

UFSM

Dissertação de Mestrado

**CONTROLE DE FUNGOS
DURANTE A MATURAÇÃO DE
QUEIJO MINAS PADRÃO**

Andreia Maria Piovesan Rocha

PPGCTA

Santa Maria, RS Brasil

2004

**CONTROLE DE FUNGOS
DURANTE A MATURAÇÃO DE
QUEIJO MINAS PADRÃO**

por

Andreia Maria Piovesan Rocha

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

**CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A
MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO**

elaborada por
Andreia Maria Piovesan Rocha

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

Leadir Lucy Martins Fries
(Presidente/Orientador)

Luisa Helena Hecktheuer

Lisiane de Marsillac Terra

Santa Maria, 06 de Julho de 2004

DEDICATÓRIA

Aos meus amados Pai e Mãe,
meu querido marido e
minha doce filha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado perseverança em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Eliot e Olinda Piovesan que acreditam ser a educação o maior legado dos pais aos filhos, assim não pouparam esforços para ver este trabalho concluído.

Agradeço ao meu marido João Luiz Rocha, pelo amor dedicado e seguro, que nunca me deixou esmorecer frente às dificuldades.

Agradeço à minha filha Alice, um anjo enviado por Deus, que fez minha vida e este curso ter outro sentido.

Agradeço aos professores Leadir Lucy Martins Fries e Ernesto Hashime Kubota, pela orientação e amizade.

Agradeço à professora Luisa Helena Hecktheuer pelo auxílio na análise sensorial, e a todos os demais professores do Departamento de Tecnologia e Ciências dos Alimentos.

Agradeço à colega Rosangela Ceron da Trindade, pela amizade e companheirismo, o que me impulsionou para a realização deste trabalho.

Agradeço à colega de curso Nádia Pedroso Soares pela ajuda prestada na parte experimental, pela amizade e confiança em mim depositadas.

Agradeço a todos os funcionários, estagiários e alunos de graduação do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos pela dedicação e auxílio, sem medir esforços, na parte experimental do trabalho.

Agradeço à Usina Escola de Laticínios, aos seus funcionários e em especial à Rosane Noal, pela amizade e disponibilidade.

Agradeço a Cooperativa COOPROL, seus funcionários e seu presidente Armando Andres, pelo auxílio na produção dos queijos.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi 1.
INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 Leite.....	4
3.2 Queijo.....	5
3.2.1 Etapas usadas na produção do queijo.....	6
3.2.1.1 Seleção da matéria-prima.....	6
3.2.1.2 Pasteurização.....	8
3.2.1.2.1 Determinação da peroxidase.....	9

3.2.1.2.2 Prova da fosfatase alcalina.....	9
3.2.1.3 Adição do cloreto de cálcio.....	10
3.2.1.4 Adição do coalho.....	11
3.2.1.5 Adição do fermento láctico.....	12
3.2.1.6 Salga.....	13
3.2.1.7 Maturação.....	14
3.2.1.7.1 Mudanças químicas que ocorrem durante a maturação.....	16
3.2.1.7.1.1 Glicólise.....	16
3.2.1.7.1.2 Proteólise.....	17
3.2.1.7.1.3 Lipólise.....	18
3.2.1.7.2 Cuidados durante a maturação.....	20
3.3 Queijo Minas.....	21
3.4. Contaminação por fungos.....	21
3.4.1 Fatores que influenciam o desenvolvimento dos mofos	24
3.4.1.1 pH.....	24
3.4.1.2 Umidade.....	24
3.4.1.3 Atividade de água.....	25
3.4.1.4 Temperatura de maturação.....	25
3.4.1.5 Sal (Cloreto de sódio).....	26
3.5 Antifúngicos.....	26
3.6 Qualidade sensorial.....	28
3.6.1 Parâmetros e requisitos nas características organolépticas do queijo....	28
.....	28
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Análise do leite.....	31
4.2 Elaboração dos queijos.....	31
4.2.1 Etapas básicas de fabricação do queijo Minas padrão.....	31

4.3	Tratamentos dos queijos.....	34
4.4	Análises físico-químicas.....	34
4.4.1	Preparo das amostras.....	35
4.4.2	Determinação da umidade.....	35
4.4.3	Determinação da acidez.....	35
4.4.4	Determinação do pH.....	36
4.4.5	Determinação da gordura.....	35
4.4.6	Determinação das cinzas.....	36
4.4.7	Determinação de cloretos.....	36
4.4.8	Determinação de proteínas.....	37
4.4.9	Determinação de nitrogênio solúvel em água.....	37
4.5	Análise microbiológica.....	38
4.5.1	Preparo da amostra.....	38
4.5.2	Determinação microbiológica.....	38
4.6	Análise sensorial.....	38
4.7	Análise estatística.....	39
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1	Características do leite para produção dos queijos.....	40
5.2	Caracterização do produto.....	41
5.3	Características físico-químicas.....	42
5.3.1	Umidade.....	42
5.3.2	Acidez e pH.....	44
5.3.3	Gordura.....	49
5.3.4	Cinzas.....	51
5.3.5	Cloretos.....	53
5.3.6	Proteínas.....	56
5.3.7	Nitrogênio solúvel em água.....	58

5.4 Características Microbiológicas.....	61
5.4.1 Contagem de bolores e leveduras.....	61
5.5 Análise sensorial.....	66
5.5.1 Teste de aceitabilidade.....	66
5.5.2 Teste de comparação múltipla ou diferença do controle	69
6. CONCLUSÃO.....	74
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	81

