



UFSM

Dissertação de Mestrado

**EFEITO DA NATAMICINA E SORBATO DE  
POTÁSSIO NO CONTROLE DE FUNGOS DURANTE  
A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO**

---

**Rosangela Ceron da Trindade**

**PPGCTA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**EFEITO DA NATAMICINA E SORBATO DE  
POTÁSSIO NO CONTROLE DE FUNGOS DURANTE  
A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO**

---

por

**Rosangela Ceron da Trindade**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**PPGCTA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DA NATAMICINA E SORBATO DE POTÁSSIO NO  
CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A MATURAÇÃO DE  
QUEIJO MINAS PADRÃO**

elaborada por  
**Rosangela Ceron da Trindade**

como requisito parcial para obtenção de grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ernesto Hashime Kubota**  
(Presidente/Orientador)

---

**Luisa Helena Rychecki Hecktheuer**

---

**Djalma Dias da Silveira**

Santa Maria, 16 de julho de 2004.

Não basta saber, é preferível  
saber aplicar.  
Não é bastante querer, é preciso  
saber querer.

(Goethe)

Ao meu filho, Vítor, meu bem maior...  
amor incondicional.

A minha querida mãe, Zelina, a qual não  
poupou esforços para que eu chegasse até  
aqui, com sua dedicação e amor me ensinou  
a ter coragem e perseverança.

Ao Evandro, meu esposo, que com seu  
amor e constante incentivo, me ensinou a  
sonhar.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Zelina e José, em especial a minha mãe, ao meu esposo Evandro, ao meu amado filho Vítor, os quais estiveram sempre presentes de uma forma ou de outra, apoiando-me para que eu pudesse alcançar mais essa conquista. Às minhas irmãs, Rejane e Rosani, ao meu irmão Vilmar, e meus sobrinhos Diego e Leonardo (e agora também o Gabriel), que estiveram sempre na torcida, obrigado pelo apoio e carinho. Aos amigos, em especial a Michèlle e o Valmor, obrigado pelo carinho e apoio.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Ernesto Hashime Kubota, pela disponibilidade, e por mostrar-me o caminho, trabalhando em meu auxílio para que eu chegasse até aqui.

À minha co-orientadora, Professora Doutora Leadir L. Martins Fries, à Professora Doutora Luisa Helena R. Hecktheuer e à Professora Doutora Neidi Garcia Penna, pelo apoio e auxílio, e a todos os outros Professores do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, que de uma forma ou de outra, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Aos diretores e funcionários da Usina de Escola de Laticínios e a COOPROL, pelo auxílio prestado e pela disponibilidade e cooperação na realização deste trabalho.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos que se empenharam para auxiliar-me durante as análises.

À minha colega de mestrado, Andreia M. Piovesan Rocha, que esteve sempre presente, ajudando-me não só nesse trabalho, como também espiritualmente; que de colega passou a amiga.

À minha colega Nádia Pedroso Soares, a qual também esteve sempre junto, auxiliando-me. As alunas de graduação da Universidade Federal de Santa Maria, Eliane de Carli, Priscila Rossato Fracari, Valéria M. Limberger, que foram disponíveis e prestativas para o bom andamento desse trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xiii
<b>RESUMO</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 Objetivos</b> .....	4
1.1.1 Objetivo Geral .....	4
1.1.2 Objetivos específicos .....	4
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
<b>2.1 Origem do queijo</b> .....	5
<b>2.2 Queijo Minas padrão</b> .....	6
<b>2.3 Etapas da fabricação do queijo Minas padrão</b> .....	9
2.3.1 Matéria-prima .....	9
2.3.2 Filtração .....	11
2.3.3 Pasteurização .....	11
2.3.4 Resfriamento .....	12
2.3.5 Fermento .....	12
2.3.6 Cloreto de Cálcio .....	12
2.3.7 Coagulação .....	13
2.3.8 Corte da coalhada .....	14
2.3.9 Dessoragem .....	14
2.3.10 Enformagem e Prensagem.....	14
2.3.11 Salga .....	15
<b>2.4 Maturação</b> .....	16
2.4.1 Metabolismo da lactose .....	21



2.4.2	Proteólise .....	23
2.4.3	Lipólise .....	26
<b>2.5</b>	<b>Aspectos Sensoriais .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6</b>	<b>Aspectos Microbiológicos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7</b>	<b>Substâncias Conservadoras .....</b>	<b>34</b>
2.7.1	Natamicina .....	34
2.7.2	Sorbato de Potássio .....	36
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>Fabricação do queijo .....</b>	<b>40</b>
3.1.1	Leite .....	40
3.1.2	Queijo Minas padrão .....	40
<b>3.2</b>	<b>Tratamentos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b>Análises Físico-químicas .....</b>	<b>42</b>
3.3.1	Preparo das amostras .....	42
3.3.2	Determinação do pH .....	43
3.3.3	Determinação da acidez .....	43
3.3.4	Determinação da gordura .....	43
3.3.5	Determinação da umidade .....	43
3.3.6	Determinação de nitrogênio total – proteína .....	43
3.3.7	Determinação de Nitrogênio solúvel em água .....	44
3.3.8	Determinação do resíduo mineral fixo – cinzas .....	44
3.3.9	Determinação de cloretos .....	44
<b>3.4</b>	<b>Análise microbiológica .....</b>	<b>44</b>
3.4.1	Contagem de bolores e leveduras .....	44
<b>3.5</b>	<b>Análise Sensorial .....</b>	<b>45</b>
3.5.1	Teste de Comparação Múltipla .....	45
3.5.2	Teste de Aceitabilidade .....	46
<b>3.6</b>	<b>Análise Estatística .....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Características físico-químicas .....</b>	<b>47</b>
4.1.1	pH .....	47

4.1.2	Acidez.....	49
4.1.3	Umidade .....	52
4.1.4	Gordura .....	55
4.1.4.1	Gordura no extrato seco do queijo.....	55
4.1.4.2	Gordura no queijo .....	56
4.1.5	Cinzas.....	59
4.1.6	Cloretos .....	62
4.1.7	Proteínas e Nitrogênio solúvel em água.....	65
<b>4.2</b>	<b>Bolores e Leveduras .....</b>	<b>69</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise Sensorial .....</b>	<b>74</b>
4.3.1	Comparação Múltipla .....	74
4.3.2	Aceitabilidade .....	77
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores médios de gordura no extrato seco dos queijos Minas padrão aos 21 dias de maturação (natamicina 0,05%, natamicina 0,1%, natamicina 0,05% + sorbato 30%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e controle) .....	55
--	----

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma de produção do queijo Minas padrão .....	41
FIGURA 2 – Valores médios de pH dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21 <sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53 <sup>o</sup> dia) .....	48
FIGURA 3 – Valores médios de pH dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle .....	49
FIGURA 4 – Valores médios de acidez dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21 <sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53 <sup>o</sup> dia) .....	50
FIGURA 5 – Valores médios de acidez dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle .....	51
FIGURA 6 – Valores médios de umidade dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21 <sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53 <sup>o</sup> dia) .....	52
FIGURA 7 – Valores médios de umidade dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.....	54
FIGURA 8 – Valores médios de gordura dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21 <sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53 <sup>o</sup> dia) .....	57
FIGURA 9 – Valores médios de gordura dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.....	58

FIGURA 10 – Valores médios de cinza dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia) .....	60
FIGURA 11 – Valores médios de cinza dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.....	61
FIGURA 12 – Valores médios de cloretos dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia) .....	62
FIGURA 13 – Valores médios de cloretos dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.....	64
FIGURA 14 – Valores médios de proteína dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia) .....	66
FIGURA 15 – Valores médios de proteína dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle .....	67
FIGURA 16 – Valores médios de nitrogênio solúvel em água dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia) .....	68
FIGURA 17 – Valores médios de nitrogênio solúvel em água dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle .....	69
FIGURA 18 – Valores médios de contagem de bolores e leveduras dos queijos Minas padrão analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).....	70
FIGURA 19 – Queijos controle e tratados (natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30%) aos 21 dias de maturação .....	71

FIGURA 20 – Valores médios de contagem de bolores e leveduras dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle .....	72
FIGURA 21 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto cor dos queijos Minas padrão no teste de Comparação Múltipla .....	75
FIGURA 22 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto odor dos queijos Minas padrão no teste de Comparação Múltipla.....	75
FIGURA 23 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto sabor dos queijos Minas padrão no teste de Comparação Múltipla .....	76
FIGURA 24 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto textura dos queijos Minas padrão no teste de Comparação Múltipla.....	77
FIGURA 25 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto cor dos queijos Minas padrão no teste de Aceitabilidade .....	78
FIGURA 26 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto odor dos queijos Minas padrão no teste de Aceitabilidade .....	79
FIGURA 27 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto sabor dos queijos Minas padrão no teste de Aceitabilidade .....	79
FIGURA 28 – Valores médios das notas atribuídas ao aspecto textura dos queijos Minas padrão no teste de Aceitabilidade .....	80

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Ficha de avaliação de análise sensorial – Teste de Comparação Múltipla .....	87
ANEXO B - Ficha de avaliação de análise sensorial – Teste de Aceitabilidade .....	88

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **EFEITO DA NATAMICINA E SORBATO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO**

AUTORA: ROSANGELA CERON DA TRINDADE

ORIENTADOR: ERNESTO HASHIME KUBOTA

Data e local da defesa: Santa Maria, 16 de Julho de 2004.

O queijo tipo Minas padrão está entre os mais consumidos no país atualmente. Após a sua fabricação, o mesmo requer um período de maturação, na qual ocorrem modificações nas propriedades físicas e químicas do produto, acompanhadas pelo desenvolvimento de sabor e aroma característicos. Porém o crescimento de mofo em queijos maturados é um dos maiores problemas dessa indústria, pois além das perdas econômicas, implica em um produto de má qualidade, impróprio para o consumo. Em vista disso, a presente pesquisa teve por objetivo o tratamento de queijo Minas padrão, através da aspersão dos produtos sorbato de potássio e natamicina, em diferentes concentrações. Os queijos tipo Minas padrão foram fabricados na Usina-Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria. Os tratamentos dividiram-se em controle (Q), natamicina 0,05% (E), natamicina 0,1% (D), natamicina 0,05% + sorbato 30% (T) e natamicina 0,1% + sorbato 30% (S). Foram realizadas análises físico-químicas (pH, acidez, umidade, gordura, nitrogênio solúvel em água, proteínas, cinzas e cloretos), e microbiológicas (bolors e leveduras) no dia de fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após a embalagem e armazenamento (53º dia). Também realizou-se análises sensoriais (Testes de Comparação Múltipla e Aceitabilidade) no 21º e 53º dias após a fabricação. Não houve diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos (Q, E, D, T e S), quanto aos parâmetros cor, odor, sabor e textura, no Teste de Comparação Múltipla e no Teste de Aceitabilidade; no primeiro, os tratamentos mantiveram-se com valores semelhantes ao do controle (valores em torno de 4, o que equivale a “nenhuma diferença do padrão”). No Teste de Aceitabilidade, os tratamentos apresentaram um valor de preferência em torno de 5, o que equivale a “gostei regularmente”. Isso demonstra que os tratamentos com as substâncias natamicina e sorbato, embora não melhorem os parâmetros sensoriais do queijo Minas padrão, também não prejudicam-nos. Em se tratando de bolors e leveduras, estatisticamente, não houve diferenças significativas entre os queijos controle e tratamentos, porém, macroscopicamente, essa diferença foi notável, sendo que algumas das peças de queijo Minas padrão apresentaram uma camada superficial de mofo considerável. O tratamento S (natamicina 0,1% + sorbato 30%) apresentou-se mais eficiente, tendo o menor número de colônias de bolors e leveduras ( $1 \times 10^{4,39}$ ) ao final da maturação (21º dia). O aumento desde o dia zero foi de 1 ciclo logarítmico. Observou-se que os tratamentos mais eficazes, até o 21º dia de maturação, foram os que continham maiores concentrações de natamicina (natamicina 0,1% e natamicina 0,1% + sorbato 30%).



## **ABSTRACT**

Master Degree Dissertation  
Post graduation Program on Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria – RS, Brazil

### **EFEITO DA NATAMICINA E SORBATO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO**

**(Effect of Natamidine and Potassium Sorbate on fungi control during  
maturation of Minas Standard Cheese)**

AUTHOR: ROSANGELA CERON DA TRINDADE

ADVISOR: ERNESTO HASHIME KUBOTA

Date and Place of Presentation: Santa Maria, July 16<sup>th</sup>, 2004.

Minas Standard type of cheese is one of the most consumed in the country nowadays. After being manufactured, it requires a period of maturation, in which there are some changes in the chemical and physical properties of the product, together with the development of special flavor and aroma. However, the development of mould in matured cheese is one of the greatest problems of this industry, because besides the economic loss, it implies in a bad quality product, improper to consumption. Considering this, the objective of the present research was the treatment of Minas standard cheese by means of sprinkling potassium sorbate and natamidine in different concentrations. Minas Standard cheese type was produced at the School Dairy Plant, at the Federal University of Santa Maria. The treatments were divided into control (Q), natamidine 0,05% (E), natamidine 0,1% (D), natamidine 0,05% + sorbate 30% (T), and natamidine 0,1% + sorbate 30% (S). Physical-chemical analysis (pH, acidity, humidity, fat, soluble nitrogen in water, proteins, ashes and chlorate), and microbiological analysis (mould and yeast) were accomplished, at manufacturing day (day zero), after maturation (21<sup>st</sup> day), and after packing and storage (53<sup>rd</sup> day). Sensorial analysis (Tests of Multiple Comparison and Acceptability) were also accomplished on the 21<sup>st</sup> and 53<sup>rd</sup> days after production. There weren't any significant statistical differences among the various treatments (Q, E, D, and S) in relation to the parameters of color, odor, taste, and texture, in the Multiple Comparison Test, and in the Acceptability Test. In the first test, the treatments were kept with similar values to the control (values around 4, that means, "no difference in pattern"). In the Acceptability test, the treatments have presented a preferable value around 5, that means "I liked regularly". It shows that the treatments with the substances (natamidine and sorbate), however, they don't improve the sensorial parameters of the Minas Standard Cheese, nor jeopardize them. In relation to mould and yeast there weren't significant statistical differences between the control and treatment cheeses, however, this difference was notable macroscopically, being that some of the Minas Standard pieces of cheese have presented a considerable superficial layer of mould. Treatment S (natamidine 0,1% + sorbate 30%) was more efficient, presenting the smallest number of mould and yeast colonies ( $1 \times 10^{4.39}$ ) at the end of maturation (21<sup>st</sup>). The raising since day zero was of 1 logarithm cycle. It was observed that the most efficient treatments, until the 21<sup>st</sup> day of maturation were the ones which contained higher concentrations of natamidine (natamidine 0,1% and natamidine 0,1% + sorbate 30%).

# 1 INTRODUÇÃO

A estreita relação entre o consumo de leite e seus derivados e a melhoria da qualidade de vida é sistematicamente defendida por pesquisadores em todo o mundo. Populações com alta expectativa de vida consomem produtos lácteos em larga escala, já que o leite é uma fonte de proteínas, vitaminas, minerais e calorías necessárias e indispensáveis ao ser humano (Araújo *et al.*, 2001).

A indústria brasileira processa em torno de 60% do total de leite produzido no Brasil, sendo o restante consumido diretamente pelo mercado informal sem qualquer processamento industrial e sem qualquer fiscalização higiênico-físico ou sanitária, onde do total processado 20% são comercializados em forma de queijos (Araújo *et al.*, 2001).

O queijo é um importante derivado do leite, apreciado tanto pelo seu valor nutritivo como pelo seu sabor, que atende aos mais exigentes paladares. No entanto, as condições de processamento, armazenamento e comercialização podem comprometer suas características organolépticas, bem como torná-lo impróprio para o consumo, em virtude da contaminação por microrganismos responsáveis por toxinfecções alimentares (Araújo *et al.*, 2001). Ainda de acordo com Behmer (1984), o queijo pode ser conceituado como sendo um concentrado protéico-gorduroso constituído por caseína em forma de gel, matéria-graxa, ácido láctico e substâncias minerais, resultante da coagulação do leite.

A produção de queijos iniciou há cerca de 8000 anos e atualmente existem em torno de 1000 variedades de queijos no mundo todo, cada um apresentando particular no que diz respeito ao *flavour* e à forma (Beresford *et al.*, 2001). O queijo foi introduzido no Brasil em meados do século XIX, produzido inicialmente em escala doméstica e de forma bastante rudimentar. Algumas fazendas de Minas Gerais produziam um

queijo obtido de maneira simples, com pouca maturação, o queijo-de-Minas, hoje conhecido como Minas-curado (Camargo, 1995).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (ABIQ), os queijos do tipo mussarela, prato e mineiro, classificados como semiduros, estão entre aqueles de maior produção e consumo no país. (Correia & Roncada, 1997).

Perry (2004) destaca que a produção do queijo Minas curado, somente no estado de Minas Gerais, é de cerca de 44 mil t/ano.

As etapas que envolvem a fabricação do queijo Minas padrão são basicamente, a seleção da matéria-prima, pasteurização do leite, coagulação, pré-prensagem, enforme, prensagem, salga, secagem e maturação.

A salga úmida ou por salmoura é a mais empregada em nossas indústrias e é realizada, tradicionalmente, em tanques de salmoura, onde os queijos são mergulhados logo após a prensagem (Oliveira, 1986). De acordo com Furtado (1991), o sal (NaCl) exerce influência preponderante nos fenômenos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos que ocorrem durante a maturação do queijo. Quando o teor de sal não é adequadamente controlado, diversos problemas podem ocorrer na maturação.

A carga microbiológica da salmoura aumenta na proporção que os resíduos de lactose nela deixados pelos queijos atuam como substrato para fermentações variadas, tornando assim a salmoura uma das principais fontes de contaminação dos queijos. Outros meios propícios à contaminação são os ambientes de maturação e embalagem (Furtado & Pombo, 1979).

A maturação dos queijos é resultante do conjunto de ações de ordem bioquímica e bacteriológica simultânea ou sucessiva que permitem transformar a coalhada fresca em queijo. Distinguem-se neste processo os fenômenos primários de cura (proteólise, lipólise, fermentações) e os secundários, no decorrer dos quais os compostos formados ou

degradados conduzem a compostos novos, susceptíveis também de serem metabolizados (fenômenos terciários) (Bonassi, 1985).

O crescimento de bolores no queijo é comum e é um problema para o fabricante durante a maturação, bem como para o varejista e consumidor durante a estocagem, seja ela refrigerada ou não. Tal problema acarreta muitos gastos com a mão-de-obra empregada na limpeza dos queijos, além de considerável prejuízo do ponto de vista econômico, traduzido pelas perdas de produtos e de prestígio da marca junto aos consumidores (Taniwaki & Van Dender, 1991).

Furtado (1999) também salienta que o crescimento de mofo em queijos é provavelmente um dos problemas mais rotineiros dessa indústria. A eles estão sujeitos praticamente todos os tipos de queijos maturados, e é bastante trabalhoso impedir o processo. Apesar do crescente uso de embalagens desde o início da maturação, muitas variedades de queijos requerem maturação prolongada, com formação de casca; esses são os queijos mais afetados pelo crescimento de mofo que podem causar uma série de problemas. Alguns agentes fungicidas têm sido usados para combater o crescimento de mofo na superfície dos queijos, sendo que os principais são o sorbato de potássio e a natamicina (pimaricina).

Estudos têm demonstrado que a eficiência de ácido sórbico e o seu sal sorbato de potássio no combate a mofo é limitada e que estes compostos nem sempre os inibem, havendo casos em que certas espécies de mofo podem degradá-los. Sua efetividade aumenta quando o tratamento é aliado a outros cuidados de higiene aplicados aos queijos durante a maturação. A natamicina é tão potente que tem sido usada para impedir a proliferação de mofo e leveduras indesejáveis na casca de queijos maturados por mofo, como o Gorgonzola. Só deve ser usado para o tratamento da casca do queijo, e é legalmente autorizada no âmbito do Mercosul (Furtado 1999).

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo geral

Controlar o crescimento de fungos indesejáveis durante a maturação do queijo Minas padrão.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito fungicida da natamicina;
- Avaliar o efeito sinérgico da natamicina e sorbato de potássio;
- Avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos queijos Minas padrão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem do queijo

O queijo é um dos mais antigos alimentos preparados que a história da humanidade registra. A arte da fabricação de queijos tem seu início perdido num passado remotíssimo, milhares de anos antes do nascimento de Cristo. Os egípcios estão entre os primeiros povos que cuidaram do gado e tiveram, no leite e no queijo, fonte importante de sua alimentação (Albuquerque, 2002).

A origem do queijo deu-se acidentalmente há mais de quatro mil anos, na Ásia, quando os povos nômades da África transportavam em suas viagens o leite das jumentas e camelas em bolsas feitas com couro do estômago dos animais, o que fazia com que o leite coagulasse. Essa massa foi provada e apreciada e eles perceberam que haviam chegado a uma excelente forma de conservar o leite (Camargo, 1995).

Segundo Camargo (1995), o queijo foi introduzido no Brasil em meados do século XIX, produzido inicialmente em escala doméstica e de forma bastante rudimentar. Algumas fazendas de Minas Gerais produziam um queijo obtido de maneira simples, com pouca maturação, o queijo de Minas, hoje conhecido como Minas curado.

Foi na década de 30, que o referido queijo, teve sua definição tecnológica e desde então tem crescido o volume de queijo Minas fabricado em indústrias organizadas comercialmente (Oliveira, 1986).

## 2.2 Queijo Minas padrão

A elaboração de queijo é uma indústria importante de todo o mundo, produzindo algo em torno de 10 milhões de toneladas anuais. Uma grande parte desta produção se elabora em escala relativamente pequena e explica a rica variedade de queijos existentes (Adams & Moss, 1997).

De acordo com Hayes (1993) existem umas 400 variedades conhecidas de queijos que se agrupam em umas 20 classes. A maioria delas se elaboram com o mesmo leite variando os microrganismos, enzimas e sal adicionados e trocando a temperatura durante a elaboração e maturação.

Varnam e Sutherland (1995) destacam os aspectos nutritivos do queijo, sendo este uma fonte concentrada de proteínas e em muitos casos, de gordura. Também é uma importante fonte de vitaminas e minerais. Em algumas dietas, o queijo possui uma especial importância como fonte de minerais, principalmente cálcio, ferro e fósforo.

A concentração de proteína do queijo é 6 a 10 vezes maior que do leite e a concentração de cálcio 4 a 8 vezes maior (Ornellas, 1995).

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Entende-se por queijo fresco o que está pronto para o consumo logo após a sua fabricação. Entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo (Brasil, 1996).

A denominação “queijo” está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (Brasil, 1996).

O queijo é o resultado da concentração seletiva do leite. A água é eliminada em uma proporção distinta em cada variedade, arrastando com ela uma parte dos elementos solúveis e das proteínas não coaguladas que contém o leite (Amiot, 1991).

O grande número de parâmetros que intervêm na fabricação do queijo possibilita a obtenção de muitos produtos distintos. Por esta razão, não resulta fácil classificar ou agrupar em determinadas categorias todas as variedades de queijos que existem no mundo (Amiot, 1991).

Para Hayes (1993) os queijos se classificam por sua textura e por seu grau de dureza, admitindo-se dois grandes grupos: o primeiro, queijos maturados, varia desde os queijos muito duros, com pouca umidade, queijos para ralar, passando pelos duros, aos semiduros, com maior umidade, e moles. O segundo grupo é constituído pelos queijos moles, sem maturar, com um grande conteúdo de umidade.

O Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, em atendimento ao Mercosul, estabeleceu o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (Brasil, 1996), no qual se define como queijo frescal aquele que está pronto para o consumo, logo após a sua fabricação, e por queijo maturado aquele que sofreu trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade considerada.

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 2003) define o queijo Minas (padrão) como sendo o produto obtido de leite integral ou padronizado, pasteurizado, de massa crua, prensado mecanicamente e devidamente maturado durante 20 (vinte) dias. Deve apresentar:

1. formato cilíndrico, de faces planas e bordos retos, formando ângulo vivo;



2. peso: 1 Kg a 1,200 Kg (um quilograma a um quilo e duzentos gramas);
3. crosta: fina amarelada, preferentemente revestida de parafina;
4. consistência: semidura, tendente a macio, de untura manteigosa;
5. textura: buracos mecânicos e em cabeça de alfinete, pouco numerosos;
6. cor: branco-creme, homogênea;
7. odor e sabor: próprios, ácidos agradáveis e não picantes.

O queijo Minas é obtido de coagulação ácida e enzimática do leite integral ou parcialmente desnatado, suficientemente libertado de soro, com vários graus de maturação (Magalhães *et al.*, 2001).

Para Oliveira (1986), o queijo tipo Minas é um queijo de massa crua, moldado na forma de um cilindro baixo de diâmetro cerca de duas vezes a altura e pesando geralmente em torno de 1Kg. Apresenta crosta amarelada e é branco leitoso por dentro, tem sabor suave ligeiramente ácido e apresenta-se com fundo ligeiramente amargo devido a uma pequena proteólise ocorrida durante a cura. Essas características são típicas do queijo Minas conhecido comercialmente como meia-cura, ou seja, 20 a 30 dias de cura. Além dessas características de sabor, o queijo Minas meia-cura apresenta uma consistência macia, textura fechada ou com pequenas aberturas mecânicas nos pontos onde a massa não se uniu completamente.

Sghedoni *et al.* (1979) relata ainda que o queijo Minas possui de 4 a 6 cm de altura por 15 a 16 cm de diâmetro, de faces planas e bordos retos; cheiro e sabor próprio, ácido, agradável, não picante, levemente de gosto salgado.

Behmer (1984) cita que o queijo Minas padrão é de massa semicozida, segundo a classificação de Fascetti.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (Brasil, 1996), estabelecido pelo Ministério da Agricultura, do

Abastecimento e da Reforma Agrária, classifica os queijo Minas em queijos de baixa umidade ou de massa semicozida, com umidade entre 36,0 e 45,9%, queijos de alta umidade ou de massa branda ou “macios”, com 46,0 a 54,9% de umidade e queijos de muito alta umidade ou de massa branda ou “mole”, com umidade não inferior a 55%, representados, respectivamente, pelos queijos Canastra, Padronizado e Frescal.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (ABIQ), os queijos tipo mussarela, prato e mineiro, classificados como semiduros, estão entre aqueles de maior produção e consumo no país (Correia & Roncada, 1997).

### **2.3 Etapas da fabricação do queijo Minas padrão**

A tecnologia básica de fabricação é similar para todas as variedades de queijo, porém trocas relativamente pequenas nas condições de elaboração dão lugar a importantes diferenças no queijo final. A tecnologia está bem estabelecida porém nos últimos anos tem experimentado uma grande sofisticação e automatização (Varnam & Sutherland, 1995).

Queijos são produtos da coagulação do leite. Existe uma grande variedade de queijos cuja diferença deve-se ao método de fabricação, dependendo do teor de gordura inicial do leite e adição de ingredientes. Na combinação dos ingredientes, cada queijo tem sua fórmula e ficha técnica própria, porém a qualidade inicial do leite é a primeira condição para se obter um bom queijo (Ornellas, 1995).

#### **2.3.1 Matéria-prima**

Para a elaboração de queijo deve-se utilizar leite de muito boa qualidade, tanto do ponto de vista de sua composição e flora microbiana como em relação a estar apto para a fermentação e coagulação. Se não

cumpridos estes requisitos, apresentam-se muitos problemas na fabricação e aparecem diversos defeitos no queijo (Amiot, 1991).

Cada componente individual do leite tem um valor peculiar em relação às propriedades do queijo e ao processo de fabricação (Furtado & Pombo, 1979).

Além das provas tradicionais para controle e qualidade do leite (acidez, gordura, densidade, matéria seca total, matéria seca desengordurada), procede-se à seleção em função da acidez pelas chamadas “provas de plataforma”, que são rápidas e práticas. São elas a prova pela solução de alizarol, prova do álcool, prova pela solução Dornic e determinação de pH (Sghedoni *et al.* 1979).

O leite de vaca que se destina à elaboração de queijo deve estar isento de antibióticos e de agentes desinfetantes que poderiam prejudicar a fermentação (Adams & Moss, 1997).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 2003) define leite sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda; a Instrução Normativa nº 51 (Brasil, 2002) acrescenta ainda que o leite tipo C pasteurizado deve apresentar, entre outras características:

1. teor de gordura mínimo de 3% (para leite padronizado);
2. acidez (g ác. Láctico/100mL): 0,14 a 0,18
3. Sólidos Não Gordurosos (g/100g): mín. de 8,4;
4. índice crioscópico máximo: -0,530 °H (-0,512°C)

A composição do leite varia com a raça, com a alimentação, individualidade, período de lactação, época e muitos outros fatores (Furtado & Pombo, 1979).

O queijo Minas não exige muita gordura na sua massa, embora o mesmo responda favoravelmente quando o seu teor de gordura é mais

elevado. Um leite integral, ou seja, com teores de gordura na faixa de 3 a 4%, apresenta-se como ideal para a fabricação do queijo Minas (Oliveira, 1986).

Tecnologicamente falando, o leite deve ter uma composição o mais constante possível, diariamente, de forma a se obter a padronização da qualidade do queijo Minas. Segundo Sghedoni *et al.* (1979) e Oliveira (1986), o leite deve ser padronizado para 3,5% de gordura.

Dados encontrados em Agridata (2002), relatam que o leite utilizado para a fabricação do queijo Minas padrão deve ter acidez entre 15 e 18° D.

Gomes & Bonassi (1996) salientam que, com a finalidade de eliminar a flora patogênica, a legislação especifica que esse tipo de queijo deve ser elaborado com leite pasteurizado.

Tecnologicamente, segundo Agridata (2002), o rendimento da fabricação do queijo Minas padrão varia entre 8 e 8,5 L/Kg.

Adams & Moss (1997) observam que, em relação ao volume de leite, normalmente o rendimento de queijo é da ordem de 10%.

### 2.3.2 Filtração

Filtra-se o leite em filtro adequado, de tela fina, com o fim de eliminar qualquer detrito que possa ter caído nele durante a ordenha (Behmer, 1984). Para se obter melhores resultados, pode-se passar o leite através de filtro centrífugo ou sob pressão, salienta Sghedoni *et al.* (1979).

### 2.3.3 Pasteurização

Preferentemente deve-se usar um permutador de temperatura munido de placas, por onde o leite passa em camadas delgadas, em temperatura de 73-74°C, com um tempo de exposição de 15 segundos (Sghedoni *et al.*, 1979).

#### 2.3.4 Resfriamento

Resfria-se, em seguida, o leite à temperatura de 32° C (Behmer, 1984).

#### 2.3.5 Fermento

Como o emprego de leite pasteurizado é indispensável à adição de cultura ou fermento láctico selecionado, que no caso do queijo Minas é constituído de estreptococos produtores de acidez, geralmente uma ou mais cepas de *Streptococcus lactis* e/ou *Streptococcus cremoris*. A quantidade de cultura a ser usada varia com o fabricante e com a qualidade da cultura. Com uma boa cultura e dentro das técnicas normalmente recomendadas, o emprego de 0,5% de cultura em relação ao leite é plenamente satisfatório (Oliveira, 1986). Behmer (1984) sugere a adição de 1% de fermento láctico selecionado.

Varnam & Sutherland (1995) comentam que a principal função das bactérias lácticas é a produção de ácido láctico por fermentação da lactose. Ainda segundo os mesmos autores, os cultivos iniciadores desempenham outras ações fundamentais, como a produção de compostos aromáticos voláteis como diacetil e aldeídos; a síntese de enzimas proteolíticas e lipolíticas que intervêm na maturação do queijo e a eliminação dos microrganismos patógenos e alguns alterantes.

Durante o período de maturação os microrganismos presentes nas culturas atuam sobre os componentes da matéria prima influenciando a textura, sabor e aroma desses queijos (Magalhães *et al.*, 2001).

#### 2.3.6 Cloreto de Cálcio

Antes da adição do coalho é prática comum, principalmente quando se trabalha com leite pasteurizado, adicionar cloreto de cálcio na base de 25g para cada 100L de leite (Oliveira, 1986).

Segundo Sghedoni *et al.* (1979), o leite aquecido acima de 70°C (durante a pasteurização) sofre um desequilíbrio fosfocaseinato-cálcio. A adição deste cloreto restabelece o equilíbrio.

O cloreto de cálcio adicionado melhora a aptidão do leite à coagulação devido a insolubilização de sais de cálcio durante a pasteurização. Com isso, melhora-se as propriedades da coalhada e diminui-se as perdas de constituintes no soro durante o corte da mesma (Agridata, 2002).

### 2.3.7 Coagulação

O primeiro passo na fabricação tradicional do queijo é a coagulação do leite. Este fenômeno é produzido pela desestabilização da solução coloidal da caseína que origina a aglomeração das micelas livres e a formação de um gel no qual ficam retido o restante dos componentes do leite (Amiot, 1991).

Para coagular o leite destinado à elaboração de queijo são utilizados dois métodos: a acidificação e a adição de coalho, que dão lugar a dois tipos de coalhada, chamada ácida e enzimática. Estas coalhadas têm propriedades e comportamentos muito diferentes e as diferenças entre os dois tipos são a base da tecnologia utilizada para fabricar as diferentes variedades de queijo e determinam as características individuais de cada uma delas (Amiot, 1991).

Na indústria queijeira, o método que mais se utiliza é a coagulação enzimática do leite (Amiot, 1991).

O coalho natural, chamado renina, é uma enzima proteolítica secretada pela mucosa gástrica do quarto estômago (abomaso) dos terneiros (também cabritos e cordeiros) antes do desmame. Essa secreção é produzida na forma de um precursor inativo, a pró-renina, que em meio neutro não tem atividade enzimática porém em meio ácido se transforma rapidamente em renina ativa (Amiot, 1991).

Conforme Robinson (1987), atualmente existem fórmulas comerciais, denominadas coalho o qual é obtido mediante extração do abomaso dos ruminantes por maturação com uma solução de NaCl a 10%. O extrato contém principalmente duas enzimas: renina e pepsina. A renina é provavelmente a mais ativa para a coagulação das caseínas durante a formação da coalhada, porém ambas participam na proteólise das caseínas durante a maturação do queijo.

#### 2.3.8 Corte da coalhada

O corte da coalhada origina a liberação de um grande volume de soro, determina o tamanho das partículas de coalhada e incrementa a superfície de expulsão do soro (Robinson, 1987).

De acordo com Oliveira (1986), o ponto de corte é dado quando o coágulo se rompe em fenda retilínea; o corte é efetuado, no caso do queijo Minas, em cubos maiores, ou seja, 1 a 1,5 cm de aresta. Logo após o corte, efetua-se uma agitação cuidadosa durante aproximadamente 1 minuto e a seguir, deixa-se em repouso 3 a 5 minutos. A agitação e o repouso vão se alternando até atingir o ponto.

#### 2.3.9 Dessoragem

Após ter mexido lentamente a massa por 30 minutos procede-se a dessoragem, retirando-se  $\frac{3}{4}$  (75%) do volume em soro, pouco a pouco com auxílio de uma concha de cabo cumprido (Behmer, 1984).

#### 2.3.10 Enformagem e Prensagem

Oliveira (1986) comenta que a massa é pré-prensada no próprio tanque durante 10 a 15 minutos e a seguir cortada em blocos para ser colocada nas formas.

Terminada a pré-prensagem, corta-se o bloco de massa e coloca-se aproximadamente de 1 a 1,2 Kg de massa em formas cilíndricas com dessoradores ou panos para posterior prensagem (Agridata, 2002).

Conforme Oliveira (1986), as formas com a massa são então levadas para prensar a uma pressão de 10 a 15 Kg. No caso do queijo Minas meia cura, a prensagem deve ser efetuada por 2 a 6 horas, sendo bastante comum à prensagem tradicional de um dia para o outro, num total de 16 a 18 horas. Alterações no tempo de prensagem, a qual é usualmente efetuada em temperatura ambiente, afeta a acidificação ou acidez dos queijos, modificando significativamente as características da massa e conseqüentemente alterando a qualidade final dos mesmos.

### 2.3.11 Salga

Existem diversos métodos para promover a salga dos queijos. Os mais comuns são a utilização de salmouras, a salga na massa e a salga a seco (Furtado, 1991).

Para Oliveira (1986), tradicionalmente, o queijo Minas deve ser salgado por salga seca, principalmente os tipos meia-cura e curado. Esse tipo de salga dá origem a uma crosta mais macia, típica desses queijos; além disso, a dessoragem se completa de uma forma mais intensa do que na salga por salmoura.

Oliveira (1986) menciona que, tendo em vista que a salga a seco leva mais tempo e exige geralmente mais manuseio, tem-se difundido, principalmente nas indústrias maiores, a salga em salmoura. Para isto, os queijos são colocados durante 18 às 24h em salmoura contendo 18 a 22% de sal.

Amiot (1991) afirma que na sala por imersão em salmoura se produz um intercâmbio osmótico contínuo entre a fase aquosa do queijo e o cloreto de sódio da salmoura, até que no centro do queijo se alcança a mesma concentração de sal que na salmoura.



O sal não é utilizado somente como condimento: desempenha um papel técnico fundamental na fabricação do queijo facilitando o dessorado, ou seja, a eliminação de água livre ao modificar o grau de hidratação da massa; também contribui junto com o fenômeno de evaporação superficial para a formação de uma casca que é, em algumas variedades de queijo, mais grossa que em outras (Amiot, 1991).

Ainda com relação à função do sal no queijo, Furtado (1991) cita a importância deste na seleção da flora microbiana do queijo. Muitos microrganismos que podem provocar sérios defeitos nos queijos são suscetíveis a moderadas concentrações de sal. O teor de sal afeta significativamente sua atividade de água que, por sua vez, é um dos parâmetros primordiais para a flora microbiana e processos bioquímicos da maturação.

Durante o período que o queijo fica na salmoura, ocorre uma troca de elementos entre ambos, cujo resultado final é a absorção de sal pelo queijo e o enriquecimento da salmoura em certos compostos orgânicos e minerais, bem como a diluição de seu teor de sal (Furtado, 1991).

## **2.4 Maturação**

Oliveira (1986) revela que o termo cura ou maturação é muito usado em tecnologia de alimentos e nem sempre com o mesmo significado fundamental. Refere-se ao período de espera, visando dar oportunidade à ocorrência de combinações e transformações nos componentes do produto, resultando em melhoria de sabor, palatabilidade, conservação, etc. Em se tratando de queijos, poder-se-ia dizer que qualquer atividade microbiológica do fermento láctico adicionado, ocorrida durante as etapas de fabricação do queijo, seria já uma cura. Entretanto, em termos práticos, um queijo só é tido como curado quando é armazenado por algum tempo após a salga, visando promover alterações no sabor, textura,

consistência, cor, etc., de modo a torná-lo distinto do queijo recém-fabricado ou, como normalmente denominado, queijo fresco.

Behmer (1984) salienta que um produto ainda não curado é insípido, desagradável e de massa rígida.

Imediatamente após a salga, o queijo Minas pode ser comercializado sob a forma de Minas Frescal. Nesse caso, o seu sabor será brando, notando-se somente a acidificação, que normalmente ocorre durante a sua fabricação, principalmente durante a prensagem e salga. Mesmo sem a cura, a ação da cultura láctica apropriada, produzindo a acidificação inicial, é indispensável por causa do sabor típico desenvolvido durante a fabricação e para proteger o queijo contra fermentações anormais (Oliveira, 1986).

A maturação do queijo implica modificações nas propriedades físicas e químicas do mesmo, acompanhados pelo desenvolvimento de sabor e aroma característicos (Robinson, 1987).

Amiot (1991) ressalta ainda que, além do desenvolvimento do aroma, ocorrem diversas propriedades físicas na massa, por exemplo a textura se torna mais untuosa, aparecem orifícios ou olhos e se forma a casca superficial.

Todas essas transformações que têm início no começo da salga, terminam na sala de cura. Na cura, desempenham papéis importantíssimos a temperatura e o ar com o seu estado higrométrico (Behmer, 1984).

A coalhada fresca ou “verde” que é firme e, em ocasiões, elástica, está composta fundamentalmente de proteínas, gordura e água, em proporções variáveis dependendo do tipo de queijo assim como de pequenas quantidades de sal, lactose, ácido láctico, proteínas do soro e minerais. Durante a maturação, esta coalhada é digerida gradualmente por enzimas e o queijo maturado adquire a firmeza, elasticidade ou maciez característica da variedade específica (Robinson, 1987).

A cura dos queijos é um dos fenômenos mais complexos, pois varia de queijo para queijo. É difícilimo, quase impossível, o estabelecimento de uma regra fixa a ser observada durante a cura ou amadurecimento dos queijos (Behmer, 1984).

Furtado & Pombo (1979) revelam que os processos microbiológicos e enzimáticos da maturação do queijo dependem do conteúdo em água livre; regulando-se o conteúdo em água, obtém-se no queijo a textura e consistência desejadas; o teor de proteínas é importante no processo da coagulação, na retenção da água, no rendimento e na maturação; a gordura contribui para o aroma do queijo e o rendimento, melhora a consistência, e durante a maturação confere ao queijo características peculiares; a lactose, devido às transformações que sofre pela ação de enzimas bacterianas durante a fabricação, confere ao queijo parte do sabor e odor característicos; os sais são responsáveis pela formação do complexo da micela das caseínas e exercem influência sobre a qualidade do queijo produzido.

Amiot (1991) também destaca o processo de maturação como muito complexo, porque nele intervêm muitos parâmetros. Em primeiro lugar, depende da natureza, já complexa, do substrato, a coalhada: de sua composição e da estrutura de seus componentes, do conteúdo de água e seu grau de dispersão, da estrutura da caseína, etc. Também depende dos numerosos agentes responsáveis da maturação e de suas reações segundo as condições do meio. O número e a diversidade dos produtos formados, assim como a influência de algumas transformações sobre outras posteriores, também contribuem para a complexidade do fenômeno de maturação.

Varnam & Sutherland (1995) salientam que todos os queijos de massa dura e semidura são mantidos antes do seu consumo durante um período de maturação que varia desde aproximadamente 2 semanas até 2 anos (queijo Parmesão, por exemplo). Já para Oliveira (1986), o tempo

de maturação dos queijos em geral pode variar desde 15 dias até mais de 15 meses, dependendo do tipo de queijo.

No Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 2003) o período destinado para a cura do Queijo Minas padrão é de 20 dias.

É da máxima importância a temperatura da sala de cura, temperatura essa que varia de acordo com a qualidade dos queijos a fabricar. A cura em baixa temperatura (refrigerador) se processa mais lentamente, porém proporciona produto mais fino; não oferece, entretanto, vantagens econômicas (Behmer, 1984).

A temperatura de armazenamento é um compromisso entre a necessidade de maturar o queijo tão rapidamente quanto seja possível e a necessidade de evitar o desenvolvimento de aromas atípicos e o crescimento de microrganismos indesejáveis (Varnam & Sutherland, 1995).

Segundo Sghedoni *et al.* (1979) os queijos Minas são maturados em câmaras com temperatura e umidade controladas, ou seja, 10-12° C e 84-88%, respectivamente, com viragens de 5 em 5 dias, até os 20 dias, quando completa a maturação.

Tecnologicamente, Agridata (2002) descreve, para o queijo Minas padrão, a maturação em câmaras a 10-12° C com umidade relativa do ar de aproximadamente 85% durante os 10 primeiros dias, sendo virados diariamente. Durante esta fase, os queijos são lavados e secados para serem embalados em película plástica termoencolhível. A maturação deve prosseguir por mais 20 dias em câmara a 10-12° C para desenvolvimento de sabor e consistência. Encerrado este período os queijos podem ser comercializados ou estocados a 2-4° C.

Atualmente, tem havido uma tendência para o emprego de proteções plásticas, do tipo embalagem “cryovac” por exemplo, para o Minas meia-cura. Nesse caso, os queijos são embalados sob vácuo e fechados hermeticamente logo após o primeiro período de cura. Desta

forma, no segundo período de cura, os queijos estão devidamente protegidos contra a perda de umidade e crescimento de mofo (Oliveira, 1986).

Os queijos com maturação adiantada devem ser conservados em ambiente de temperatura relativamente baixa, 10° a 13° C (temperatura o mais constante possível) e o grau de umidade entre 90 e 95°. Para se obter a maturação rápida, a temperatura deve ser mais alta; em ambiente acima de 18° C a maturação se processa mais depressa, porém menos regular (Behmer, 1984).

A temperatura é facilmente controlável e, quanto mais elevada, dentro de um certo limite, mais rápida a maturação (com eventuais riscos ou efeitos secundários). Entretanto, pH e atividade de água não estão sob controle técnico e evoluem em sentidos inversos durante a cura do queijo. O pH tende a se elevar durante a maturação com maior ou menor intensidade, dependendo da rapidez com que o ácido láctico é consumido e compostos básicos são formados; a elevação do pH favorece a ação enzimática de proteases e lipases microbianas, o que então tende a acelerar o fenômeno da maturação. Por outro lado esse processo é freado continuamente pelo abaixamento da atividade de água, já que, durante a cura, o queijo perde água por evaporação, diminuindo a intensidade de degradação por hidrólise (ruptura enzimática de ligações éster em triglicerídeo ou peptídica em proteínas, por inserção de água) e ao mesmo tempo aumentando a concentração relativa de sal na umidade (Amiot, 1991).

A maturação é um processo muito complexo no qual os microrganismos e as enzimas no queijo mudam lentamente a sua composição de moléculas orgânicas complexas para outras muito mais simples (Teichmann *et al.*, 2003). Essas enzimas, segundo Oliveira (1986), catalisam as reações de decomposição dos três principais componentes do leite que ficam retidos no queijo, que são: lactose, proteína e gordura.

De acordo com Varnam & Sutherland (1995), a maturação ocorre pela ação enzimática da renina, das enzimas produzidas pelos microrganismos dos cultivos iniciadores e de outros microrganismos e, nos queijos elaborados com leite cru, das enzimas naturais do próprio leite.

As enzimas naturais do leite, como as lipases e as proteases, participam na maturação, porém sua ação é lenta e não desempenham um papel muito importante. Os microrganismos desempenham o papel mais importante na maturação do queijo devido à ação das enzimas que secretam (Amiot, 1991).

As trocas químicas que ocorrem durante a maturação são: (1) fermentação da lactose a ácido láctico, pequenas quantidades de ácido acético e propiônico, CO<sub>2</sub> e diacetil, (2) proteólise e (3) lipólise (Robinson, 1987).

