura, 4,1% de lactose, 3,4% de proteína, 8,9% de sólidos não gordurosos, 0,86% de cinzas, pH de 6,5–6,8, acidez em % de ácido láctico de 0,14 a 0,23 e 70Kcal/100mL (PANDYA & GHODKE, 2007; PARK et al., 2007).

A partir do ano de 2000, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite de Cabra, publicado pela Instrução Normativa N°37, do MAPA, fixou as condições de produção, identidade e os requisitos mínimos de qualidade do leite de cabra destinado ao consumo humano. Padrões de qualidade passaram a ser adotados como acidez em % de ácido láctico de 0,13 a 0,18, densidade a 15°C de 1,028 a 1,034 g/mL, índice crioscópico de – 0,550 a – 0,585°H, para gordura o teor de 2,9%, proteína de 2,8%, para lactose 4,3%, sólidos não gordurosos de 8,2% e cinzas de 0,7% (BRASIL, 2000),

O leite de cabra apresenta características físicas, químicas e organolépticas diferenciadas quando comparado ao leite de vaca, sendo importante citar a sua maior digestibilidade (LAGUNA & EGITO, 2006), alcalinidade, capacidade tamponante e certas características medicinais para a nutrição humana (PARK, 2004). Loewenstein et al. (1980) constataram que a avaliação sensorial de sabor levemente salgado de leite de cabra é devido à lactose, um pouco menor, e ao maior conteúdo de cloretos em comparação ao leite de vaca, o que não chega a ser um problema para os consumidores regulares.

A maior digestibilidade do leite de cabra, quando comparado ao leite de vaca, é devido a fatores como o alto conteúdo de ácidos graxos de cadeia curta (composta de 4–

10 átomos de carbono) e o pequeno diâmetro dos glóbulos de gordura (maior superfície exposta à ação lipásica). O menor tamanho dos glóbulos de gordura em comparação ao leite de vaca faz com que eles sejam mais bem absorvidos e digeridos pelo organismo. A grande digestibilidade atribuída ao leite de cabra justifica sua freqüente utilização na alimentação de pessoas idosas, com problemas gástricos ou mesmo de crianças com problemas de alergia ao leite de vaca (FURTADO, 1978; CAMPOS, 2011). Segundo Sanz Sampelayo et al. (2007) a composição dos ácidos graxos de cadeia curta são os responsáveis pela origem de odores agradáveis ou desagradáveis no leite caprino.

Segundo Campos (2011), as proteínas do leite de cabra são constituídas de 71% de caseínas, 22% de proteínas do soro (proteínas solúveis) e 7% de nitrogênio não protéico. Em comparação com o leite de vaca, o leite de cabra contém menos caseínas, mais proteínas séricas e nitrogênio não protéico. A proteína de grande relevância para tecnologia de produtos lácteos, principalmente queijos e leites fermentados, é a caseína, denominada de proteína do leite, cuja função biológica é de nutrição (fonte de aminoácidos para o organismo). A hipersensibilidade às proteínas do leite de vaca é uma das principais causas de alergia provocada por alimentos, e o leite de vaca possui mais de 20 proteínas alergênicas e que podem causar reações alérgicas nos indivíduos, sendo as frações de caseína e alfa-lactoglobulina as mais envolvidas em reações alérgicas. No leite de cabra, a deficiência da fração alfa-s1-caseína, a principal caseína do leite de vaca, e uma maior fração de alfa-s2-caseína tornam esse leite menos alergênico ou mesmo hipoalergênico, sendo uma alternativa em casos de alergia ao leite de vaca (EL-AGAMY, 2007).

## **2.2 Raça Saanen**

A raça de caprinos Saanen é originária da Suíça, do Vale de Saanen, nos cantões de Berna e Appenzell. É muito explorada na Europa, Estados Unidos e em outros países por sua alta produção leiteira, com média de 3,0 kg de leite por dia, com período de lactação de 8 a 10 meses e elevado teor de gordura, 3,0 a 3,5%. No Brasil, foi introduzida a partir de animais oriundos da Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, França, Suíça, países Baixos e Nova Zelândia (MACHADO, 1995). No território brasileiro, a média de produção diária de leite tem variado de 2,5 kg a 4,9 kg/dia e lactações com duração entre 260 dias a 305 dias (PEREIRA et al., 2011).

São animais considerados rústicos, mas quando expostos em regiões quentes como o Nordeste brasileiro com altas temperaturas, e em outras com altas umidades do ar e radiação, esses animais sofrem alterações no seu comportamento fisiológico como aumento da temperatura da pele, elevação da temperatura retal, aumento da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e redução do nível de produção (BRASIL et al., 2000). Pereira et al. (2011) avaliando o comportamento fisiológico de caprinos da Raça Saanen no semiárido paraibano constataram que apesar da influência da fadiga calórica e elevação significativa da taxa respiratória, apresentaram capacidade para manter a homeotermia nas condições do semiárido, tem demonstrado boa adaptação.

### **2.3 Fatores que influenciam a composição do leite**

Diversos fatores que podem influenciar a composição do leite de cabra têm sido estudados, incluindo estágio de lactação, raça, idade da fêmea, alimentação, entre outros. Estudos demonstram que a diferença nas ordens de lactação é outro fator fisiológico que mais interfere na produção e composição do leite. Prasad et al. (2005) trabalhando com animais da raça Beetal cruzados com diferentes raças, no qual todos se encontravam na fase intermediária de lactação e mantidos no mesmo manejo, não encontraram diferenças para os teores de gordura entre animais de diferentes ordens de lactação. No entanto, para os teores de proteína, lactose e sólidos totais houve uma diminuição destes valores com o aumento no número de parições.

Rodrigues et al. (2006) avaliando a produção, composição físico-química do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação comprovaram o efeito do estágio da lactação na produção média diária de leite. O resultado obtido foi similar ao relatado na literatura, em que existe diferença na produção de leite durante os estágios de lactação e essa produção decresce gradualmente ao final da lactação (ILAHY et al., 1999). Outro fator relevante quanto ao período de lactação foi observado por Kala & Prakash (1990), os autores explicaram que as menores porcentagens de constituintes observados no leite de cabras de lactações posteriores são causadas pelo efeito da diluição, ou seja, essas cabras produziram mais leite, refletindo diretamente na composição e diminuindo a concentração destes no leite.

A alimentação também tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite. Modificações no nível, tipo de forragem e forma física podem alterar a composição de ácidos graxos e estes podem afetar a textura dos produtos processados. Segundo Carvalho et al. (2001), a redução do desempenho animal devido à menor quantidade de fibra na dieta é descrita por meio de uma série de eventos que se iniciam pela redução da atividade mastigatória, o que leva à menor secreção de saliva, o que favorece a redução do pH ruminal, alteração do padrão de fermentação, redução da relação acetato:propionato que, em última análise, altera o metabolismo animal, com redução do teor de gordura do leite.

Os precursores para síntese de proteína do leite são os aminoácidos livres do sangue (aproximadamente 90%), além de proteínas séricas. A maior parte do nitrogênio utilizado para síntese de proteínas do leite procede dos livres absorvidos pela glândula mamária (GONZALEZ, 2001). Assim, a quantidade de nitrogênio (N), representada pela concentração de N e pelo perfil de degradação ruminal da fonte de N, a sincronização entre a degradação de proteína e a disponibilidade de energia podem influenciar a produção de leite e os teores de proteínas e gorduras (LUCCI, 1997; WU & SATTER, 2000).

## **2.4 Congelamento do leite**

O reconhecimento do alto valor nutritivo e saudável do leite caprino fez com que pesquisas fossem desenvolvidas no sentido de difundir o seu consumo em diferentes regiões do mundo. No entanto, a pequena produção por animal e a sazonalidade da produção são fatores limitantes na distribuição do leite durante o ano e ocorrem não só no Brasil, mas também em países que possuem uma caprinocultura leiteira importante e estão localizados em regiões de clima temperado. Uma das alternativas para regular o estoque de mercado seria o armazenamento do leite pelo congelamento e a elaboração de derivados lácteos que possam ter um período de estocagem mais prolongado. Pesquisas têm demonstrado que os efeitos do congelamento e descongelamento, para o leite de cabra, são menos acentuados do que para o leite de vaca (CURI & BONASSI, 2007).

O aumento do período de estocagem, tanto do leite de cabra quanto de seus derivados, é desejável não só para regular o mercado, mas também para dar

sustentabilidade e lucratividade à indústria, devido à sazonalidade da produção leiteira caprina. Neste contexto, avaliar o efeito do aumento do período de estocagem sob as qualidades físicas, químicas e sensoriais devido ao resfriamento ou congelamento tornam-se imprescindíveis (PARK & DRAKE, 2005).

As primeiras tentativas de congelar leite para estocá-lo datam da década de 30, mas as pesquisas nesta área começaram somente durante a Segunda Guerra Mundial (KATSIARI et al., 2002). Em 1962, Saito & Hashimoto publicaram um estudo avaliando o efeito do congelamento sobre a desnaturação das proteínas do leite. Atualmente, o congelamento do leite de cabra tem sido utilizado por produtores como um método de conservação. A Secretária e Abastecimento do Estado de São Paulo foi a primeira a regulamentar a comercialização do leite de cabra congelado no Brasil, por meio da resolução 93 publicada no Diário Oficial em 14 de outubro de 1993.

Segundo Curi (2002), o congelamento do leite pode provocar alterações em seu sistema coloidal, em que a maioria das alterações se deve à instabilidade físico-química do leite que, quando congelado, pode apresentar separações de gordura e coagulação protéica, rompendo a emulsão gordurosa devido à pressão desenvolvida durante o processo. No entanto, a instabilidade parece não ocorrer pelo congelamento em si, mas está relacionada com o tempo e a temperatura de congelamento, quanto maior o tempo de estocagem maior a desestabilização.

Alichanidis et al. (1981) e Peláez (1983) destacaram que a conservação do leite na forma congelada pode causar mudanças no balanço físico-químico com aparecimento de alguns cristais de lactose e agregados de caseína após o descongelamento. Park et al. (2007) citaram que a estocagem a baixas temperaturas pode influenciar o sistema micelar do leite de cabra, com solubilização parcial do fosfato de cálcio coloidal e da beta-caseína (mais solúvel em condições de resfriamento do que sua homóloga do leite bovino). Essas mudanças são responsáveis por diferenças durante o processamento de queijos, especialmente sobre o rendimento.

Durante o congelamento, alterações de sabor e aroma também podem aparecer, particularmente sabor oxidado que, acredita-se, seja devido à membrana que circunda o glóbulo de gordura. Agregados de caseína podem ocorrer, bem como dissociação da beta-caseína da micela, interferindo na estabilidade protéica. Esse efeito ocorre intensamente no leite de cabra, provavelmente ocasionado pela ausência nesse leite da fração alfa-s1-caseína (LEACH, 1980), além disso, a mineralização cálcio-fósforo da

micela é mais forte e sua hidratação é menor, o que segundo Remeuf et al. (1986) lhe confere menor estabilidade térmica.

Gomes et al. (1997) observaram aspecto floculado após o descongelamento do leite de cabra e atribuíram essas características a modificações físicas da proteína, acentuadas pelo congelamento lento após a pasteurização. O congelamento do leite a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 90 dias não alterou significativamente suas características químicas e microbiológicas. Apenas a acidez apresentou decréscimo significativo. No entanto, segundo os autores, a qualidade do leite, do ponto de vista sensorial, apresentou modificações significativas, com perdas de sabor e aroma característicos e o declínio acentuado da aparência geral durante o armazenamento, determinado principalmente pela floculação do leite.

Curi & Bonassi (2007) processaram queijos análogos ao Pecorino Romano utilizando leite de cabra e coalhada congelados, e observaram que o melhor tratamento foi aquele em que os queijos foram elaborados com leite congelado em nitrogênio líquido. Os autores citaram ainda que mesmo os queijos elaborados com a coalhada congelada, que obtiveram o pior desempenho sensorial, não apresentaram resultados que o desqualificariam totalmente. Assim, estes autores concluíram que o leite de cabra pode ser utilizado nas épocas de pico de produção nas condições naturais e realizado o congelamento do leite para ser utilizado na entressafra.

## **2.5 A produção de derivados**

Segundo dados de FAO (2011), estima-se que a produção mundial de queijo de cabra, em 2003, alcançou 417, 216 toneladas. Segundo Curi & Bonassi (2007) o queijo é o produto de maior interesse tecnológico e econômico produzido com leite de cabra. Atualmente, grande parte da produção mundial de leite de cabra é destinada à fabricação de queijos. Ainda de acordo com estes autores, na França, aproximadamente 80% da produção de leite caprino é transformado em queijo, 45% dos quais processados na própria fazenda. Como a fabricação desses queijos é basicamente artesanal, houve o desenvolvimento de mais de 400 variedades, sendo algumas destas em combinação com leite de vaca, ovelha ou búfala.

No Brasil, o leite de cabra vem conquistando crescente mercado, tanto na forma integral quanto na de derivados. Dentre os produtos de industrialização, os mais

freqüentes são: leite integral pasteurizado e congelado, leite em pó, leite evaporado, leite longa vida (UHT– Ultra Alta Temperatura), achocolatados, manteiga e queijos finos naturais ou com ingredientes, como ervas, alho, etc (PANDYA & GHODKE, 2007). Dentre os demais derivados do leite de cabra, um produto de grande aceitação no mercado brasileiro é o iogurte. Um tipo de processamento que apresenta algumas vantagens, como o baixo custo de produção, por não necessitar equipamentos sofisticados, além de apresentar facilidade de preparo e melhor conservação. Mais recentemente, o sorvete tem aparecido como outro produto derivado, com grande mercado a ser explorado. Os cosméticos à base de leite caprino também têm conquistado um importante mercado, tornando-se mais uma alternativa para os produtores.

No comércio de produtos lácteos brasileiro, há cerca de 30 anos, só se encontrava queijos de cabra importados. O *marketing* e a divulgação para promoção dos queijos caprinos, dando ênfase às suas características nutricionais, explorando suas vantagens em relação aos outros produtos como hipoalergenicidade, alta digestibilidade, alto teor em ácidos graxos de cadeia curta, proteínas, cálcio, foi de grande importância na popularização do seu consumo (KATIKI et al., 2006). Segundo Queiroga et al. (2009) o aumento do consumo também pode ser alcançado por meio da produção de queijos menos requintados e a preços mais acessíveis, como por exemplo, o queijo Minas Frescal.

O consumo de leite e queijos de cabra tem crescido nos últimos anos em todo o mundo, mas o fornecimento de leite para atender esta demanda ainda é insuficiente (SHEEHAN et al., 2009). Pandya e Ghodke (2007) enfatizaram que há uma escassez de publicações sobre a fabricação de diferentes produtos a partir de leite de cabra, provavelmente devido ao volume muito maior de leite de vaca, tornando-os mais adequados para o interesse comercial em comparação ao leite de cabra.

Segundo Barbosa (1993), o uso de coalhada congelada para regular a distribuição de mercado e a interferência para atenuar o aspecto sazonal da produção de leite são fatores importantes na produção do queijo de leite de cabra em Portugal. A utilização de leite congelado ou coalhada congelada para a produção de queijos no período da entressafra pode ser uma alternativa para contornar a sazonalidade da produção leiteira. Entretanto, ainda existem barreiras quanto à aplicação de tais tecnologias de processamento em escala industrial para suprir a demanda de produtos



lácteos de cabra, apesar de estudos comprovarem que o congelamento do leite de cabra produz produtos similares aos obtidos sem congelamento, no que se refere ao rendimento e análises físicas, químicas e microbiológicas (KATIKI, 2006).

No entanto, produtos de alta qualidade só podem ser produzidos a partir de leite de cabra de boa qualidade. O leite de qualidade deve ter o potencial para tolerar o tratamento tecnológico e ser transformado em um produto que satisfaça as expectativas dos consumidores, em termos de atributos nutricionais, de higiene e sensoriais (RIBEIRO, 2010).

### **2.5.1 Queijo Minas Frescal**

O Queijo Minas Frescal é tradicionalmente fabricado com leite de vaca, originado do Estado de Minas Gerais é caracterizado por sua massa branca, consistência mole, textura fechada com algumas olhaduras irregulares, sabor suave a levemente ácido (BRASIL, 1997; NASCIMENTO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2009). Em decorrência das suas excelentes características sensoriais e facilidade de processamento, é atualmente fabricado em todo o Brasil. Recentemente a tecnologia de processamento do queijo Minas Frescal foi adaptada ao leite de cabra por pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos (EGITO et al., 2009).

Segundo a Portaria nº 352/97 do MAPA (BRASIL, 1997), através da Resolução MERCOSUL nº 145/96 (BRASIL, 1996), entende-se por Queijo Minas Frescal o queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com a ação de bactérias lácticas específicas na forma de uma massa coalhada, dessorada, não prensada, salgada e não maturada.

O MAPA, em março de 2004, por meio da Instrução Normativa nº 44 (BRASIL, 2004), corrigiu a classificação da umidade do Minas Frescal para queijo de muito alta umidade (não inferior a 55%) e para o teor de gordura com semigordo (de 25 a 44% de gordura no extrato seco). Segundo Buriti et al. (2005b), o queijo Frescal caracteriza-se por ser um produto fresco, com elevada atividade de água, pH superior ou próximo de 5,0, baixo teor de sal e ausência de conservantes. Embora seja um queijo fresco, de consumo direto, o Minas Frescal sofre alterações durante o período de estocagem. Devido à sua alta umidade, esse queijo deve ser armazenado sob refrigeração, a fim de

prevenir o desenvolvimento de microrganismos e retardar a acidificação e proteólise, que são as principais modificações que afetam sua durabilidade (CAMPOS, 2000). Silva et al. (2003) relataram que queijos macios, brancos e frescos, que estão sujeitos a processo mínimo antes de empacotar, são altamente perecíveis e assim têm uma vida de prateleira curta, até mesmo sob refrigeração. Segundo a Resolução RDC nº145/96 do MAPA – Brasil, (1996) o queijo Minas Frescal deve ser acondicionado a temperaturas não superiores a 8°C e embalado em embalagens plásticas.

Na França existam diversos tipos de queijos de leite de cabra, a maioria deles são maturados com fungos, considerados produtos finos e com sabor pronunciado. No entanto, para o mercado brasileiro, queijos mais simples como o Minas Frescal são mais apropriados ao paladar (SOUZA et al., 2007). O queijo Minas Frescal é um produto que tem ampla aceitação comercial e que faz parte do hábito alimentar da população brasileira, uma vez que é consumido na maioria das regiões do país (SOUZA, 2006). Dubeuf (2005) afirmou que derivados lácteos de cabra podem ser produzidos com qualidade e baixo custo desde que sejam incentivadas e pesquisadas novas alternativas para os mercados locais, nacionais e internacionais.

Egito et al. (2009) enfatizaram que é possível à fabricação de queijo Minas Frescal de cabra de forma artesanal em regiões de clima semiárido com altas temperaturas, como observado na região Nordeste, sendo que esse queijo deve ser obrigatoriamente armazenado em geladeira. Segundo os autores, o processamento artesanal destaca-se como uma alternativa viável para a fabricação de queijos em laticínios que não possuem sistema de câmaras climatizadas, possibilitando o processamento artesanal pelos agricultores familiares.

### **2.5.2 Perfis de textura de queijo**

Textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superficiais dos alimentos, detectadas pelos sentidos da visão, audição, tato e cinestésicas (SZCZESNIAK, 2002). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993).