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Resumo dos testes de controle do grau de aquecimento do leite	10
TABELA 2 – Características físico-químicas dos queijos Minas padrão controle, tratados com natamicina e sorbato de potássio.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Proteína (insolúvel em água) hidrolizada a compostos mais solúveis durante a fase de maturação dos queijos	18
FIGURA 2 – Fluxograma da produção do queijo Minas padrão.....	32
FIGURA 3 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de umidade (%)	43
FIGURA 4 – Efeito do tempo de maturação no teor de umidade (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	44
FIGURA 5 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de acidez (%)......	45
FIGURA 6 – Efeito do tempo de maturação no teor de acidez (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	46
FIGURA 7 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos valores de pH.....	47
FIGURA 8 – Efeito do tempo de maturação no valores de pH do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	48
FIGURA 9 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de gordura (%)......	49
FIGURA 10 – Efeito do tempo de maturação no teor de gordura (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	50

FIGURA 11 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos valores de cinzas (%).....	52
FIGURA 12 – Efeito do tempo de maturação nos teores de cinzas (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	53
FIGURA 13 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos teores de cloretos (%).....	55
FIGURA 14 – Efeito do tempo de maturação nos teores de cloretos (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	55
FIGURA 15 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos teores de proteínas (%).....	57
FIGURA 16 – Efeito do tempo de maturação nos teores de proteínas (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	58
FIGURA 17 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de nitrogênio solúvel em água (%).....	59
FIGURA 18 – Efeito do tempo de maturação no teor de nitrogênio solúvel em água (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	60
FIGURA 19 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina na contagem de bolores e leveduras (UFC·g ⁻¹)...62	62
FIGURA 20 – Efeito do tempo de maturação na contagem de bolores e leveduras (UFC·g ⁻¹) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.....	64
FIGURA 21 – Aspecto visual dos queijos Minas padrão aos 21 dias de maturação, antes da toalete.....	65
FIGURA 22 – Comparação entre o queijo controle e o considerado melhor tratamento antifúngico para o queijo Minas padrão.....	65

FIGURA 23 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo cor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	67
FIGURA 24 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo odor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	67
FIGURA 25 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo sabor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	68
FIGURA 26 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo textura, no 21º e no 53º dias de maturação.....	68
FIGURA 27 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo cor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	70
FIGURA 28 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo odor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	71
FIGURA 29 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo sabor, no 21º e no 53º dias de maturação.....	71
FIGURA 30 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo textura, no 21º e no 53º dias de maturação.....	72

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Ficha usada na análise sensorial (teste de aceitabilidade) dos queijos Minas padrão.....	82
ANEXO B – Ficha usada na análise sensorial (teste de comparação múltipla) dos queijos Minas padrão.....	83

RESUMO

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

CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO

Autora: Andreia Maria Piovesan Rocha

Orientadora: Leadir Lucy Martins Fries

Co-orientador: Ernesto Hashime Kubota

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de Julho de 2004.

A maturação é a fase que determina o aroma e sabor de um queijo maturado, e exige cuidados especiais. Um destes cuidados é a prevenção do crescimento de fungos na sua superfície. O presente trabalho teve como objetivo controlar o crescimento de fungos durante a maturação do queijo Minas padrão, através do uso de dois antifúngicos em solução aquosa, após a salga. Os tratamentos constaram do controle, da natamicina nas concentrações de 0,05 % e 0,1 % e o sorbato de potássio a 25 % e a 30 %. Realizou-se análises físico-químicas e microbiológicas. O experimento foi submetido à análise sensorial por um painel não treinado. Os resultados demonstraram que tanto a natamicina como o sorbato de potássio retardaram o crescimento microbiano e não afetaram, de forma significativa, a qualidade sensorial dos queijos. Entretanto, conclui-se que o tratamento mais eficiente para prevenção do desenvolvimento de fungos em queijo Minas padrão foi o sorbato de potássio a 30 %, pois nos três períodos de análise observou-se a menor contagem de bolores e leveduras comparando com os outros tratamentos.

ABSTRACT

Dissertation of Master Degree
Food Science Technology Program
Federal University of Santa Maria - RS, Brazil

CONTROLE DE FUNGOS DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO (FUNGI CONTROL DURING RIPENING OF MINAS STANDARD CHEESE)

Author: Andreia Maria Piovesan Rocha

Advisor: Leadir Lucy Martins Fries

Co-advisor: Ernesto Hashime Kubota

Date and Place of Presentation: Santa Maria, July 6th, 2004.

Ripening is the phase which determines the aroma and flavour of a mature cheese, and it demands special care. One of these cares is the prevention of fungi development on its surface. The objective of this study was to control the development of fungi during maturation of Minas standard cheese, through the use of two anti-fungi in aqueous solution, after the salt process. The treatments included the control, natamycin at 0,05% and 0,1% concentrations, and the sorbate of potassium at 25% and at 30%. Physical - chemical and microbiological analysis were realized. The experiment was submitted to sensorial analysis by a non-trained panel. The results have shown that the natamycin, as well as, the potassium sorbate have retarded the microbic development, and did not affect, significantly, the sensorial quality of the cheese. However, it was concluded that the most effective treatment to prevent fungi development in Minas standard cheese was the potassium sorbate at 30%, because in the three analysis period was observed the least mould and yeast development than other treatments.

1. INTRODUÇÃO

A origem do queijo ocorreu 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, apreciada e também reconhecida como uma excelente forma de conservar o leite (CAMARGO, 1995).