De um modo geral, a fermentação da lactose em ácido láctico ocorre primeiro, afetando principalmente o sabor. O desdobramento das proteínas pela ação das enzimas proteolíticas ocorre mais lentamente e, além de afetar o sabor, altera a consistência e a textura dos queijos. De uma textura elástica, o queijo vai se tornando cada vez mais ceroso, podendo chegar a cremoso ou pastoso se a ação proteolítica for muito intensa. O desdobramento da gordura é igualmente lento, porém bem mais específico, dando sabor e aroma característico a certos tipos de queijos e não promovendo alterações significativas na consistência dos mesmos. Além dos desdobramentos primários, durante a cura de um queijo, geralmente ocorrem metabolizações secundárias, onde o ácido láctico, peptídios e ácidos graxos são transformados na mais variada gama de produtos que contribuem para o refinamento do sabor, aroma e características típicas de um determinado tipo de queijo (Oliveira, 1986).

#### 2.4.1 Metabolismo da lactose

Amiot (1991) afirma que os glicídios do leite são compostos essencialmente por lactose e alguns outros açúcares em pequenas

quantidades, como a glicose (0,1%) e a galactose. A lactose é o componente quantitativamente mais importante dos sólidos não-graxos. O leite contém aproximadamente 5%, o leite em pó desnatado contém 52% e o lactosoro em pó 70%.

Durante o processo de elaboração se produz a fermentação da lactose para obter ácido láctico em uma proporção variável segundo o tipo de queijo. A maior parte da lactose que não se transforma é eliminada com o lactosoro. A lactose que permanece na fase aquosa da coalhada sofre a fermentação láctica durante os primeiros dias de maturação e praticamente após os dez dias desaparece (Amiot, 1991).

O ácido láctico resultante da fermentação da lactose também sofre modificações. Normalmente se combina com o cálcio do lactosoro para formar lactato (Amiot, 1991).

Também Robinson (1987) menciona que a lactose desaparece no queijo duro nos primeiros dias após a sua fabricação, porém este período pode ser maior no caso de queijos moles, com maior conteúdo de umidade.

Quase todo o processo fermentativo da lactose é realizado pelas bactérias lácticas homofermentativas. Quando intervêm microrganismos heterofermentativos, além do ácido láctico se formam compostos secundários que participam no desenvolvimento do aroma. Além das bactérias, há outros microrganismos capazes de fermentar a lactose e transformá-la em diversos produtos, alguns dos quais são indesejáveis e produzem defeitos nos queijos. Assim, por exemplo, os coliformes degradam a lactose em ácido láctico, acético e fórmico e as leveduras em ácidos orgânicos, álcool, acetaldeído e gás carbônico (Amiot, 1991).

Robinson (1987) salienta que a fermentação da lactose pelo cultivo iniciador produz principalmente ácido láctico, junto com alguns ácidos voláteis, etanol e pequenas quantidades de outros subprodutos. Parte do ácido láctico reage com os radicais básicos presentes no queijo formando sais.

Magalhães *et al.* (2001) ressalta que o papel principal dos microrganismos do cultivo iniciador na elaboração do queijo é a fermentação da lactose do leite em ácido láctico. Este ácido e o decréscimo do pH resultante cooperam na vida de prateleira e na inocuidade do queijo e conferem à coalhada um sabor ácido forte.

Board (1988) explica que como conservador o ácido láctico funciona diminuindo o pH (4,5-5,3) e portanto aumentando a ação antimicrobiana do sal e da baixa atividade de água resultante da evaporação da água.

O ácido propiônico, um produto resultante da fermentação ácido-láctica, aumenta as propriedades antimicrobianas do queijo, especialmente frente ao desenvolvimento fúngico, quando este for cortado (Board, 1988).

#### 2.4.2 Proteólise

Fox *et al.* (1993), citados por Tavarina (2003), referem-se à proteólise como o mais importante conjunto de eventos bioquímicos que ocorre durante a maturação, devido principalmente ao seu impacto no desenvolvimento da textura e do sabor.

Amiot (1991) define a proteólise como sendo a degradação parcial das proteínas em produtos mais simples e mais solúveis. É um fenômeno muito complicado devido à complexa natureza das proteínas do leite, à variedade da flora e o grande número de enzimas proteolíticas que dele participam. Os queijos maturados contêm, entre outros, um grande número de compostos nitrogenados e de seus derivados.

Conforme Varnam & Sutherland (1995), as enzimas que participam na maturação são de três origens: o coalho ou outros coagulantes, a plasmina e os microrganismos, tanto starter como outros. A principal via proteolítica parece implicar a degradação primária das caseínas pelos coagulantes residuais dando lugar a polipeptídeos que são



posteriormente degradados pelas proteinases e peptidases bacterianas a peptídeos e aminoácidos.

Acredita-se que a proteólise primária causa amolecimento da textura do queijo precocemente durante a maturação, através da ruptura da sua matriz protéica tridimensional. A proteólise secundária gera peptídeos, que são pequenos o suficiente para serem detectados pelos receptores de sabor de um modo negativo (ex. amargor); além disso, eles podem servir como substratos para proteinases e peptidases microbianas, que os levam a menores peptídeos e a aminoácidos livres. A alteração na textura do queijo também influencia a liberação dos componentes aromáticos durante a mastigação (Fox *et al.*, 1993 *apud* Tavaría, 2003).

A maior parte do material nitrogenado do queijo fresco está na forma de proteínas insolúveis em água, porém ao avançar a maturação, parte ou todas elas se hidrolisam pela ação das enzimas rendendo compostos solúveis mais simples. Os microrganismos podem reduzir os aminoácidos a amoníaco e ácidos orgânicos ou oxidá-los a dióxido de carbono e aminas (Robinson, 1987).

A renina pode degradar a caseína a compostos hidrossolúveis (principalmente proteases e peptonas), porém as enzimas microbianas ocasionam uma degradação posterior liberando aminoácidos e, inclusive, amoníaco. No queijo duro, os microrganismos presentes são fundamentalmente cocos e bacilos formadores de ácido láctico disperso em toda a massa e produzem somente pequenas quantidades de proteases exocelulares. Não obstante quando estas células morrem e se autolisam, são liberados enzimas endocelulares e a maturação se dá uniformemente em todo queijo (Robinson, 1987).

As transformações que se produzem na degradação das proteínas têm muita influência sobre o sabor do queijo e sobre sua consistência. Na realidade, as proteínas são os únicos componentes sólidos do queijo, ou seja, seu esqueleto e ao ficarem mais solúveis, diminui a consistência e a

elasticidade dos queijos duros e muito mais dos queijos moles (Amiot, 1991).

O efeito imediato da proteólise na textura dos queijos duros e semiduros é o abrandamento devido à debilidade da rede caseínica, porém este efeito é muito dependente do pH. Por exemplo, no queijo Edam, o alto valor de pH permite às proteínas permanecerem em uma matriz que se abranda conforme aumenta a proteólise. A proteólise também tem lugar mais rapidamente no centro do queijo, onde o conteúdo de NaCl é menor. Pelo contrário, o baixo pH dos queijos tipo Cheddar faz com que a massa volte a fragmentar ao progredir a proteólise, já que a água intersticial está ligada por grupos iônicos (Varnam & Sutherland, 1995).

Sousa *et al.* (2001) mencionam que a proteólise contribui para mudanças na textura da matriz do queijo devido à quebra da rede de proteína, à diminuição da atividade de água através da ligação da água pela liberação da carboxila e dos grupos amino e pelo aumento do pH (principalmente em variedades de superfície maturada por mofo), que facilita a liberação de compostos sápidos durante a mastigação. Isso contribui diretamente para o sabor amargo do queijo através, tanto da formação de peptídeos e de aminoácidos livres, quanto da liberação de substratos (aminoácidos) por mudanças catabólicas secundárias, isto é, transaminação, desaminação, descarboxilação, dessulfuração, catabolismo de aminoácidos e reações de aminoácidos com outros compostos.

A proteólise tem sido considerada por alguns pesquisadores como uma base para a classificação dos queijos. Vários índices de proteólise poderiam ser úteis para a classificação; entretanto, uma dificuldade óbvia é o fato de que o queijo é um sistema dinâmico e, portanto, os resultados obtidos dependem de uma grande avaliação na idade do queijo quando analisados (Sousa *et al.* 2001).

### 2.4.3 Lipólise

A lipólise é a reação em que as lipases transformam os triglicerídeos em glicerídeos parciais liberando ácidos graxos. No princípio, o grau de lipólise equivale a quantidade de ácidos graxos liberados que se expressa como acidez da fase lipídica do queijo. Porém, na prática, esta medida não reflete a realidade, porque somente os ácidos graxos de seis ou mais átomos de carbono têm sua única origem na lipólise. Por exemplo, o ácido butírico pode se formar também na fermentação da lactose e do ácido láctico. A proporção de ácidos graxos livres originados na lipólise varia segundo os tipos de queijo (Amiot, 1991).

Amiot (1991) acrescenta ainda que os ácidos graxos liberados, por sua vez, também sofrem transformações. Por oxidação, os ácidos graxos saturados originam metilcetonas, componentes importantes no desenvolvimento do aroma típico dos queijos azuis.

Na maioria dos casos a lipólise desempenha um papel secundário, ainda que não sem importância. Obviamente, a contribuição relativa da lipólise está a princípio determinada pelo conteúdo de lipídios e pela extensão com que é favorecido este fenômeno durante a fabricação e maturação do queijo (Varnam & Sutherland, 1995).

Gaborit *et al.* (2001) explicam que a lipólise pode ser examinada em três níveis distintos: (1) lipólise inicial do leite (lipólise espontânea); (2) lipólise induzida pelas práticas de extração de leite, armazenagem e operações tecnológicas; (3) lipólise microbiana gerada particularmente pelos tipos de maturação.

Robinson (1987) comenta que a lipólise da gordura no queijo não é intensa, porém se produz um certo grau durante a maturação e os principais produtos gerados são ácidos graxos voláteis de cadeia curta incluindo o butírico, capríco, caprílico e cáprico. As enzimas lipolíticas do queijo podem proceder do leite, dos microrganismos ou das preparações enzimáticas adicionadas ao leite (por exemplo, os coagulantes de origem

bacteriana ou fúngica). A lipase do leite só é ativa no queijo elaborado com leite cru.

Amiot (1991) revela que na maior parte dos casos, a lipólise dos queijos se deve à ação das lipases microbianas. Quase todos os microrganismos são capazes de secretar lipases, porém o fazem de forma muito diferente segundo as espécies. Os mofos produzem grandes quantidades de lipases e por esta razão, os queijos de massa azul e os queijos moles maturados por mofos sofrem uma lipólise mais intensa. Em geral, as bactérias lácticas são pouco lipolíticas, ainda que a longo prazo produzem um certo grau de lipólise nos queijos de flora essencialmente láctica, como o Cheddar.

## **2.5 Aspectos Sensoriais**

Inicialmente, a maturação implica no desenvolvimento desejável dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma característicos pela ação dos microrganismos e as enzimas que degradam as proteínas, gorduras e hidratos de carbono e, em certos casos, metabolizam o ácido láctico, o lactato e o citrato. Vários produtos da hidrólise protéica, assim como ácidos graxos e seus ésteres e cetonas podem estar presentes em quantidades variáveis no queijo. Produzem uma complexa mescla de componentes que proporcionam o necessário equilíbrio para conferir o sabor característico da variedade (Fryer, 1969 *apud* Robinson, 1987).

Sousa *et al.* (2001) diz que a proteólise no queijo durante a maturação representa um papel vital no desenvolvimento, tanto da textura, quanto do sabor do queijo e tem sido objeto de estudo de muitas revisões.

Oliveira (1996) comenta que, no caso do queijo Minas meia cura o aumento da proteólise origina um sabor relativamente forte e a consistência tende a diminuir.

Tavaria (2003) ratifica que a proteólise leva a substâncias que, ou são importantes para o sabor ou que agem como precursoras do aroma. O autor comenta que certos aminoácidos livres são extremamente importantes para o desenvolvimento do sabor. Por exemplo, Arginina é relacionado ao amargor, enquanto que Prolina, Serina e Asparagina são relacionados à doçura. Embora a contribuição direta dos aminoácidos livres a sabores típicos de queijo seja um pouco limitada, eles são associados com a fração volátil do queijo porque eles são precursores de muitos componentes aromáticos voláteis (exemplo, aminas, ácidos carboxílicos, tióis, ésteres, álcoois, aldeídos e tioésteres).

A textura descreve a estrutura ou presença de “olhos” no queijo. Uma textura fechada indica a carência dos ditos “olhos”, enquanto que sua presença é expressa como textura aberta. Quando se originam olhaduras porque as partículas da coalhada carecem de coesão se denomina abertura mecânica e, se é muito extensa, constitui um defeito. Quando os “olhos” se devem à formação não desejada de gás constitui um defeito, apesar de que em grau moderado é uma característica desejável em certos tipos de queijos (Robinson, 1987).

Os componentes que contribuem para o sabor do queijo são adicionados ou são produzidos durante a manufatura (ex., ácido láctico e NaCl), mas são formados, principalmente, como consequência das muitas modificações bioquímicas que ocorrem durante a maturação; o gosto do queijo é um atributo organoléptico importante e o equilíbrio correto de componentes sápidos é fundamental à qualidade do queijo (McSweeney, 1997, *apud* Sousa *et al.*, 2001).

Sousa *et al.* (2001) ressalta que a proteólise contribui para o gosto do queijo através da produção de peptídeos e de aminoácidos livres e os compostos de sabor sávido geralmente se dividem na fração solúvel em água na extração do queijo. Peptídeos grandes não contribuem diretamente ao sabor do queijo, mas são importantes para o desenvolvimento da textura correta; no entanto, peptídeos grandes

podem ser hidrolisados por proteinases e podem tornar-se peptídeos menores que podem ser sápidos.

Engels & Visser (1994) citados por Sousa *et al.* (2001) analisaram frações hidrossolúveis de queijo Cheddar, Edam, Gouda, Gruyère, Maasdam, Parmesão e Proosdij e sugeriram que compostos moleculares pequenos (<500 Da) (peptídeos pequenos, aminoácidos, ácidos graxos livres ou seus produtos rompidos) eram responsáveis pelo gosto básico do queijo.

Conforme Sousa *et al.* (2001), acredita-se que a composição da fração de aminoácido e as proporções relativas de aminoácidos individuais são importantes para o desenvolvimento das características de sabor. No entanto, a proporção relativa de aminoácidos individuais parece ser similar em muitas variedades e o aumento da concentração de aminoácidos livres não necessariamente acelera a maturação nem a intensidade do sabor.

Furtado (1991), comenta alguns defeitos de sabor em queijos, entre eles o sabor ácido, que pode se manifestar em queijos com teor excessivo de umidade (soro) e com problemas no processo de elaboração, fermentação insuficiente ou dessoragem incompleta. Outro sabor é o de salmoura, o qual pode ocorrer em queijos com elevado teor de sal, impedindo a fermentação e o abaixamento do pH. Já o sabor amargo está ligado ao acúmulo de peptídeos amargos de baixo peso molecular. As causas são variadas e estão relacionadas com o coalho, fermento e diversos parâmetros da elaboração.

O amargor no queijo é mais freqüentemente devido a peptídeos hidrofóbicos e é geralmente considerado como um defeito, embora notas amargas possam contribuir para um sabor desejável ao queijo maduro. Peptídeos amargos são formados principalmente pela ação de proteinases coagulantes e starter e o amargor ocorre no queijo quando tais peptídeos acumulam-se a uma concentração excessiva, ou como um resultado de produção elevada ou por degradação inadequada por

enzimas microbianas. Certas seqüências nas caseínas são particularmente hidrofóbicas e, quando quebradas pelas proteinases, podem levar ao amargor. A quimosina (ou substitutos renina) é importante na produção de peptídeos amargos, já que o coagulante residual é a principal proteinase em muitas variedades de queijo e sua ação primária é na  $\beta$ - caseína e libera peptídeos extremamente hidrofóbicos. Assim, fatores que afetam a retenção e a atividade do coagulante no coalho (isto é, pH ou sal) podem influenciar no desenvolvimento do amargor. Os peptídeos amargos também podem ser produzidos diretamente por proteinases starter e, então, acumular-se no queijo devido à ausência de peptidases de starter. Queijos de baixa gordura são suscetíveis ao desenvolvimento de amargor, talvez porque, em queijos gordos, os queijos amargos hidrofóbicos são menos prováveis de serem percebidos como sendo amargos devido à divisão na fase gorda. O catabolismo de aminoácidos livres pode resultar em um número de compostos, incluindo amônia, aminas, aldeídos, fenóis, indol e álcoois, e todos eles podem contribuir para o sabor do queijo (Sousa *et al.*, 2001).

Furtado (1991) cita o sabor oxidado, causado pela rancidez oxidativa do leite. Ainda relacionado com este problema, o autor cita o sabor de “peixe”. Já o sabor saponificado está ligado à reação de ácidos graxos livres com sais no queijo; pode estar relacionado com a rancidez hidrolítica e tende a se manifestar também no final da maturação de queijos com alto grau de lipólise.

Alguns problemas de coloração, que ocorrem no queijo durante a maturação, podem se manifestar internamente e externamente. Uma grande parte dos defeitos de coloração na casca está relacionada com o crescimento superficial de microrganismos (Furtado, 1991).

Amiot (1991) destaca a ação negativa dos microrganismos indesejáveis que, entre outras ações, por sua intensa atividade lipolítica ou proteolítica produzem defeitos no sabor e aroma do queijo.

Quase todo o processo fermentativo da lactose é realizado pelas bactérias lácticas homofermentativas. Quando intervêm microrganismos heterofermentativos, além do ácido láctico formam-se compostos secundários que participam no desenvolvimento do aroma. Também a lipólise lenta e parcial de alguns componentes da gordura conduz à formação de compostos que intensificam o aroma de alguns queijos de maturação longa. Quando se produz uma liberação excessiva de ácidos graxos, em particular de ácido butírico, apresentam-se no queijo graves defeitos de aroma (Amiot, 1991).

## **2.6 Aspectos Microbiológicos**

Conforme Furtado (1991), é provável que o crescimento de mofos em queijos seja um dos problemas mais rotineiros dessa indústria. A ele estão sujeitos todos os tipos de queijos maturados e é bastante trabalhoso impedir o processo. O problema de mofos deve ser encarado de dois ângulos distintos: o dos queijos maturados sem embalagem (queijos com casca) e aquele dos queijos maturados em embalagem hermética e impermeável (onde o processo de embalagem sendo adequado, o crescimento de mofos deixa de ser um problema).

Furtado (1991) relata ainda algumas características gerais dos mofos:

- requerem oxigênio para se desenvolver, o que é variável, em intensidade, para cada espécie;
- podem crescer tanto em pH baixo como alto, mas a maioria parece preferir meios mais ácidos;
- reproduzem-se por intermédios de esporos;
- não resistem à pasteurização;
- preferem umidade relativa do ar mais alta;
- podem crescer em uma ampla faixa de temperatura.



Furtado (1991) ressalta que o controle da umidade relativa do ar é muito importante, pois quando muito elevada favorece o crescimento de mofos na superfície do queijo (mais de 85%).

Oliveira (1986) salienta que, no caso do queijo Minas duro ou curado, pode ocorrer um ressecamento devido à perda de umidade durante a maturação, porém esse ressecamento é benéfico nas condições em que o referido queijo é curado, visto que, do contrário, poderia ocorrer excessiva proteólise e invasão da crosta com mofo, principalmente, que o tornaria completamente diferente, ou até mesmo impróprio para o consumo.

Furtado (1991) comenta a importância do sal na seleção da flora microbiana do queijo. Muitos microrganismos que podem provocar sérios defeitos nos queijos são sensíveis a moderadas concentrações de sal. A salmoura, com o uso corrente, tende a se modificar, tanto química como microbiologicamente: a contagem bacteriana de mofo e leveduras halófilas costuma aumentar, enquanto o teor de sal diminui.

De acordo com Furtado (1991), o crescimento de mofos pode causar uma série de problemas, tais como proteólise da casca em alguns tipos de queijos semiduros; aparecimento de manchas de cores variadas; modificação do sabor na região periférica; rejeição pelo consumidor.

Segundo Robinson (1987), certas espécies de mofos são essenciais para a maturação de determinadas variedades de queijo, porém seu crescimento é indesejável na maioria. Alteram a aparência, podem causar sabores de mofo e produzir micotoxinas. Os isolados com maior frequência nas salas de maturação estão entre os gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Monilia*, *Mucor* e *Penicillium*. As leveduras e mofos se desenvolvem nas paredes e estantes das salas de maturação; a rígida limpeza destas constitui o fator mais importante para controlar seu crescimento.

Lund *et al.* (1995) *apud* Filtenborg *et al.* (1996) destacam que as espécies mais importantes na deterioração de queijos duros, semi-duros e

semi-macios de vários países, sem conservantes adicionados, são: *Penicillium commune* e *P. nalgiovense*.

Conforme Varnam & Sutherland (1995), o crescimento de mofos produz uma alteração bem visível que pode ser acompanhada de uma lipólise e proteólise intensas. *Penicillium* é responsável pelas alterações em 60-80% dos casos e *Aspergillus* é também um contaminante freqüente. Robinson (1987) comenta que os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* crescem a temperaturas muito baixas, como 4 – 10°C.

A grande incidência das alterações dos queijos causadas por mofos, tem despertado uma preocupação sobre a possibilidade de que estes produzam micotoxinas. Os controles realizados têm dados diferentes resultados, porém parece que aproximadamente 20% dos mofos que normalmente causam alteração (*Penicillium* e *Aspergillus*), produzem metabólitos potencialmente tóxicos (Varnam & Sutherland, 1995).

Filtborg *et al.* (1996) explicam que as micotoxinas são formadas durante o crescimento dos mofos nos alimentos. Algumas micotoxinas estão presentes somente no mofo, enquanto que a maioria das micotoxinas é excretada no alimento. Em alimentos sólidos, como queijo, pão, maçãs e laranjas, a difusão é lenta, deixando a maior parte do produto livre de contaminação. Northolt *et al.* (1980) *apud* Filtborg *et al.* (1996) salientam que a micotoxina mais importante encontrada no queijo é a esterigmatocistina.

Furtado (1991) comenta ainda que normalmente acredita-se que os mofos de queijos não são patogênicos. Entretanto, mofos da espécie *Aspergillus flavus*, que produz a aflatoxina B<sub>1</sub>, já foram observados em queijos, apesar de não ser uma ocorrência comum.

A alteração por mofos pode ser um problema importante especialmente no queijo pré-embalado e deve-se tomar rigorosas medidas higiênicas nos setores de embalagem. Entre estas precauções, incluem-se a esterilização do ar por filtração, a desinfecção por raios ultravioleta das superfícies de trabalho e, quando for permitido, o

tratamento antimicótico das embalagens. A incidência das alterações causadas por mofos têm diminuído muito, principalmente pela expansão da embalagem a vácuo e com atmosfera modificada. Apesar disso, o crescimento incipiente dos mofos presentes no momento da embalagem, pode ser suficiente para causar uma alteração visível e as embalagens com vazamentos são um contínuo problema (Varnam & Sutherland, 1995).

A periódica contaminação fúngica causa problemas significantes na qualidade e tem conseqüências econômicas para os produtores de queijo. Embora os queijos sejam embalados a vácuo, algum oxigênio pode vazar para dentro da embalagem através da perda de vácuo ou permeabilidade variável do filme, permitindo o crescimento fúngico que pode ser observado na superfície do queijo (Kure *et al.*, 2001).