As propriedades físicas do queijo (corpo/textura, derretimento/extensão e cor) são influenciadas pela composição inicial do leite, processos de fabricação e condições de maturação. Os fatores mais importantes que influenciam estas propriedades são as condições das partículas de caseína no queijo (por exemplo, interações entre as moléculas, bem como a quantidade de Ca associado com estas partículas) e a extensão da proteólise (LUCEY, 2003). De acordo com Lawrence et al. (1987), a textura do queijo é extremamente dependente do pH e da razão caseína intacta/umidade.

Dentre os vários métodos de textura, a classificação dos termos de textura para sólidos e semi-sólidos levou a um método de perfil de descrição da textura aplicável para medidas sensoriais e instrumentais (BOURNE, 1978). Segundo Van Vliet (1991), no estudo de textura instrumental é comum utilizar-se de um texturômetro para determinar o perfil de textura (TPA – Texture Profile Analysis). Os métodos instrumentais de análise de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças aplicadas ao alimento tais como compressão, cisalhamento, corte e tensão. A análise de TPA instrumental aplica sucessivas forças deformantes, numa simulação da ação de compressão e corte dos dentes durante a mastigação (LI et al., 1998). Os resultados obtidos na avaliação de textura instrumental podem ser correlacionados à percepção humana, permitindo a compreensão do significado dessas características na avaliação da qualidade sensorial do alimento. Entretanto, a análise de TPA vem sendo empregada numa grande variedade de amostras de queijos, no entanto, ainda possui elementos de arbitrariedade em seu delineamento, que vão variar pelo tipo, tamanho e qualidade da amostra, e configurações de operação do texturômetro (POLLARD et al., 2003).

O queijo processado é um sistema complexo composto por proteínas, gordura, água, sais minerais e outros ingredientes, sendo as suas principais características de textura detectadas em um duplo ciclo de compressão. Os dados obtidos resultam em um gráfico no qual as curvas geradas levam à determinação de atributos de interesse, dos quais se destacam:

- ✓ Dureza (Hardness): Força necessária para atingir determinada deformação;
- ✓ Coesividade (Cohesiveness): Resistência das ligações internas que compõem o corpo do produto;

✓ Adesividade (Adhesiveness): é a quantidade de força para simular o trabalho necessário para sobrepor a forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície em contato com este;

✓ Elasticidade (Springiness): é a velocidade com que um material deformado volta à sua condição original após ser retirada a força deformante;

✓ Gomosidade (Gumminess): é a energia requerida para se desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto de ser engolido;

✓ Mastigabilidade (Chewiness): Energia necessária para mastigar uma amostra até estar pronta para engolir.

Estas características dependem da estrutura e do rearranjo das moléculas de proteína. O corpo e a textura dos queijos processados são afetados por vários fatores tais como: composição e grau de maturação da massa utilizada como matéria-prima; pH; tipo e quantidade de sal emulsificante; temperatura e tempo de cozimento; velocidade de agitação e temperatura de resfriamento (PICOLLO, 2006). A textura da massa de queijo tem importância vital tanto na comercialização como no consumo de queijos. Independente do tipo pode-se dizer que a massa é à base das principais particularidades de um queijo, pois exerce função determinante na sua estabilidade (forma, tamanho e peso), na sua conservação (durabilidade e tipo de maturação), na diferenciação do próprio tipo (massa mole, semidura ou dura) e na apreciação da sua qualidade, assim como sua viscoelasticidade (SKELLAND, 1967).

Park (2007) avaliando as características reológicas de leite de cabra e ovelha constatou que independentemente da espécie animal, os géis de caseína de leite são os principais responsáveis pelas propriedades reológicas de queijos e outros derivados. Segundo Jumah et al. (2001), o efeito do processo de formação de coalho em derivados lácteos tem sido estudado em todo o mundo com produtos de leite de vaca, entretanto, poucos trabalhos têm focado essas propriedades específicas em leites de outras espécies. A textura ou firmeza do coalho é uma importante propriedade de derivados lácteos, determinando, muitas vezes, a qualidade e a aceitabilidade do produto final. Os fatores que determinam mudanças na textura do leite durante o processo de coagulação são semelhantes em todas as variedades e tipos de leite, uma vez que os componentes do coalho são os mesmos, como caseína, ácido láctico, gordura, umidade e cálcio. Somente a proporção destes componentes vai diferenciar, determinando alterações na consistência, textura e aparência.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito do congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre as propriedades tecnológicas e de composição de queijo Minas Frescal.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar o melhor limite de tempo de congelamento do leite, de forma a obter uma matéria-prima com parâmetros físicos e de composição centesimal (densidade, gordura, proteína, EST, ESD, lactose, índice crioscópico, pH e acidez) adequada, para a produção de queijo Minas Frescal;
- ✓ Analisar o efeito do congelamento do leite sobre as propriedades tecnológicas de queijo Minas Frescal, por meio da análise física e de composição química (pH, acidez, gordura, proteína, umidade, cinzas, perfil de textura e componentes de cor Sistema CIE L\* a\* b\*) e análise de rendimento.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Obtenção da matéria-prima**

A fase experimental para obtenção do leite foi conduzida utilizando-se 8 animais da raça Saanen, pertencentes ao plantel do Setor de Caprinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. As cabras foram alocadas em baias individuais com dimensões de 1,32 x 3,10 m, contendo bebedouro e comedouro, onde receberam alimentação *ad libitum*. A alimentação foi constituída de 20% de feno de capim de Tifton 85 e 80% de concentrado (milho grão moído, farelo de algaroba, farelo de soja, feno de alfafa, uréia, sal comum e mistura mineral), balanceado com base nas exigências do NRC (2007) para cabras em lactação com peso médio de  $42,7 \pm 1,43$  kg e produzindo em média  $2 \pm 0,22$  kg/dia de leite.

As amostras de leite utilizadas foram obtidas por meio de ordenha manual e higiênica e então envasadas em potes plásticos de polietileno individuais de 1 litro. Os leites foram coletados em quatro fases de lactação: L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação) e L4 (115–125 dias de lactação). Para cada fase de lactação foram realizadas 3 coletas, sendo uma por dia, em dias consecutivos, nos últimos 5 dias de cada estágio, consideradas as repetições. As amostras coletadas em cada dia foram divididas em 4 lotes: um representando o tempo zero e os três lotes restantes foram submetidos ao congelamento lento em freezer ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) no mesmo momento, permanecendo congeladas por 40, 80 e 120 dias, sendo posteriormente descongeladas, sob refrigeração ( $7^{\circ}\text{C}$ ) por um tempo de 12 horas, no período em que atingiram o tempo máximo de estocagem estabelecido para cada tratamento. O experimento foi conduzido entre os meses de junho e dezembro de 2010.

### **4.2 Análises dos leites de cabra**

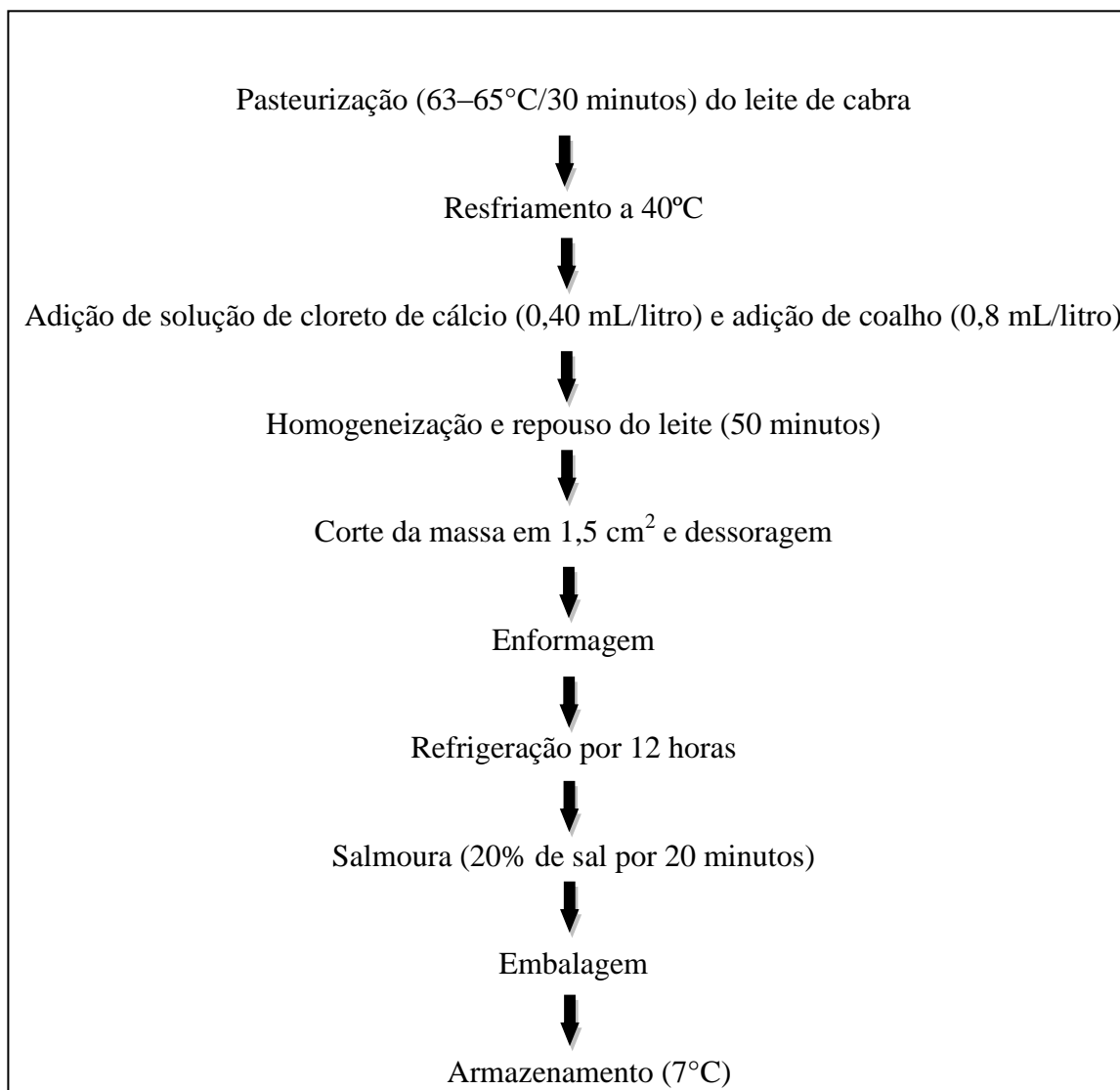
Os parâmetros físicos e de composição centesimal dos leites de cabra foram analisados no tempo zero e logo após os seus respectivos descongelamentos. Todos os parâmetros foram analisados em triplicata. As análises foram realizadas no Laboratório do Processamento de Leite e Derivados da UESB.

#### **4.2.1 Análises físicas e de composição centesimal**

Foram analisados os parâmetros de pH por meio de potenciômetro modelo QUIMIS e acidez, expressa em % de ácido láctico, por meio do cálculo do percentual de ácido láctico presente na amostra pela titulação com NaOH 0,1% utilizando a metodologia descrita na IN 22 (BRASIL, 2003). A densidade (g/mL) a 15°C, o índice crioscópico (°H) e os percentuais de gordura, proteína, lactose e EST (Extrato seco Total) foram determinados por meio de análise ultrassônica em equipamento Lactoscan LA e ESD (Extrato Seco Desengordurado – estimado pela diferença entre o EST e o percentual de gordura).

#### **4.3 Elaboração dos queijos Minas Frescal**

Os queijos Minas Frescal foram elaborados no tempo zero e ao final dos períodos estabelecidos de congelamento (40, 80 e 120 dias) dos leites de cabra. Foram utilizados em cada processamento 5 litros de leite, *in natura* ou descongelados por 12 horas sob temperatura de refrigeração. No momento de preparo o leite foi submetido à pasteurização lenta, o qual foi aquecido em sistema de banho-maria à temperatura de 62 a 65°C por um período de 30 minutos. A pasteurização foi realizada sob agitação constante e controlada com auxílio de um termômetro, e em seguida resfriado a 40°C, temperatura ideal para início do processamento do queijo. Sob agitação foi adicionado 0,40 mL/litro de solução de cloreto de cálcio e 0,8 mL/litro de coalho (enzima quimosina para fabricação de queijos) dissolvido em água filtrada. Após 50 minutos foi efetuado o corte da massa coagulada utilizando-se uma faca no sentido horizontal e em seguida vertical (tendo o cuidado de se obter cubos uniformes de aproximadamente 1,5 cm<sup>2</sup>). Em seguida procedeu-se a mexedura da massa para retirada do soro. Posteriormente, foi colocada a massa nas formas para queijos Minas Frescal, e os queijos virados de hora em hora, até um total de 2 horas, e acondicionados na geladeira por 12 horas. Após este período os queijos foram desenformados e colocados em salmoura a 20% por vinte minutos, em seguida foram embalados em filme plástico de polietileno e armazenados sob refrigeração a 7°C, para então serem submetidos às análises laboratoriais. Cada processamento foi realizado 3 vezes, constituindo-se nas repetições. A Figura 1 ilustra o fluxograma de produção do queijo Minas Frescal.



**Figura 1.** Fluxograma de produção do queijo Minas Frescal.

#### 4.4 Análises dos queijos Minas Frescal

Os parâmetros físicos e de composição centesimal dos queijos de cabra Minas Frescal foram analisados logo após o processamento. As análises foram realizadas no Laboratório do Processamento de Leite e Derivados da UESB e todos os parâmetros foram analisados em triplicata.

##### 4.4.1 Análises físicas e de composição centesimal

Os queijos Minas Frescal elaborados foram analisados quanto aos parâmetros de pH, por meio de potenciômetro modelo QUIMIS, acidez, expressa em % de ácido



lático, e percentuais de umidade, cinzas, gordura e nitrogênio total, utilizando-se as metodologias descritas na IN 22 (BRASIL, 2003).

#### **4.4.2 Determinação do perfil de textura instrumental**

O comportamento reológico dos queijos foi avaliado por meio de Análise de Perfil de Textura (TPA). As análises foram realizadas em um texturômetro Brookfield CT3, ajustado com uma célula de carga de 10 kg.

O preparo das amostras foi realizado segundo Cunha (2002) com modificações. Para a análise dos queijos foram retirados cilindros com o auxílio de uma sonda (com 20 mm de diâmetro x 25 mm de altura) não sendo utilizados o centro e as bordas. As amostras foram embaladas individualmente em filme de PVC para evitar a desidratação, em seguida as amostras foram acondicionadas em recipiente plástico tampado e com gelo reciclável, obtendo-se uma temperatura interna na faixa de  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ , controlada com o auxílio de um termômetro digital portátil com terminal pontiagudo. As amostras permaneceram por 20 minutos neste recipiente antes do início dos testes. A análise TPA foi determinada por meio de teste de dupla compressão de amostras por um dispositivo de compressão (cilindro metálico com 20 mm de diâmetro – SMS P/35, com massa de 21g). O instrumento foi operado por meio do software TexturePro CT V1.0 Build 4 (Brookfield Eng. Labs, Inc.), a uma velocidade de sonda de  $2,0\text{ mm.s}^{-1}$  até uma deformação final de 20%. Foram analisados os atributos primários de dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, em triplicata para todos os tratamentos.

#### **4.4.3 Avaliação da cor**

A determinação instrumental de cor foi avaliada por meio de um espectrofotômetro Colorquest XE Hunterlab, utilizando-se o iluminante padrão D65 e observador a  $10^{\circ}$ , sendo a medida da cor determinada na parte interna das peças dos queijos. Imediatamente após a retirada da embalagem, os queijos foram cortados em duas partes com o auxílio de uma faca e em seguida as amostras foram novamente cortadas no formato da cubeta de vidro com 10 mm de caminho óptico. Após os cortes as partes internas dos queijos foram posicionadas na região de leitura da cubeta. Foram

tomadas imagens digitais das amostras de queijo Minas Frescal de cabra em triplicata, empregando um sistema de *software universal*. O sistema utilizado foi o CIE L\*a\*b\* (CIE, 1996), representado pelos seguintes parâmetros: coordenada L\* (luminosidade), em escala de zero (preto) a 100 (branco); coordenada de cromaticidade a\* que representa uma escala variando de vermelho (0 + a) a verde (0 - a) e a coordenada de cromaticidade b\* que indica uma escala de amarelo (0 + b) a azul (0 - b).

#### 4.4.4 Avaliação do rendimento

O rendimento bruto da obtenção dos queijos nos diferentes tratamentos foi determinado de acordo com Yunes & Benedet (2000), seguindo-se a expressão:

$$R (\%) = (Pq/Pf) \times 100$$

Em que:

R = rendimento bruto;

Pq = peso do queijo produzido;

Pf = peso da formulação (leite acrescido dos ingredientes).

#### 4.5 Análises Estatísticas

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro fases de lactação (L1, L2, L3 e L4) e quatro tempos de congelamento (0, 40, 80 e 120 dias), com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado.

Todas as análises estatísticas necessárias foram realizadas no pacote estatístico Statistical Analysis System® versão 9.0, procedimentos GLM e REG, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa (SAS, 1996). Os resultados obtidos nas análises laboratoriais foram submetidos à ANOVA, considerando-se como fontes de variação as fases de lactação, tempos de congelamento e a interação fases de lactação e tempos de congelamento, testados a 5% de significância. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância. As fases de lactação das cabras foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% significância. O efeito dos tempos de congelamento dos leites de cabra foi avaliado por análise de regressão, por meio de polinômios ortogonais, pela decomposição da soma de quadrados em efeito linear, quadrático e cúbico. Para confecção dos gráficos foi utilizado o software SigmaPlot® 11.0.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Características físicas e de composição centesimal dos leites submetidos a diferentes tempos de congelamento**

As médias e equações de regressão para os parâmetros (densidade, gordura, EST, ESD, proteína, lactose, índice crioscópico) do leite de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação submetidos aos diferentes tempos de congelamento podem ser observadas na Tabela 1. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre as fases de lactação e os tempos de congelamento do leite para os parâmetros avaliados.

A composição físico-química do leite de cabra varia em função de múltiplos fatores, entre os quais destacam-se a raça, o período de lactação, a estação do ano, a idade do animal, a quantidade de leite produzida, a fisiologia do animal e a forma de processamento (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1978; GUIMARÃES, 1989).

Com relação às diferentes fases de lactação do leite de cabra não foi verificada diferença significativa ( $P>0,05$ ) para o percentual de densidade do leite submetido aos diferentes tempos de congelamento. Queiroga et al. (2007) avaliando animais da raça Saanen no período de lactação de 35, 80 e 135 dias observaram que a densidade não foi influenciada pelo período de lactação estudado. O valor médio para o parâmetro densidade obtido no presente trabalho encontra-se na faixa recomendada pela Instrução Normativa N°37, regulamento que fixa as condições de produção, a identidade e os requisitos mínimos de qualidade do leite de cabra destinado ao consumo humano (BRASIL, 2000), que é de 1,028–1,034 g/mL para todas as variedades de leite (integral, semi-desnatado e desnatado).

Entretanto, foi observado um efeito significativo ( $P<0,05$ ) ainda com relação às fases de lactação estudadas sobre os demais parâmetros de composição dos leites analisados (Tabela 1). Os resultados para estes parâmetros estão acima da faixa mínima estabelecida pela IN 37 para leite de cabra cru, que institui para gordura 2,9%, 8,2% para EST, 11,1% para ESD, 2,8% para proteína e 4,3% para lactose, com exceção apenas para a crioscopia, que apresentou para as fases de lactação L1 e L4 valores inferiores aos estabelecidos pela IN 37, que devem estar entre  $-0,550^{\circ}\text{H}$  a  $-0,585^{\circ}\text{H}$ .