No Brasil, o queijo foi introduzido 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).

O queijo Minas era fabricado com leite cru, constituindo um verdadeiro aproveitamento deste, na forma de queijo Minas frescal. Posteriormente, o queijo foi sendo prensado, passou das fazendas para as fábricas e hoje é lançado no mercado como queijo Minas padronizado ou queijo Minas padrão ou também queijo Minas curado (SGHEDONI *et al.*, 1979).

TANIWAKI e VAN DENDER (1991), salientam que a indústria do queijo no Brasil está em expansão, sendo que o desenvolvimento de um empreendimento como este repousa em dois conceitos básicos: o aumento da produtividade e da diminuição das perdas. Neste caso, assume real importância o problema da deterioração do queijo causada por bolores.

O crescimento de mofos em queijos 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 (TANIWAKI e VAN DENDER, 1991). De acordo com FURTADO (1999), é bastante trabalhoso

impedir o crescimento de mofos e, que a ele estão sujeitos praticamente todos os tipos de queijos maturados.

As condições ambientais presentes na fase de maturação do queijo, combinadas com a composição do queijo, geralmente criam possibilidades para o desenvolvimento de mofo na superfície dos queijos, o que reduz consideravelmente sua qualidade. Como resultado do crescimento de mofo, as aflatoxinas podem ser produzidas no queijo, tornando-o impróprio para o consumo humano (REPS, 2002).

O desenvolvimento de fungos nos queijos pode causar modificações nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais que, em casos extremos, podem comprometer a qualidade dos mesmos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

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

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito antifúngico da natamicina;

Avaliar o efeito antifúngico do sorbato de potássio;

Avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do queijo Minas padrão;

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Leite

O leite é um alimento líquido que contém aproximadamente 86% de água, e está constituído por uma mistura de várias substâncias: lactose e minerais em solução, proteínas, gorduras na forma de emulsão, vitaminas e gases (ORNELLAS, 1995). Portanto, é um alimento rico em nutrientes necessários e indispensáveis ao ser humano (AFONSO NETO *apud*, ARAUJO, 2001).

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

Conforme FURTADO (1979), o teor de proteínas no leite é importante no processo de coagulação, na retenção de água, no rendimento e na maturação. A gordura contribui para o aroma e o rendimento do queijo, 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.

3.2 Queijo

Segundo a Portaria 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite

reconstituído, coagulado pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, 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.

Os queijos são concentrados de leite. A concentração se consegue eliminando uma quantidade maior ou menor de água e elementos solúveis. A massa que fica é formada essencialmente pela caseína e gordura aderidas fisicamente (AMIOT, 1991).

O queijo é um meio valioso para conservar muitos nutrientes do leite (ADAMS, 1997). É apreciado tanto pelo seu valor nutritivo como pelo seu sabor, que atende aos mais exigentes paladares (RAIMUNDO *et al.*, *apud* ARAUJO, 2001).

E também tem importância na dieta como fonte concentrada de vitaminas e minerais, principalmente cálcio, ferro e fósforo, de proteínas e de gordura (VARNAM, 1995).

Um componente do leite, importante para a produção do queijo, são as proteínas. Cerca de 80-85% das proteínas do leite estão sob a forma de caseínas, e o restante é constituído pelas proteínas do soro (ADAMS, 1997).

As proteínas do soro se perdem durante a fabricação do queijo e praticamente todo o conteúdo proteico está na forma de caseínas. Apesar disso, normalmente no queijo estão presentes todos os aminoácidos essenciais (VARNAM, 1995), onde encontra-se uma concentração proteica de aproximadamente 6 a 10 vezes maior que a do leite, e uma concentração de cálcio de 4 a 8 vezes maior que o encontrado no leite (ORNELLAS, 1995).

3.2.1 Etapas usadas na produção do queijo

Existem várias etapas envolvidas na fabricação do queijo:

3.2.1.1 Seleção da matéria-prima

Para 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 sua aptidão para a fermentação e coagulação (AMIOT, 1991).

Partindo do princípio de que matéria-prima de boa qualidade resulta em produto final, também, de boa qualidade, na fabricação do queijo Minas a seleção do leite é condição primordial (SGHEDONI, 1979).

Para fabricação do queijo Minas usa-se leite integral, ou seja, um leite com teores de gordura na faixa de 3 a 4%. Sob o ponto de vista higiênico-sanitário, este leite deve ser submetido à pasteurização (OLIVEIRA, 1986). SGHEDONI (1979) cita que a acidez do leite deve estar entre 16 e 19° Dornic.

Se esses requisitos não forem cumpridos, aparecerão muitos problemas na fabricação do queijo Minas, e este poderá apresentar diversos defeitos (AMIOT, 1991).

Segundo a Instrução Normativa n° 51, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002) o leite tipo C, apresenta, acidez entre 0,14 e 0,18 g de ácido láctico por 100 mL de leite (14-18°D), densidade a 15° C entre 1.028 e 1.034 g/mL, índice crioscópico mínimo de -0,530° Horvert ($\pm 0,01^\circ$ C) e teor de gordura mínimo de 3,0% .

O leite, ao sair do úbere, é ligeiramente ácido. Sua acidez normal está compreendida entre 16° e 20° Dornic, ou seja, 1,60 e 2,00 g de ácido láctico por litro (BEHMER, 1999).

A acidez superior à normal é proveniente da acidificação do leite pelo desdobramento da lactose, provocado pelos microrganismos contaminantes, que estão em multiplicação no leite. A acidez tende, portanto, a aumentar à medida que o leite vai envelhecendo (BEHMER, 1999).