Oliveira (1986) declara que as embalagens o vácuo, constituem a melhor opção para embalar queijos mais firmes como o Minas meia-cura e curado. Estas embalagens podem ser aplicadas logo após os queijos estarem devidamente enxutos, cerca de 7 a 10 dias após a fabricação, ou podem ser aplicadas após o término da cura. Essa embalagem oferece ótima proteção contra perda de umidade e crescimento de mofo, além de oferecer uma boa apresentação do produto no comércio.

Alguns agentes fungistáticos têm sido usados para combater o crescimento de mofos na superfície dos queijos, sendo que os principais são o ácido sórbico (sorbato de potássio) e a pimaricina (Furtado, 1991).

## **2.7 Substâncias Conservadoras**

### **2.7.1 Natamicina**

Conforme Torres (1997), a natamicina (antibiótico com princípio ativo pimaricina), é um grande e potente inibidor de bolores e leveduras. Seu uso tem sido recomendado em alguns alimentos sólidos, onde a casca ou

a película envolvente não é ingerida como o caso de queijos duros e embutidos cárneos.

Furtado (1991) afirma que a pimarcina trata-se de antibiótico produzido por *Streptomyces natalensis*, estável na faixa de pH de 4,5 a 6,5, inativo contra bactérias, mas um potente fungicida.

As condições ambientais prevalentes durante a maturação do queijo, combinadas com a composição do queijo, geralmente criam possibilidades para o desenvolvimento extensivo de mofo na superfície dos queijos, o que reduz consideravelmente sua qualidade. Como um resultado do crescimento de mofo, as aflatoxinas podem ser produzidas no queijo, tornando-o impróprio para o consumo humano. Sendo assim, durante a maturação, os queijos são protegidos contra o desenvolvimento de mofo através da cobertura de suas superfícies com uma camada protetora (Reps *et al.*, 2002).

O “Delvocid”, uma preparação contendo a natamicina, uma substância usada na terapêutica, é usado na produção de queijo para proteger a superfície do mesmo contra o desenvolvimento de mofos. Essa preparação é adicionada, ou a acetato polivinil (PVA), usado para a cobertura do queijo, ou como uma suspensão aquosa na qual o queijo é imerso antes da maturação (Reps *et al.*, 2002).

Furtado (1991) salienta que o Delvocid é aplicado no queijo na forma de solução aquosa a 0,5%, na qual se mergulham os queijos logo após a salmoura. O tratamento pode ser repetido após três ou quatro semanas.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (Brasil, 1996), a natamicina pode ser utilizada em queijos com a função de conservador, no limite máximo de 1 mg/dm<sup>2</sup>. Só na superfície 5 mg/Kg, não detectável a 2mm dos queijos cortados ou de profundidade (ausência na massa).

Robinson (1987) recomenda aplicar a pimarcina na superfície dos queijos duros a concentrações de aproximadamente 1000 ppm, ficando uma concentração residual de 5 ppm.

A natamicina, em uma concentração consideravelmente menor do que outros fungicidas conhecidos, destrói, tanto os mofo produtores de hifas, como os mofo esporulados. Até agora, os queijos foram protegidos contra o crescimento de mofo pelos tratamentos com ácido propiônico e com sorbatos de sódio, cálcio ou potássio (Reps *et al.*, 2002).

Reps *et al.* (2002) comentam que a concentração permitida de natamicina na superfície do queijo é de apenas 2mg/dm<sup>2</sup>. A migração da natamicina é negligente, e quando usada em acetato polivinil, ela permanece na superfície do queijo.

Um fato a ser observado nos queijos tratados com natamicina, é o de que, tendo transcorrido normalmente a elevação do pH durante os 21 dias de maturação, esse agente conservador pode agir normalmente, pois somente “a um pH inferior a 3 e superior a 9, a natamicina é menos estável” (Grupo Industrial AISA, 2002).

Torres (1997) revela que a pimaricina é usada em aproximadamente 30 países, porém não é recomendada em queijos ou embutidos no Japão. Na Alemanha seu uso foi sugerido como aditivo em cervejas, vinhos e sucos de frutas, porém a prática não foi implementada por que a substância, ao ser testada, provocava alterações irreversíveis em cepas de leveduras.

Robinson (1987) salienta que a objeção quanto ao uso da pimaricina é a sua utilização em clínica humana como antifúngico, embora neste contexto pareça improvável que ocorram problemas pelo aparecimento de cepas resistentes.

### 2.7.2 Sorbato de Potássio

O ácido sórbico é um ácido carboxílico insaturado, solúvel em lípidos e de baixa solubilidade em água. Tem sido usado, junto com um de seus sais, sorbato de potássio, na preservação de diversos alimentos, até mesmo queijos. A atividade antimicrobiana do ácido sórbico deve-se a

sua molécula não dissociada: em pH 7,0, o ácido sórbico se apresenta 0,6% indissociado, e em pH 4,4, 70% indissociado, o que indica que, quanto mais baixo o pH maior é sua ação fungistática. Em pH 5,0 – ligeiramente abaixo do pH da maioria dos queijos de massa lavada semicozida – se apresenta 37% indissociado (Furtado, 1991).

Bodyfelt (1981) menciona que o ácido sórbico, um ácido graxo insaturado de seis carbonos, é classificado pela Administração de Drogas e Alimentos – Food and Drug Administration (FDA) como um ingrediente alimentar, geralmente reconhecido como seguro que é metabolizado pelo corpo humano da mesma forma que outros ácidos graxos. O ácido sórbico e seus sais de potássio e sódio têm sido usados em uma ampla variedade de produtos alimentares por mais de 25 anos como inibidores de crescimento microbiano (mofos, leveduras e certas espécies de bactérias). Vários produtores de queijo cottage, nos EUA, têm usado os sorbatos (primariamente como inibidor de mofos e leveduras) desde a revisão de 1972 do FDA a respeito do padrão de identificação do queijo cottage, que permitiu o uso de ingredientes seguros e adequados.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (Brasil, 1996), o ácido sórbico e seus sais, incluindo o sorbato de potássio, podem ser adicionados em queijos com a função de conservadores, sendo que o limite máximo permitido é de 1000 mg/Kg de queijo (em ácido sórbico).

Perry & Lawrence (1960) citados por Bodyfelt (1981) relataram que a eficácia do ácido sórbico depende de sua concentração, da temperatura de armazenagem e do nível de contaminação microbiana inicial. Em seu estudo, os níveis de ácido sórbico a 0,05% e a 0,07%, em queijos cottage cremosos de pH 4,9, serviram para aumentar a estabilidade microbiológica e a estabilidade do sabor.

Conforme Furtado (1991), apesar de ser comprovadamente efetivo contra o crescimento de mofos, a ação preventiva do ácido sórbico em queijos depende de uma série de fatores, entre os quais o pH, atividade

de água e temperatura. Alguns tipos de mofos (gênero *Penicillium*) podem crescer em presença de até 0,71% de sorbato de potássio (Furtado, 1991).

Estudos têm demonstrado que a eficiência do ácido sórbico e sorbato de potássio no combate a mofos é limitada e que estes compostos nem sempre os inibem, havendo casos em que certas espécies de mofos podem degradá-lo. Sua efetividade aumenta quando o tratamento é aliado a outros cuidados de higiene aplicados aos queijos durante a maturação (Furtado, 1991).

Reps *et al.* (2002) comentam que a concentração inibitória do sorbato, quando comparado a natamicina, é alta: 300 mg/dm<sup>2</sup> na superfície do queijo. Também salienta que o sorbato difunde-se para dentro do queijo e afeta as suas propriedades organolépticas.

Sensidoni *et al.* (1994) citados por Filtenborg *et al.* (1996) afirmam que algumas espécies de fungos resistentes são capazes de metabolizar os sorbatos, quando usados como conservantes em queijos, formando um metabólito com odor de querosene, o trans-1,3-pentadieno.

Bodyfelt (1981) comenta que vários estudos foram conduzidos para determinar a eficácia dos sorbatos na ampliação da vida de prateleira do queijo cottage, através do retardamento do crescimento de mofos e leveduras. Vários investigadores mostraram que o ácido sórbico, ou seus sais, em concentrações de 0,05 a 0,1%, ampliaram a vida de prateleira do queijo cottage. Germinder (1959) citado por Bodyfelt (1981) relatou que o ácido sórbico ou o sorbato de potássio, no queijo cottage, apresentaram um sabor amargo a 0,1%, mas não a 0,075%.

De acordo com Furtado (1991), o ácido sórbico e o sorbato de potássio podem ser aplicados aos queijos de diversas maneiras:

- No caso de queijos fundidos, Requeijão, Ricota ou Cottage-Cheese, usa-se ácido sórbico (de 0,05 a 0,1%) em mistura com a massa;

- No caso de queijos como Gouda, Prato, Parmesão e outros, estes podem ser imersos rapidamente em uma solução aquosa contendo de 20 a 30% de sorbato de potássio, logo após a salmoura;
- Eventualmente o material de embalagem dos queijos pode ser pulverizado com ácido sórbico à base de 1-4 g/m<sup>2</sup>.



## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Fabricação do queijo

#### 3.1.1 Leite

A matéria-prima utilizada foi leite pasteurizado, obtido de produtores da região de Santa Maria, com as seguintes características:

- gordura: 2,59%;
- densidade: 1,0294 g/L (a 15°C);
- crioscopia:  $0,521^\circ \text{H} = 2,8\%$  de água;
- acidez: 18° D;
- peroxidase: positiva;
- fosfatase: negativa.

#### 3.1.2. Queijo Minas padrão

Os queijos utilizados no experimento foram produzidos no mês de julho de 2003, na Usina de Laticínios da UFSM, de acordo com as normas estabelecidas para o queijo Minas padrão.

Foram produzidos, no total, 45 queijos. É importante salientar que os mesmos foram fabricados com aproximadamente 0,5 Kg, tendo em vista a redução dos custos do experimento, contrariando o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 2003), o qual estabelece que o peso para o queijo Minas padrão deve estar em torno de 1,0 a 1,2 Kg. Em função do peso utilizado, o período de salga foi alterado para 12 h, metade do tempo estabelecido normalmente (24 h/Kg de queijo).

O processo de fabricação do queijo Minas padrão está esquematizado no fluxograma abaixo (Figura 1):

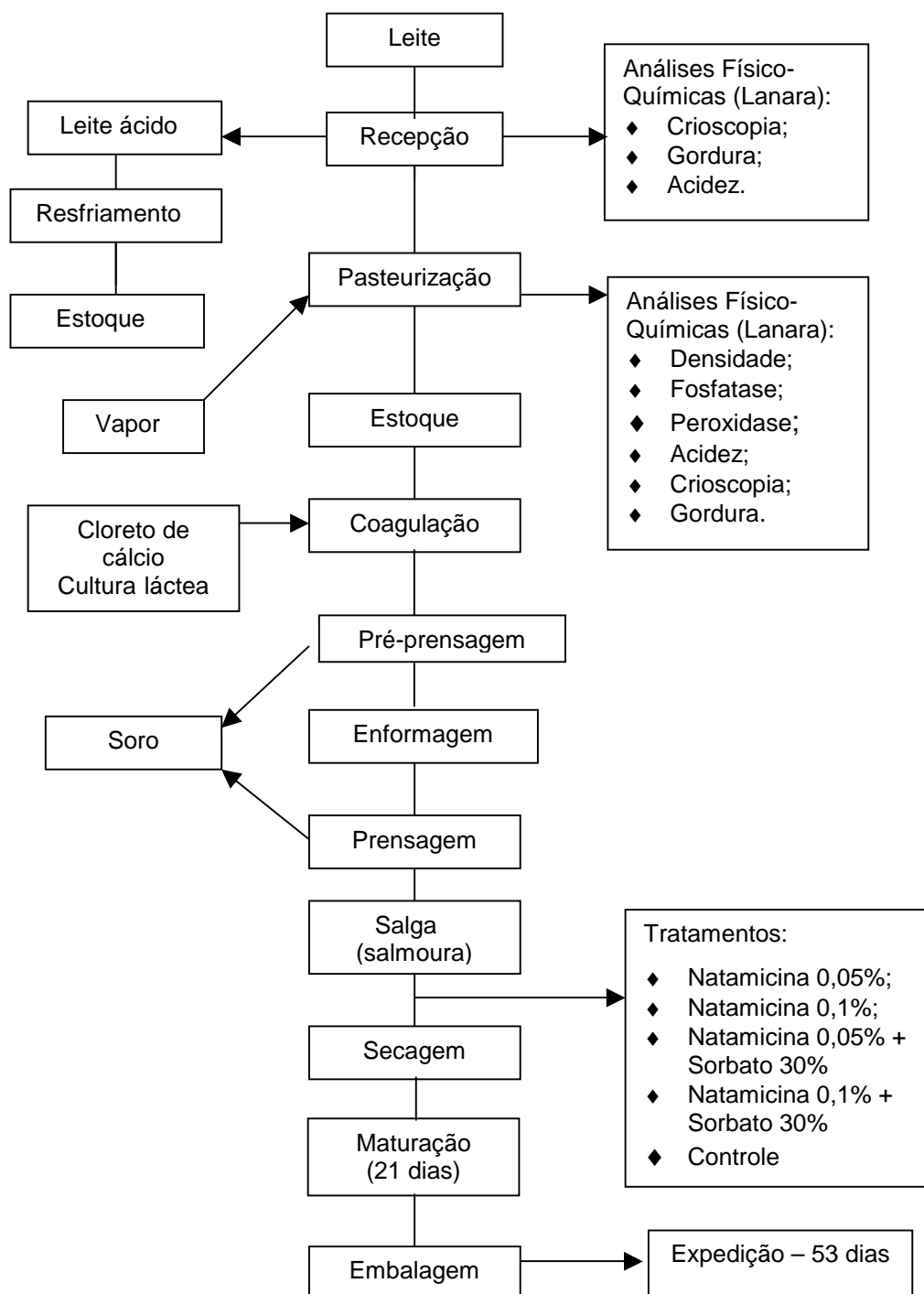


FIGURA 1 - Fluxograma de produção do queijo Minas padrão.

## 3.2 Tratamentos

Os queijos passaram pelos seguintes tratamentos:

- Controle (Q);
- Aspersão de natamicina 0,05% (E);
- Aspersão de natamicina 0,1% (D);
- Aspersão de natamicina 0,05% e sorbato 30% (T);
- Aspersão de natamicina 0,1% e sorbato 30% (S).

Os tratamentos foram realizados após a salga, antes de iniciar o processo de maturação dos mesmos.

## 3.3 Análises Físico-químicas

### 3.3.1 Preparo das amostras

Após a higiene adequada dos queijos, retirou-se amostras representativas de várias partes dos mesmos. Essas partes foram processadas em processador marca Arno®. Posteriormente, essas amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos fechados com tampa, e utilizadas para a análise do dia zero. O restante foi congelado para as análises posteriores.

As seguintes análises foram realizadas nos queijos no dia 0 (zero), após os 21 dias de maturação, e 53 dias após a fabricação:

- pH;
- Acidez;
- Gordura;
- Umidade;
- Nitrogênio total;
- Nitrogênio solúvel em água;
- Cinzas;
- Cloreto de sódio.

### 3.3.2 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada de acordo com Lanara (1981) onde se descreve a utilização do aparelho pHmetro para tal processo.

### 3.3.3. Determinação da acidez

A determinação da acidez foi realizada pelo método de extração através de álcool etílico 95% neutralizado: deixa-se em repouso por 24h, filtra-se e titula-se com NaOH 0,1N até aparecimento da coloração rósea. Este método está descrito por Lanara (1981).

### 3.3.4 Determinação da gordura

A determinação da gordura foi realizada pelo Método do butirômetro do leite, o qual fundamenta-se no ataque seletivo da matéria orgânica por meio do ácido sulfúrico, com exceção da gordura, que é separada por centrifugação, auxiliada pelo álcool amílico que modifica a tensão superficial. O método é indicado por Lanara (1981).

### 3.3.5 Determinação da umidade

A determinação da umidade das amostras foi realizada através do processo de perda de água e substâncias voláteis a uma temperatura de 105°C, até atingirem peso constante, de acordo com Lanara (1981).

### 3.3.6 Determinação de nitrogênio total – proteína

Para a determinação do nitrogênio total foi utilizado o Método Kjeldahl. Este método baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico p. a. e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada. Pode-se expressar os resultados em protídios,

multiplicando-se a porcentagem do nitrogênio total por 6,38, de acordo com Lanara (1981).

### 3.3.7 Determinação de Nitrogênio solúvel em água

A extração de nitrogênio solúvel em água foi realizada de acordo com Bütikofer *et al.* (1993). Usou-se o Ultra Turrax para a homogeneização da amostra. Para a dosagem do nitrogênio contido na amostra, usou-se o Método Kjeldahl.

### 3.3.8 Determinação do resíduo mineral fixo – cinzas

Para a determinação das cinzas das amostras, utilizou-se o método descrito por Lanara (1981), o qual fundamenta-se na perda de peso devido à combustão da matéria orgânica, quando incinerada em bico de Bünsen e levada a mufla a 550°C, permanecendo apenas o resíduo mineral fixo.

### 3.3.9 Determinação de cloretos

A determinação de cloretos foi realizada através do Método de Mohr, o qual fundamenta-se na precipitação dos cloretos sob a forma de cloreto de prata, em pH 8,3, em presença de cromato de potássio como indicador. O final da reação é dado pela formação do precipitado vermelho tijolo de cromato de potássio, de acordo com Lanara (1981).

## 3.4 Análise microbiológica

### 3.4.1 Contagem de bolores e leveduras

Realizou-se a contagem de bolores e leveduras nos queijos no dia de fabricação (dia zero), no 21º dia de maturação, e no 53º dia após a fabricação.

A determinação do número de bolores e leveduras nas amostras de queijo seguiu a metodologia descrita por Lanara (1999).

As amostras de cada tratamento (25 gramas) foram homogeneizadas, separadamente, em 225 mL de água peptonada. Fez-se as diluições e, de cada uma, retirou-se alíquotas de 1 mL para inoculação em placas de Petri, sempre em duplicata. Após a adição do inóculo, adicionou-se o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA), acidificado com ácido tartárico. Posteriormente, as placas foram acondicionadas em estufa, em posição invertida, à temperatura de 20-25°C por 5 dias. Posteriormente à incubação, realizou-se a contagem das colônias que se desenvolveram nas placas, as quais apresentaram de 30 a 300 colônias. Para o cálculo, fez-se médias das placas em duplicata, e o resultado foi transformado em logaritmos decimais de UFC · g<sup>-1</sup>.

### **3.5 Análise Sensorial**

Realizou-se análise sensorial para avaliar a cor, o odor, o sabor e a textura nos queijos, no 21º dia de maturação, e no 53º dia após a fabricação.

Esta análise foi realizada em duas etapas: no primeiro dia, realizou-se um Teste de Comparação múltipla, e no dia posterior, realizou-se um Teste de Aceitabilidade, ambos quanto ao sabor, cor, odor e textura dos queijos. Para ambos, utilizou-se escala hedônica de 7 pontos, conforme o anexo A e anexo B.

O painel sensorial contou com aproximadamente 20 provadores não-treinados, e foi realizado no Departamento de Tecnologia e Ciência do Alimentos da UFSM, no turno da manhã.

#### **3.5.1 Teste de Comparação Múltipla**

Princípio: o provador recebe uma amostra padrão, especificada com a letra P, e uma ou mais amostras codificadas. O julgador é solicitado a provar as amostras, comparando-as com o padrão e avaliar o

grau de diferença entre a amostra codificada e o padrão, usando uma escala feita para esse propósito. Importante: sempre se introduz uma amostra igual ao padrão entre as amostras codificadas (Dutcoski, 1996).

### 3.5.2 Teste de Aceitabilidade

Princípio: o provador recebe as amostras codificadas e é solicitado a avaliar os seus sentimentos com relação a cada amostra utilizando uma escala apropriada. Pode-se avaliar somente a aceitação global, ou seja o produto como um todo, ou também, avaliar a aceitação de atributos do produto (por ex: cor, aroma de morango, gosto doce, etc) (Ferreira *et al.*, 2000).

## 3.6 Análise Estatística

Realizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 3 repetições, fazendo uso da análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) (Costa Neto, 1987). Para tal, utilizou-se o programa Microsoft Excel 2000.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características físico-químicas

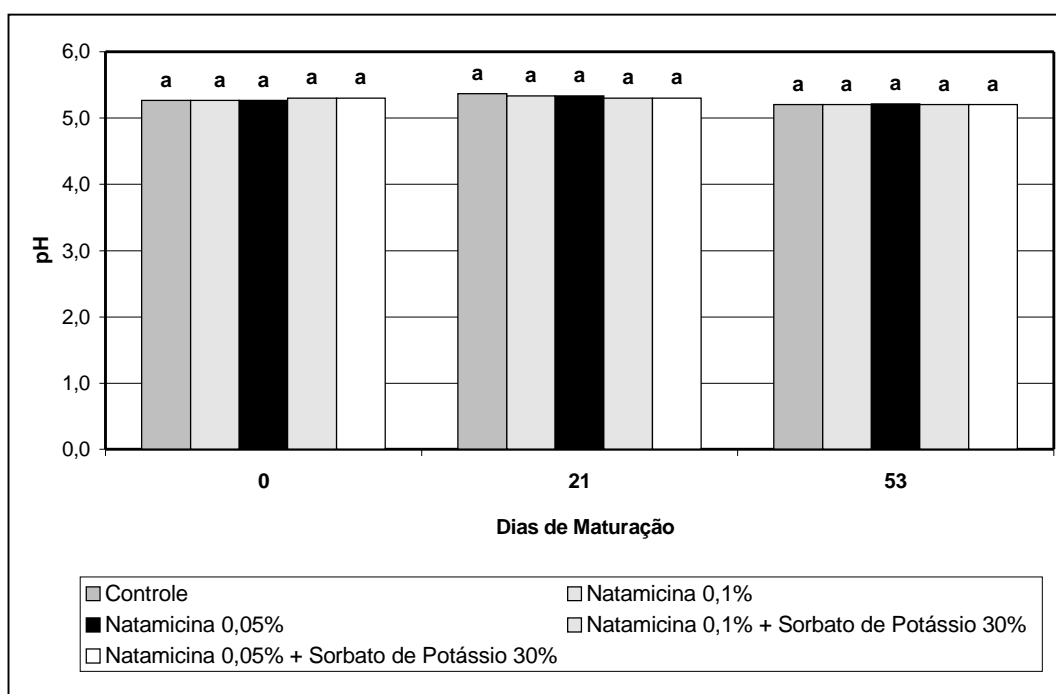
#### 4.1.1 pH

A Figura 2 mostra os valores de pH dos queijos tratados nas análises realizadas no dia 0 (zero), no 21º dia e 53º dia após a fabricação. Estatisticamente, não houve nenhuma diferença significativa entre os tratamentos (natamicina 0,05%, natamicina 0,1%, natamicina 0,05% + sorbato 30%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e controle) para cada dia de análise. Todos os tratamentos mantiveram-se com um valor de pH em torno de 5,3 e da mesma forma o controle. Esses valores estão de acordo com os relatados por Robinson (1987), para o qual o pH mínimo da maioria dos queijos é 5,3 e em muitas variedades alcança o valor de 4,5. Tecnicamente, o valor para o queijo Minas padrão é relatado como sendo de 5,0 a 5,2 (Agridata, 2002).