**Tabela 1.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficiente de variação para os parâmetros densidade, gordura, EST, ESD, proteína, lactose e índice crioscópico do leite cru de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetros                       |     | Densidade<br>(g/mL) | Gordura<br>%      | EST <sup>1</sup><br>% | ESD <sup>2</sup><br>% | Proteína<br>%      | Lactose<br>%       | Índice crioscópico<br>°H |
|----------------------------------|-----|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Fases de lactação<br>(dias)      | L1  | 1,031               | 3,25 <sup>b</sup> | 11,79 <sup>c</sup>    | 8,53 <sup>b</sup>     | 3,13 <sup>b</sup>  | 4,46 <sup>b</sup>  | -0,538 <sup>b</sup>      |
|                                  | L2  | 1,032               | 3,30 <sup>b</sup> | 12,12 <sup>ab</sup>   | 8,81 <sup>a</sup>     | 3,24 <sup>a</sup>  | 4,61 <sup>a</sup>  | -0,558 <sup>a</sup>      |
|                                  | L3  | 1,031               | 3,63 <sup>a</sup> | 12,39 <sup>a</sup>    | 8,75 <sup>ab</sup>    | 3,21 <sup>ab</sup> | 4,57 <sup>ab</sup> | -0,555 <sup>a</sup>      |
|                                  | L4  | 1,031               | 3,35 <sup>b</sup> | 12,01 <sup>b</sup>    | 8,66 <sup>ab</sup>    | 3,18 <sup>ab</sup> | 4,52 <sup>ab</sup> | -0,547 <sup>ab</sup>     |
| Tempos de congelamento<br>(dias) | 0   | 1,031               | 3,36              | 12,04                 | 8,67                  | 3,18               | 4,53               | -0,548                   |
|                                  | 40  | 1,031               | 3,36              | 12,02                 | 8,65                  | 3,18               | 4,52               | -0,547                   |
|                                  | 80  | 1,031               | 3,37              | 12,02                 | 8,64                  | 3,17               | 4,51               | -0,546                   |
|                                  | 120 | 1,031               | 3,43              | 12,25                 | 8,80                  | 3,23               | 4,60               | -0,558                   |
|                                  |     | $\hat{Y} = 1,031$   | $\hat{Y} = 3,38$  | $\hat{Y} = 12,08$     | $\hat{Y} = 8,69$      | $\hat{Y} = 3,19$   | $\hat{Y} = 4,54$   | $\hat{Y} = -0,550$       |
| Fontes de variação (P)           |     |                     |                   |                       |                       |                    |                    |                          |
| Lactação                         |     | 0,487               | 0,001             | 0,001                 | 0,013                 | 0,013              | 0,013              | 0,011                    |
| Tempo                            |     | 0,415               | 0,165             | 0,133                 | 0,192                 | 0,204              | 0,211              | 0,198                    |
| Lactação x Tempo                 |     | 0,469               | 0,093             | 0,077                 | 0,142                 | 0,135              | 0,141              | 0,127                    |
| CV%                              |     | 1,27                | 2,69              | 2,27                  | 2,39                  | 2,39               | 2,40               | -2,71                    |

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey; P = Nível de significância; CV = Coeficiente de variação. EST<sup>1</sup>=Extrato seco total; ESD<sup>2</sup>=Extrato seco desengordurado; L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que o melhor percentual de gordura para o leite de cabra foi obtido na fase de lactação L3 ( $P < 0,05$ ). Os valores médios para a gordura encontrados neste experimento estão dentro da faixa obtida por Queiroga et al. (2007) que foram de 2,9 a 3,9 %. Segundo Chornobai (1998) o teor de gordura pode sofrer oscilações por fatores ligados às variações de temperatura, estágio de lactação, produção de leite, tipo de alimentação, fatores genéticos e individuais.

O EST pode ter valores aumentados em decorrência do aumento percentual de gordura, proteína e lactose. Os valores obtidos para EST tiveram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) com o decorrer da fase de lactação. A fase de Lactação L1 apresentou um menor percentual para o parâmetro avaliado, possivelmente, em decorrência dos menores valores para os parâmetros de gordura, proteína e lactose. Osmari (2007) avaliando a produção e qualidade do leite de cabras em lactação, na fase de 34 a 134 dias após o parto, verificou alta correlação ( $r = 0,8765$ ) entre a gordura e EST, demonstrando ser a gordura o componente que mais influencia o comportamento do EST, seguida da proteína. Queiroga et al. (2007) encontraram o valor médio de EST de 11,4% para uma fase de lactação próxima à deste estudo. Segundo dados da International Dairy Federation (1987) o teor de sólidos totais no leite apresenta alta correlação com o rendimento industrial para a produção de derivados lácteos, como o queijo e o leite em pó, devendo assim, ser valorizado pela indústria.

A variação encontrada para o ESD neste experimento também foi observada para os percentuais de lactose e proteína no decorrer das fases de lactação avaliadas, o que aponta para uma influência direta da lactose e proteína (nitrogênio não protéico, proteína verdadeira e caseína) sobre este parâmetro. Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que a média para ESD na fase de lactação L1 diferiu da fase L2 ( $P < 0,05$ ), apresentando um menor percentual para o parâmetro estudado. A existência de variação do ESD na avaliação da composição do leite de cabras também foi comprovada por Queiroga et al. (2007) avaliando as fases de lactação de 35 a 135 dias.

O teor de proteína bruta presente no leite de cabra na fase de lactação L1 diferiu significativamente da fase de lactação L2 ( $P < 0,05$ ). Os valores médios obtidos para os percentuais de proteínas neste estudo foram próximos aos encontrados por Bonassi et al. (1996) e Benedet & Carvalho (1996). No entanto, os dados da literatura são controversos quanto ao percentual de proteína em relação às fases de lactação. Alguns autores afirmam que o conteúdo de proteína decresce no decorrer da lactação (FARIA,

1987; VOUTSINAS et al., 1990), enquanto outros afirmam o contrário (VEINOGLU et al., 1982). Segundo Mendes et al. (2009), o conteúdo protéico varia com a espécie e é influenciado por raça, estágio de lactação, alimentação, clima, parto, época do ano e estado de saúde do úbere.

Houve diferença significativa no teor de lactose do leite obtido na fase de lactação L1 ( $P < 0,05$ ) em relação à lactação L2. O percentual de lactose das amostras de leite analisadas foi maior na fase de lactação de (75–85 dias). Resultado este esperado uma vez que a lactose está relacionada à regulação da pressão osmótica na glândula mamária, sendo que a ocorrência de uma maior produção de lactose pode levar a uma maior produção de leite. Jacopini et al. (2010) avaliando o comportamento da produção de leite de cabras Saanen constataram que o maior pico de produção foi próximo aos 80 dias de lactação, fase também avaliada no presente trabalho e que apresentou o maior percentual de lactose.

Pelo fato dos leites analisados neste trabalho terem sido coletados por meio de fiscalização técnica do pesquisador para garantir a integridade dos dados coletados, os percentuais baixos para o índice crioscópico apresentados na Tabela 1, inferiores a variação de  $-0,550^{\circ}\text{H}$  a  $-0,585^{\circ}\text{H}$  estabelecida pela IN 37, não estão ligados à incidência de fraude do leite pela adição de água. Pereira et al. (2000) enfatizam que o valor para a crioscopia depende de uma série de fatores relacionados ao animal, ao leite, ao ambiente, ao processamento e às técnicas crioscópicas, ocasionando dificuldades para o estabelecimento de padrões crioscópicos. As fases de lactação L1 e L4 apresentaram os menores teores de proteína, fato que possivelmente contribuiu para o aumento do ponto de congelamento desses leites (ou seja, mais próximo ao da temperatura de congelamento da água). Segundo Botaro (2011), o decréscimo em 0,1% do teor protéico do leite pode resultar em acréscimo de  $0,0024^{\circ}\text{C}$  no índice crioscópico.

Voutsinas et al. (1990), Rota et al. (1993), Zeng et al. (1995) e Zeng et al. (1997) verificaram que o principal fator fisiológico envolvido com as variações dos constituintes lácteos é o estágio de lactação. Afirmação que comprova as variações durante as fases de lactação estudadas neste experimento. Ribeiro et al. (1997) trabalhando com cabras leiteiras verificaram uma variação para os teores de proteína, cinzas, gordura e lactose do leite ao longo da lactação, sendo que para gordura e lactose o volume de leite produzido também influenciou em seus teores. Segundo Aganga et al.

(2002) e Prasad & Sengar (2002) a fase de lactação representa importante fator de variação nas características de composição do leite.

Com relação ao efeito dos tempos de congelamento do leite de cabra sobre os parâmetros de gordura, EST, ESD, proteína, lactose e índice crioscópico do leite de cabras Saanen não foram verificadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ), sendo as médias para os parâmetros analisados apresentadas na Tabela 1. O resultado obtido foi semelhante ao encontrado por Gomes et al. (1997) avaliando as propriedades químicas do leite de cabra congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 90 dias.

Benedet & Carvalho (1996) afirmaram que o congelamento pode provocar floculação de proteínas, prejudicando a aparência do produto e sua aceitação. No entanto, de acordo com Zhang et al. (2006) o tempo de congelamento (de 0 a 6 meses) em diferentes temperaturas ( $-15^{\circ}\text{C}$  e  $-20^{\circ}\text{C}$ ) não interferiu significativamente nos parâmetros de matéria seca, gordura, proteína, lactose, contagem de células somáticas (CCS) e contagem de bactéria total (CBT) do leite de ovelha cru.

Saito et al. (1962) analisando o efeito do congelamento do leite, em especial para desnaturação de proteínas, concluíram que o congelamento não teve nenhum efeito sobre os parâmetros físico-químicos e desnaturação da caseína e/ou micelas de caseína por congelamento ou outros tratamentos relacionados ao congelamento aos quais foram submetidos, a menos que o leite fosse concentrado antes do congelamento.

Segundo Muir (1984), o processo de congelamento ao diminuir o número de moléculas dissolvidas no leite, pode aumentar a crioscopia após o descongelamento. No presente trabalho, alguma floculação pôde ser observada, entretanto, não ocorreram alterações no índice crioscópico causadas pelo efeito do congelamento do leite. Andrade et al. (2008) avaliando a composição físico-química do leite pasteurizado de cabra da raça Alpina comprovaram que os parâmetros físicos e químicos, as concentrações dos principais componentes e a aparência do leite caprino não foram alterados pelo congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 7 dias.

As médias e equações de regressão para os parâmetros pH e acidez do leite de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação e submetidos a diferentes tempos de congelamento podem ser observadas na Tabela 2. Houve interação ( $P<0,05$ ) das fases de lactação com os tempos de congelamento do leite para os parâmetros avaliados.

**Tabela 2.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para o parâmetro de pH e acidez do leite cru de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetros               | Fases de lactação (dias) | Tempos de congelamento (dias) |      |                   |      | Equação estimada                            | $R^2$ |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|------|-------------------|------|---|-------|
|                          |                          | 0                             | 40   | 80                | 120  |   |       |
| pH                       | L1                       | 6,74                          | 6,73 | 6,73 <sup>a</sup> | 6,67 | $\hat{Y} = 6,71$                            | –     |
|                          | L2                       | 6,72                          | 6,72 | 6,70 <sup>a</sup> | 6,59 | $\hat{Y} = 6,71 + 0,001T - 0,00002T^{2*}$   | 0,98  |
|                          | L3                       | 6,79                          | 6,72 | 6,55 <sup>b</sup> | 6,61 | $\hat{Y} = 6,80 - 0,0042T + 0,00002T^{2*}$  | 0,84  |
|                          | L4                       | 6,72                          | 6,70 | 6,54 <sup>b</sup> | 6,57 | $\hat{Y} = 6,73 - 0,003T + 0,000008T^{2*}$  | 0,78  |
| Acidez em % ácido Lático | L1                       | 0,16                          | 0,14 | 0,14              | 0,15 | $\hat{Y} = 0,16 - 0,0003T + 0,000004T^{2*}$ | 0,99  |
|                          | L2                       | 0,16                          | 0,15 | 0,14              | 0,15 | $\hat{Y} = 0,16 - 0,0005T + 0,000002T^{2*}$ | 0,91  |
|                          | L3                       | 0,16                          | 0,16 | 0,16              | 0,15 | $\hat{Y} = 0,16 + 0,0002T - 0,000002T^{2*}$ | 0,94  |
|                          | L4                       | 0,17                          | 0,15 | 0,16              | 0,16 | $\hat{Y} = 0,17 + 0,0006T + 0,000005T^{2*}$ | 0,90  |

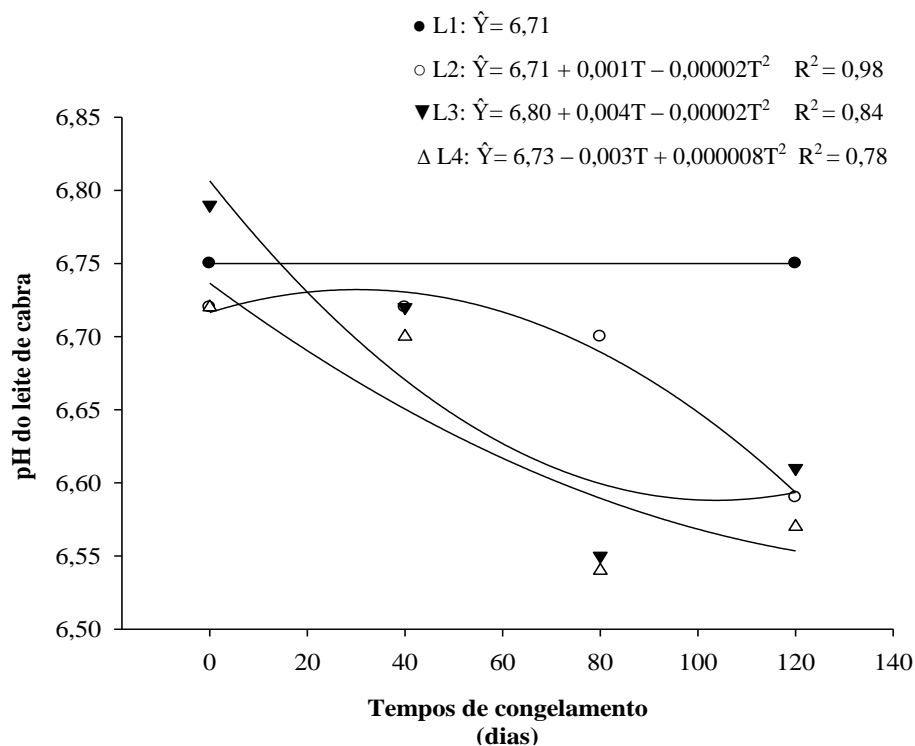
Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey;  $R^2$  = Coeficiente de determinação;  $*P < 0,05$ ; L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).



As fases de lactação não influenciaram no parâmetro pH nos tempos de congelamento 0, 40 e 120 dias ( $P > 0,05$ ). Entretanto, no tempo de 80 dias de congelamento as fases de lactação L3 e L4 diferiram das demais apresentando valores mais baixos de pH ( $P < 0,05$ ). Com relação ao efeito dos tempos de congelamento sobre o pH do leite não houve efeito significativo para a fase de lactação L1 ( $P > 0,05$ ). Houve, porém, efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as fases de lactação L2, L3 e L4 (Tabela 2). O congelamento pode ter acelerado a precipitação de sais, principalmente o fosfato de cálcio, o que proporcionou a diminuição do pH com o passar do tempo de congelamento. A diminuição do pH foi mais acentuada com o decorrer da lactação o que possivelmente pode estar relacionado com o aumento de sais no leite. Com o decorrer da lactação, próximo à fase final, o leite tende a apresentar maior quantidade de sais, entre eles de cálcio e fósforo (Brozos et al. 1998; Haenlein, 2001 & Haenlein, 2004).

Apesar de não ter sido realizada mensuração, foi observada durante o descongelamento do leite uma nítida diminuição da estabilidade das micelas, pela formação de pequenos flocos precipitados, que por sua vez ficaram mais perceptíveis com o aumento dos dias de congelamento dos leites. Provavelmente, a redução na solubilidade do cálcio e do fosfato associado às micelas na região da camada de  $\kappa$ -caseína pode ter provocado à redução na carga micelar colaborando para a redução da estabilidade micelar da  $\kappa$ -caseína. Este resultado corrobora com o apresentado por Blagitz et al. (2011), que avaliando o efeito do congelamento por trinta meses a  $-20^{\circ}\text{C}$  de leite de ovelhas da raça Santa Inês observaram redução do pH de 6,82 no leite *in natura* para 6,58 após o descongelamento.

Van Den Berg (1961) avaliando as mudanças no pH do leite durante a segunda e terceira semana de armazenamento ( $-7^{\circ}\text{C}$  e  $-12^{\circ}\text{C}$ ) observou que o pH do leite cru diminuiu para faixa de 6,1, enquanto, no leite pasteurizado observou-se uma redução para faixa de 5,9, ambos valores tiveram aumento gradual nas semanas posteriores. Segundo o autor, a diminuição do pH ocorre devido à precipitação de fosfato de cálcio e, por menor atuação, do fosfato dissódico e, provavelmente, carbonato de sódio, enquanto que o aumento do pH pode ser explicado pela precipitação de sais, como o citrato monopótassico. Este mesmo comportamento foi observado no presente trabalho para o leite de cabra nas fases de lactação L3 e L4 ( Figura 2).



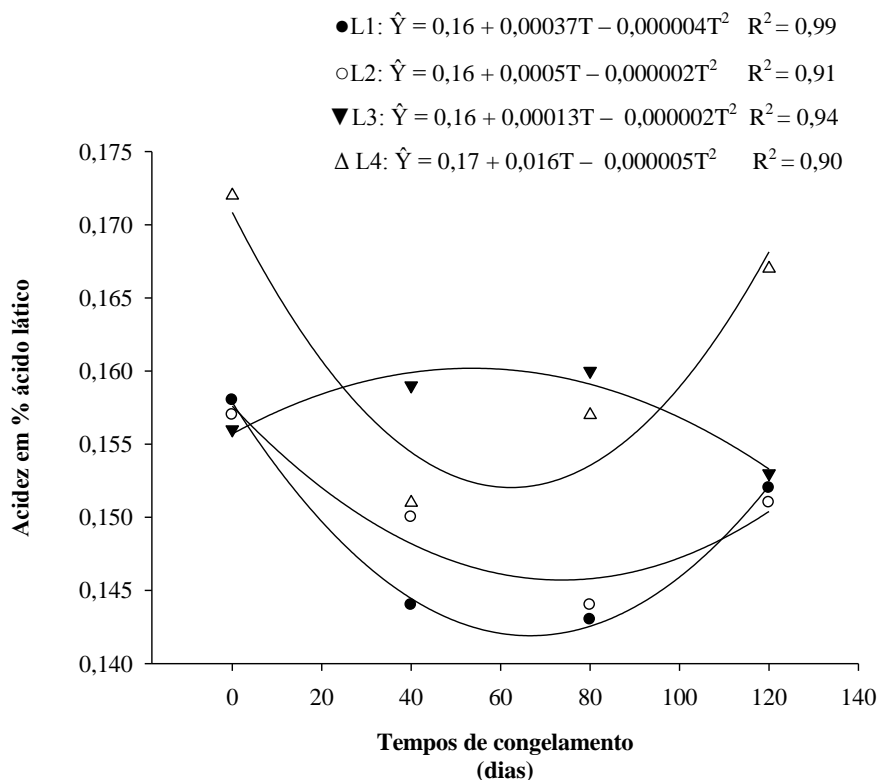
**Figura 2.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento sobre o parâmetro pH do leite cru de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação.