Um leite com acidez fora do padrão é considerado anormal, em início de fermentação e impróprio para o consumo e industrialização (BEHMER, 1999)

O ponto crioscópico é definido como a temperatura em que o leite passa do estado líquido para sólido. Essa temperatura de congelamento é a mais constante das características do leite, por isso a determinação do ponto crioscópico é considerada uma prova de precisão (TRONCO, 1997).

A adição de água no leite altera o ponto de congelamento, fazendo com que o mesmo se aproxime de zero (ponto de congelamento da água), porque ficam diluídas as concentrações dos componentes que estão em solução na água do leite (TRONCO, 1997).

3.2.1.2 Pasteurização

É um processo térmico que visa destruir os patógenos e reduzir o número de microrganismos em geral presentes no leite (PERRY, 2004).

Os tratamentos térmicos, aplicados à pasteurização, dividem-se em pasteurização lenta onde o leite é aquecido a $60 - 70^{\circ} \text{C} / 30 \text{ min}$, e pasteurização rápida onde a temperatura é de $72 - 75^{\circ} \text{C} / 15 - 20 \text{ s}$ e resfriado logo a seguir (TRONCO, 1997).

A pasteurização produz importantes modificações na estrutura físico-química das proteínas solúveis. Pela ação do calor e de forma proporcional a intensidade do tratamento, as proteínas se desnaturam e precipitam junto com

as micelas de caseínas, ficando retidas na coalhada. Como estes componentes tem propriedades de captar e reter fortemente a água, sua inclusão na coalhada dificulta o dessoramento e o endurecimento. Além disso, a pasteurização provoca um aumento do conteúdo de cálcio solúvel, às custas do cálcio coloidal (AMIOT, 1991).

Além da destruição microbiana, durante a pasteurização ocorre desnaturação parcial ou total de enzimas, vitaminas, desnaturação parcial de proteínas do soro, insolubilização de sais (onde o cálcio é o mais relevante), entre outros efeitos (TRONCO, 1997).

Por isso, devem ser controlados tanto o tempo como a temperatura de pasteurização do leite.

O leite contém várias enzimas, que chegam até ele através da glândula mamária e ainda através de microorganismos. As enzimas de maior interesse na prática rotineira de indústrias são a fosfatase alcalina e a peroxidase, amplamente utilizadas para controlar o grau de aquecimento do leite. Em outras palavras, são úteis para diferenciar se o leite foi submetido ao processo de pasteurização ou a outro (TRONCO, 1997), o resumo dos testes de controle do aquecimento do leite encontram-se na Tabela 1.

3.2.1.2.1 Determinação da peroxidase

A origem desta enzima no leite está nos leucócitos, que podem estar presentes mesmo em leite normal. Essa enzima é destruída quando o leite é aquecido a 80° C, como a pasteurização do leite é feita a 72-75° C, a peroxidase é positiva em leite pasteurizado (BEHMER, 1999).

3.2.1.2.2 Prova da fosfatase alcalina

A fosfatase alcalina é uma enzima termo sensível, que está sempre presente no leite cru. Quando o leite é aquecido em temperatura e tempo ótimos para obtenção de uma efetiva pasteurização, observa-se que a fosfatase alcalina é totalmente destruída. Assim, quando um leite acusar fosfatase negativa é porque ele foi efetivamente pasteurizado (BEHMER, 1999).

A pasteurização permitiu melhorar a qualidade do queijo e prolongar a sua vida de prateleira (SGHEDONI, 1979).

O queijo fabricado com leite pasteurizado guarda mais acentuadamente suas qualidades, durante o armazenamento, do que o obtido com leite sem tratamento (BEHMER, 1984).

TABELA 1 - Resumo dos testes de controle do grau de aquecimento do leite (TRONCO, 1997).

	Fosfatase alcalina	Peroxidase
Leite cru	Positiva	Positiva
Leite pasteurizado	Negativa	Positiva
Leite esterilizado, superaquecido ou fervido	Negativa	Negativa

3.2.1.3 Adição do cloreto de cálcio

O cálcio solúvel da fase aquosa do leite está em constante equilíbrio com o cálcio coloidal ligado às micelas de caseína. Para conseguir uma boa coagulação, as micelas devem estar saturadas de cálcio. A refrigeração

prolongada do leite a 3 – 4° C e especialmente a pasteurização, provocam um aumento do conteúdo de cálcio solúvel, às custas do cálcio coloidal. Para restabelecer o equilíbrio, normalmente se adiciona ao leite cloreto de cálcio, após o tratamento térmico. O suplemento de cálcio, evita as perdas de caseína durante a coagulação e faz com que a textura do queijo fique mais firme (AMIOT, 1991).

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

A quantidade de cálcio na coalhada tem um importante efeito na sua textura. As coalhadas pobres em cálcio, tem uma textura quebradiça, oposta a textura gomosa e elástica dos queijos ricos em cálcio (VARNAM, 1995).

3.2.1.4 Adição do coalho

Na prática, o extrato enzimático empregado para coagular o leite na fabricação de queijo é denominado coalho, seja qual for a origem ou tipo de enzima envolvida (OLIVEIRA 1986).

O coalho natural, chamado renina, é uma enzima proteolítica secretada pela mucosa gástrica do quarto estômago (abomaso) de ruminantes, antes do desmame do animal. O coalho contém duas enzimas: a quimosina, que é o componente principal e a pepsina (AMIOT, 1991).