Quando analisou-se a diferença de pH em relação aos tratamentos nos diferentes dias de maturação (dia zero, 21º dia e 53º dia) houve diferenças significativas estatisticamente (Figura 3). Inicialmente, os tratamentos mantiveram-se constantes (do dia zero ao 21º dia). Após o 21º dia de maturação, houve uma ligeira queda do pH, para todos os tratamentos, sendo que quando medido no 53º dia após a maturação foi de 5,2. Segundo Furtado (1991), o pH tende a se elevar durante a maturação com maior ou menor intensidade, dependendo da rapidez com que o ácido láctico é consumido e compostos básicos são formados. Diz ainda que o abaixamento do pH é devido ao aumento do teor de ácido láctico do queijo que, por sua vez, tende a solubilizar o cálcio presente,



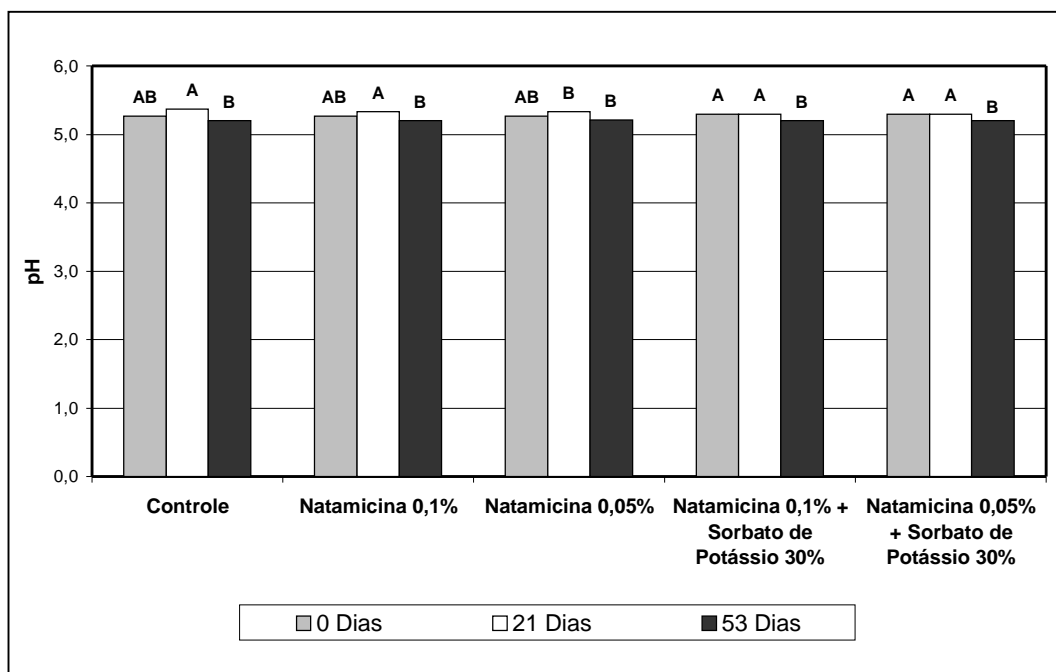
alterando assim sua estrutura. Embora a glicólise ocorra geralmente no início da maturação, existe a possibilidade de ainda estar acontecendo nesse período, já que 21 dias é um período relativamente curto de maturação.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 2 – Valores médios de pH dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Um fato a ser observado é que os valores de pH iniciais e ao longo da maturação (em torno de 5,3) são muito próximos ao ideal, que, como visto anteriormente, para Robinson (1987), é de 5,3. Dessa forma, acredita-se que a maturação tenha ocorrido normalmente.



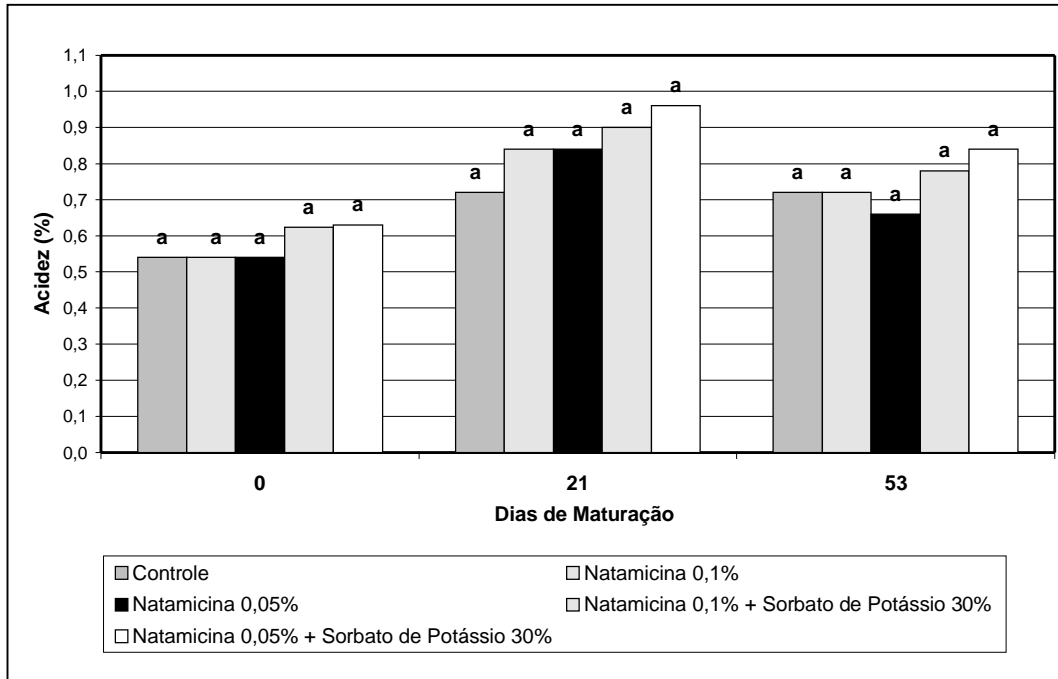
Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 3 – Valores médios de pH dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

#### 4.1.2 Acidez

Os valores de acidez dos queijos, nas análises realizadas no dia zero, no 21º e no 53º dia após a fabricação, não tiveram, estatisticamente, diferença significativa (Figura 4).

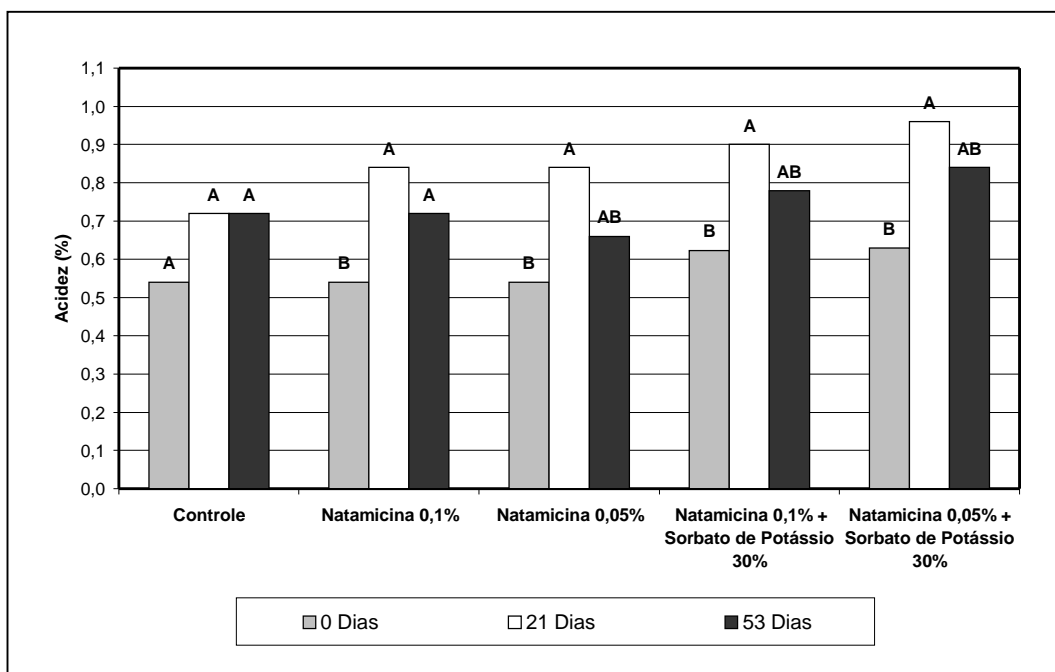
No que diz respeito ao tempo de maturação, ao analisarmos individualmente cada tratamento, estatisticamente a acidez aumentou significativamente durante os primeiros 21 dias, como pode-se observar na Figura 5, nos queijos tratados com natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30%.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 4 - Valores médios de acidez dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Portanto, a acidez do queijo Minas padrão foi afetada pelo tempo de maturação, independentemente dos tratamentos aplicados. Esse resultado está de acordo com uma pesquisa realizada por Magalhães *et al.* (2001), onde o queijo controle (tipo Minas) teve um aumento da acidez, no decorrer da maturação; aos 15 dias de maturação, a acidez foi de 0,53%, aumentando para 0,61%, aos 30 dias.



Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

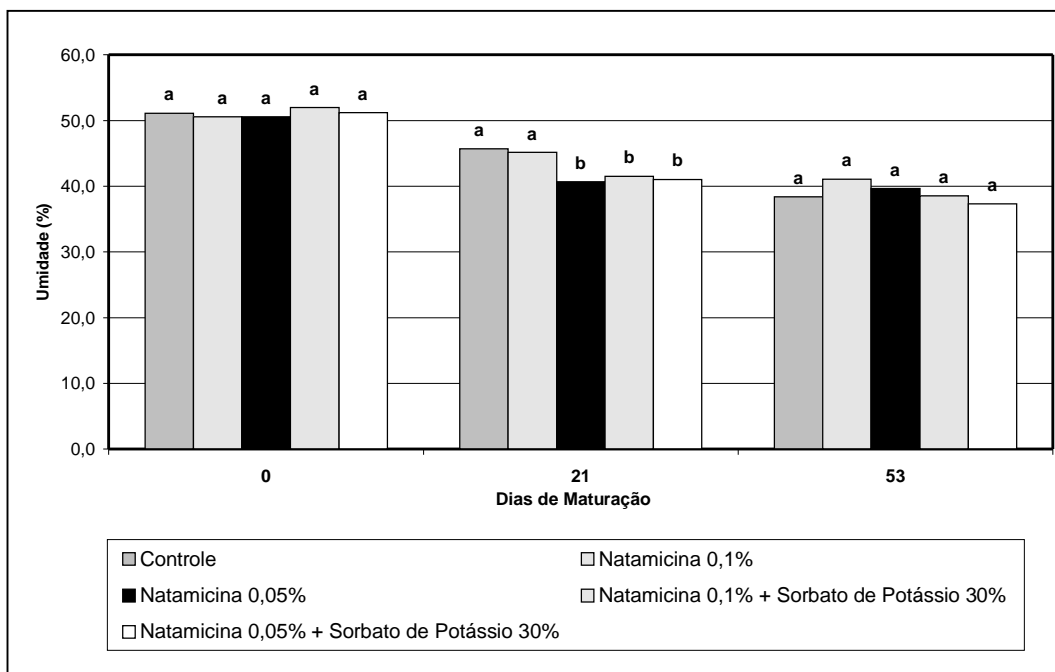
FIGURA 5 – Valores médios de acidez dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Os valores encontrados para os tratamentos do presente trabalho (na faixa de 0,72 a 0,96) estão muito próximos do relatado por Sghedoni *et al.* (1979), o qual comenta que o valor para o ácido láctico após a maturação do queijo Minas é de 1%. Já para Gomes & Bonassi (1996), os resultados obtidos para a acidez titulável em duas amostras de queijo Minas, os valores encontrados aos 24 dias de maturação foram de 1,24% e 1,27%.

Deve-se salientar que a variação da acidez ao longo da maturação depende do substrato lactose, à qual é hidrolisada, formando ácido láctico. Dessa forma, o pH diminui e a acidez aumenta.

### 4.1.3 Umidade

A umidade dos queijos Minas da presente pesquisa apresentou variações estatísticas significativas entre os tratamentos e o controle, no final da maturação (21<sup>o</sup> dia), como pode ser observado na Figura 6.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

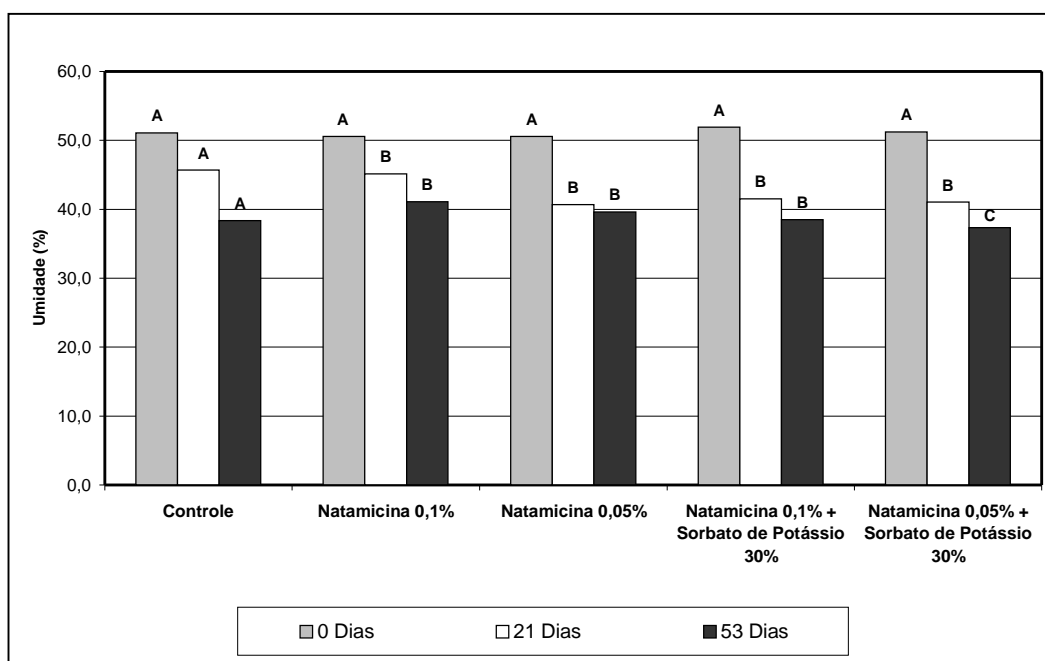
FIGURA 6 - Valores médios de umidade dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21<sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53<sup>o</sup> dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

O controle e o tratamento com natamicina 0,1% apresentaram um índice de umidade maior que os demais. Para os dias zero e 53<sup>o</sup> dia, quando analisados, os queijos não apresentaram diferenças significativas estatisticamente entre os diversos tratamentos e o controle. Ao final o

período de maturação (21º dia) os tratamentos e o controle situaram-se numa faixa de 40,68 a 45,68% de umidade. Oliveira (1986) descreve um valor de 43% como umidade do queijo Minas meia-cura típico, e Sghedoni *et al.* (1979) como sendo do queijo Minas padrão. De acordo com Agridata (2002), tecnicamente, o queijo Minas padrão possui umidade na faixa de 46 a 49%. Já Varnam & Sutherland (1995) classificam-nos como sendo semiduros, ou seja, com teor de umidade de 42 a 52%. No Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos (Brasil, 1996), o valor de umidade para classificar um queijo como sendo de média umidade (massa semidura) está na faixa de 36 a 45,9%, onde se enquadrou o queijo Minas padrão do presente trabalho.

Os teores de umidade quanto aos tratamentos individualmente e seus comportamentos durante as análises nos diferentes dias de maturação, apresentaram um decréscimo estatisticamente significativo do dia zero para o 21º dia, para os queijos tratados com natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30%, o que não ocorreu com o controle. Uma possível causa para esse fato ter ocorrido é que o queijo controle estaria protegido contra a perda de umidade pela camada de mofos superficial durante a maturação. (Figura 7). Esse comportamento (queda da umidade) é o esperado durante a maturação do queijo Minas padrão. Para Oliveira (1986), a umidade relativa recomendada quando os queijos ainda estão enxugando, é de 85 a 90%, sendo aumentada para 90-95% após os primeiros 7 a 10 dias. Esse aumento serve para diminuir a evaporação, visto que uma perda de umidade muito acentuada, além de causar defeitos nos queijos, pode acarretar prejuízos em função da perda de peso. Em pesquisa realizada por Magalhães *et al.* (2001), o queijo Minas controle, aos 15 dias de maturação apresentou uma umidade de 52,48%, diminuindo para 50,74% ao final dos 30 dias de maturação. No caso do presente trabalho, a diminuição da umidade (do 21º de maturação para o 53º dia após a fabricação) pode ter ocorrido em função do sistema

utilizado para a embalagem dos queijos. Os mesmos foram embalados à vácuo, porém não eram embalagens termoencolhíveis, as quais seriam recomendáveis. As embalagens utilizadas permitiam a entrada de oxigênio já que possuíam uma certa permeabilidade. Dessa forma, também os queijos podem ter perdido umidade para o meio.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 7 – Valores médios de umidade dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Segundo Robinson (1987), em geral, quanto menor é o conteúdo de umidade, maior é a vida útil do queijo. Isso provavelmente ocorre porque, de acordo com Furtado (1991), quanto mais alto o teor de umidade, mais alta a atividade de água. Dessa forma, os microrganismos possuem

melhores condições de desenvolvimento, assim como as reações enzimáticas indesejáveis. No presente estudo, o comportamento da umidade provavelmente não foi o único responsável pelo desenvolvimento de bolores e leveduras na superfície, pois estes microrganismos podem se desenvolver em baixa atividade de água.

#### 4.1.4 Gordura

##### 4.1.4.1 Gordura no extrato seco do queijo

Verificou-se, na análise de gordura em extrato seco (Tabela 1), que os tratamentos do queijo Minas padrão não tiveram nenhuma diferença significativa em relação ao controle.

TABELA 1 – Valores médios de gordura no extrato seco dos queijos Minas padrão aos 21 dias de maturação (natamicina 0,05%, natamicina 0,1%, natamicina 0,05% + sorbato 30%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e controle).

<b>Tratamentos</b>	<b>Gordura no extrato seco (%)</b>
Controle	36,53
Natamicina 0,05%	39,38
Natamicina 0,1%	31,82
Natamicina 0,05% + Sorbato 30%	37,77
Natamicina 0,1% + Sorbato 30%	35,08

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para queijos (Brasil, 1996), os queijos tratamentos e controle são classificados como “semigordo” quando contêm entre 25,0 e 44,9% de matéria gorda no extrato seco. Os valores médios de gordura na matéria seca encontrados para as peças de queijo da presente pesquisa (na faixa de 33,45% a 36,65%) estão um pouco abaixo dos valores encontrados por Sghedoni *et al.* (1979), também para queijo Minas padrão (47%),



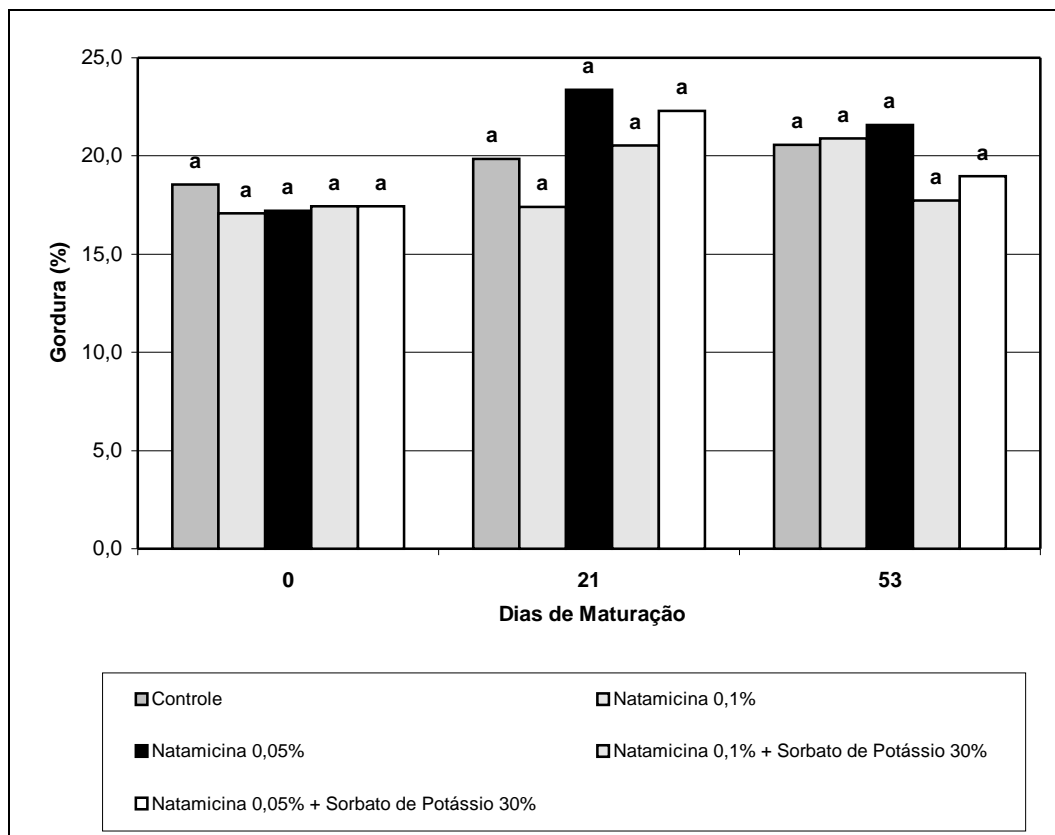
diferença esta provavelmente devido a diferença no teor de gordura do leite utilizado para a fabricação do queijo.

#### 4.1.4.2 Gordura no queijo

Já com relação ao teor de gordura no queijo, os valores encontrados para os queijos desta pesquisa, nos diferentes dias de pesquisa (zero, 21º e 53º dia após a fabricação) não mostraram-se significativamente diferentes entre si. Tais valores, no final da maturação (21º dia após a fabricação) encontram-se em uma faixa que vai de 17,40% a 23,36% (Figura 8). Tecnicamente, esses valores são inferiores aos relatados por Agridata (2002) – (23 a 25%).

Esse fato pode ter ocorrido devido ao teor de gordura no leite usado para fabricação de tais queijos, que foi de 2,59%. Os baixos valores de gordura no extrato seco demonstram este efeito.

Segundo Behmer (1984), na uniformização do queijo de Minas (aprovada pela 1ª Conferência Nacional de Leite e Laticínios), o leite empregado como matéria-prima para tal queijo deve ter um mínimo de 3% de matéria gorda. Da mesma forma, Sghedoni *et al.* (1979) aponta um valor de 3,5% de gordura para a padronização do leite que servirá de matéria-prima. Para Oliveira (1986), um leite integral, ou seja, com teores de gordura na faixa de 3 a 4%, apresenta-se como ideal para a fabricação de queijo tipo Minas. Ainda de acordo com o mesmo autor, tecnologicamente falando, o queijo Minas não exige muita gordura na sua massa.