O efeito significativo obtido para o parâmetro pH em relação os fatores aqui estudados, foram semelhantes aos obtidos na literatura. De acordo com Gomes (2004), o pH do leite de cabra da raça Saanen pode variar de 6,5 a 6,8, percentual semelhante ao encontrado no presente trabalho. Possivelmente, a presença de dióxido de carbono, fosfatos, citrato, lactato e proteínas presentes no leite caprino ocasionaram um efeito tampão, que evitou grandes variações no pH.

O leite logo após a ordenha apresenta reação ácida com a adição de fenolftaleína, mesmo sem que nenhuma acidez (expressa em ácido láctico) tenha sido produzida por fermentações. A acidez do leite fresco deve-se à presença de caseínas, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos (PEREIRA et al., 2001). O Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Leite de Cabra (IN 37) (BRASIL, 2000) estabelece que a faixa normal para a acidez titulável de leite de cabra cru congelado pode variar de 0,11% a 0,18%, expressa em ácido láctico. Os valores de acidez encontrados estão de acordo com os limites preconizados pela legislação vigente.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das fases de lactação para o parâmetro acidez nos diferentes tempos de congelamento (Tabela 2). Este resultado provavelmente está ligado à qualidade higiênico-sanitária durante a obtenção do leite de cabra utilizado

no ensaio laboratorial, ao congelamento ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) do leite logo após a ordenha e ao descongelamento do leite sob temperatura de refrigeração ( $7^{\circ}\text{C}$ ) para posterior detecção da acidez. As análises de regressão do coeficiente de acidez do leite em função dos tempos de congelamento para as fases de lactação analisadas revelaram um efeito quadrático. Na Figura 3 observa-se uma diminuição da acidez com o aumento dos tempos de congelamento dos leites.



**Figura 3.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento sobre o parâmetro acidez do leite cru de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação.

A oscilação dos valores obtidos para a acidez do leite de cabra até atingirem, aos 120 dias de congelamento, valores de acidez inferiores ao do leite que não sofreu congelamento, foi semelhante ao relatado por Van Den Berg (1961) avaliando o congelamento e o tempo de estocagem do leite cru e do leite desnatado pasteurizado. Segundo o autor, as variações estão relacionadas a diferenças no teor dos ácidos carboxílicos e no perfil microbiológico do leite. Resultados que diferem dos encontrados por Andrade et al. (2008), que avaliando leite de cabra congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 7 dias encontraram valores para acidez titulável similares ao do leite de cabra *in natura*.

Por meio das observações dos dados anteriormente apresentados nas Tabelas 1 e 2 constatou-se que mesmo quando o congelamento influenciou no comportamento de alguns parâmetros, este foi irrelevante, levando em consideração os valores mínimos de composição físico-química que devem estar presentes no leite de cabra imposto pela normativa IN 31 (BRASIL, 2000) para o consumo humano. Provavelmente a qualidade higiênico-sanitária durante a obtenção da matéria-prima utilizada e o correto congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ , logo após a ordenha contribuíram para esse resultado.

Uma das dificuldades na distribuição do leite de cabra durante o ano é a pequena produção por animal e a sazonalidade da produção. O conhecimento dos resultados apresentados é de grande relevância, uma vez que o congelamento pode ser usado sem receio pelo pequeno produtor e indústria como alternativa para processar uma matéria-prima de boa qualidade durante todo ano, o que pode regularizar o estoque de mercado.

## **5.2 Análises físicas e de composição centesimal dos queijos Minas Frescal de cabra produzido com leite congelado por diferentes tempos**

Vários fatores influenciam na composição e nas propriedades funcionais dos queijos. Estes incluem o conteúdo de gordura (LELIÈVRE et al., 1990; NASSAU et al., 2001; VALLE et al., 2004), teor de umidade (NASSAU et al., 2001; LEE et al., 2004), pH (LIMA et al., 1996; MARCHESSEAU et al., 1997; LEE & KLOSTERMEYE, 2001; VASCONCELOS et al., 2004), teor de cálcio total (CHEFTEL, 1991), teor de caseína intacta (PISKA & ST ETINA 2004; GARIMELLA PRUNA et al., 2006), conteúdo de lactose (BERGER et al., 1998; VINHAL, 2001; BACK, 2011) e teor de proteína no soro de leite (GUPTA & REUTER 1992; THAPA & GUPTA, 1992a, 1992b).

Para os parâmetros de pH, acidez, umidade, gordura, proteína do queijo Minas Frescal de cabra a interação entre as fases de lactação e os tempos de congelamento que as amostras de leite foram submetidos foi significativa ( $P < 0,05$ ) indicando que estes parâmetros apresentaram um comportamento diferenciando em relação aos fatores estudados. As médias e equações de regressão para os parâmetros podem ser observadas na Tabela 3.

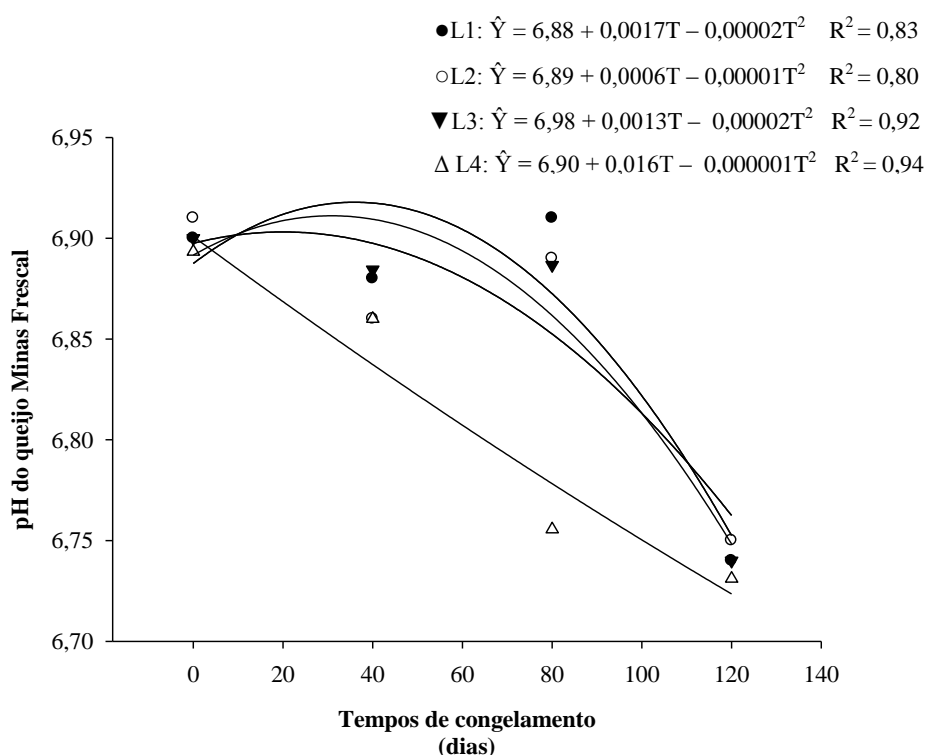
**Tabela 3.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as propriedades físicas e químicas e de composição de queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetros                     | Fases de lactação (dias) | Tempos de congelamento (dias) |                     |                    |                     | Equação estimada                            | $R^2$ |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---|-------|
|                                |                          | 0                             | 40                  | 80                 | 120                 |   |       |
| pH                             | L1                       | 6,90                          | 6,88                | 6,91 <sup>a</sup>  | 6,74                | $\hat{Y} = 6,88 + 0,0017T - 0,00002T^{2*}$  | 0,83  |
|                                | L2                       | 6,91                          | 6,86                | 6,89 <sup>a</sup>  | 6,75                | $\hat{Y} = 6,89 + 0,0006T - 0,00001T^{2*}$  | 0,80  |
|                                | L3                       | 6,90                          | 6,88                | 6,89 <sup>a</sup>  | 6,74                | $\hat{Y} = 6,98 + 0,0013T - 0,00002T^{2*}$  | 0,92  |
|                                | L4                       | 6,89                          | 6,86                | 6,76 <sup>b</sup>  | 6,73                | $\hat{Y} = 6,90 + 0,016T - 0,000001T^{2*}$  | 0,94  |
| Acidez<br>% de ácido<br>lático | L1                       | 0,40                          | 0,36                | 0,39               | 0,42                | $\hat{Y} = 0,40 - 0,0015T + 0,00001T^{2*}$  | 0,79  |
|                                | L2                       | 0,35                          | 0,37                | 0,35               | 0,37                | $\hat{Y} = 0,37$                            | –     |
|                                | L3                       | 0,36                          | 0,36                | 0,37               | 0,35                | $\hat{Y} = 0,36$                            | –     |
|                                | L4                       | 0,42                          | 0,43                | 0,36               | 0,39                | $\hat{Y} = 0,43 - 0,0007T + 0,000002T^{2*}$ | 0,56  |
| Umidade<br>%                   | L1                       | 60,93 <sup>a</sup>            | 59,02               | 59,68 <sup>a</sup> | 59,21 <sup>a</sup>  | $\hat{Y} = 59,69$                           | –     |
|                                | L2                       | 56,58 <sup>bc</sup>           | 56,62               | 56,25 <sup>b</sup> | 60,44 <sup>a</sup>  | $\hat{Y} = 56,83 - 0,0498T + 0,0006T^{2*}$  | 0,90  |
|                                | L3                       | 58,95 <sup>ab</sup>           | 58,65               | 59,94 <sup>a</sup> | 59,41 <sup>a</sup>  | $\hat{Y} = 59,24$                           | –     |
|                                | L4                       | 55,33 <sup>c</sup>            | 56,93               | 55,80 <sup>b</sup> | 57,98 <sup>b</sup>  | $\hat{Y} = 55,63 + 0,0006T + 0,00009T^{2*}$ | 0,57  |
| Cinzas<br>%                    | L1                       | 3,11 <sup>b</sup>             | 3,78 <sup>b</sup>   | 4,10               | 4,11                | $\hat{Y} = 3,12 + 0,0204T - 0,0001T^{2*}$   | 0,99  |
|                                | L2                       | 4,06 <sup>a</sup>             | 3,75 <sup>b</sup>   | 4,43               | 3,91                | $\hat{Y} = 4,03$                            | –     |
|                                | L3                       | 3,57 <sup>ab</sup>            | 4,52 <sup>a</sup>   | 3,87               | 3,94                | $\hat{Y} = 3,68 + 0,018T - 0,0001T^{2*}$    | 0,43  |
|                                | L4                       | 3,40 <sup>b</sup>             | 3,47 <sup>b</sup>   | 4,00               | 3,76                | $\hat{Y} = 3,41 + 0,004T^*$                 | 0,56  |
| Gordura<br>%                   | L1                       | 12,09                         | 12,84               | 13,66              | 13,53               | $\hat{Y} = 12,25 + 0,0129T^*$               | 0,84  |
|                                | L2                       | 12,02                         | 11,46               | 14,41              | 13,85               | $\hat{Y} = 11,67 + 0,0211T^*$               | 0,59  |
|                                | L3                       | 13,85                         | 13,17               | 12,65              | 13,16               | $\hat{Y} = 13,20$                           | –     |
|                                | L4                       | 12,90                         | 13,03               | 12,59              | 12,65               | $\hat{Y} = 12,80$                           | –     |
| Proteína<br>%                  | L1                       | 17,90 <sup>b</sup>            | 19,05 <sup>ab</sup> | 18,59              | 18,82 <sup>ab</sup> | $\hat{Y} = 8,59$                            | –     |
|                                | L2                       | 21,21 <sup>a</sup>            | 19,27 <sup>ab</sup> | 21,10              | 20,30 <sup>a</sup>  | $\hat{Y} = 20,57$                           | –     |
|                                | L3                       | 17,13 <sup>b</sup>            | 17,93 <sup>b</sup>  | 18,54              | 17,39 <sup>b</sup>  | $\hat{Y} = 17,05 + 0,0395T - 0,0003T^{2*}$  | 0,89  |
|                                | L4                       | 21,19 <sup>a</sup>            | 21,34 <sup>a</sup>  | 18,62              | 17,86 <sup>a</sup>  | $\hat{Y} = 21,43 - 0,0147T - 0,0001T^{2*}$  | 0,88  |

Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey;  $R^2$  = Coeficiente de determinação; \*  $P < 0,05$ ; L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).

As amostra de leite das diferentes fases de lactação utilizados no processamento do queijo Minas Frescal não influenciaram o pH final do queijo em relação ao congelamento dos leites nos tempos 0, 40 e 120 dias ( $P>0,05$ ). O resultado está provavelmente relacionado com o comportamento obtido para o pH do leite logo após os respectivos descongelamentos. No entanto, dentro do tempo de 80 dias de congelamento a fase de lactação L4 diferiu das demais ( $P<0,05$ ). A diminuição do pH pode ser atribuída também à menor perda de quantidade de soro devido à dessoragem e sinérese do queijo, assim não são perdidos ácidos no soro, que são responsáveis por uma maior redução do pH.

Foi observado o efeito dos tempos de congelamento do leite sobre o pH do queijo houve efeito significativo para as quatro fases de lactação estudadas ( $P<0,05$ ). Conforme apresentado na Figura 4, o pH final dos queijos apresentou valores mais baixos com o aumento dos tempos de congelamento dos leites (Figura 4).



**Figura 4.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre pH dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

O pH é um parâmetro importante para a identidade e qualidade de todos os queijos, afetando diretamente sua estrutura e propriedades reológicas, pois altera

fortemente as interações químicas entre os componentes estruturais (proteínas, água e minerais) dos queijos (LAWRENCE et al., 1987). Além das consequências para a estrutura do queijo, a redução do pH também contribui para a segurança do produto, uma vez que inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis (FOX et al., 1990).

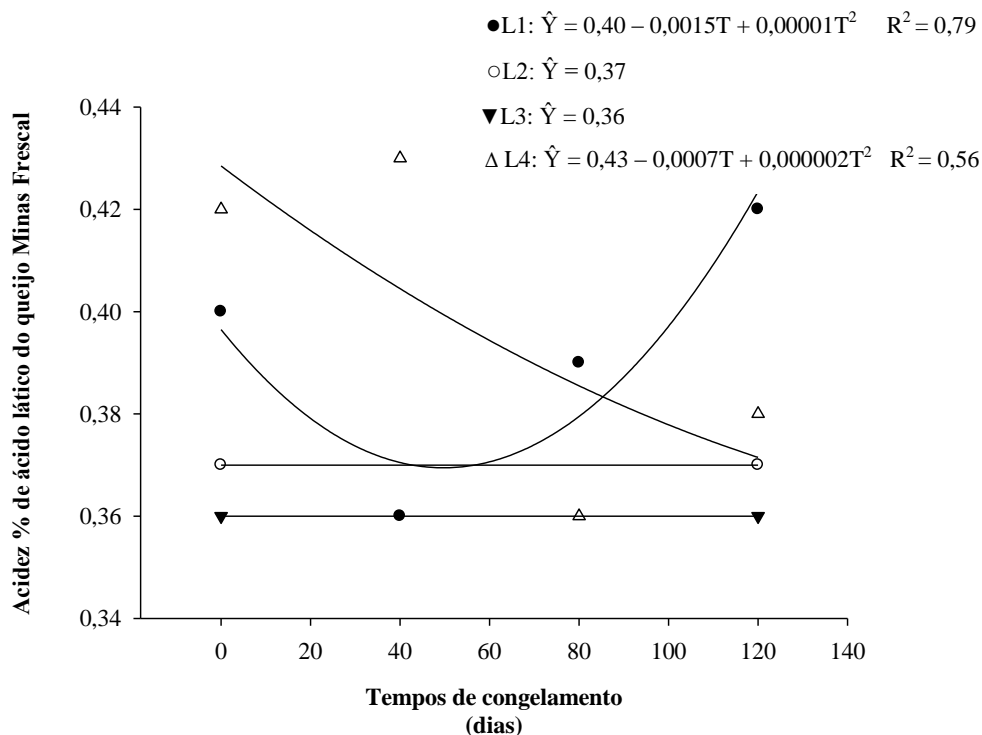
Os valores de pH apresentados são semelhantes aos obtidos na literatura para queijo Minas Frescal. Andreatta et al. (2009) encontraram variação de pH de 6,80 a 6,74. Rosa (2004) obteve valor de pH de 6,71 e Fritzen-Freiren et al. (2010) observaram variação de pH de 5,92 a 6,99. No geral, o pH do produto final não apresentou grandes variações em relação ao pH do leite, o que pode ser decorrente do poder tampão do mesmo (Oliveira & Caruso, 1996). Katiki et al. (2006) ao estudarem queijo maturado com mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra congelado e coalhada congelada observaram que houve diminuição do pH dos queijos elaborados com leite congelado (pH 5,29) em comparação com o queijo controle (pH 5,39).

Segundo Casagrande et al. (1988), a formação de ácido lático é essencial para o sabor do queijo Minas Frescal, bem como para sua qualidade e vida de prateleira. Entretanto, um excesso na produção de ácido lático pode conduzir a um sabor muito ácido no queijo e descaracterizar o produto.

Para o parâmetro acidez do queijo, as fases de lactação dos leites não influenciaram ( $P > 0,05$ ) em relação aos tempos de congelamento dos leites utilizados no processamento (Tabela 3). Este resultado pode ser explicado pelo fato da composição físico-química dos leites não ter sofrido grandes variações em relação às diferentes fases de lactação (Tabela 1 e 2). A padronização na produção do queijo Minas Frescal de cabra, assim como o controle higiênico-sanitário durante todas as etapas de processamento, também podem ter influenciado nos dados apresentados.

A acidez do queijo Minas Frescal foi afetada pelo tempo de congelamento nas fases de lactação L1 e L4 ( $P < 0,05$ ), como destacado na Tabela 3. Os dados apresentados na Figura 5 demonstram um efeito quadrático para o parâmetro estudado. Desse modo, os queijos fabricados com o leite congelado tiveram um aumento da acidez, comportamento que ficou ainda mais acentuado com o passar do tempo de congelamento dos leites. Este resultado corrobora com os obtidos por Katiki et al. (2006), que encontraram aumento da acidez de 0,25% no queijo produzido com leite congelado. Resultados que diferem dos relatos publicados por Curi (2002), que

identificou que queijos produzidos com congelamento lento do leite apresentaram uma redução da acidez de 1,33%, em relação o queijo controle.