A ação do coalho no leite é principalmente sobre as caseínas. As caseínas se unem entre si junto com o fosfato de cálcio existente no leite, para formar partículas coloidais conhecidas como micelas. A estabilidade da micela se mantém graças a presença da k-caseína próxima da superfície e na própria

superfície da partícula. Este efeito estabilizador desaparece quando a k-caseína é “atacada” pela quimosina durante a fabricação do queijo e determina que as micelas fiquem aderidas umas as outras para formar um coágulo (ADAMS, 1997).

Durante a coagulação enzimática, as micelas de caseína conservam sua estrutura e a coalhada retém a maior parte do cálcio e do fósforo, que são alguns dos elementos que dão rigidez, coesão e impermeabilidade a coalhada (AMIOT, 1991).

A renina pode degradar a caseína a compostos hidrossolúveis (principalmente proteases e peptonas), mas as enzimas microbianas ocasionam uma degradação posterior liberando aminoácidos e inclusive amoníaco (ROBINSON, 1987).

Para sua utilização, o coalho deve ser diluído em água, a temperatura ambiente, numa proporção de uma parte de coalho para dez partes de água (SGHEDONI, 1979).

3.2.1.5 Adição do fermento láctico

Os fermentos lácticos atuam no queijo desde o início da fabricação até o final da maturação. A primeira ação é a acidificação rápida do meio, que permite controlar o desenvolvimento da flora natural do leite e proporcionar a queda do pH, que favorece a atividade coagulante do coalho. Os fermentos contribuem também para o desenvolvimento do aroma originando em seu metabolismo componentes voláteis (AMIOT, 1991).

VARNAM (1995) salienta que nos sistemas atuais de fabricação, se adicionam como cultivos iniciadores, bactérias do grupo normalmente conhecido como bactérias lácticas (LAB), cujo papel principal é a produção de

ácido láctico pela fermentação da lactose. Este ácido láctico é o responsável pelo sabor fresco e ácido dos queijos sem maturação e é de grande importância na formação e características da textura da coalhada.

Além disso, os cultivos iniciadores desempenham outras ações fundamentais, como a produção de componentes aromáticos voláteis, a síntese de enzimas proteolíticas e lipolíticas que atuam na maturação do queijo e na eliminação de microrganismos patogênicos (VARNAM, 1995).

Os cultivos iniciadores protegem o meio contra a invasão dos microrganismos de deterioração, contribuindo assim para a conservação do produto e o desenvolvimento do aroma (BOURGEOIS, 1995).

Durante o período de maturação, os microrganismos presentes no fermento láctico atuam também sobre os componentes da matéria prima influenciando a textura, sabor e aroma dos queijos (MAGALHÃES, 2001).

3.2.1.6 Salga

O papel do sal no queijo não se restringe somente ao sabor. Ele atua significativamente no processo de cura, afetando as reações bioquímicas e o desenvolvimento da flora láctica e, é um importante inibidor dos microrganismos indesejáveis (OLIVEIRA, 1986).

Na salga, por imersão em salmoura, se produz uma troca osmótica contínua entre a fase aquosa do queijo e o cloreto de sódio da salmoura, até que no centro do queijo seja alcançada a mesma concentração de sal que na salmoura. Para o mesmo tipo de queijo, o grau da salga se regula modificando o tempo de permanência na salmoura (AMIOT, 1991).

O sal é absorvido osmoticamente pela superfície externa dos queijos e vai se distribuindo lentamente em toda a massa, levando para isso de 1 a 3

semanas, dependendo do tamanho, do formato e da umidade do queijo (OLIVEIRA, 1986).

Quando termina a operação da salga, o sal tende a alcançar um equilíbrio no interior do queijo. Quanto menores forem os queijos, mais rápida e uniforme é a distribuição do sal. Como o sal tarda mais a chegar ao centro da massa, normalmente o grau de maturação é diferente na superfície do queijo que no seu interior (AMIOT, 1991).

ROBINSON (1987) menciona que o cloreto de sódio é adicionado a todos os queijos, para evitar o crescimento de bactérias indesejáveis, para controlar o desenvolvimento dos microrganismos desejáveis, a velocidade de maturação e para potenciar o sabor ao queijo.

Logo, o sal participa no desenvolvimento do sabor, aroma e textura do queijo e ajuda ainda no controle da umidade, da cura e na conservação do produto (OLIVEIRA, 1986).

3.2.1.7 Maturação

O termo maturação ou cura refere-se ao período de espera, visando dar oportunidade à ocorrência de combinações e transformações nos componentes do produto, resultando em melhoria do sabor, palatabilidade e conservação. De um modo geral, a maturação implica em atividades biológicas no produto, envolvendo reações de caráter enzimático (OLIVEIRA, 1986).

As enzimas podem estar presentes nos ingredientes, ser adicionadas, ou ser provenientes de crescimento microbiológico de culturas especialmente usadas para esse fim. Um queijo só é tido como curado, quando armazenado por algum tempo após a salga, visando promover alterações no sabor, textura,

consistência e cor, de modo a torná-lo distinto do queijo fresco (OLIVEIRA, 1986).

A maturação dos queijos é resultante do conjunto de ações de ordem bioquímica e bacteriológica simultâneas ou sucessivas, 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).