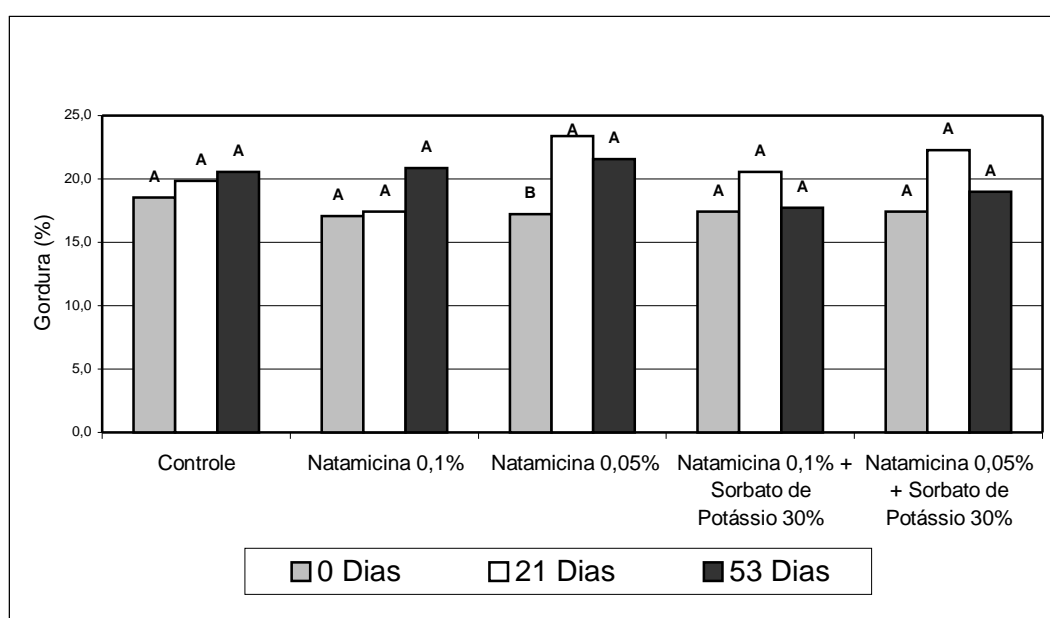


Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 8 - Valores médios de gordura dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Não houve diferenças estatisticamente significativas na evolução do teor de gordura dos queijos com o tempo de maturação (Figura 9), com exceção do queijo tratado com natamicina 0,05%. Porém, percebe-se um aumento no teor de gordura da primeira análise (dia zero) para a segunda (21º dia de maturação) na maioria dos queijos; o maior aumento foi no queijo tratado com natamicina 0,05% (de 17,21% para 23,36%), concordando com relatos feitos por Gomes & Bonassi (1996) para o queijo Minas padronizado acerca do teor de gordura, onde tais valores também aumentaram desde o primeiro dia de maturação até o 24º dia –

de 27,70 para 33,00 em P1, e de 26,20 para 31,00, em P2 (P1 e P2 correspondem ao Processamento 1 e processamento 2, ambos realizados de acordo com a metodologia indicada para o queijo Minas padrão, em um estudo que verificava a evolução da microbiota durante a cura). Isso indica que até então, o processo de cura ocorreu normalmente, pois durante esse período a lipólise que acontece provoca a quebra dos lipídios liberando ácidos graxos. Além disso, ocorre a perda de umidade, aumentando a concentração de gordura na massa do queijo.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 9 – Valores médios de gordura dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

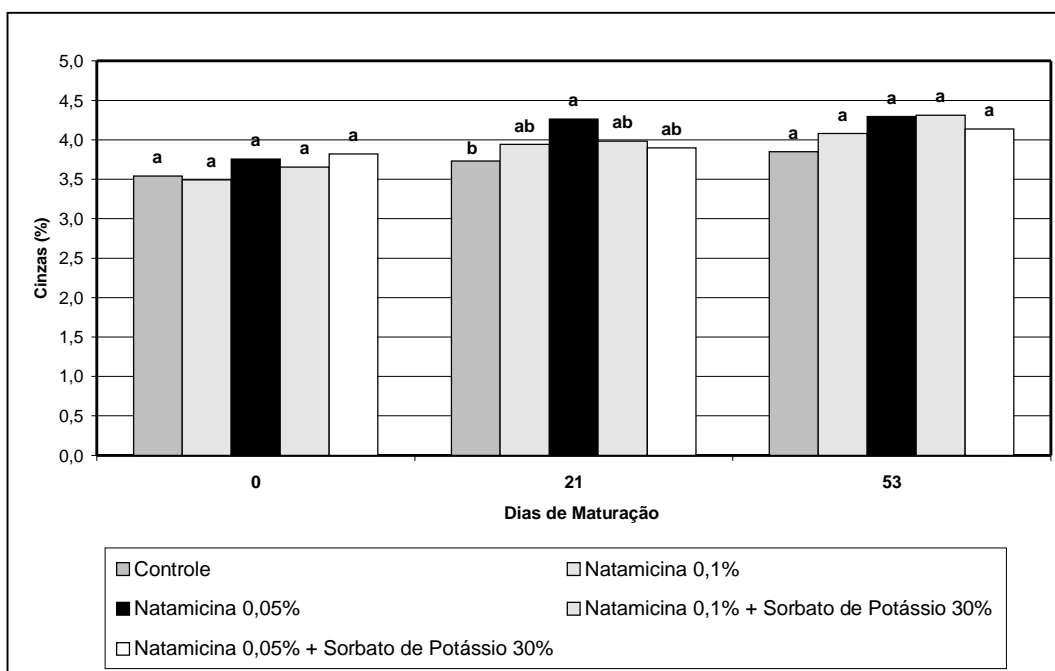
Também em pesquisa realizada por Castro (1999), para o mesmo queijo, os teores de gordura após um e quatorze dias da fabricação

foram, respectivamente, 25,83% e 36,92%. Em um segundo momento, os valores de gordura do queijo Minas padrão encontrados na presente pesquisa tiveram um ligeiro decréscimo, com exceção do tratado com natamicina 0,1% e do controle. Uma possível causa para este fato é que, embora os queijos tenham sido embalados a vácuo, pode ter ocorrido entrada de pequenas quantidades de oxigênio, já que as embalagens utilizadas possuíam permeabilidade e não eram termoencolhíveis, deixando os queijos expostos novamente à umidade.

#### 4.1.5 Cinzas

O papel das cinzas é de grande importância no que se refere à textura final dos queijos. A massa de um queijo é como se fosse um conjunto onde o cálcio, principalmente, faz o papel de esqueleto de estrutura, de elemento de ligação (Furtado & Pombo, 1979).

Quanto ao teor de cinzas, estatisticamente houve uma diferença significativa no 21º dia de maturação entre os tratamentos (natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30%, natamicina 0,05% + sorbato 30% e o controle), como pode ser observado na Figura 10. O queijo controle apresentou menor valor em relação aos demais, enquanto o queijo tratado com natamicina 0,05% foi o que obteve maior teor de cinzas. Este valor encontrado para o queijo tratado com natamicina 0,05% (4,26%) está de acordo com a pesquisa realizada por Castro (1999), onde a percentagem de cinzas para o queijo Minas padronizado, com tempo de maturação de 14 dias, foi de 4,31%.

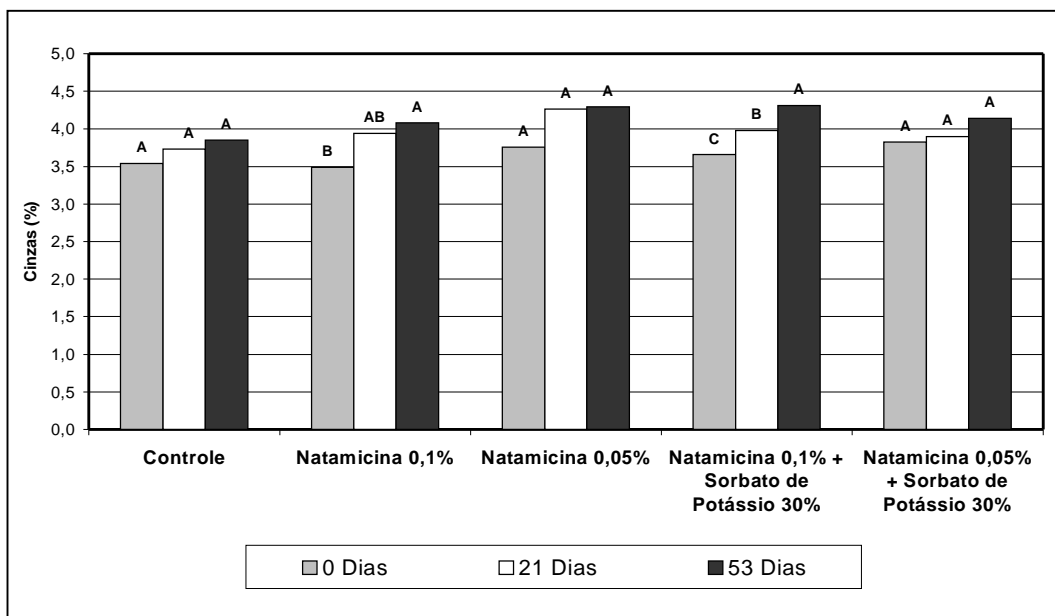


Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 10 - Valores médios de cinzas dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

No que diz respeito à variação do teor de cinzas ao longo do período de maturação, quando analisou-se individualmente cada tratamento, houve um aumento estatisticamente significativo do dia zero até o 53º dia após a fabricação para os queijos tratados com natamicina 0,1% e natamicina 0,1% + sorbato 30%, como pode-se observar na Figura 11. Para os demais tratamentos, houve um aumento, porém o mesmo não foi significativo.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

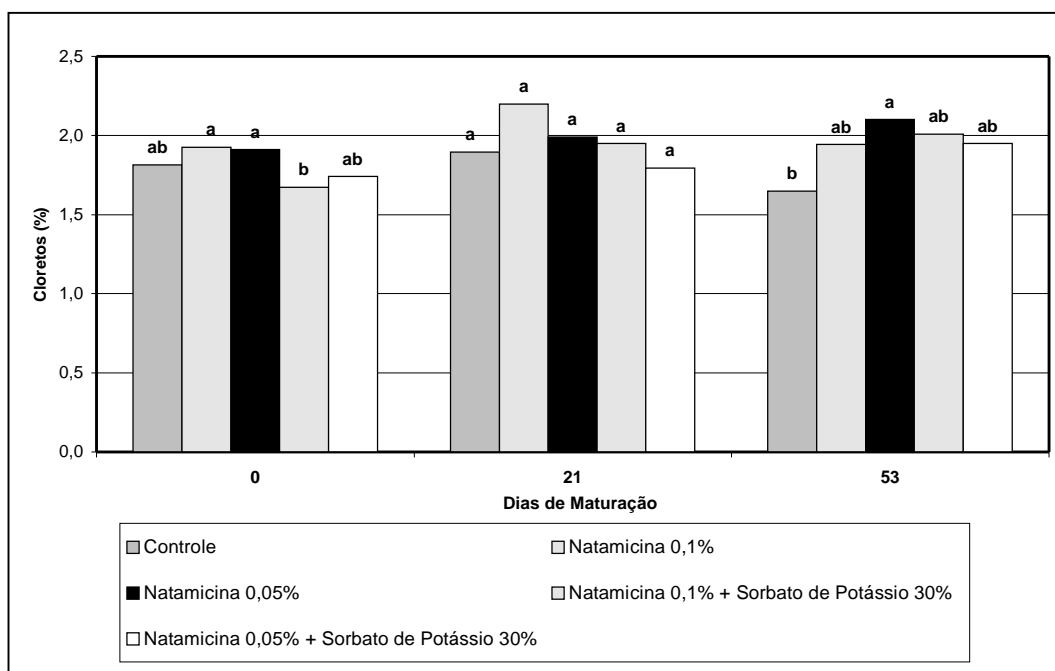
Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 11 – Valores médios de cinzas dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Esse comportamento é típico do período de maturação para o queijo Minas padronizado, pois ocorre, ao longo desse período, uma perda considerável de umidade, influenciando assim no teor de cinzas. Em pesquisa realizada por Castro (1999), para o mesmo tipo de queijo, o teor de cinzas aumentou de 3,80% (1º dia) para 4,31% (14º dia de maturação), concordando, de um modo geral, com os valores encontrados neste trabalho.

#### 4.1.6 Cloretos

A respeito de cloretos, quando analisou-se os tratamentos individualmente, para cada dia de pesquisa, estatisticamente os queijos apresentaram diferenças significativas entre si nos dias zero e no 53º dia após a maturação (Figura 12).



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 12 - Valores médios de cloretos dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

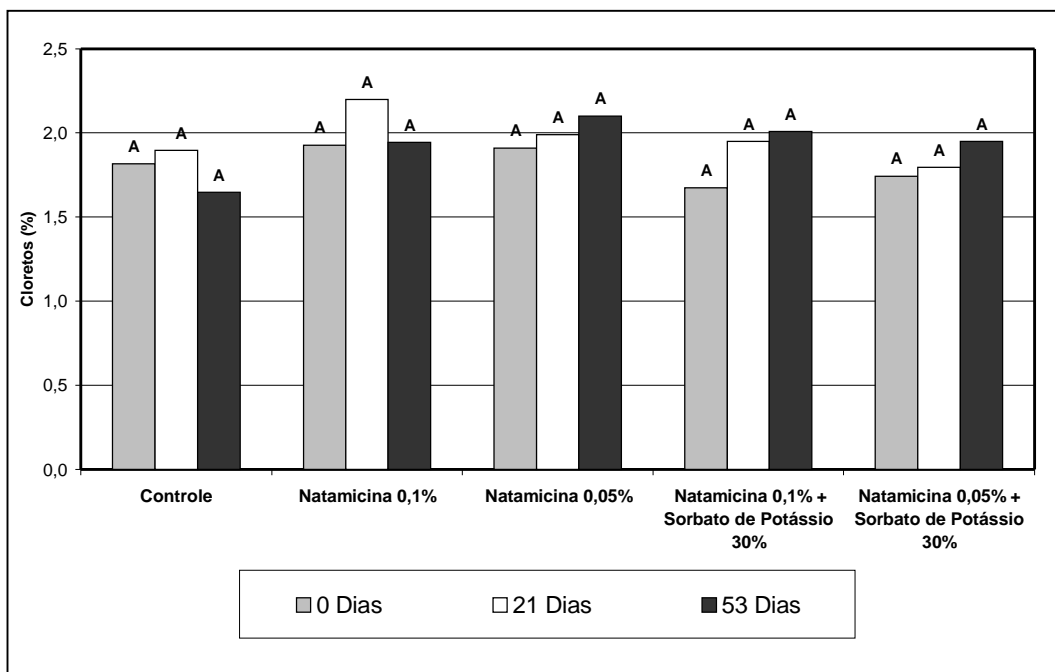
No 21º dia de maturação, os valores encontrados para cloretos estão na faixa de 1,80 a 2,20%. Tecnicamente, esses valores estão acima do relatado em Agridata (2002) para o queijo Minas padrão, que é de 1,4 – 1,6%, e por Oliveira (1986), também de 1,6%. Em pesquisa realizada

por Magalhães *et al.* (2001) em queijo Minas maturado, os valores para cloretos ficaram na faixa de 1,35% até 1,82%. Na presente pesquisa, essa elevação é mais evidente nos queijos tratados. É importante salientar que os queijos foram fabricados com um peso aproximado de 0,5 Kg, sendo que os mesmos ficaram imersos em salmoura por 12h. Esse fato pode ser uma possível causa para os valores maiores de cloretos do que os encontrados na literatura. Furtado (1991) relata que, queijos menores, quando submetidos ao mesmo tempo de salga, salgam mais rápido, ou seja, apresentam ao final do período maior teor de sal do que um queijo grande.

Ainda em relação à salmoura, na análise sensorial, os queijos tiveram uma boa aceitação por parte dos painelistas, fato esse que pode ter tido a contribuição do teor de sal encontrado nos queijos.

Quanto aos teores de cloretos em relação aos tratamentos, quando analisados individualmente e relacionados com o tempo de maturação dos queijos, estatisticamente os valores médios não tiveram alterações significativas para nenhum dos tratamentos, como pode ser observado na Figura 13. Porém, tais alterações não podem ser desprezadas. O teor de cloretos possui relação com o teor de cinzas, pois o NaCl, por ser um mineral inorgânico, faz parte da composição do resíduo mineral fixo (cinzas). No presente trabalho, os valores de cinzas aumentaram desde o primeiro dia até o 53º dia. Isso indicaria um aumento também no valor de NaCl, no decorrer do mesmo período, porém esse manteve-se praticamente constante. Esse fato pode ter ocorrido em função da limpeza realizada nos queijos no 21º dia, na qual foi retirada praticamente toda a casca e em consequência de uma distribuição heterogênea do sal nas peças de queijos. Sabe-se que a casca é a parte onde o NaCl fica mais concentrado. Dessa forma, as amostras coletadas possuíam menor quantidade de cloretos, ou seja, não incluíam a superfície.





Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 13 – Valores médios de cloretos dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Os fenômenos físico-químicos e bioquímicos que caracterizam o processo de maturação do queijo são afetados pelo teor de sal. Os fenômenos da proteólise (degradação protéica) e lipólise (hidrólise da gordura) são regulados por enzimas ativadas nos teores normais de sal do queijo (0,5 a 2,5%, em geral) e inibidos em teores excessivamente elevados. O paracaseinato de cálcio – que constitui virtualmente a “massa” de um queijo fresco – dissolve-se melhor a uma concentração de sal de aproximadamente 5% na umidade do queijo, equivalente a cerca de 2,0% de sal num queijo Prato. Assim, um queijo excessivamente

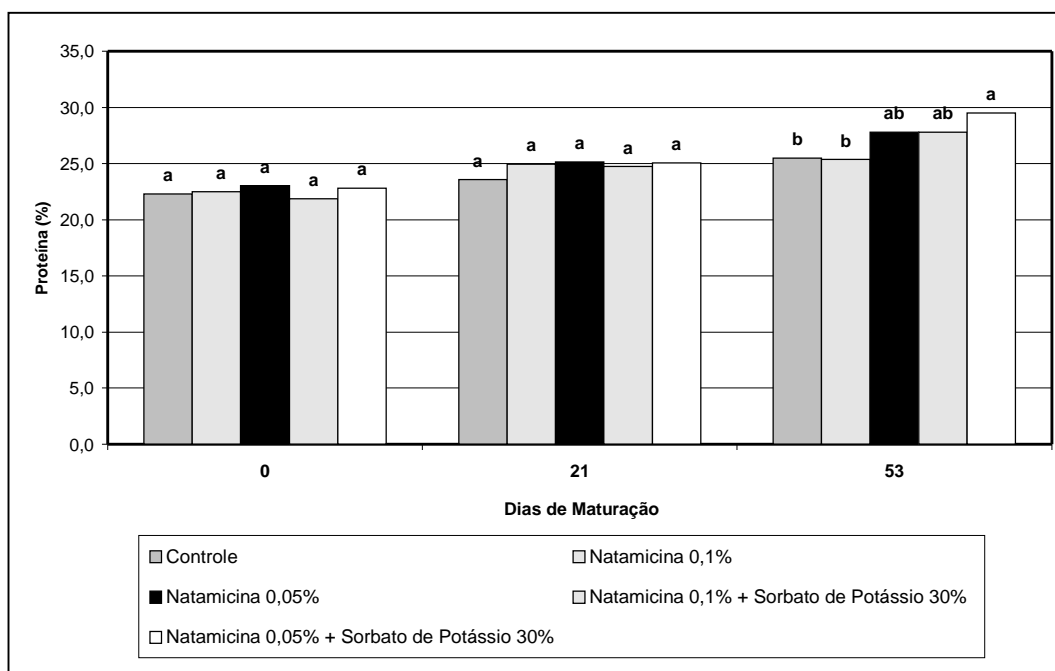
salgado requer muito mais tempo para maturar (Furtado, 1991). Com base nesses dados, têm-se que o teor de sal na umidade dos queijos deste trabalho é de 4,5%. Pode-se concluir, desta forma, que o processo de maturação não sofreu efeito negativo do sal.

Segundo Oliveira (1986), os queijos Minas tradicionalmente são salgados por salga seca, porém, esse processo leva mais tempo e geralmente maior manuseio. Por esse motivo, tem-se utilizado para tal processo a salmoura. Para isso, os queijos são colocados durante 18 a 24 h/Kg em salmoura contendo 18 a 22% de sal. Esse tipo de salga altera ligeiramente as características dos queijos, principalmente do tipo meia-cura, dando origem a uma crosta mais espessa e ligeiramente mais rígida.

#### 4.1.7 Proteínas e Nitrogênio solúvel em água

Na Figura 14, observam-se os valores encontrados para proteína nos dias zero, 21º dia de maturação e 53º dia após a fabricação, para os diferentes tratamentos e controle.

Estatisticamente, houve uma diferença significativa entre os tratamentos (após 53 dias de fabricação). O queijo controle obteve um percentual de 25,46% de proteína, e o tratado com natamicina 0,1% o percentual foi de 25,36%, sendo esses os valores mais baixos encontrados na pesquisa em questão, para o 53º dia após a fabricação. O valor mais alto foi de 29,48% no queijo tratado com natamicina 0,05% + sorbato 30%. A concentração do teor poderia ser em decorrência da diminuição do teor de umidade nos queijos ao longo da maturação.



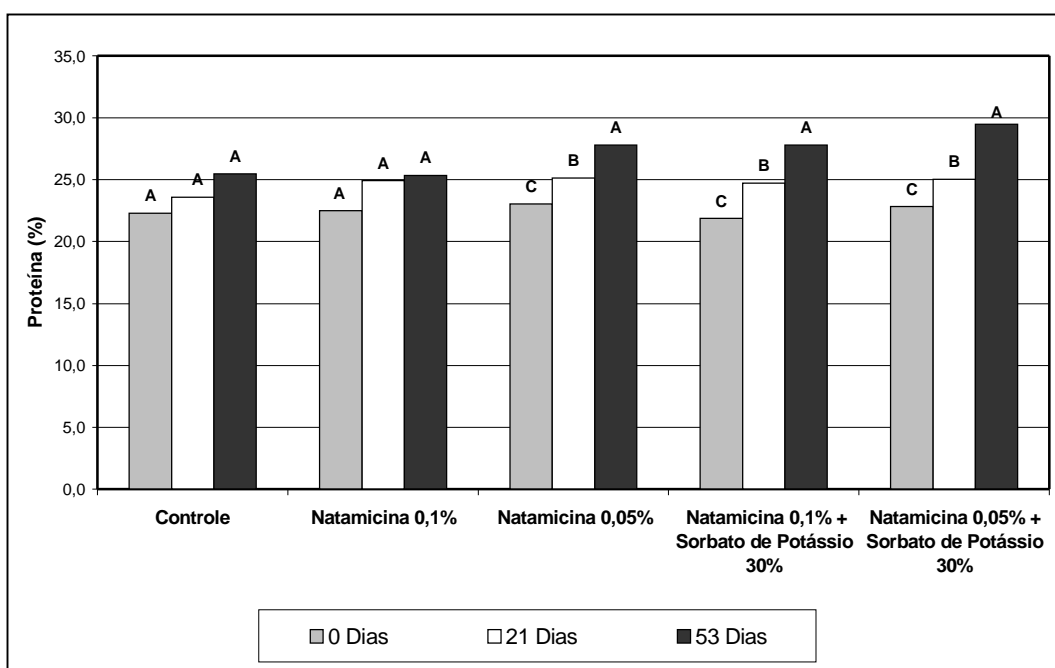
Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 14 – Valores médios de proteína dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Na Figura 15, têm-se os valores de proteína relacionados aos diferentes tratamentos aplicados aos queijos Minas analisados isoladamente ao longo do período de maturação e armazenamento. Pode-se observar que, para os queijos tratados com natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30%, estatisticamente os valores tiveram um aumento significativo do dia zero até o 53º dia após a fabricação, concordando com as pesquisas realizadas por Castro (1999) em queijo Minas, nas quais os mesmos aumentaram os valores de proteínas ao longo da maturação; no primeiro dia e aos quatorze dias de maturação foram encontrados os valores de

18,70% e 25,74%, respectivamente. O queijo controle e o queijo tratado com natamicina 0,1% não apresentaram um aumento significativo estatisticamente.