**Figura 5.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de acidez dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

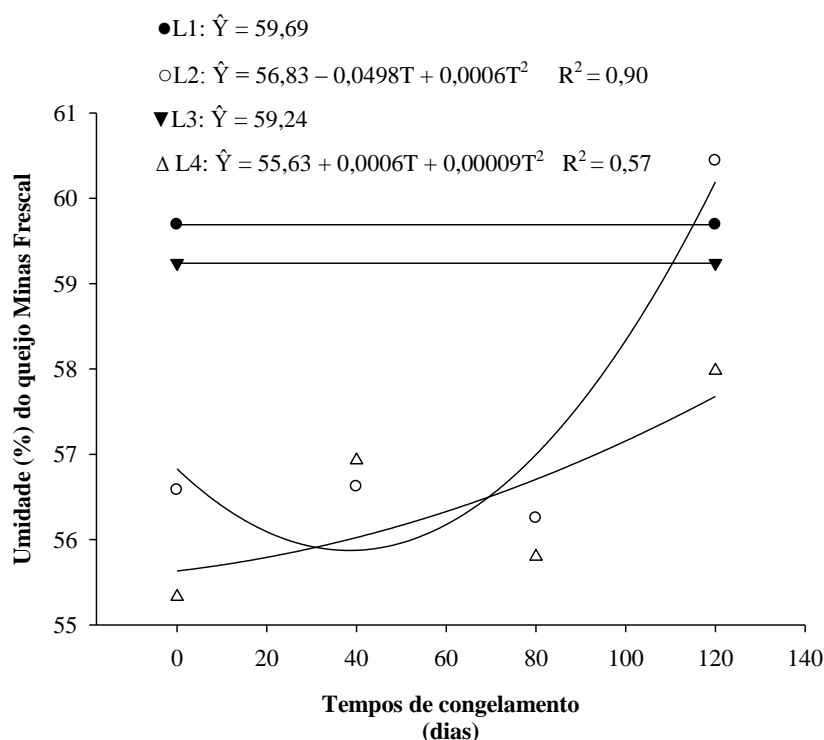
Apesar do efeito significativo dos tempos de congelamento do leite de cabra na acidez do queijo, os resultados obtidos estão de acordo com dados encontrados na literatura para queijo Minas Frescal. Andreatta (2006) avaliando a qualidade do queijo Minas Frescal processados com leite contendo diferentes níveis de células somáticas em diferentes dias de armazenamento, obteve valores de acidez (% de ácido láctico) variando de 0,28% a 0,58 %. Sangelitte (2009) avaliando a qualidade do queijo Minas Frescal disponível no mercado encontrou uma variação de acidez titulável em ácido láctico de 0,31% a 0,72% (aumento de 41%), entre o 1º e o 30º dia de armazenamento.

O padrão de acidez no queijo Minas Frescal é facilmente modificado se forem adicionadas ao produto diferentes concentrações e espécies de microrganismos na cultura láctica. Estes microrganismos podem fermentar a lactose, resultando na sua transformação em ácido láctico e conseqüente aumento da acidez. Além disso, o processo de dessoragem espontânea, ao qual a massa é submetida durante o processo produtivo



do queijo, pode, em alguma magnitude, eliminar algum conteúdo de lactose do produto, e assim influenciar nos seus valores de acidez (CARUSO & OLIVEIRA, 1999).

Para o teor de umidade dos queijos observou-se influência ( $P < 0,05$ ) das fases de lactação em relação ao congelamento dos leites utilizados no processamento nos tempos 0, 40 e 120 dias. Este resultado pode ser explicado pelo fato dos teores de proteína e gordura dos leites de cabra terem variado com as fases de lactação estudadas (Tabela 1). Avaliando o fator quantitativo, tempos de congelamento do leite, foi observado um efeito significativo na umidade do queijo para as fases de lactação L2 e L4 ( $P < 0,05$ ), como destacado na Tabela 3. Os processamentos dos leites na fase de lactação L2 elevaram a umidade final do produto, refletindo em maior persistência da umidade com o decorrer do tempo de congelamento do leite (Figura 6). Resultado semelhante foi obtido por Katiki (2006) (aumento de 2,02 g/100g de umidade) e Curi (2002) (aumento de 3,00 g/100g) para os queijos processados com leite congelado.

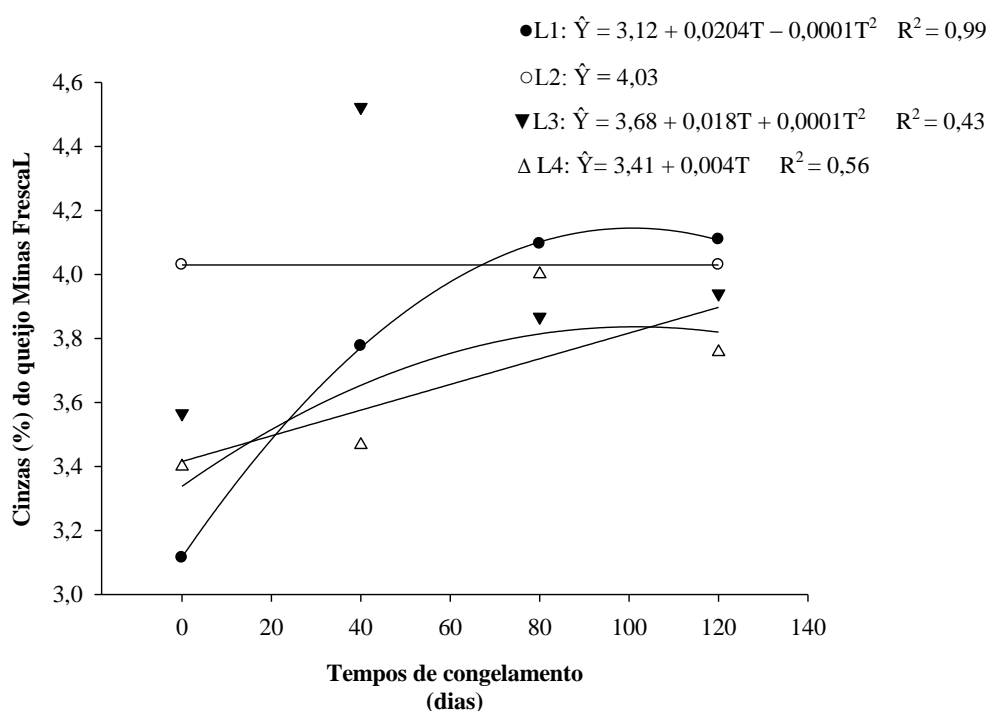


**Figura 6.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de umidade dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

Mediante os resultados apresentados para umidade do queijo, pode-se verificar que houve efeito significativo entre os fatores avaliados, porém, os valores obtidos estão

dentro do preconizado pela legislação vigente (BRASIL, 2004). Segundo BRASIL (2004) o queijo Minas Frescal deve apresentar umidade não inferior a 55%, sendo caracterizado como queijo de muito alta umidade.

Para a análise de cinzas do queijo foi observado uma influência ( $P < 0,05$ ) das quatro fases de lactação em relação ao congelamento do leite nos tempos 0 e 40 dias (Tabela 3). Com relação ao efeito dos tempos de congelamento dos leites sobre o conteúdo de cinzas dos queijos não houve efeito significativo para os leites processado na fase de lactação L2 ( $P > 0,05$ ). Houve, porém, efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os períodos de lactação nas fases L1, L3 e L4. Na Figura 7 observa-se o comportamento das análises de regressão do coeficiente de cinzas dos queijos Minas Frescal em função dos tempos de congelamento do leite para as diferentes fases de lactação estudadas.



**Figura 7.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabra da raça Saanen sobre o parâmetro de cinzas dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

Houve um aumento do teor de cinzas com o aumento do tempo de congelamento dos leites nas fases de lactação L1, L3 e L4 (Figura 7), comportamento semelhante ao relatado por Katiki (2006), mas que diferem do relatado por Curi (2002) avaliando leite de cabra e coalhada congelados para fabricação de produto similar ao queijo Pecorino

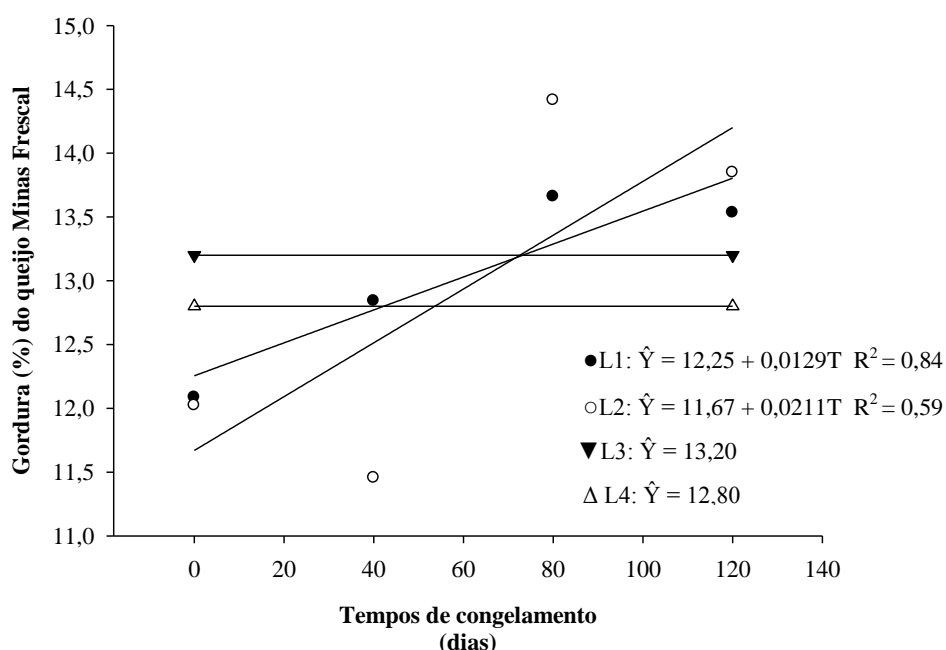
Romano. Segundo o autor, o teor de cinzas do queijo sofreu uma redução de 0,40% quando elaborado com leite congelado.

O aumento do teor de cinzas no queijo pode ser explicado pelo comportamento linear negativo do pH dos queijos com o passar do tempo de congelamento dos leites utilizados no processamento. O papel do pH no teor de cinzas do queijo é particularmente importante porque as mudanças no pH estão relacionadas diretamente a mudanças químicas na rede de proteínas do queijo. À medida que o pH do queijo diminui, há uma perda concomitante de cálcio e fosfato das micelas de caseína, provocando progressiva dissociação das micelas em sub-agregados menores (LAWRENCE et al., 1987). A solubilização de fosfato de cálcio coloidal, entre outros fatores, afeta a coalhada (queijo), sendo determinante em grande parte para o conteúdo mineral de um queijo.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das fases de lactação na avaliação do parâmetro de gordura do queijo nos diferentes tempos de congelamentos do leite. Apesar de não ter ocorrido a padronização do leite de cabra utilizado no experimento foi detectada uma variação baixa do componente em relação às diferentes fases de lactação o que possivelmente favoreceu o resultado aqui apresentado. De acordo com Keating et al. (1980) e Furtado (1991) é necessário padronizar a gordura do leite, relacionada com o seu conteúdo de proteína, de forma a estabelecer uma relação constante gordura/proteína e, assim, conseguir que a gordura na matéria seca no queijo constante. Ribeiro (2001) enfatizou a importância de padronizar um teor mínimo de gordura no leite, e conseqüentemente, no queijo resultante, de acordo com o tipo ou variedade, visto que a gordura exerce uma função muito importante na cor, na consistência e no sabor final do queijo.

Entretanto, houve efeito significativo dos tempos de congelamento dos leites para parâmetro de gordura do queijo nas fases de lactação L1 e L2 ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). As análises de regressão do coeficiente gordura do queijo revelaram um efeito linear crescente (Figura 8). Kitiki et al. (2006) avaliaram que tanto o congelamento lento e rápido do leite não tiveram efeito significativo no teor de gordura final dos queijos. Curi (2002) detectou uma redução de 2,75% no teor de gordura do queijo quando o processamento ocorreu com leite congelado rápido, utilizando nitrogênio líquido, e uma redução ainda maior, em torno de 5,53%, quando o leite sofreu congelamento lento. Kitiki (2006) e Curi (2002) avaliando o efeito do congelamento lento da coalhada para o

processamento de queijo não encontraram diferença estatística no teor de gordura final dos queijos.



**Figura 8.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de gordura dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

Os dados encontrados demonstram que os teores médios de gordura neste experimento variaram de 11,46 a 13,85 g/100g de queijo. Aquino et al. (2009) avaliando o efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição do queijo Minas Frescal obteve uma variação no teor de gordura de 13,85 a 14,22%. Benedet (2002) encontrou uma variação de 11 a 15 % de teor de gordura nesse tipo de queijo. Segundo BRASIL (1996), o queijo Minas Frescal é classificado como semi-gordo, com teor de gordura entre 25 a 44,9%. Os baixos teores de gordura dos queijos encontrados neste trabalho podem estar relacionados com o maior teor protéico presente nas amostras. Segundo Lee et al. (1981), durante a coagulação do leite as proteínas tendem a se hidratar, e isso facilita a perda de gordura, uma vez que a água tende a ocupar o espaço a ser preenchido pela gordura. Ferreira (2004) enfatiza que a recuperação de gordura nos queijos é baixa em virtude das elevadas perdas de gordura no soro e na água de filagem, as quais são maiores no soro. Em geral, queijos de reduzido teor de gordura apresentam menor recuperação de gordura no soro que queijos

integrais (RUDAN et al., 1999). Outro fator que pode estar relacionado com a redução do teor de gordura no queijo é o fracionamento dos glóbulos de gordura do leite causado pelo congelamento. As alterações causadas podem ter dificultado a sua incorporação no coágulo durante a formação da massa.

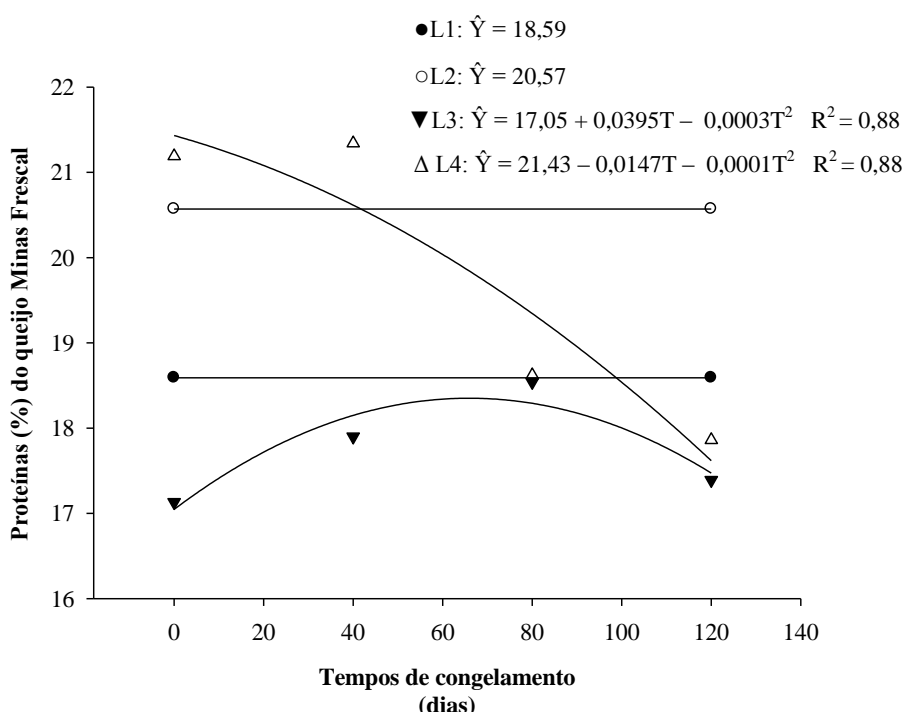
De acordo com a Figura 8, a variação do escore para os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) encontrados para as análises de gordura dos queijos pode estar relacionada com a etapa de congelamento do leite em embalagem de polietileno. Pereira (2000) observou que, com o congelamento do leite, ocorria elevada separação da gordura que ficava aderida às embalagens de polietileno. Teixeira Neto et al. (1994) constataram a influência da embalagem de polietileno de 1 litro na composição do leite de cabra, sendo que a gordura apresentava difícil reincorporação ao produto quando aquecido para o consumo.

Segundo Ribeiro (2001), a concentração de proteína no queijo varia até aproximadamente 40%, dependendo da variedade. Dentre as proteínas presentes no leite a caseína tem impacto determinante no rendimento do queijo, pois quanto maior a sua concentração, neste sistema coloidal, maior é o rendimento. As diferentes fases de lactação do leite de cabra influenciaram na porcentagem de proteína do queijo Minas Frescal para os tempos de congelamento 0, 40 e 120 dias do leite ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Com relação ao efeito dos tempos de congelamento do leite sobre a porcentagem de proteína do queijo não houve efeito significativo para as fases de lactação L1 e L2 ( $P > 0,05$ ). Os queijos processados com os leites na fase de lactação L3 congelados nos tempos de 0, 40 e 120 dias apresentaram os menores percentuais de proteínas. Acredita-se que a composição do leite (Tabelas 1 e 2) utilizado no experimento influenciou nos resultados aqui apresentados.

Na Figura 9 observa-se que a fase de lactação L3 apresentou aumento no teor protéico do queijo até os 80 dias de congelamento do leite, obtendo em seguida, uma redução protéica de 1,15% ao processar o leite congelado por 120 dias. Para a fase de lactação L4 foi obtido um comportamento linear decrescente em relação aos tempos de congelamento aos quais os leites foram submetidos. A diminuição do teor de proteína no queijo Minas Frescal pode ter sido acelerada pela quebra da caseína em peptídeos, em função do efeito dos diferentes tratamentos de congelamento do leite de cabra realizados neste experimento, provocando a perda de proteína da coalhada para o soro. Fatores tecnológicos ligados às etapas de processamento dos queijos (tempo de atuação do

coalho, padronização do corte da massa e tempo de dessoragem) também podem ter influenciado no resultado.

Um aumento do teor de proteína em queijos processados com congelamento lento e/ou rápido do leite foi obtido por Curi (2002). Entretanto, Katiki et al. (2006) avaliaram uma redução do teor de proteína em queijo processado com leite submetido ao congelamento. Tais comportamentos foram identificados neste experimento, mas é importante ressaltar que os autores aqui abordados não mencionaram por quanto tempo os leites utilizados no processamento dos queijos foram mantidos congelados.



**Figura 9.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o parâmetro de proteína dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

Mesmo com o efeito significativo do congelamento do leite sobre as proteínas do queijo os percentuais encontrados são superiores aos trabalhos relatados na literatura. Fritzen-Freire et al. (2010) avaliando o teor protéico do queijo Minas Frescal de cabra encontraram uma variação de 13,50 a 14,15 %, valores inferiores ao do presente estudo. Este resultado foi alcançado provavelmente devido à menor quantidade de lipídeos encontrados nos queijos.

### 5.3 Perfil de textura dos queijos

Os dados de textura instrumental (médias e equações de regressão) obtidos para os parâmetros dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade dos queijos processados com leite de cabra obtidos em diferentes fases de lactação e submetidos a diferentes tempos de congelamento podem ser observados na Tabela 4. Não houve interação ( $P>0,05$ ) das fases de lactação com os tempos de congelamento do leite utilizados no processamento dos queijos para os parâmetros primários de texturas avaliados, o que significa que são variáveis independentes e devem ser analisadas separadamente.

Os testes instrumentais de textura são geralmente baseados em força de compressão, com a função de simular a mastigação entre os molares. A amostra é submetida a duas “mordidas” ou corridas, que simulam o ato de mastigação. Quando o pistão deforma a amostra, o movimento do suporte é detectado e uma curva de força – compressão é traçada. A partir dessa curva, obtêm-se os parâmetros primários – dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e secundários – mastigabilidade e gomosidade, que compõem as características mecânicas dos queijos (FOX, et al. 2000). Os principais fatores que afetam a textura do queijo é a composição do leite utilizado como matéria-prima (teor de caseína, gordura, cálcio e água), o processo de manufatura empregado (tipo de fermento láctico e coagulante utilizado, tempo, temperatura e pH durante a coagulação, prensagem e salga) e as condições de maturação (umidade, tempo e temperatura). As diferenças na composição e na microestrutura do queijo são determinantes na percepção de textura do queijo (JACK & PATERSON, 1992).

Os dados do TPA dos queijos Minas Frescal processados com leites de cabras de diferentes fases de lactação não mostraram variação nas propriedades mecânicas de dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade dos queijos ( $P>0,05$ ). Este resultado pode estar relacionado com o efeito mínimo que as diferentes fases de lactação tiveram sobre os componentes do leite. As propriedades físicas do queijo são influenciadas pela composição inicial do leite e pelas condições de processos de fabricação. Como não houve diferença significativa entre a dureza dos queijos para o fator de estudo faixa de lactação, era esperado que os parâmetros de mastigabilidade e gomosidade também fossem iguais ( $P>0,05$ ), uma vez que são derivados da medida de dureza.