Os queijos maturados se distinguem dos queijos frescos, porque sofrem de forma progressiva e, durante um tempo mais ou menos longo, complexas transformações bioquímicas. No curso da maturação, os componentes da coalhada fresca se transformam em diferentes produtos mais solúveis. É precisamente a natureza destes novos produtos, sua diversidade e suas proporções relativas, que faz com que cada queijo tenha seu sabor típico além do aroma, aspecto, textura e consistência característicos e diferentes das demais variedades (AMIOT, 1991).

A coalhada fresca é composta fundamentalmente de proteínas, gordura e água, em proporções variáveis e de pequenas quantidades de sal, lactose, ácido láctico, proteínas do soro e minerais, dependendo do tipo de queijo. Durante a maturação, esta coalhada é digerida gradualmente por enzimas e o queijo maturado adquire firmeza, elasticidade ou maciez características da variedade específica. As mudanças químicas que ocorrem durante a maturação são: (1) fermentação da lactose a ácido láctico, pequenas quantidades de ácido acético e propiônico e gás carbônico; (2) proteólise e (3) lipólise. Estas mudanças metabólicas são acompanhadas do aparecimento do aroma e sabor característicos (ROBINSON, 1987).

A maturação é responsável pela maior parte das características organolépticas. Consiste em uma solubilização mais ou menos completa da caseína, acompanhada de uma hidrólise parcial dos lipídios e das proteínas com o surgimento de distintos e complexos aromas (BOURGEOIS, 1995).

O processo de maturação é caro pois demanda , em geral, instalações especiais com temperatura e umidade controladas, além disso, diminui o capital de giro do produtor por retardar a comercialização do produto (PERRY, 2004).

3.2.1.7.1 Mudanças químicas que ocorrem durante a fase de maturação

As principais mudanças química que acontecem na maturação são:

3.2.1.7.1.1 Glicólise

A glicólise, ressalta AMIOT (1991) é a fermentação da lactose, onde obtém-se o ácido láctico em proporções variáveis, conforme o tipo de queijo.

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

BOURGEOIS (1995) salienta que o principal composto que se forma a partir da lactose é o ácido láctico, mas não é o único. Os microrganismos heterofermentativos produzem também ácido acético, etanol e gás carbônico. As leveduras produzem álcool e diversos produtos secundários (ácidos orgânicos, acetaldeídos).

3.2.1.7.1.2 Proteólise

A proteólise, segundo VARNAM (1995), é um processo fundamental na maturação do queijo e afeta tanto a textura, como o aroma e sabor do produto final.

A proteólise também consiste na degradação parcial das proteínas em produtos mais simples e mais solúveis. As transformações que se produzem na degradação das proteínas tem muita influência sobre o sabor do queijo e sobre sua consistência (AMIOT 1991).

De acordo com BOURGEOIS (1995), a degradação das proteínas da coalhada constitui o principal fenômeno da maturação. É a origem do amolecimento da massa, da troca de opacidade e cor pelos produtos formados, participa do desenvolvimento do sabor e do aroma. As leveduras tem uma importante atividade proteolítica intracelular.

Os peptídios liberados durante a proteólise na maturação dos queijos, são mais ou menos solúveis em água. Portanto, a extração destes peptídios com água ou com outros solventes é um método usado para medir a proteólise no queijo (POLYCHRONIADOU, 1999).

A maior parte do material nitrogenado do queijo fresco está na forma de proteínas insolúveis em água (Figura 1), mas com o passar do tempo na maturação, parte ou todas se hidrolizam pela ação das enzimas formando compostos solúveis mais simples (ROBINSON, 1987).

A hidrólise da caseína é um importante evento na maturação do queijo e tem um significativo impacto nas propriedades sensoriais na maioria das variedades de queijos (POLYCHRONIADOU, 1999).

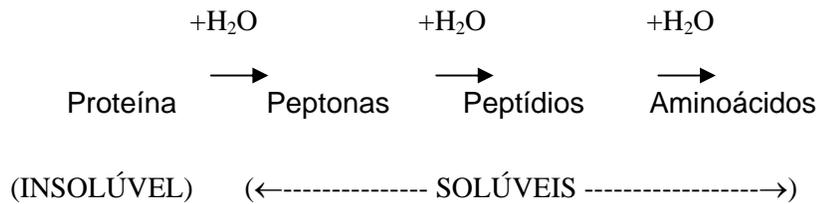


FIGURA 1 – Proteína (insolúvel em água) hidrolizada a compostos mais solúveis durante a fase de maturação dos queijos (Adaptada de ROBINSON, 1987).

Os aminoácidos resultantes da hidrólise das proteínas podem ser reduzidos ou oxidados pelos microrganismos, reduzidos a amoníaco e ácidos orgânicos ou oxidados a gás carbônico e aminas (ROBINSON, 1987).

Nos queijos macios, de maturação rápida, o processo proteolítico se deve, em sua maioria, a proteases exocelulares liberadas por microrganismos que crescem na superfície (ROBINSON, 1987).

3.2.1.7.1.3 Lipólise

A lipólise é a reação em que as lipases transformam os triglicerídios em glicerídios simples, liberando ácidos graxos (AMIOT, 1991).

BOURGEOIS (1995), destaca que a lipólise é relativamente limitada, mas a pequena quantidade de componentes que nela são produzidos têm uma grande influência sobre o sabor e o aroma dos queijos. Os microrganismos mais lipolíticos dos queijos são os mofos.

Na maior parte dos casos, a lipólise dos queijos se deve a ação das lipases microbianas. Os mofos produzem grandes quantidades de lipases e por esta razão, os queijos moles maturados por mofos sofrem uma lipólise mais intensa (AMIOT, 1991).