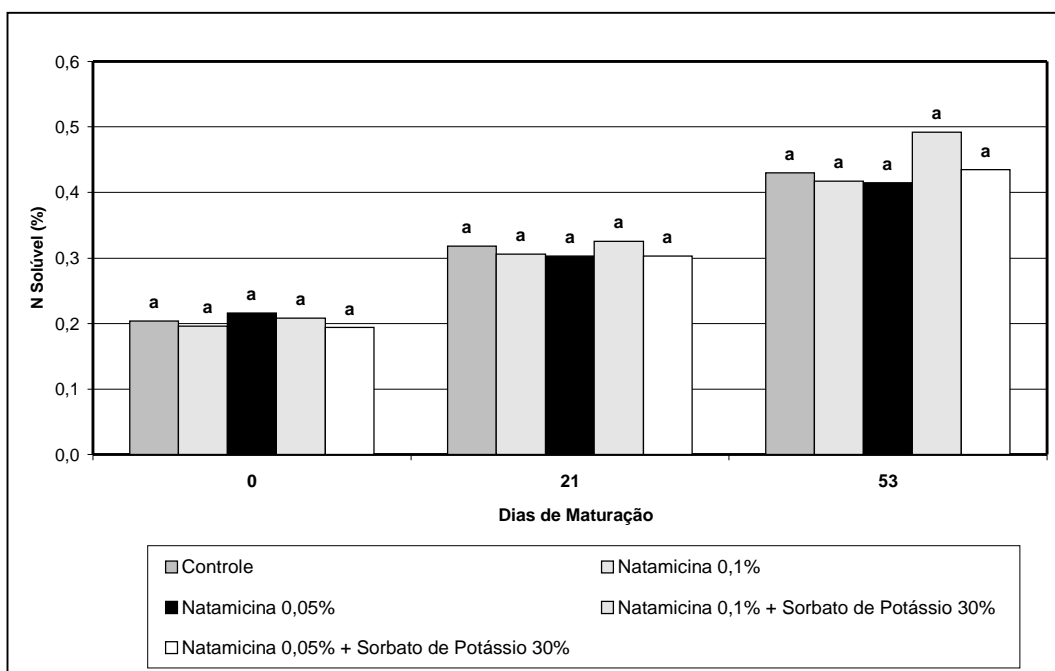


Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 15 – Valores médios de proteína dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Na Figura 16, estão expostos os valores para Nitrogênio solúvel em água nos diferentes dias de análises para os tratamentos entre queijos. Nenhum apresentou diferença estatística significativa entre si em nenhuma das análises realizadas nos dias zero, 21º dia de maturação e 53º dia após a fabricação.



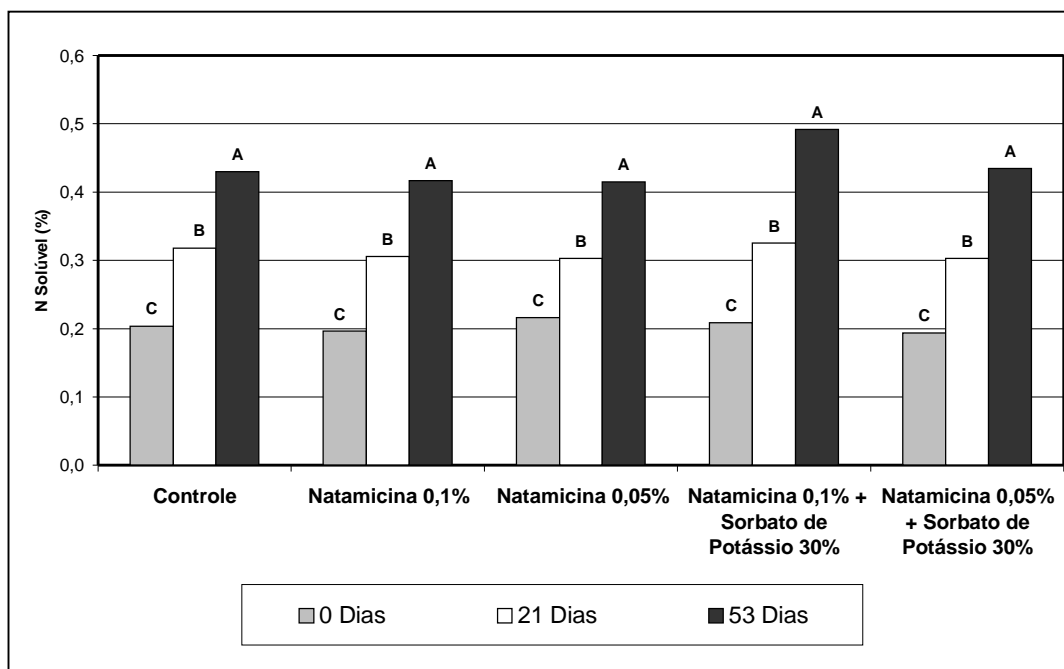
Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

**FIGURA 16** – Valores médios de Nitrogênio solúvel em água dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Normalmente, durante a maturação, ocorre a proteólise, na qual a proteína é quebrada nas ligações peptídicas, resultando em aminoácidos e/ou peptídeos, os quais são solúveis em água. Relacionando-se o teor de umidade com os valores de proteína para os queijos dessa pesquisa, pode-se concluir que uma das possíveis causas do comportamento para proteínas é a diminuição da umidade (Figura 8); no momento em que isso ocorre, a proteína concentra-se mais em uma quantidade de amostra, fazendo com que os valores para a mesma tenha aumentado ao longo dos 53 dias de pesquisa. Em tratando-se de Nitrogênio solúvel em água, estatisticamente os valores aumentaram significativamente no decorrer da

maturação (Figura 17). Esse comportamento é previsto nessas condições, considerando que o Nitrogênio solúvel em água é um conjunto de aminoácidos e peptídeos resultantes da hidrólise das proteínas.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

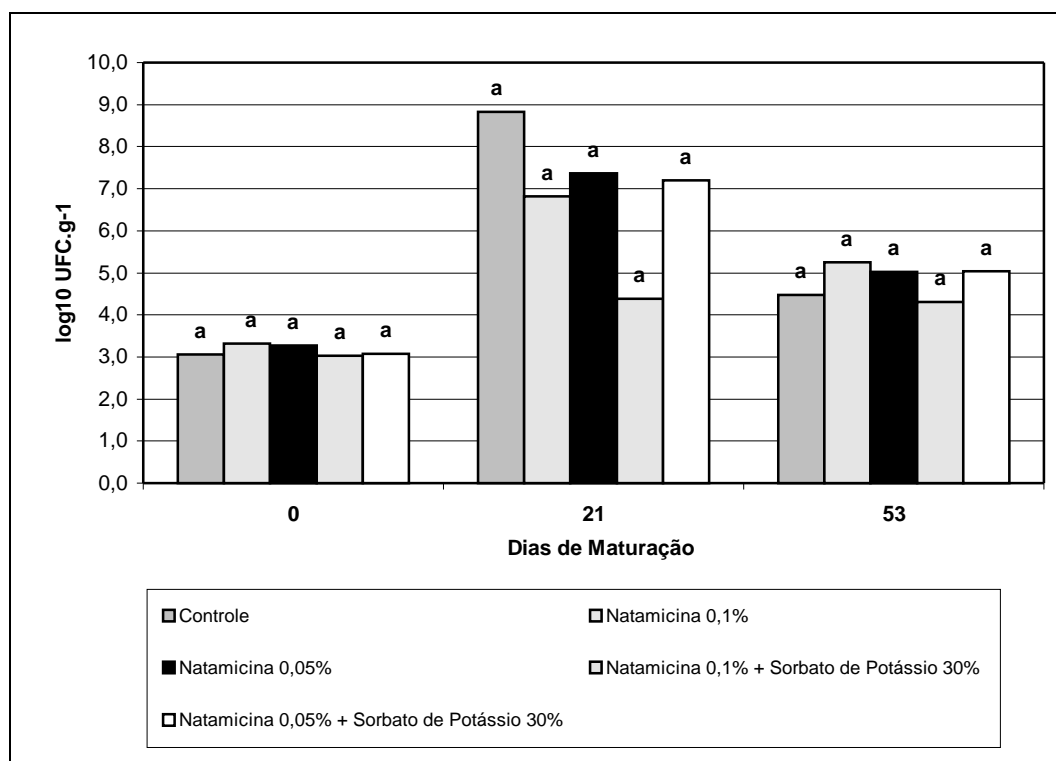
Letras diferentes: existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 17 – Valores médios de nitrogênio solúvel em água dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21<sup>o</sup> dia) e após o armazenamento (53<sup>o</sup> dia).

## 4.2 Bolores e leveduras

De acordo com a Figura 18, no dia zero de maturação, os tratamentos não demonstraram diferenças estatísticas significativas na análise de bolores e leveduras. Pode-se dizer que partiu-se de um mesmo nível para então observar o desenvolvimento e comportamento dos mesmos ao longo da maturação.

Após 21 dias de maturação observou-se um crescimento no número de colônias de tais microrganismos (bolores e leveduras) em todos os tratamentos. Esse fato é ilustrado na Figura 19, na qual os queijos aparecem com uma camada de mofos na superfície.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 18 – Valores médios de contagem de bolores e leveduras dos queijos Minas padrão, analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia), tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle.

Estatisticamente, não houve diferenças significativas entre os queijos tratados e o controle. Porém, como pode-se observar na Figura 19, essa diferença existiu de fato, e pôde ser observada macroscopicamente. Percebe-se claramente que os tratamentos com

natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30% foram mais eficientes em relação ao controle, quando se trata de bolores e leveduras.

Observa-se ao final dos 21 dias de maturação que o queijo tratado com natamicina 0,1% + sorbato de potássio 30% foi o que apresentou um menor número de colônias de bolores e leveduras, sendo, dessa forma, o tratamento mais eficiente ( $1 \times 10^{4,39}$  UFC  $\cdot$  g<sup>-1</sup>). Quando comparado com o tratamento natamicina 0,1%, este último apresentou-se menos eficiente ( $1 \times 10^{6,81}$ ). Porém, estes ainda foram melhores que os tratamentos com natamicina 0,05% e natamicina 0,05% + sorbato de potássio 30% ( $1 \times 10^{7,36}$  e  $1 \times 10^{7,21}$  UFC  $\cdot$  g<sup>-1</sup> respectivamente), para o 21º dia de maturação.

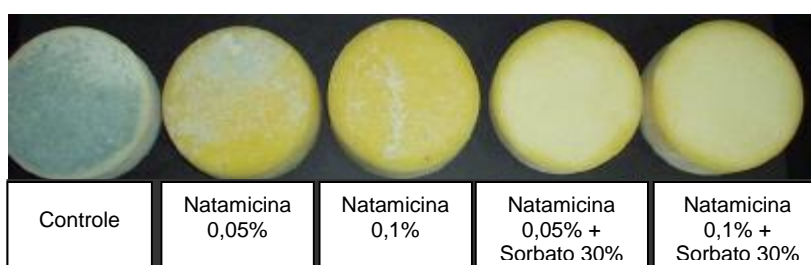


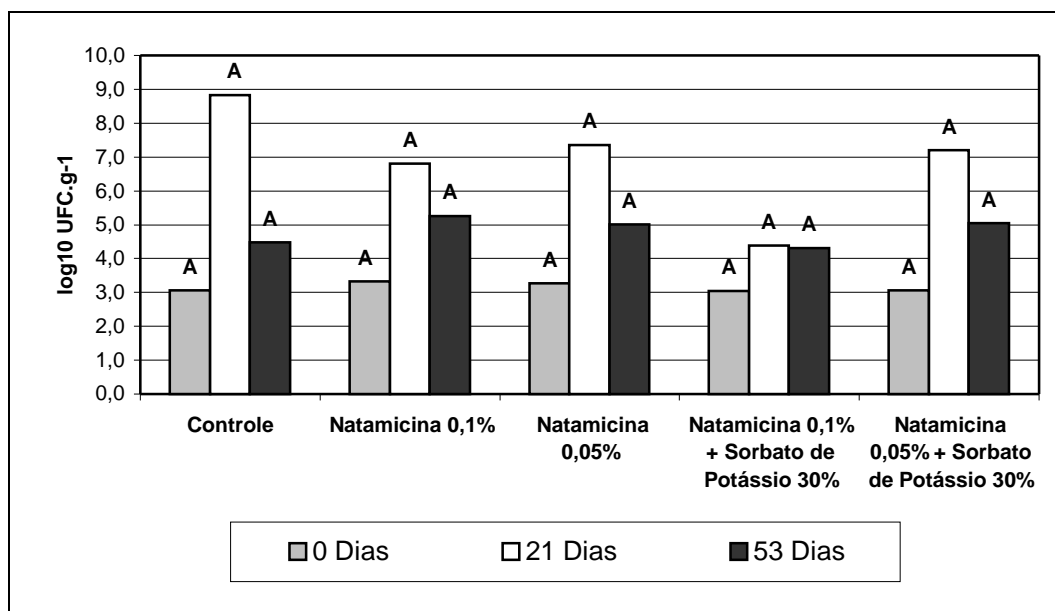
FIGURA 19 – Queijos controle e tratados (natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30%) aos 21 dias de maturação.

De acordo com a Figura 20, leva-se em consideração que a análise para bolores e leveduras realizada ao 21º dia de maturação, muito embora não tenha resultado em diferenças estatísticas, teve diferenças de até 5 ciclos logaritmos em relação à primeira análise (queijo controle – de  $1 \times 10^{3,07}$  para  $1 \times 10^{8,82}$ ), não devendo ser ignorada. O tratamento S (natamicina 0,1% + sorbato 30%) apresentou-se mais eficiente, tendo o menor número de colônias de bolores e leveduras ( $1 \times 10^{4,39}$ ) ao final da maturação (21º dia). O aumento desde o dia zero foi de 1 ciclo



logarítmico. Observou-se que os tratamentos mais eficazes, até o 21º dia de maturação, foram os que continham maiores concentrações de natamicina (natamicina 0,1% e natamicina 0,1% + sorbato 30%). O efeito sinérgico do sorbato de potássio em relação a natamicina foi eficiente apenas na concentração de 0,1%.

De acordo com Grupo Industrial AISA (2002), a natamicina é uma substância muito eficaz em quantidades sumamente pequenas contra todos os fungos e leveduras, que podem apresentar-se nos produtos alimentícios. Relata ainda que a natamicina, a concentrações tão baixas, de 0,0005% (5 mg/Kg de produto) garante que os produtos alimentícios permaneçam livres de fungos e leveduras por um longo tempo.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dias de análise.

FIGURA 20 – Valores médios de contagem de bolores e leveduras dos queijos Minas padrão tratados com Natamicina 0,05%, Natamicina 0,1%, Natamicina 0,05% + Sorbato 30%, Natamicina 0,1% + Sorbato 30% e do controle analisados no dia da fabricação (dia zero), após a maturação (21º dia) e após o armazenamento (53º dia).

Estudos têm demonstrado que a eficiência do ácido sórbico e sorbato de potássio no combate a mofos é limitada e que estes compostos nem sempre o inibem, havendo casos em que certas espécies de mofos podem degradá-los. Sua efetividade aumenta quando o tratamento é aliado a outros cuidados de higiene aplicados durante a maturação (Furtado, 1991). Isso pode ter ocorrido nessa pesquisa, já que não foram analisadas as espécies de fungos que atacaram os queijos tratados.

Para as análises realizadas no 53º dia após a fabricação, quando os queijos já estavam embalados, os resultados apresentados não seguiram a mesma expectativa de crescimento. O controle, que em um primeiro momento foi o queijo mais contaminado, ficou entre os que tiveram menor contaminação final. Já o queijo tratado com natamicina 0,1%, foi o que apresentou-se mais contaminado após a embalagem, sendo controverso ao comportamento apresentado anteriormente. Esses fatos provavelmente ocorreram devido ao modo como foi realizada a toailete dos queijos, onde foi retirada quase que a totalidade da casca, onde se concentrava a maior parte dos bolores e leveduras. Ainda no que se refere ao 53º dia após a fabricação, estatisticamente não houve diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, o que ocorreu, provavelmente, pelo mesmo motivo citado anteriormente.

O crescimento de bolores e leveduras foi um tanto intenso nos queijos fabricados neste trabalho, sendo que um dos fatores determinantes pode ter sido a câmara de maturação, a qual já poderia estar contaminada com esses microrganismos. Segundo Robinson (1987), as leveduras e mofos desenvolvem nas paredes e estantes de salas de maturação; a estrita limpeza destas constitui o fator mais importante para controlar seu crescimento.

A umidade relativa do ar na câmara de maturação deve ser levada em conta, pois para Oliveira (1986), esse valor deve ser de 85 a 90%. Já

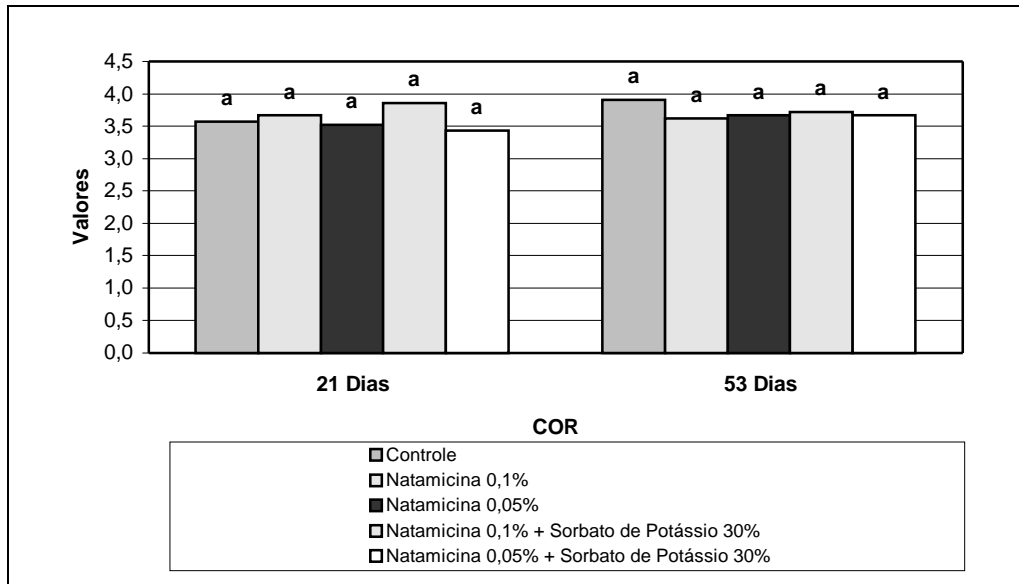
para Sghedoni *et al.* (1979), a umidade e a temperatura da câmara de maturação são de 84-88% e 10-12° C respectivamente. Na câmara utilizada para a presente pesquisa, o valor médio foi de 87% de umidade e 6,5° C. Portanto, não deve-se atribuir a isso o crescimento dos bolores e leveduras.

### **4.3 Análise Sensorial**

#### **4.3.1 Comparação Múltipla**

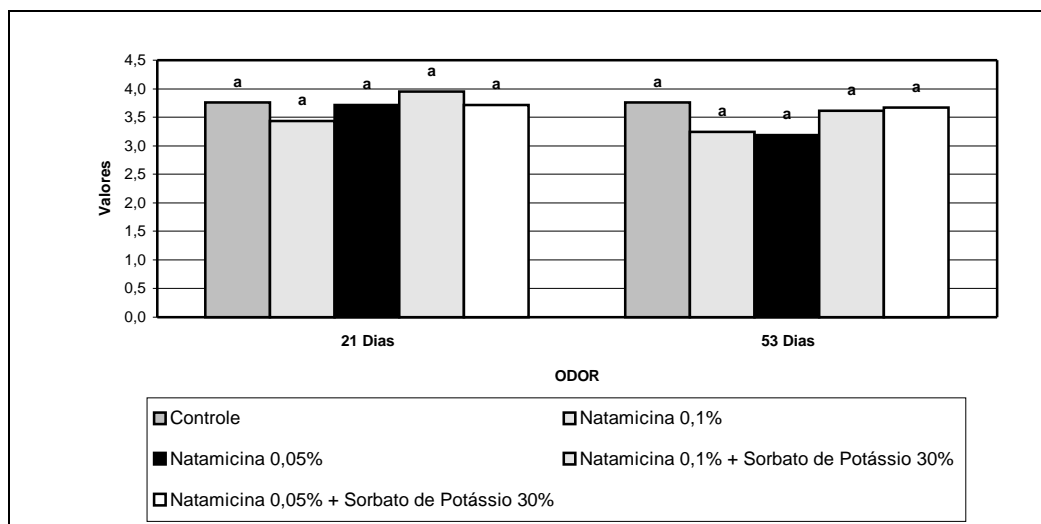
Nas análises sensoriais realizadas no 21º dia de maturação e após 53 dias de fabricação, foram analisados os atributos cor, odor, sabor e textura por painelistas não treinados. Foram realizados dois testes, um de Comparação Múltipla e outro de Aceitabilidade. É importante deixar claro que alguns dos provadores não treinados que participaram da primeira análise não foram os mesmos da segunda, e vice-versa.

Observando-se as Figuras 21, 22, 23 e 24, constata-se que não houve diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos, quanto aos parâmetros cor, odor, sabor e textura, no teste de Comparação Múltipla. Este teste compara os tratamentos natamicina 0,1% + sorbato 30%, natamicina 0,05% + sorbato 30%, natamicina 0,1% e natamicina 0,05% com o controle. Nessa comparação, todos os tratamentos mantiveram-se com valores semelhantes ao do controle (valores em torno de 4, o que equivale a “nenhuma diferença do padrão”), estando, portanto, dentro do esperado. Também pôde ser verificado que, no que diz respeito ao odor, o tratamento com natamicina 0,05% teve uma pequena melhora do 21º dia para o 53º dia.