**Tabela 4.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficiente de variação para a determinação instrumental dos parâmetros firmeza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetros                    |     | Dureza (N)       | Coesividade | Elasticidade | Gomosidade (N)   | Mastigabilidade (N) |
|-------------------------------|-----|------------------|-------------|--------------|------------------|---------------------|
| Fases de lactação (dias)      | L1  | 2,93             | 0,82        | 0,89         | 2,52             | 2,27                |
|                               | L2  | 2,83             | 0,83        | 0,91         | 2,44             | 2,22                |
|                               | L3  | 2,83             | 0,83        | 0,89         | 2,45             | 2,18                |
|                               | L4  | 2,88             | 0,84        | 0,90         | 2,54             | 2,27                |
| Tempos de congelamento (dias) | 0   | 2,49             | 0,81        | 0,89         | 2,07             | 1,86                |
|                               | 40  | 2,50             | 0,83        | 0,90         | 2,13             | 1,93                |
|                               | 80  | 2,56             | 0,84        | 0,89         | 2,30             | 2,01                |
|                               | 120 | 3,91             | 0,83        | 0,90         | 3,46             | 3,12                |
|                               |     | Eq <sup>1*</sup> | Ŷ =0,83     | Ŷ =0,90      | Eq <sup>2*</sup> | Eq <sup>3*</sup>    |
| Fontes de variação (P)        |     |                  |             |              |                  |                     |
| Lactação                      |     | 0,271            | 0,019       | 0,037        | 0,352            | 0,498               |
| Tempo                         |     | 0,001            | 0,286       | 0,269        | 0,001            | 0,001               |
| Lactação x Tempo              |     | 0,193            | 0,231       | 0,230        | 0,212            | 0,381               |
| CV%                           |     | 4,95             | 2,31        | 3,13         | 6,50             | 7,45                |

Eq<sup>1</sup>.  $\hat{Y} = 2,55 - 0,014T + 0,0002T^2$  ( $R^2 = 0,95$ ); Eq<sup>2</sup>.  $\hat{Y} = 2,11 - 0,0096T + 0,0002T^2$  ( $R^2 = 0,97$ ). Eq<sup>3</sup>.  $\hat{Y} = 1,913 - 0,0097T + 0,0002T^2$  ( $R^2 = 0,95$ );\*  $P < 0,05$ ; Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo de Tukey; P = Nível de significância; CV = Coeficiente de variação. L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).



Valores de dureza semelhantes foram relatados por outros autores: Buriti et al. (2005b) encontraram 2,81 a 3,28 N em 7 dias de armazenamento do queijo Minas Frescal com e sem *L. acidophilus*; Buriti et al. (2005a) registraram 2,67 a 4,06 N em 7 dias, trabalhando com Minas Frescal e com e sem *L. paracasei*; Dagostin (2011) descreveu a força máxima durante a primeira compressão apresentando uma variação de 1,22 a 1,89N, afirmando ter encontrado valores baixos de dureza, obtendo um queijo demasiadamente mole em relação à firmeza padrão que caracteriza o queijo Minas Frescal.

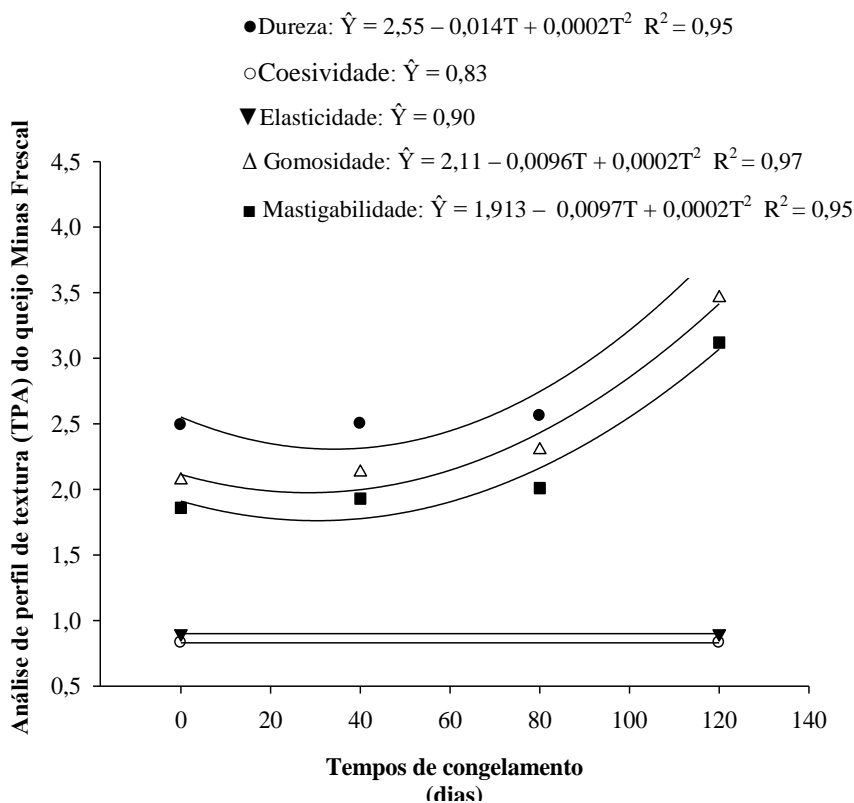
Buriti et al. (2007) estudando o efeito do uso de cultura probiótica mista no perfil de textura de queijo Minas Frescal, em comparação com os produtos tradicionais, encontraram valores de gomosidade para o queijo adicionado de cultura probiótica variando de 2,02 a 2,78 N e para o produto tradicional valores entre 1,26 a 3,12 N. Para o parâmetro mastigabilidade do queijo adicionado de cultura probiótica os valores variaram de 1,81 a 2,42 N e para os queijos tradicionais 1,33 a 2,88 N.

Os mecanismos de coesividade e elasticidade apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 4), resultado já esperado uma vez que os parâmetros elasticidade e coesividade estão relacionados. Quanto mais elástico for o queijo, maior será sua resistência à ruptura e, portanto, sua coesividade. Os altos valores para coesividade e elasticidade dos queijos relatados neste trabalho estão relacionados aos baixos conteúdos de gordura presente nos queijos (Tabela 3). Segundo Gunasekaran & Ak (2003), geralmente, queijos com baixo teor de gordura são mais elásticos devido à maior interação protéica de sua matriz. Souza (2006) obteve queijos Minas Frescal com coesividade variando de 0,74 a 0,78 e elasticidades entre 0,90 a 0,97, valores próximos aos encontrados no presente trabalho.

Com relação ao efeito dos tempos de congelamento dos leites utilizados para o processamento dos queijos não foram verificadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para os parâmetros coesividade e elasticidade. Entretanto, ao serem analisados os parâmetros dureza, gomosidade e mastigabilidade os tempos de congelamento tiveram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) e as equações que melhores se ajustaram aos dados estão representadas na Tabela 4.

Na Figura 10 está apresentado o comportamento do congelamento do leite sobre o processamento do queijo Minas Frescal. Verificou-se um efeito quadrático crescente para os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade, caracterizando-se como

amostras mais firmes, aspecto de massa de borracha e com maior resistência à mastigação. Banks (2004) avalia que defeitos na textura incluem aumento da firmeza, dureza e elasticidades. Segundo Fox & McSweeney (1998) a dureza e seus parâmetros de derivados, como a gomosidade e a mastigabilidade, também são influenciados pelo pH. Este comportamento foi comprovado no presente trabalho, onde os queijos processados apresentaram uma diminuição do pH em função dos dias de congelamento dos leites. Marchesseau et al. (1997) estudando o efeito do pH durante a fabricação de queijos processados concluíram que a redução do pH aumentou as interações entre as proteínas, pois houve aumento da quantidade de proteína sedimentada pela centrifugação, e diminuição da capacidade de retenção de água dessas proteínas. As micrografias apresentadas no trabalho destes autores revelaram mudanças significativas na organização protéica causadas por pequenas variações de pH.



**Figura 10.** Comportamento dos parâmetro dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen em diferentes fases de lactação e submetidos a diferentes tempos congelamento.

Apesar dos diferentes tempos de congelamento terem contribuído para a queda do pH dos queijos no presente trabalho, esse efeito não afetou os parâmetros de coesividade e elasticidades. Resultado semelhante foi relatado por Buriti et al. (2007). Segundo os autores, a variação nos valores de pH dos queijos Minas Frescal pelo efeito dos dias de armazenamento não influenciaram nos parâmetros de coesividade e elasticidade dos queijos analisados. No entanto, o comportamento identificado difere do reportado por Lee & Klostermeyer (2001), que coloca a queda de pH como fator determinante para diminuição da elasticidade de queijos.

Os coeficientes de variação para os parâmetros avaliados instrumentalmente neste experimento foram baixos, comportamento contrário ao obtido por Dornelas (1997) que atribuiu os altos índices de coeficiente de variação obtidos em seu experimento às características do queijo Minas Frescal, conforme o mesmo, o produto apresenta excesso de olhaduras mecânicas, excesso de umidade, massa não compacta, heterogênea e frágil, fatores determinantes para influenciarem nos resultados das análises de TPA. Tais características não foram observadas neste experimento.

#### **5.4 Avaliação da cor dos queijos**

Na determinação da cor do queijo Minas Frescal de cabra a interação entre as fases de lactação e os tempos de congelamento ao quais os leites foram submetidos não foi significativo ( $P > 0,05$ ) para a coordenada  $L^*$  (Tabela 5). Houve, porém, efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação para as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  (Tabela 6).

A determinação de cor nos alimentos pode ser feita via análise instrumental (objetiva) ou análise sensorial (subjetiva). Nas medidas instrumentais da cor de materiais opacos, a reflexão da luz sobre o objeto é detectada em escala de três elementos  $L^*$   $a^*$   $b^*$  (sistema Hunter Lab e CIELAB), os quais removem a subjetividade envolvida na discussão de cor (ANDRADE et al., 2011). A avaliação objetiva da cor em queijos visa acompanhar o nível de maturação dos queijos e desta forma avaliar a liberação de aminoácidos, grupos aminas e formação da reação de Maillard, causando sérios problemas tecnológicos e econômicos para a indústria queijeira (Dornellas, 1997). Segundo Bessa et al. (2011), os parâmetros  $L^*$  e  $b^*$  são os que permitem discriminar de uma forma mais eficaz as alterações da cor do queijo.

**Tabela 5.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de variação para o componente de cor sistema CIE L\* dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetro                |    | L*                  |                               |     |                   |
|--------------------------|----|---------------------|-------------------------------|-----|-------------------|
| Fases de lactação (dias) | L1 | 84,65 <sup>ab</sup> | Tempos de congelamento (dias) | 0   | 84,44             |
|                          | L2 | 84,14 <sup>b</sup>  |                               | 40  | 84,87             |
|                          | L3 | 84,80 <sup>a</sup>  |                               | 80  | 84,42             |
|                          | L4 | 84,95 <sup>a</sup>  |                               | 120 | 84,80             |
|                          |    |                     |                               |     | $\hat{Y} = 84,63$ |
| Fontes de variação (P)   |    |                     |                               |     |                   |
| Lactação                 |    | 0,007               |                               |     |                   |
| Tempo                    |    | 0,119               |                               |     |                   |
| Lactação x Tempo         |    | 0,200               |                               |     |                   |
| CV%                      |    | 0,65                |                               |     |                   |

Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey; P = Nível de significância; CV = Coeficiente de variação. L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).

Na determinação da cor, o parâmetro L\* indica a luminosidade e se refere à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Quanto maior o valor de L\*, mais claro o objeto. A média obtida para o valor de L\* nas fases de lactação de L1, L3 e L4 foi de 84,80, valor que diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) da fase de lactação L2 (Tabela 5), que apresentou menor média para o parâmetro, destacando-se como a mais escura. Este resultado pode estar relacionado ao fato dos queijos fabricados com os leites na fase de lactação L2 terem apresentado os maiores teores de gordura e proteína. Segundo GARCÍA-PÉREZ et al. (2005) valores baixos de L\* são causados pelo maior teor de constituintes no produto como gordura e proteína, favorecendo a redução de água livre em função do aumento de sólidos totais, resultando em menor reflexão de luz, diminuindo a tendência ao branco, cor característica do leite e queijo de cabra.

Os tempos de congelamento dos leites utilizados no processamento dos queijos não influenciaram no valor de L\* ( $P > 0,05$ ). Bessa (2011) avaliando a cor do queijo de

cabra Transmontano, analisando a cor da crosta e da pasta, identificou que os valores de  $L^*$  para a casca variaram entre 65,24 e 72,45 e os valores relativos à pasta variaram entre 83,76 e 90,96. Dornellas (1997) avaliando o efeito do tipo de coagulante e acidificante no processamento do queijo Minas Frescal encontrou uma variação entre 79,00 e 94,74 para a coordenada  $L^*$ .

A coordenada  $a^*$  aponta a coloração no intervalo de verde (de - 60 a zero) vermelho (de zero a + 60). Na Tabela 6 observa-se que os leites de cabra das diferentes fases de lactação utilizados no processamento influenciaram no parâmetro de cor, coordenada  $a^*$ , do queijo em relação ao congelamento dos leites nos tempos 0, 40 e 80 dias ( $P>0,05$ ). Para o efeito dos tempos de congelamento dos leites sobre a coordenada  $a^*$  do queijo houve efeito significativo para as fases de lactação L1 e L4 ( $P<0,05$ ). Observou-se que os queijos apresentaram valores mais baixos para a coordenada  $a^*$  com o passar dos dias de congelamento dos leites utilizados no processamento. O valor de  $a^*$  negativo, que representa a intensidade da cor verde, variou significativamente entre as amostras com destaque para o congelamento dos leites nos tempos 80 e 120 dias, que apresentaram as menores médias.

Segundo Van dender (1989) o precipitado esverdeado é produzido pelo pigmento biliverdina que por meio da ação de ácido e calor, precipita junto com as proteínas, resultando num produto esverdeado. Dornellas (1997) obteve uma variação de 2,17 a -3,51 para o valor de  $a^*$  em queijo Minas Frescal. Padre (2007) avaliando queijo de leite de cabra tipo mussarela observou uma variação de -0,33 a -2,35 para o valor da coordenada  $a^*$ .

A coordenada  $b^*$  aponta a coloração no intervalo de azul (de - 60 a zero) ao amarelo (de zero a + 60). Para os valores de  $b^*$  observa-se que os leites de cabra das diferentes fases de lactação influenciaram na cor final do queijo para todos os tempos de congelamento dos leites estudados ( $P<0,05$ ), como destacado na Tabela 6. Na fase de lactação L3 os valores de  $b^*$  apresentaram os menores índices para todos os tempos de congelamento dos leites, tornando as amostras mais claras que as demais. Valores de  $b^*$  tendendo para o positivo representam um aumento na intensidade da cor amarela nos queijos. Em relação aos tempos de congelamento dos leites sobre a coordenada  $b^*$  do queijo houve efeito significativo para as fases de lactação L1 e L4 ( $P<0,05$ ).

**Tabela 6.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para Componentes de cor sistema CIE a\* b\* dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetros | Fases de lactação (dias) | Tempos de congelamento (dias) |                     |                     |                   | Equação estimada                                      | $R^2$ |
|------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---|-------|
|            |                          | 0                             | 40                  | 80                  | 120               |   |       |
| *a         | L1                       | -1,34 <sup>b</sup>            | -1,31 <sup>b</sup>  | -1,75 <sup>ab</sup> | -1,86             | $\hat{Y} = -1,27 - 0,005T$ *                          | 0,84  |
|            | L2                       | -1,60 <sup>a</sup>            | -1,67 <sup>a</sup>  | -1,75 <sup>ab</sup> | -1,75             | $\hat{Y} = -1,69$                                     | –     |
|            | L3                       | -1,51 <sup>ab</sup>           | -1,47 <sup>ab</sup> | -1,59 <sup>b</sup>  | -1,48             | $\hat{Y} = -1,54$                                     | –     |
|            | L4                       | -1,51 <sup>ab</sup>           | -1,34 <sup>b</sup>  | -1,84 <sup>a</sup>  | -1,84             | $\hat{Y} = -1,51 + 0,01T - 0,0004T^2 + 0,000002T^3$ * | 0,99  |
| *b         | L1                       | 9,48 <sup>a</sup>             | 9,43 <sup>a</sup>   | 8,75 <sup>b</sup>   | 9,32 <sup>a</sup> | $\hat{Y} = 9,33$                                      | –     |
|            | L2                       | 8,86 <sup>b</sup>             | 8,86 <sup>b</sup>   | 9,68 <sup>a</sup>   | 8,20 <sup>b</sup> | $\hat{Y} = 8,72 + 0,0207T - 0,0002T^2$ *              | 0,55  |
|            | L3                       | 8,48 <sup>c</sup>             | 7,51 <sup>c</sup>   | 8,70 <sup>b</sup>   | 8,15 <sup>b</sup> | $\hat{Y} = 8,11$                                      | –     |
|            | L4                       | 9,13 <sup>bc</sup>            | 8,60 <sup>b</sup>   | 9,41 <sup>a</sup>   | 9,21 <sup>a</sup> | $\hat{Y} = 9,3 - 0,06T + 0,001T^2 - 0,0000007T^3$ *   | 0,99  |

Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey;  $R^2$  = Coeficiente de determinação; \*  $P < 0,05$ ; L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).

Este resultado pode ser explicado pelas variações nos percentuais de gordura e proteína dos queijos Minas Frescal processados com os leites submetidos aos diferentes tratamentos (Tabela 3). Os glóbulos de gordura dispersam as radiações de comprimento de onda da faixa do visível, mesmo com a homogeneização, pois esta reduz o tamanho dos glóbulos, mas aumenta consideravelmente o seu número. Com isso a cor da gordura do leite é mais significativa do que a cor das outras partículas. A tendência à cor amarelada é devido a pigmentos lipossolúveis, naturalmente presentes em sua estrutura, como os carotenóides e xantofilas (GAUCHER et al., 2008). Dornellas (1997) obteve uma variação de 10,5 a 30,6 para o valor de  $b^*$  em queijo Minas Frescal. Padre (2007) avaliando queijo de leite de cabra tipo mussarela observou uma variação de 18,82 a 31,6 para o valor da coordenada  $b^*$ .

### **5.5 Rendimento do processo de fabricação dos queijos**

Entre os queijos produzidos no Brasil, o queijo Minas Frescal é um dos mais populares, não existindo trabalhos na literatura que estabeleçam uma relação do rendimento deste queijo com utilização de leite de cabra congelado. A interação entre as fases de lactação com os tempos de congelamento do leite de cabra para análise de rendimento (litros de leite/Kg de queijo) do processo foi significativa ( $P < 0,05$ ) (Tabela7).

O rendimento médio da fabricação do queijo Minas Frescal é bastante variável, em função da grande variação no seu teor de umidade. Em média, o rendimento é de 6,0 a 6,5 litros de leite por quilograma de queijo, embora em casos isolados sejam observadas fabricações com rendimento de 5,5 L  $\text{kg}^{-1}$  a 5,9 L  $\text{kg}^{-1}$  (FURTADO, 2005). No presente trabalho foi obtido uma variação no rendimento do queijo Minas Frescal de cabra de 5,2 L  $\text{kg}^{-1}$  a 7,3 L  $\text{kg}^{-1}$ .