A contribuição relativa da lipólise está, a princípio, determinada pelo conteúdo de gordura e pela extensão com que se favorece este fenômeno durante a fabricação e a maturação do queijo (VARNAM, 1995).

Logo, os produtos originados da glicólise, proteólise e lipólise dão às distintas variedades de queijos, seu aroma característico. Os principais componentes aromáticos são geralmente os ácidos graxos, aldeídos, cetonas, álcoois, aminas, ésteres e compostos sulfurados (AMIOT, 1991).

Não se conhece completamente a natureza de todas estas reações, e de outras reações posteriores, produtoras de compostos que participam no desenvolvimento do aroma e do sabor, nem a forma com que se controla sua velocidade. Isto se deve, em parte, a complexidade da microflora do queijo, que é potencialmente produtora de componentes responsáveis pelo sabor e pelo aroma (ROBINSON, 1987).

De acordo com OLIVEIRA (1986), além dos desdobramentos primários, durante a maturação de um queijo, normalmente 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.

3.2.1.7.2 Cuidados durante a maturação

A maturação é uma das etapas mais exigentes com relação à qualidade final e ao risco econômico na fabricação de queijo (OLIVEIRA, 1986).

Além dos controles das condições ambientais das câmaras, existem uma série de exigências e cuidados necessários ao bom andamento da maturação de um queijo. O principal cuidado é em relação às transformações indesejáveis, produzidas geralmente por microrganismos contaminantes que podem estar presentes no leite ou atingirem os queijos durante a fabricação. Há ainda, microrganismos invasores que contaminam os queijos durante a cura, dos quais o mofo é o mais importante. Este pode se desenvolver facilmente na superfície externa dos queijos e causar grandes danos, não só na aparência, através de defeitos de crosta, mas afetando também o sabor e a consistência (OLIVEIRA, 1986).

As leveduras e mofos se desenvolvem nas paredes e estantes das salas de maturação e a estrita limpeza das mesmas constitui um importante fato para controlar seu crescimento (ROBINSON, 1987).

Os queijos devem ser virados de quando em quando, a fim de assegurar não só a uniformidade na cura, como também bom aspecto exterior (BEHMER, 1984).

3.3 Queijo Minas

O queijo Minas pode ser considerado um tipo de queijo desenvolvido no Brasil e que teve sua origem nas fabricações caseiras difundidas no Estado de Minas Gerais, as quais existem até hoje. Foi na década de 1930 que o referido queijo, teve a sua definição tecnológica e, desde então, tem crescido o volume de queijo Minas fabricado em indústrias organizadas comercialmente (OLIVEIRA, 1986).

A Portaria 146 (Art. 614), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (BRASIL, 1996) classifica 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 dias.

Também que o referido queijo deve apresentar formato cilíndrico, de faces planas e bordas retas; deve pesar entre 1 kg e 1,2 kg; a sua casca deve ser fina amarelada; a consistência deve ser semidura, tendendo a macio, de untura manteigosa; deve apresentar na textura buracos mecânicos, pouco numerosos; a cor deve ser branco-creme, homogênea e quanto ao sabor e odor devem apresentar-se ácidos agradáveis, não picantes e próprios do queijo (BRASIL, 1996).

3.4 Contaminação por mofos

Os mofos são capazes de crescer nos mais diversos tipos de alimentos, como cereais, carnes, leite, frutas e vegetais. O crescimento de mofos pode resultar em diversos tipos de deterioração nos alimentos, como alimentos com perda de sabores, com descoloração, com apodrecimento, com produção de micotoxinas e com formação de esporos patogênicos ou alergênicos (FILTENBORG, 1996).

O crescimento de bolores em queijos durante a maturação e estocagem consiste em uma das grandes preocupações dos profissionais responsáveis pelo setor nas indústrias de laticínios. Tal problema acarreta muitos gastos com mão-de-obra empregada na limpeza dos queijos, além de considerável prejuízo do ponto de vista econômico, traduzido pelas perdas de produto e de prestígio da marca junto aos consumidores (TANIWAKI, 1991).

Certas espécies de mofos são essenciais para a maturação de determinadas variedades de queijos, mas seu crescimento é indesejável na maioria. Os mofos alteram a aparência dos queijos, podendo causar sabores mofosos e produzirem micotoxinas (ROBINSON, 1987).

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

A deterioração das propriedades sensoriais dos alimentos contaminados por mofos é freqüente, devido à produção de enzimas durante o seu crescimento. Os mofos podem produzir um vasto número de enzimas, lipases, proteases e carboidrases (FILTENBORG, 1996).

A grande incidência das alterações causadas por mofos, têm despertado uma preocupação sobre a possibilidade destes produzirem micotoxinas. Os testes realizados tem dado diferentes resultados, mas parece que 20% dos mofos que normalmente causam alterações (*Penicillium e Aspergillus*), produzem metabólitos potencialmente tóxicos (VARNAM, 1995).

As micotoxinas são formadas durante o crescimento dos mofos nos alimentos. Algumas micotoxinas estão presentes somente no mofo, enquanto que a maioria é excretada para o alimento (FILTENBORG, 1996).

Nos alimentos líquidos e em frutas como pêssegos, pêras e tomates, a difusão das micotoxinas pode ser muito rápida, não deixando partes não contaminadas do produto. Por outro lado, em alimentos sólidos, como queijo, pão, maçãs e laranjas, a difusão é lenta, deixando a maior parte do produto não contaminada (FILTENBORG, 1996).