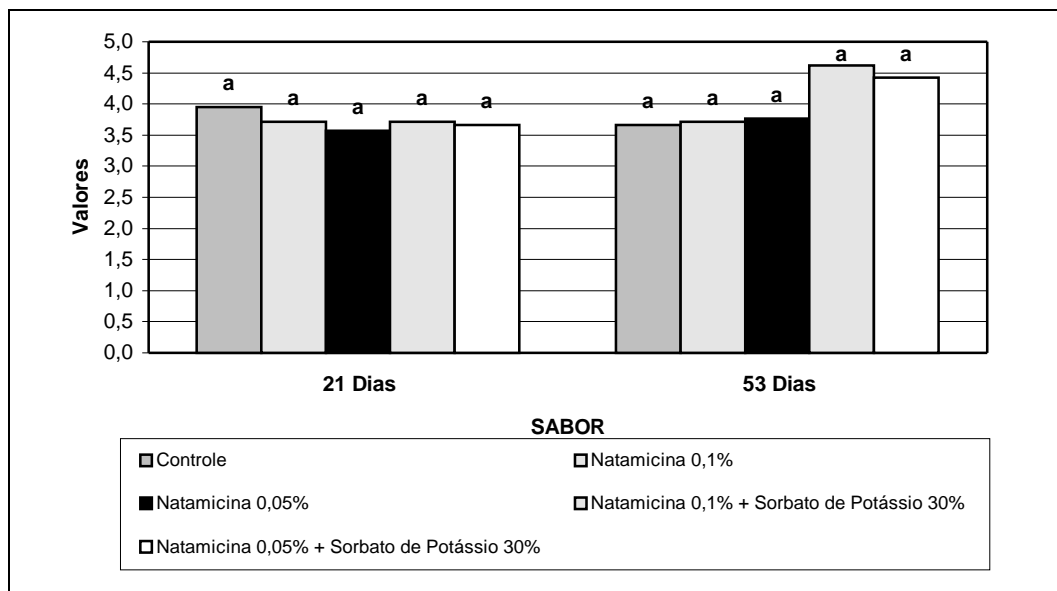
Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 21 – Valores médios atribuídos ao aspecto cor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Comparação Múltipla, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 22 – Valores médios atribuídos ao aspecto odor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Comparação Múltipla, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

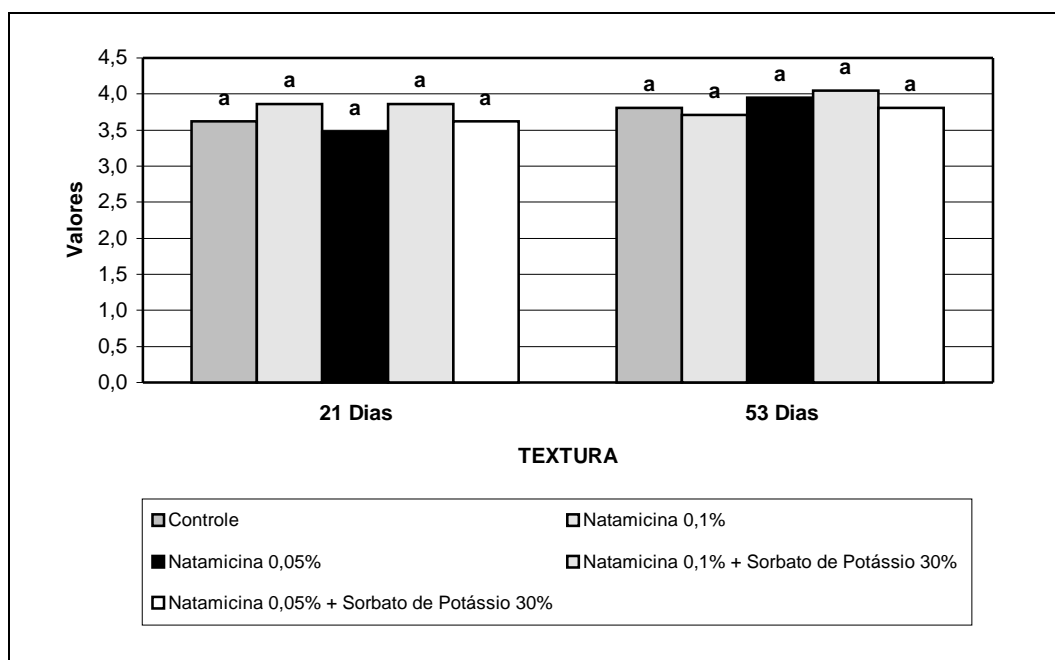


Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 23 – Valores médios atribuídos ao aspecto sabor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Comparação Múltipla, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

Embora não existam diferenças significativas estatisticamente, quanto ao parâmetro sabor, neste mesmo teste, observa-se um decréscimo na preferência dos queijos tratados com natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,05% + sorbato 30% do 21º dia em relação ao 53º dia após a fabricação. Isso provavelmente ocorreu devido à presença do sorbato de potássio, pois como já foi comprovado em várias pesquisas. Germinder (1959) *apud* Filtenborg *et al.* (1996) relatou que o ácido sórbico ou o sorbato de potássio, no queijo cottage, apresentaram um sabor amargo a 0,10%. Para o mesmo queijo, em análises realizadas por Filtenborg *et al.* (1996), o painel de avaliação sensorial prontamente detectou um “sabor modificado” para concentrações de sorbato acima de 0,10% e alguns membros da equipe de avaliação puderam detectar a modificação do sabor a 0,075% de sorbato de potássio. Reys *et al.* (2002)

salienta que o sorbato difunde-se para o interior do queijo afetando suas propriedades organolépticas. Outro fator que poderia ter contribuído para essa piora no sabor seria a contaminação por bolores e leveduras, porém isso é improvável, visto que na presente pesquisa, os dois tratamentos em questão foram os que apresentaram menores índices de contaminação por este grupo de microrganismos.



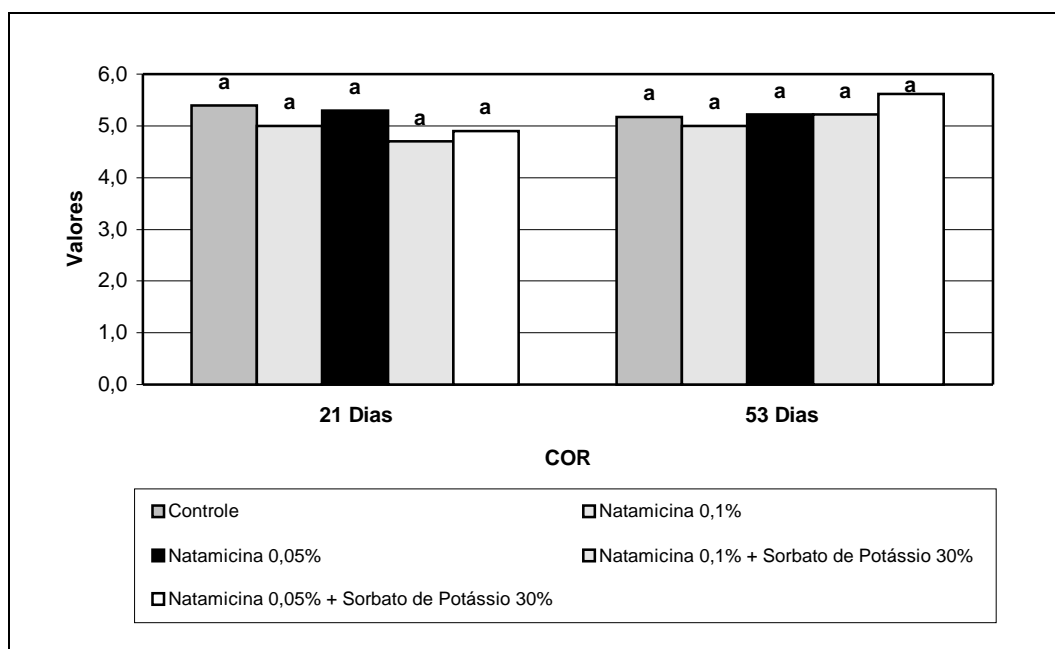
Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 24 – Valores médios atribuídos ao aspecto textura dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Comparação Múltipla, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

#### 4.3.2 Aceitabilidade

No Teste de Aceitabilidade, ou Teste Afetivo, procura-se conhecer o “status afetivo” dos provadores em relação ao(s) produto(s), ou seja, a preferência entre diferentes tratamentos.

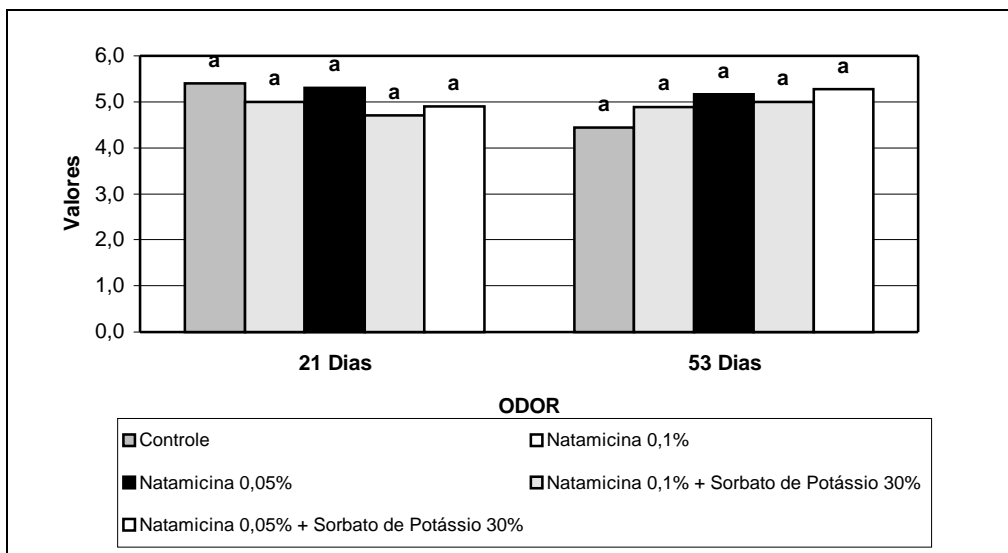
Como pode ser verificado nas Figuras 25, 26, 27 e 28, estatisticamente, não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos dos queijos (controle, natamicina 0,1% + sorbato 30%, natamicina 0,05% + sorbato 30%, natamicina 0,1% e natamicina 0,05%), quanto aos parâmetros cor, odor, sabor e textura.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

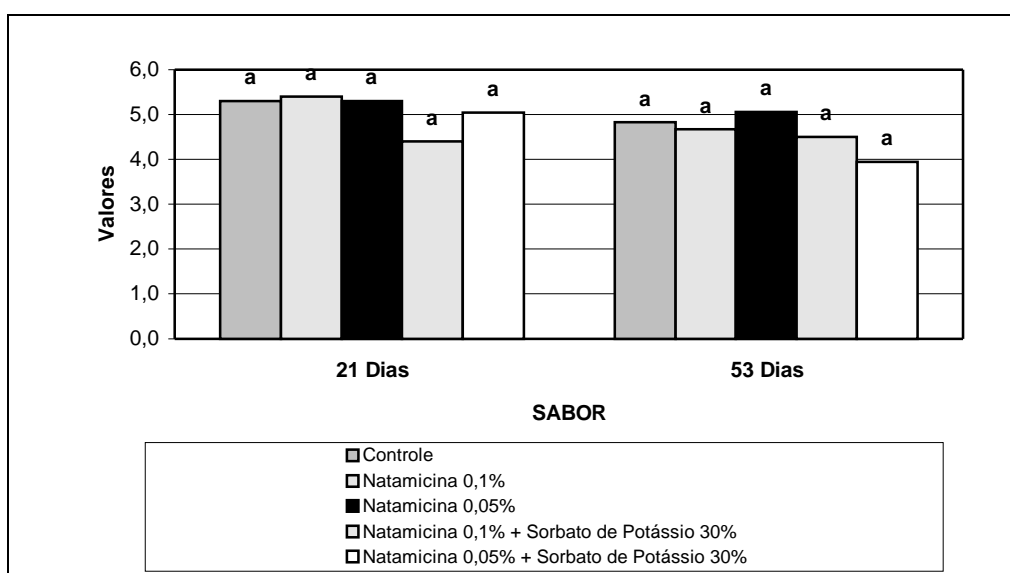
FIGURA 25 – Valores médios atribuídos ao aspecto cor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Aceitabilidade, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

Todos os queijos apresentaram um valor de preferência em torno de 5, o que equivale a “gostei regularmente”. No parâmetro odor, observa-se uma queda de preferência no controle, do 21º dia em relação ao 53º dia após a fabricação dos queijos (valor em torno de 4, equivalente a “indiferente”).



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 26 – Valores médios atribuídos ao aspecto odor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Aceitabilidade, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

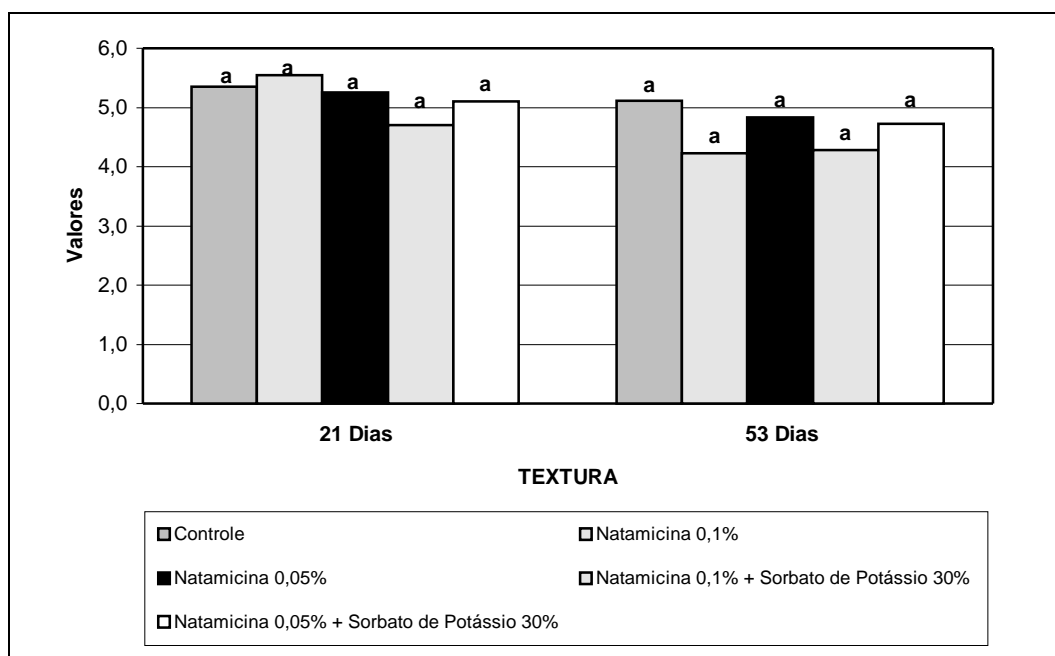


Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 27 – Valores médios atribuídos ao aspecto sabor dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Aceitabilidade, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.



Também em relação à textura, houve uma queda na preferência para o tratamento natamicina 0,1%. Já em relação ao sabor novamente o tratamento natamicina 0,05% + sorbato 30% apresentou uma queda nos valores, indicando uma diminuição na preferência por parte dos painelistas (valor em torno de 4, equivalente a “indiferente”). Esse fato pode ter ocorrido também devido à modificação de sabor causada pelo sorbato de potássio.



Letras iguais: não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

FIGURA 28 – Valores médios atribuídos ao aspecto textura dos queijos Minas padrão (controle, natamicina 0,1%, natamicina 0,05%, natamicina 0,1% + sorbato 30% e natamicina 0,5% + sorbato 30%) no Teste de Aceitabilidade, no 21º dia de maturação e no 53º dia após a fabricação.

## 5 CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- a natamicina a 0,1% apresentou maior eficiência no controle de bolores e leveduras do que na concentração de 0,05%, principalmente quando combinada com sorbato de potássio;
- o efeito sinérgico do sorbato de potássio 30% em relação a natamicina foi eficiente apenas na concentração de 0,1%;
- os queijos Minas padrão, quando tratados com natamicina 0,05%, natamicina 0,1%, natamicina 0,05% + sorbato de potássio 30% e natamicina 0,1% + sorbato de potássio 30%, não apresentaram interferências nas características físico-químicas normais;
- as características sensoriais do queijo Minas padrão (cor, odor, sabor e textura), embora não tivessem tido melhoras, não obtiveram decréscimo na preferência por parte dos painelistas, demonstrando que o objetivo de não interferência pelo sorbato de potássio e natamicina nessas características foi alcançado;
- o menor desenvolvimento de bolores e leveduras na superfície dos queijos Minas padrão facilitou a remoção dos mesmos antes da embalagem, diminuindo o tempo para esta atividade.

## BIBLIOGRAFIA

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Microbiología de los alimentos**. Zaragoza : Acribia, 1997.

AGRIDATA, **Tecnologia de Fabricação do Queijo – Queijo Minas Padrão**. Disponível em <<http://www.agridata.mg.gov.br>>. Acesso em 04 jul. 2002.

ALBUQUERQUE, L. C. História da fabricação de queijos. **Ciência do leite**. Disponível em <<http://www.cienciadoleite.com.br>>. Acesso em: 04 jul. 2002.

AMIOT, J. **Ciencia y tecnología de la leche – Principios e aplicaciones**. Zaragoza : Acribia, 1991.

ARAÚJO, W. N. *et al.* Isolamento e identificação de coliformes no queijo Minas comercializado na região metropolitana de Salvador/Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. n.2, p. 37-42, 2001.

BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite**. São Paulo : Nobel, 1984.

BERESFORD, T. P. *et al.* Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**. n. 11, p. 259-274, 2001.

BOARD, R. G. **Introducción a la microbiología moderna de los alimentos**. Zaragoza : Acribia, 1988.

BODYFELT, F. W. Sensory and shelf-life characteristics of cottage cheese treated with sorbic acid. **Marschall Italian & Specialty Cheese Seminars**. n. 56, p 1-9, 1981. Disponível em <<http://www.ift.org/publications/sss/antimicrobials.pdf>>. Acesso em 07 out. 2003.

BONASSI, I. A. Liberação de ácidos graxos livres voláteis em queijo Minas Padronizado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, MG. v. 40, n. 240, p. 37-48, Jul./Ago. 1985.

BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 51, de 18 de Setembro de 2002. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em 16 de Jun. 2004.

BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Portaria 146 de 07 de Março de 1996. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 06 de jan. 2004.

BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. **Métodos de Análises Físico-Químicas para Alimentos**. Brasília – DF, 1981.

BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. **Métodos de Análises Microbiológicas para Alimentos**. Brasília – DF, 1999.

BÜTIKOFER, U.; RÜEGG, M.; ARDÖ, Y. Determination of Nitrogen Fractions in Cheese: Evaluation of a Collaborative Study. **Lebensm – Wiss u – Technol**. v. 26, n. 3, p. 271-275, 1993.

CAMARGO, M. B. A origem dos queijos. **Revista Alimentos & Tecnologia**. v. 10, n. 61, p. 32-33, 1995.

CORREIA, M.; RONCADA, M. J. Características microscópicas de queijos prato, mussarela e mineiro comercializados em feiras livres da cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. V. 31, n. 3, p. 296-301, jun 1997.

CASTRO, Emília Maria Torres. **Caracterização do fermento artesanal empregado na fabricação de queijo Minas meia-cura**. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Minas Gerais, Viçosa, MG, 1999.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo : Ed. Edgard Blücher, 1987. 264p.

DUTCOSKI, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba : Ed. Champagnat, 1996. 123p.

FERREIRA, V. L. *et al.* **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127p

FILTENBORG, O.; FRISVAD, J. C.; THRANE, U. Moulds in food spoilage. **International Journal of Food Microbiology**. n. 33, p. 85-102, 1996.

FURTADO, M. M; POMBO, A. F. W. Fabricação do queijo prato e minas: Estudo do rendimento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v. 34, n. 205, p. 3-19, Set./Out. 1979.

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

\_\_\_\_\_. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção.** São Paulo : Fonte, 1999.

GABORIT, P.; MENARD, A.; MORGAN, F. Impact of ripening strains on the typical flavour of goat cheeses. **International Dairy Journal.** n. 11, p. 315-325, 2001.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A. Evolução da microbiota durante a cura do queijo Minas Padronizado. **Ciência e Tecnologia Alimentar.** v. 16, n. 2, p. 179-183, 1996.

GRUPO INDUSTRIAL AISA, **Natamicina.** Disponível em <<http://www.geocities.com/grupoindustrialaisa/natamici.html>>. Acesso em 14 out. 2002.

HAYES, P. R. **Microbiologia e higiene de los alimentos.** Zaragoza : Acribia, 1993.

KURE, C. F. *et al.* Mould contaminants on Jarlsberg and Norvegia cheese blocks from four factories. **International Journal of Food Microbiology.** n. 70, p. 21-27, 2001.

MAGALHÃES, J. *et al.* Avaliação tecnológica de queijo tipo Minas utilizando culturas lácticas endógenas da região do Serro – MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes.** Juiz de Fora, v. 56, n. 319, p. 32-36, 2001.

Ministério Público do RS – Centro de Apoio de Defesa do Meio Ambiente RIISPOA. Brasil, 2003. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br>>. Acesso em 22 set. 2003.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos.** São Paulo : UNICAMP, 1986, 2. ed.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos.** São Paulo : Atheneu, 1995, 6. ed.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova.** v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

REPS, A. *et al.* Natamycin in ripening cheese. **Pakistan Journal of Nutrition.** v. 1, n. 5, p. 243-247, 2002.

ROBINSON, R. K. **Microbiologia lactológica – microbiologia de los productos lácteos.** Zaragoza : Acribia, 1987.

SGHEDONI, A.; RETTL, C.; SOUZA, G. P. Queijo Minas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v. 34, n. 203, p. 37-40, Maio/Jun. 1979.

SOUSA, M. J.; ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, n. 11, p. 327-345, 2001.

TANIWAKI, M. H.; VAN DENDER, A. G. F. Bolores produtores de toxinas em queijos: ocorrência e significado. **Coletânea ITAL**. Campinas, v. 21, n. 2, p. 187-200, Jul./Dez. 1991.

TAVARIA, F. K. *et al.* Amino acid and soluble nitrogen evolution throughout ripening of Serra da Estrela cheese. **International Dairy Journal**. v. 13, n. 7, p. 537-545, 2003.

TEICHMANN, F.; RAMOS, C.; RICHARDS, N. S. P. S.; **Avaliação dos índices de profundidade e extensão da maturação de queijos tipo Roquefort**. Disponível em <<http://www.unisinos.br/diversos/mostra2003/inscreve/resumos/80066.doc>> Acesso em: 24 nov. 2003.

TORRES, E. A. F. S. A questão do uso de natamicina em alimentos. **Revista Higiene Alimentar**. v. 11, n. 51, p. 6, 1997.

UFSM. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses**. 5<sup>o</sup> ed. Santa Maria : Ed. UFSM, 2000.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos, Tecnología, Química y Microbiología**. Zaragoza : Acribia, 1995.

## **ANEXOS**

**ANEXO A** – Ficha de avaliação de análise sensorial – Teste de Comparação Múltipla.

---

ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA OU DE DIFERENÇA DO CONTROLE

Provedor:

Data:

Você está recebendo uma amostra padrão e 5 amostras codificadas. Compare cada amostra com o padrão em relação a cor, sabor, odor e textura; assinalando o grau de diferença de acordo com a escala:

AMOSTRA Nº				
ESCALA	COR	ODOR	SABOR	TEXTURA
1. Extremamente melhor que o padrão				
2. Muito melhor que o padrão				
3. Regularmente melhor que o padrão				
4. Nenhuma diferença do padrão				
5. Regularmente pior que o padrão				
6. Muito pior que o padrão				
7. Extremamente pior que o padrão				



**ANEXO B** – Ficha de avaliação de análise sensorial – Teste de Aceitabilidade.

---

**ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITABILIDADE**

Provedor:

Data:

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto em relação a cor, odor, sabor e textura:

AMOSTRA N°				
ESCALA	COR	ODOR	SABOR	TEXTURA
1. Desgostei muitíssimo				
2. Desgostei muito				
3. Desgostei regularmente				
4. Indiferente				
5. Gostei regularmente				
6. Gostei muito				
7. Gostei muitíssimo				