Os leites de cabra das diferentes fases de lactação utilizados no processamento do queijo Minas Frescal influenciaram no rendimento final do queijo em relação os quatro tempos de congelamento dos leites ( $P < 0,05$ ). Os queijos processados com os leites obtidos na faixa de lactação L3 (Tabela 7) apresentaram melhores rendimentos. Este resultado está relacionado ao fato desta lactação ter apresentado os melhores valores de gordura e proteína nos leites analisados, componentes que são considerados nobres para indústria queijeira.

**Tabela 7.** Médias, equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para análise de rendimento (litros de leite/Kg de queijo) dos queijos Minas Frescal elaborados com leite de cabras da raça Saanen de acordo com diferentes fases de lactação e tempos de congelamento

| Parâmetro                                 | Fases de lactação (dias) | Tempos de congelamento (dias) |                   |                   |                  | Equação estimada            | $R^2$ |
|---|--------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------------|-------|
|   |                          | 0                             | 40                | 80                | 120              |                             |       |
| Rendimento (Litros de leite/Kg de queijo) | L1                       | 5,4 <sup>ab</sup>             | 6,4 <sup>b</sup>  | 6,6 <sup>ab</sup> | 7,0 <sup>b</sup> | $\hat{Y} = 5,60 + 0,013T^*$ | 0,90  |
|   | L2                       | 6,1 <sup>b</sup>              | 6,2 <sup>ab</sup> | 7,2 <sup>b</sup>  | 7,3 <sup>b</sup> | $\hat{Y} = 6,01 + 0,012T^*$ | 0,87  |
|   | L3                       | 5,2 <sup>a</sup>              | 5,5 <sup>a</sup>  | 5,9 <sup>a</sup>  | 6,0 <sup>a</sup> | $\hat{Y} = 5,23 + 0,007T^*$ | 0,96  |
|   | L4                       | 6,1 <sup>b</sup>              | 6,5 <sup>b</sup>  | 6,7 <sup>b</sup>  | 6,8 <sup>b</sup> | $\hat{Y} = 6,18 + 0,006T^*$ | 0,92  |

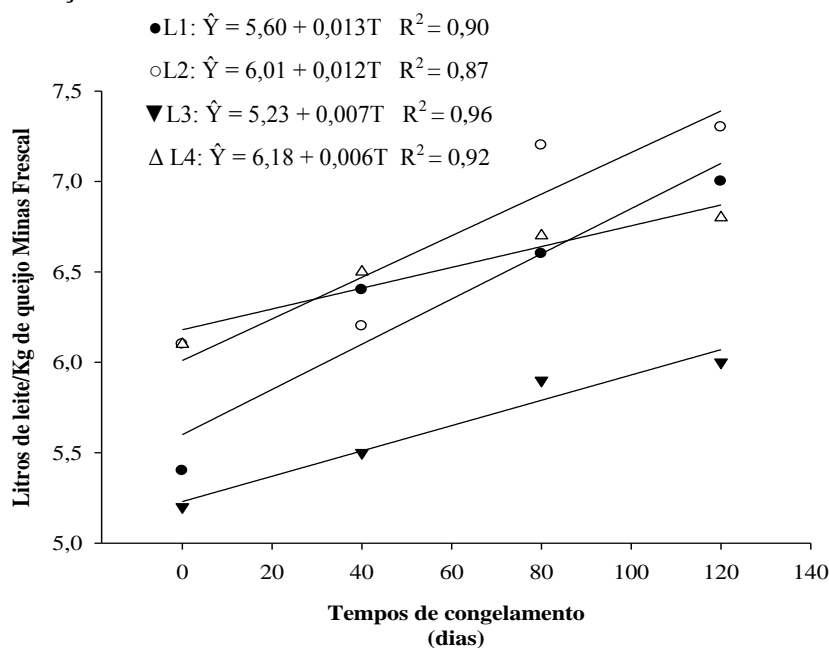
Médias seguidas de letra distintas, na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey;  $R^2$  = Coeficiente de determinação; \*  $P < 0,05$ ; L1 (55–65 dias de lactação); L2 (75–85 dias de lactação); L3 (95–105 dias de lactação); L4 (115–125 dias de lactação).

Durante o processo de conversão do leite em queijo, os constituintes do leite são separados em dois grupos, aqueles que ficam retidos na coalhada e aqueles que são perdidos no soro. A coalhada retém a maior parte da gordura e caseína do leite, enquanto o soro contém, principalmente, água, lactose, proteínas e minerais que são solúveis no pH em que o queijo é fabricado (FARKYE, 2004). Lucey & Kelly (1994) e Furtado (2005) enfatizaram que vários fatores afetam o rendimento da fabricação de queijos, tais como, composição química do leite, a composição do queijo, as perdas durante o corte da coalhada e o tipo de coalho usado.

Houve um efeito significativo dos tempos de congelamento dos leites sobre o rendimento do queijo para as quatro fases de lactação estudadas ( $P < 0,05$ ). De acordo com a Figura 11 o rendimento do queijo apresentou um efeito linear crescente, apontando para uma redução do rendimento no processo. A produção de queijo Minas Frescal com leite congelado ( $-18^\circ\text{C}$ ) por um tempo superior a 40 dias tende a minimizar a lucratividade da indústria, visto que o congelamento passa a influenciar ainda mais no rendimento do processo. Certamente este resultado está relacionado com o efeito decrescente que o congelamento do leite teve sobre as proteínas do queijo. Foi constatado que várias amostras de leite apresentavam aspecto floculado após o descongelamento, possivelmente podem ter ocorrido modificações físicas na proteína do leite de cabra, o que facilitou a perda de proteína da coalhada para o soro,



comprometendo o rendimento do queijo. Comportamento semelhante foi observado por Gomes et al. (1997) avaliando o congelamento lento do leite de cabra após a pasteurização.



**Figura 11.** Comportamento do efeito dos tempos de congelamento do leite de cabras da raça Saanen sobre o rendimento bruto dos queijos Minas Frescal processados com leite obtido em diferentes fases de lactação.

Os resultados encontrados neste trabalho são similares aos apresentados por outros autores na literatura. Curi (2002) avaliou que os queijos resultantes do congelamento lento do leite apresentaram menor rendimento após a maturação. Segundo o autor, o processo de congelamento lento do leite causou maiores perdas na etapa de dessoragem. Bonassi et al. (2002) avaliando o rendimento e características físico-químicas de queijo Minas Frescal com utilização de leite de cabra congelado e coalhada congelada obtiveram menor rendimento para queijos de massa congelada pelo processo lento e rápido. No entanto, em estudo realizado com queijo maturado por mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra congelado e coalhada congelada Katiki et al. (2006) não observaram diferença estatística para o rendimento do queijo entre os tratamentos (queijos elaborados sem o congelamento do leite e coalhada; queijos elaborados com o congelamento lento do leite; queijos elaborados com o congelamento rápido leite; queijos elaborados com o congelamento lento da coalhada; queijos elaborados com o congelamento rápido da coalhada).

## 6 CONCLUSÃO

Por meio da avaliação dos parâmetros físicos e de composição química do leite de cabra em diferentes fases de lactação foi possível identificar que o congelamento do leite cru no tempo máximo proposto neste estudo de 120 dias não provocou alterações nos valores percentuais dos seus constituintes (densidade, gordura, EST, ESD, proteína, lactose, índice crioscópico). No entanto, o congelamento do leite teve efeito significativo sobre a quantificação do pH e da acidez nas amostras analisadas, estes parâmetros apresentaram valores mais baixos com o aumento do tempo de congelamento. Conclui-se, mediante avaliação estatística, que os percentuais encontrados para parâmetros físicos e de composição química analisados atendem a legislação vigente que estabelece o padrão de identidade e qualidade de leite de cabra, podendo assim, ser encaminhado para o processamento industrial.

Quando avaliada a influência do leite de cabra congelado na qualidade do queijo Minas Frescal foi observado que o leite proveniente das diferentes fases de lactação estudadas mantidas até 120 dias de congelamento não comprometeram a qualidade do produto final e as propriedades físicas (pH, textura e cor) e de composição química (acidez, umidade, cinzas, gordura e proteína) dos queijos geradas pelos fatores estudados. Entretanto, avaliando o rendimento industrial de produção do queijo Minas Frescal os resultados revelaram que o processamento do queijo com leite congelado a partir de 40 dias provoca perda de rendimento que são relevantes para a indústria.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho, possibilitaram concluir que:

Efeito do congelamento do leite de cabra obtido em diferentes fases de lactação e congelado por diferentes tempos sobre a composição física e química:

- ✓ O congelamento nos tempos 40, 80 e 120 dias não alteraram os parâmetros de densidade, índice crioscópico, percentuais de gordura, lactose, proteína e extrato seco total. Já as fases de lactação L1, L2, L3 e L4 diferiram entre si na avaliação dos parâmetros avaliados, com exceção apenas para a densidade. Os fatores fase de lactação e tempos de congelamento influenciaram os parâmetros de pH e a acidez, de modo que, receberam valores mais baixos com o passar do tempo de congelamento dos leites.

Efeito do leite de cabra obtido em diferentes fases de lactação e congelado por diferentes tempos sobre as propriedades tecnológicas do queijo Minas Frescal:

- ✓ Os fatores fase de lactação e tempos de congelamento influenciaram os parâmetros de pH, umidade, cinzas, proteína do queijo Minas Frescal. O parâmetro de acidez não sofreu influência das fases de lactação. Apesar dos efeitos causados nos queijos Minas Frescal em relação aos fatores analisados, os valores encontrados neste trabalho estão dentro das médias encontradas na literatura para o mesmo tipo de queijo;
- ✓ A análise de perfil de textura (TPA) demonstrou que os queijos obtidos dos leites congelados por 40, 80 e 120 dias apresentaram maior dureza, mastigabilidade e gomosidade. O tempo de congelamento de 120 dias apresentou os maiores valores para estes parâmetros. Não houve efeito do tempo de congelamento para os parâmetros de coesividade e elasticidade dos queijos. As fases de lactação estudadas não apresentaram efeito sobre o perfil de textura do queijo Minas Frescal;
- ✓ De acordo com os resultados de análise instrumental de cor, os queijos apresentaram valores baixos para o parâmetro de luminosidade (L\*) para a faixa de lactação L2. O tempo de congelamento não teve influência sobre esse

parâmetro. As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  foram influenciadas pelos fatores fase de lactação e tempos de congelamento. O valor de  $a^*$  negativo, que representa a intensidade da cor verde, variou significativamente entre as amostras com destaque para o congelamento dos leites nos tempos 80 e 120 dias, que apresentaram as menores médias. Para a coordenada  $b^*$  a faixa de lactação L3 apresentou os menores índices para todos os tempos de congelamento dos leites, tornando as amostras mais claras que as demais;

- ✓ O parâmetro rendimento do queijo foi influenciado pelos fatores fase de lactação e tempos de congelamento. O processamento do queijo na faixa de lactação L3 apresentou o maior rendimento. Os queijos processados com leites congelados por 120 dias apresentaram menor rendimento em comparação com o leite que não sofreu congelamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, p.8, 1993.

AGANGA, A. A.; AMARTEIFIO, J. O.; NKILE, N. Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. **Journal of Composition and Analysis**, v.15, n.5, p.533–543,out., 2002.

ALICHANIDIS, E.; POLYCHRONIADOU, A.; TZANETAKIS, N.; VAFOPOULOU, A. Teleme cheese from deep frozen curd. **Journal of Dairy Science**, v.64, n.5, p.732–739, maio,1981.

ANDRADE, A. A. de; RODRIGUES, M. de C. P.; NASSU, R. T.; NETO, M. A. de S. **Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de Coalho**. Disponível em: [http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPPSE/17127/1/PROCI\(RTN2007.00124\).pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPPSE/17127/1/PROCI(RTN2007.00124).pdf). Acesso em: 10 de julho de 2011.

ANDRADE, P. V. de D.; de SOUZA, M. R.; PENNA, C. F. A. de M.; FERREIRA, J. M. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1424–1430, ago., 2008.

ANDREATTA, E.; FERNANDES, A. M. F.; SANTO, M. V. S.; MUSSARELLI, C.; Marques, M. C. M.; GIGANTE, M. L.; OLIVEIRA, C. A. F. Quality of Minas Frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.320–326, mar., 2009.

AQUINO, A. A.; PEIXOTO JUNIOR, K. C.; GIGANTE M. L.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; SANTOS, M. V. S. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento de fabricação de queijos Minas Frescal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.4, p. 273–279 ago., 2009.

BACK, D. Desenvolvimento de queijo Minas Frescal probiótico com teor reduzido de lactose. 2011.100f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos)** – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria–RS, 2011.

BANKS, J.M. The technology of low-fat cheese manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n.4, p.199–207, nov., 2004.

BARBOSA, M. Goat's milk research in Portugal. **Lait**, v.73, n.5–6, p.425–429, jun., 1993.

BENEDET, H. D.; CARVALHO, M. W. Caracterização do leite de cabra no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.16, n.2 p.116–119, jul-set., 1996.

BENEDET, H. D.; CHARLAU, S. X.; TEIXEIRA, E. Desenvolvimento e caracterização de um análogo do queijo Minas Frescal pela mistura de leite e extrato hidrossolúvel de soja. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 13, n.1, p.11–22, 2002.

BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. **Process cheese manufacture**. A JOHA® GUIDE, BK, Ladenberg, GmbH, Germany, ed. H. Klostermeyer, p.131–144, 1989.

BESSA, R.; ALVES, M.; RAVASCO, F.; VITAL A.; DUTHOIT, M.; MIRANDA R.; ASSIS, G.; BARBOSA, M. **Queijo de Cabra Transmontano. Aprofundamento da caracterização do leite de cabra Serrana, ecotipo transmontano e do respectivo queijo DOP**. Disponível em: <http://www.ancras.pt/pdf/22%20Manuela%20Barbosa.pdf>. Acesso em: 17 julho. 2011.

BLAGITZ, M. G.; BATISTA, C. F.; SOUZA, F. N.; STRICAGNOLO, C. R. S.; Gomes, V.; Libera, A. M. P. D. Concentração hidrogeniônica do leite de ovelhas: Influência da mastite e do congelamento da amostra. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Santa Maria, v.12, n.1, p.187–191, jan., 2011.

BONASSI, I. A.; KROLL, L. B.; VIEITES, R. L. Composição protéica do leite de cabra. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.218–22, 1996.

BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O.; GOLDONI, J. S. Rendimento e características físico-químicas de queijo Minas Frescal com utilização de leite de cabra congelado e coalhada congelada. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1 CD-ROM, p. 2913–2916, 2002.

BOTARO, B.; SANTOS, M. V. Artigo técnico. **Qualidade de leite: Entendendo a variação da crioscopia do leite**. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/artigos-tecnicos/qualidade-do-leite/entendendo-a-variacao-da-crioscopia-do-leite>. Acesso em: 30 julho de 2011.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v.32, n.7, p.62–66, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do leite e produtos lácteos. Portaria nº 352 de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 set. 1997. Seção 1, p.19684, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 de novembro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Leite e produtos Lácteos. Instrução Normativa nº 22, de 14/04/2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.3, mai., 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Regulamento técnico MERCOSUL de identidade e qualidade de queijo Minas Frescal. Resolução RDC nº 145 de 13 dez de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.

BROZOS, C.; SARATSI, P.; BOSCO, C.; KYRIAKIS, S. C.; TSAKALOF, P. Effects of long-term recombinant bovine somatotropin (bST) administration on milk yield, milk composition and mammary gland health of dairy ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.29, n.1, p.113–120, jun., 1998.

BURITI, F. C. A.; da 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, n.2, p.173–180, mar., 2005a.

BURITI, F. C. A.; da 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, n.12, p.1279–1288, dez., 2005b.

BURITI, F. C. A.; OKAZAKI, T. Y.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Effect of a probiotic mixed culture on texture profile and sensory performance of Minas Fresh cheese in comparison with the traditional products. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 57, n.2, p.179–185, jun., 2007.

CAMPOS, A. C. Efeito do uso combinado de ácido láctico com diferentes proporções de fermento ácido mesofílico no rendimento, proteólise, qualidade microbiológica e propriedades mecânicas do queijo Minas Frescal. 2000, 86f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

CAMPOS, S. **O leite de cabra**. Disponível em: <http://www.cico.org.br/materia/14>. Acesso em: 19 de julho de 2011.

CARUSO, E. C.; OLIVEIRA, A. Quantificação de lactose em queijos Minas Frescal. **Scientia Agricola**, São Paulo, v.56, n.1, p.243–246, set., 1999.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. P. F.; LOBAO, E. de S. P.; SILVA, B. C. da. Comportamento ingestivo de cabras Alpina em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: FEALQ, n.38, p.31–32. 2001.

CASAGRANDE, H. R.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Fermentação da lactose no queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.43, n.258, p.38–39, 1988.

CHEFTEL, J. C.; CAVALIER-SALOU, C. Emulsifying Salts Influence on Characteristics of Cheese Analogs from Calcium Caseinate. **Journal of Food Science**, v.56, n.6, p.1542–1547, nov., 1991.

CHORNOBAI, C. A. M. Avaliação físico-química de leite *in natura* de cabras cruza Saanen, ao longo do período de lactação. 1998, 100p. **Dissertação (Mestrado em Química)** – Universidade Estadual de Maringá, 1998.

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

CORDEIRO, P. R. C. **Opções de mercado do leite de cabra e derivados: perspectivas de desenvolvimento, industrialização e comercialização**. Disponível em: <http://www.caprtec.com.br>. Acesso em 19 de julho de 2011.

CUNHA, C. R. Efeito do uso de retentados de baixo fator de concentração no rendimento, proteólise e propriedades viscoelásticas de queijo Minas Frescal de baixo teor de gordura fabricado a partir de leite ultrafiltrado. 2002, 114f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)** – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CURI, R. A. Leite de cabra e coalhada congelados para fabricação de produto similar ao queijo Pecorino Romano. Avaliação do custo energético de produção. 2002, 101f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 2002.

CURI, R. A.; BONASSI, I. A. Elaboração de um queijo análogo ao Pecorino Romano produzido com leite de cabra e coalhada congelados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.171–176, jan/fev., 2007.

DAGOSTIN, J. L. A. Avaliação de atributos microbiológicos e físico-químicos de queijo Minas Frescal elaborado a partir de leite carbonatado. 2001, 79f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

DORNELLAS, J. R. J. Efeito do tipo de coagulante e acidificante no rendimento, proteólise e “shelf life” do queijo Minas Frescal. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Estadual de Campinas. Campinas–SP, 1997.

DUBEUF, J. P. Structural, market and organizational conditions for developing goat dairy production systems. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.60, n.1, p.67–74, out., 2005.

EGITO, A. S. Utilização racional do leite de cabra e seus derivados. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. **Anais do Congresso Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.145p, 1991.

EGITO, A. S.; SANTOS, K. M. O.; VIEIRA, A. D. S.; BENEVIDES, S. D.; LAGUNA, L. E.; BURITI, F. C. A. **Processamento artesanal de queijo Minas Frescal fabricado**



**com leite de cabra: Prática/processo agropecuário.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, p.1–6, 2009.

EL-AGAMY, E. I. The challenge of cow milk protein allergy. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1–2, p.64–72, mar., 2007.

FAO. Statistical databases, 2008. <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em: 19 de julho de 2011.

FARIA, V. M. C. O. Estudo do rendimento e composição do leite de cabra na região Nordeste: raça Saanen.1987, 95f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Estadual de Campinas, Campinas–SP,1987.

FARKYE, N. Y. Cheese technology. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n.2–3, p.91–98, maio, 2004.

FERRARI, S. Objetivos e vantagens da inseminação artificial e da transferência de embriões em caprinos-Revisão. **Revista Ciência Veterinária**, São Paulo, v.5, n.5, p.77–80, jul., 2007.

FERREIRA, D. N. Influência do uso de retentados de baixo fator de concentração no rendimento e na qualidade da mussarela de reduzido teor de gordura produzida por acidificação direta. 2004. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of cheese science. **Aspen Publishers**, Gaithersburg, 2000, 587p.

FOX, P. F.; LUCEY, J. A.; COGAN, T. M. Glycolysis and related reactions during manufacture and ripening. **Critical Reviews in Food in Science and Nutrition**, v.29, n.4, p.237–253, set., 1990.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London:Blachie academic & Professional, 1998.

FREITAS, V. J. F.; SEROVA, I. A.; ANDRIIVA, L. I.; DVORANTCHIKOV, G., LOPES JUNIOR, E. S.; TEIXEIRA, D. I. A.; MOURA, R. R., Melo, L. M.; PEREIRA, A. F.; CARVALHO, A. C. C.; SEROV, O. Production of transgenic goat (*Capra hircus*) with human granulocyte colony stimulating factor (hG-CSF) gene in Brazil. **Anais...**, Rio de Janeiro–RJ. Academia Brasileira de Ciências. V.79, n.4, p.585–592, 2007a.

FREITAS, V. J. F.; SEROVA, I. A.; ANDRIIVA, L. I.; SEROV, O. Estado da arte na produção de caprinos transgênicos clonados. **Anais...**, Costa do Sauípe–BA. Acta Scientiae Veterinariae. v.35, n.3, p.899–904, agos., 2007b.

FRITZEN-FREIRE, C. B.; MÜLLER, C. M. O.; LAURINDO, J. B.; PRUDÊNCIO, 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, n.4, p.621–627, dez., 2010.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. 2. ed. São Paulo: Globo, 1991, 297p.

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

FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON–POMBO, A. F. Leite de cabra: composição e industrialização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.33, n.198, p.15–17, jul./ago., 1978.

GARCÍA–PÉREZ, F. J.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ–LÓPEZ, J.; SAYAS, E.; PÉREZALVAREZ, J. A.; SENDRA, E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. **Industrial Applications**, v.30, n.6, p.457–463, 2005.

GARIMELLA PURNA SK.; POLLARD, A.; METZGER, LE. Effect of formulation and manufacturing parameters on process cheese food functionality-I. Trisodium citrate. **Journal Dairy Science**, v.89, n.7, p.2386–2396, jul., 2006.

GAUCHER, I.; MOLLÉ, D.; GAGNAIRE, V.; GAUCHERON, F. Effects of storage temperature on physic-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. **Food Hydrocolloids**, v.22, n.1, p.130–143, jan., 2008.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. de O. Chemical, microbiological and sensorial characteristics of frozen goat milk. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.2, p.111–114, maio/ago., 1997.

GOMES, V.; PAIVA, A. M. M.; MADUREIRA, K. M.; ARAÚJO, W. P. Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.41, n.5, p.339–342, maio, 2004.

GONZALEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZALEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S.(Eds). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre. p.18–22, 2001.

GUIMARÃES, M. P. S. L. P.; CLEMENTE, W. T.; SANTOS, E. C.; RODRIGUES, R. Caracterização de alguns componentes celulares e físico-químicos do leite para o diagnóstico da mastite caprina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 41, n. 2, p.129–142, 1989.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and Texture**. Washington, CRC Press, 2003, 437p.

GUPTA, V. K.; REUTER, H. Processed cheese foods with added whey protein concentrates. **Lait**, v.72, n.2, p.201–212, jan., 1992.

- HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, n.2, p. 154–163, fev., 2004.
- HAENLEIN, G. F. W. The nutritional value of sheep milk. **International of Journal Animal Science**, v.16, n.2, p.253–268, 2001.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pecuária municipal, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 19 de julho de 2011.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Bovine mastitis: definition and guidelines for diagnosis**. Bull. IDF, Doc., p.211, 1987.
- ILAHIA, H.; CHASTINA, P.; BOUVIERB, F.; ARHAINXA, J.; RICARDA, E.; MANFREDIA, E. Milking characteristics of dairy goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.34, n.2, p.97–102, out., 1999.
- JACK, F. R.; PATERSON, A. Texture of hard cheeses. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.3, n.7, p.160–164, 1992.
- JACOPINI, L. A.; MARTINS. E. N.; LINO, D. A.; DERÓIDE. C. A. D. Comportamento da produção de leite de cabras Saanen e mestiças Boer - Saanen. **Anais...**, Maringá. VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal-SBMA. Maringá, PR., 2010.
- JUMAH, R. Y.; SHAKER, R. R.; ABU-JDAYIL, B. Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. **International Journal of Dairy Technology**, v.54, n.3, p.89–93, agos., 2001.
- KALA, S. N.; PRAKASH, B. Genetic and phenotypic parameters of milk yield and milk composition in two Indian goats breeds. **Small Ruminant Research**, v.3, n.5, p.475–484, set., 1990.
- KATIKI, L. M.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Aspectos físico-químicos e microbianos do queijo maturado por mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra congelado e coalhada congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.740–743, 2006.
- KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P.; KONDYLI, E. Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's Milk. **Food Chemistry**, v.77, n.4, p.413–420, jun., 2002.
- KEATING, P. F.; MARTINS, J. F. P.; VALLE, J. L. E.; TAKAHASHI, S. **Tecnologia de queijos para ralar**. Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL Campinas, 1980. 50p.
- LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. **Iogurte batido de leite de cabra adicionado de polpa de frutas tropicais**. Circular Técnica On Line, Sobral, Embrapa Caprinos e Ovinos, v.32, p.1–5, dez., 2006.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Symposium; Cheese Ripening Technology - Texture development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.7, p.1748–1760, ago., 1987.

LEACH, K. Trends in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1600–1604, out., 1980.

LEE, S. H.; MARSHALL, R, T. Microstructure and texture of processed chesse, milk curds, and caseinate curds containing native of or boiled soy proteins. **Journal Dairy Science**. Champaing, v 64, n.12, p.231–2317, dez., 1981.

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

LEE, SK.; KLOSTERMEYER, H. The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads. **Lebensm Wiss Technology**, v.34, n.5, p.288–92, ago., 2001.

LELIÈVRE, J.; SHAKER, R. R.; TAYLOR, M. W. The role of homogenization in the manufacture of Halloumi and Mozzarella cheese from recombined milk. **Journal of Dairy Science**, v.43, n.1, p.21–24. fev., 1990.

LI, R.; CARPENTER, J. A.; CHENEY, R. Sensory and instrumental properties of smoked sausage made with Mechanically Separated Poultry (MSP) meat and wheat protein. **Journal of Food Science**, v.63, n.5, p.923–929, set., 1998.

LIMA VERDE, I. B.; MATOS, M. H. T.; BRUNO, J. B.; MARTINS, F. S.; SANTOS, R. R.; BÁO, S. N.; LUQUE, M. C. A.; VIEIRA, G.; SILVEIRA, E.; RODRIGUES, A. P. R.; FIGUEIREDO, J. R.; OLIVEIRA, M. A. L.; LIMA, P. F. Antioxidants alfa tocopherol and ternatin affects morphology and activation of goat preantral follicles cultured in vitro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.1, p.57–65, fev., 2009.

LIMA, K.G.; MAGALHÃES, A.R.; ABREU, A.C. Atividade coagulante de leite e proteolítica de coagulante microbiológico e coalho genético - Influência do pH, temperatura e CaCl<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Farmácia**, São Paulo, v.77, n.1, p.11–14. jan., 1996.

LOEWENSTEIN, M.; SPECK, S. J.; BARNHART, H. M. Research on goat milk products: a review. **Journal Dairy Science**, v.63, n.10, p.1631–1648, out., 1980.

LUCCI, C. S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. 1.ed. São Paulo: Manole, 1997. 169p.

LUCEY, J. A., JOHNSON, M. E.; HORNE, D. S. Invited review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.23, p.2725–2743, set., 2003.

LUCEY, J.; KELLY, J. Cheese yield. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v.47, n.1, p.1–14, fev., 1994.

MACHADO, T. M. M. Le peuplement des animaux de ferme et l'élevage de La chèvre au Brésil avec une étude du polymorphisme visible de La chèvre du Ceará. 1995, 383f. **Thesis (Doctorat Génétique Quantitative et des Populations)** – University of Paris XI, Orsay, France, 1995.

MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGAÚDE, A.; CUQ J. L. Influence of pH on protein interaction and microstructure of process cheese. **Journal Dairy Science**, v.80, n.8, p.1483–1489, ago., 1997.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; ABRANTES, M. R. Caracterização organoléptica, físico-química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.3, n.1, p.5–12, 2009.

MUIR, D. D. Reviews of the progress of dairy science: frozen concentrated milk. **Journal of Dairy Research**, v.51, n.4, p.649–664, mar., 1984.

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 cheesemaking. **International Journal of Dairy Technology**, v.61, n.4, p.352–357, set., 2008.

NASSU, R. T; ARAÚJO, R. dos S.; BORGES, M. de F.; LIMA, J. R; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P; BASTOS, M. do S. R. **Diagnóstico das condições de processamento de produtos regionais derivados do leite no Estado do Ceará**. n.28, 2001. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/425893> Acesso em 16 de novembro de 2011.

NRC–NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of goats. National Academy of Science .Washington, D. C. 2007, 91p.

OLIVEIRA, A. J.; CARUSO, J. G. B. **Leite - obtenção e qualidade do produto fluido e derivados**. Piracicaba. ed. FEALQ. 1996, 80p.

OSMARI, E. K. Produção e qualidade do leite em cabras ½ boer-saanen, em lactação, suplementadas com diferentes volumosos. 2007, 103f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Pastagens e Forragicultura)** – Universidade Estadual de Maringá, 2007.

PADRE, J. C. O. Elaboração de queijo de leite de cabra tipo mussarela pelo método da acidificação direta. 2007, **Dissertação (Mestrado em tecnologia de Alimentos)** – Universidade Federal da Paraíba. JOÃO PESSOA – PB, 2007.

PANDYA, A.; GHODKE, K. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1–2, p.193–206, mar., 2007.

- PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v.14, n. 2, p. 151-159, 1994.
- PARK, Y. W. Rheological characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1, p.73–87, mar., 2007.
- 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, n.3, p.291–298, jun., 2005.
- PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1, p.88–113, mar., 2007.
- PELÁEZ, C. Congelación de cuajadas. **Alimentaria**, n.144, p.19–22, jul./ago., 1983.
- PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRA, L. L.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; SILVA, P. H. F. da. **Físico-química do leite e derivados – Métodos analíticos**. 2°. ed. Juiz de Fora: Oficina de Impressão Gráfica e Editora, 2000. 190p.
- PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JUNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química do Leite e Derivados. Métodos Analíticos**. 2°. ed. Juiz de Fora: EPAMIG, 2001, 234p.
- PEREIRA, G. M.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. M. A.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, C. M. B. A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde**. v.6, n.1, p.83–88, jan./mar., 2011.
- PICCOLO, K. C. Avaliação do efeito da enzima transglutaminase no processo de produção de requeijão cremoso. 2006, 120f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)** – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2006.
- PISKA I, ST ETINA J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. **Journal Food Engineering**, v.61, n.4, p.551–555, mar., 2004.
- POLLARD, A.; HERKAT, F.; SEURET, M.G.; HALMOS A.L. Textural Changes of Natural Cheddar Cheese During the Maturation Process. **Journal of Food Science**, v.68, n.6, p.2011–2016, ago., 2003.
- PORTER, V. **Goats of the World**. London: Farming Press, p.151–156, 1996.
- PRASAD, H.; SENGAR, O. P. S. Milk yield and composition of the Barbari gota breed and its cross with Jamunapari, Beetal and Black Bengal. **Small Ruminant Research**, v.45, n.1, p.79–83, jul., 2002.

PRASAD, H.; TEWARI, H.A.; SENGAR, O.P.S. Milk yield and composition of the beetal breed and their crosses with Jamunapari, Barbari and Black Bengal breeds of goat. **Small Ruminant Research**, v.58, n.2, p.195–199, mai., 2005.

QUEIROGA, R. C. R. E. COSTA, R.G; BISCONTINI, T. M. B.; ARIOSVALDO NUNES DE MEDEIROS, A. DE N.; MADRUGA, M. S. M.; SCHULER, A. R. P. Influencia do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.430–437, ago., 2007.

QUEIROGA, R. C. R. E; MATIAS, S. M. G.; SANTOS, M. M.; BARBOSA, I. C.; GARCIA, E. F.; SOUZA, E. L.; OLIVEIRA, C. E. V.; SOUSA, H. M. H. Características físico-químicas, microbiológicas e perfil de ácidos graxos de queijos de leite de cabra comercializados. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.68, n.3, p.411–418, dez., 2009.

REMEUF, F., LENOIR, J. Relationship between the physicochemical characteristics of goats milk and its rennetability. **International Dairy Bulletin**, v.1, n.202, p.68–72, 1986.

RIBEIRO, A. C; RIBEIRO; S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v.89, n.2, p.225–233, abr., 2010.

RIBEIRO, E. P.; SIMÕES, L. G.; JURKIEWICZ, C. H. Desenvolvimento de queijo Minas Frescal adicionado de *Lactobacillus acidophilus* produzido a partir de retentados de ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.19–23, jan., 2009.

RIBEIRO, E. P. Queijos. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial: na produção de alimentos**, v.4, 1° ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 225–253p.

RIBEIRO, M. N.; ALBUQUERQUE, L. G.; PIMENTA FILHO, E. C. Comparação de funções matemáticas no ajuste da curva de lactação de cabras mestiças no cariri paraibano. **Anais... Juiz de Fora**. Congresso Sociedade Brasileira de Zootecnia. Juiz de Fora, v.34, p.272–274, jul., 1997.

RIBEIRO, S. D. A. Produção intensiva de caprinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.1, n.4, p.143–149, 1993.

RODRIGUES, L.; SPINA, J. R.; TEIXEIRA, I. A. M. DE A.; DIAS, A. C.; SANCHES, D.; RESENDE, K. T. Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.28, n.4, p.447–452, out./dez., 2006.

ROSA, V. P. Efeitos da atmosfera modificada e da irradiação sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Frescal. 2004, 155f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.

ROTA, A. M.; RODRIGUEZ, P.; ROJAS, A.; MARTIN, L.; TOVAR, J. Quantitative changes in the milk of Veratá goats during lactation. **Archivos Zootecnia**, v.42, n.157, p.137–146, 1993.

RUDAN, M. A.; BARBANO, D. M.; YUN, J. J.; KINDSTEDT, P. S. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, n.4, p.661–672, abr., 1999.

SAITO, Z.; HASHIMOTO, O. Studies on frozen milk with special reference to denaturation of milk proteins. **Journal of the Faculty of Agriculture**, Hokkaido Univ., Sapporo. v.52, n.2, p.2, mar., 1962.

SANGALETTI, N.; PORTO, E.; BRAZACA, S. G. C.; YAGASAKI, C. A. ; DALLA DEA, R. C. D.; SILVA, M. V. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Ciência Tecnologia. Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p.262–269, abr./jun., 2009.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, P.H.; BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.42–63, 2007.

SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Resolução n° 93, de 14 outubro de 1993. Dispõe sobre a produção do leite de cabra e seus derivados em condições artesanais. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v.103, n. 193, Seção 1, p.11–12, 1993.

SAS INSTITUTE. User's guide: **statistics**. 5. ed. Cary, 1995. 1290p.

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

SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem animal**. Viçosa: ed. UFV, 2003, 263p.

SIMPLÍCIO, A. A.; SANTOS, D. O. Estação de monta x mercado de cordeiro e leite (manejo reprodutivo). **Anais... Belo Horizonte. I Simpósio de Caprinos e Ovinos**. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, p.1–17, 2005. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/532480>>. Acesso em: 05 de julho de 2011.

SKELLAND, A. H. P. **Non-Newtonian flow and heat transfer**, Wiley , New York Inc.1967, 469p.

SOUZA, A. B; SANTOS, D. V. S; SILVA, M. G. C. M; ABREU, L. R; PINTO, S. M. Influencia de fontes de nitrogênio na dieta de cabras leiteiras sobre a composição e rendimento do leite em queijos Tipo Boursin. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 357, p. 58–64, jul./ago., 2007.



SOUZA, C. H. B. Influência de uma cultura starter termofílica sobre a viabilidade e *Lactobacillus acidophilus* e as características de queijo Minas Frescal probiótico. 2006, 109f. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica)** – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2006.

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

TEIXEIRA NETO, R. O.; VAN DENDER, A. G. F.; GARCIA, E. E. C.; EIROA, M. N. U.; BARBIERI, M. K.; MOURA, S. C. S. R. Pasteurização de leite de cabra por processo simplificado. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.14, n.2, p.202–218, jul./dez., 1994.

THAPA, T. B.; GUPTA, V. K. Changes in the sensoric and rheological characteristics during storage of processed cheese foods prepared with added whey protein concentrates. **Indian Journal Dairy Science**, v.45, p.140–145, 1992b.

THAPA, T. B.; GUPTA, V. K. Rheology of processed cheese foods prepared with added whey protein concentrates. **Indian Journal Dairy Science**, v.45, p.88–92, 1992a.

VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. DA S.; KATUMI YOTSUYANAGI, K.; SOUZA, G. Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.4, p.669–673, out./dez., 2004.

VAN DEN BERG, L. Changes in pH of Milk during Freezing and Frozen Storage. **Journal Dairy Science**, v.44, n.1, p.26–31, jan., 1961.

VAN DENDER, A. G. F. **Utilização artesanal de leite de búfala**. Manual Técnico do Instituto de Tecnologia de Alimentos–ITAL, Campinas. Manual Técnico nº 3, 1989, 60p.

VAN VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. **International Dairy Federation Bulletin**, v.1 n. 268, p.5–15, 1991.

VASCONCELOS, M. P; ARAÚJO, K. G. de L; VERRUMA–BERNARDI, M. R. Efeito do ph de coagulação do leite e do tipo de coalho sobre o rendimento de massa na produção de queijo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.10, n.4, p.499–502, out./dez., 2004.

VEINOGLU, D.; BALTADJIEVA, M.; KALATZOTOULOS, G. La composition der laite de chevre de la région de Plovidven Bulgarie et la Loannina em Grèce. **Le Lait** , v.62, n.613–614, p.155–165, 1982.

VINHAL, E. F. Hidrólise da lactose no leite por  $\beta$ -galactosidase de *Kluyveromyces fragilis*. 2001, 100f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)** – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

VOUTSINAS, L.; PAPPAS, C.; KATSIARI, M. The composition of Alpine goat's milk during lactation in Greece. **Journal of Dairy Science**, v.57, n.1, p.41–51, jun., 1990.

WU, Z.; SATTER, L. D.; Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of proteins. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1042–1051, 2000.

YUNES, V. M.; BENEDET, H. D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite da espécie búfalina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, p.285–290, set./dez., 2000.

ZENG, S. S.; ESCOBAR, E. N. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. **Small Ruminant Research**, v.17, n.3, p.269–274, ago., 1995.

ZENG, S. S.; ESCOBAR, E. N. POPHAM, T. Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. **Small Ruminant Research**, v.26, n.3, p.253–260, dez., 1997.

ZHANG, R.H.; MUSTAFA, A.F.; NG–KWAI–HANG, K.F.; ZHAO, X. Effects of freezing on composition and fatty acid profiles of sheep milk and cheese. **Small Ruminant Research**, v.64, n. 3 , p.203–210, ago., 2006.