Os fungos isolados com maior frequência nas salas de maturação estão compreendidos nos gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Monilia*, *Mucor* e *Penicillium* (ROBINSON, 1987).

A contaminação microbiológica na indústria de alimentos representa um sério perigo para a saúde do consumidor e acarreta grandes prejuízos econômicos. Os laticínios, pela própria matéria-prima que utiliza e pelo alto teor de umidade dos locais de produção, são particularmente suscetíveis a essa contaminação. Daí, a importância da conscientização dos profissionais do setor, em todos os níveis, para a necessidade da implantação de programas de boas práticas de fabricação e do controle permanente dos processos e seus pontos críticos (PERRY, 2004).

3.4.1 Fatores que influenciam o desenvolvimento de mofos

3.4.1.1 pH

A concentração de íons hidrogênio (H^+), tem um marcante efeito no crescimento dos microrganismos. Essa concentração se expressa normalmente em termos de pH (HAYES, 1993).

Tem se demonstrado que a maior parte dos microrganismos se multiplicam melhor com valores de pH em torno de 7,0 (6,6 – 7,5), enquanto que somente alguns crescem com pH abaixo de 4,0. Os mofos crescem em um pH mínimo de 1,5 – 2,0 e máximo de 11, já as leveduras pH mínimo 2,5 e máximo 8,0 – 8,5 (JAY,1973).

ROBINSON (1987) salienta que o pH mínimo, da maioria dos queijos é 5,3 e em muitas variedades alcança o valor de 4,5. A acidez não evita o crescimento de leveduras e mofos, mas sim das bactérias no interior do queijo, particularmente com uma baixa umidade, ausência de oxigênio e alta concentração de sal.

3.4.1.2 Umidade

Aproximadamente 80 a 90% do peso total de células vivas é composto de água, e todos os organismos necessitam dela para o seu crescimento. Os microrganismos variam enormemente em suas necessidades aquosas, mas geralmente as bactérias necessitam mais que os mofos (HAYES, 1993).

Um dos métodos mais antigos utilizados pelo homem para conservar os alimentos é a desidratação. A conservação dos alimentos por desidratação é uma consequência direta da eliminação da umidade, sem a qual os microrganismos não podem crescer (JAY, 1973).

3.4.1.3 Atividade de água

Quem determina se ocorrerá ou não o crescimento dos microrganismos é a quantidade de água “disponível” e não a água total (HAYES, 1993). A necessidade dos microrganismos pela água é expresso em termos de atividade de água (Aa) do meio ambiente (JAY, 1973).

Os mofos toleram valores de Aa menores que as bactérias, muitas espécies de mofos crescem com Aa de 0,75 ou 0,70. As leveduras, quanto as suas necessidades de água, ocupam um lugar intermediário entre as bactérias e

os mofos, sendo a Aa limite para a maioria de 0,9 aproximadamente (HAYES, 1993).

JAY (1973) destaca que os valores específicos de Aa são considerados unicamente como pontos de referência, já que a variação da temperatura ou da quantidade de elementos nutritivos podem permitir o crescimento dos microrganismos em valores inferiores de Aa.

3.4.1.4 Temperatura de maturação

A temperatura é um fator que regula o desenvolvimento da maturação, influenciando sobre a atividade microbiana e enzimática (AMIOT, 1991).

A maturação é mais rápida quando se aumenta a temperatura. No entanto, na prática é melhor maturar a temperaturas bem abaixo das ótimas de fermentação para que os processos se desenvolvam mais lentamente e para poder controlá-los melhor (AMIOT, 1991).

Em geral, como termo médio as temperaturas de maturação utilizadas são de 8° – 10°C para queijos macios; de 10° – 12° C para os semiduros; e até 20° C para os queijos duros (AMIOT, 1991).

3.4.1.5 Sal (Cloreto de sódio)

O teor de sal no queijo afeta significativamente sua atividade de água (Aa) que, por sua vez, é um dos parâmetros primordiais para o desenvolvimento da flora microbiana e para os processos bioquímicos da maturação (FURTADO, 1991).

AMIOT (1991) ressalta que os microrganismos vivem e atuam na fase aquosa do queijo, ficando em condições mais ou menos favoráveis entre

outros fatores, dependendo da concentração de sal. O sal no queijo tem efeito seletivo e inibidor da flora microbiana e é um meio de controlar as fermentações e a maturação.

Muitos microrganismos que provocam sérios defeitos nos queijos, são sensíveis a moderadas concentrações de sal, daí sua importância na fabricação do queijo (FURTADO, 1991).

3.5 Antifúngicos

OLIVEIRA (1986), cita que o crescimento de mofo, principalmente durante a cura dos queijos, pode ser controlado através do uso de natamicina ou sorbato de potássio.

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

TORRES (1997) salienta que a natamicina (antibiótico com princípio ativo pimáricina) é um grande e potente inibidor de bolores e leveduras.

Segundo a Portaria 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), a natamicina é um conservador e, seu uso deve ser feito somente na superfície de queijos cortados ou fatiados; seu limite máximo é de 5mg por kg de queijo e não deve ser detectável a 2mm de profundidade nos mesmos.

A natamicina é aplicada na forma de solução aquosa a 0,5%, na qual se mergulham os queijos logo após a salmoura. Só deve ser usado para tratamento da casca do queijo (FURTADO, 1991).

De acordo com FURTADO (1999), o ácido sórbico (fungiostático) 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% não-dissociado, e em pH 4,4, 70% não-dissociado, o que indica que, quanto mais baixo o pH, maior é a sua ação fungistática. Em pH 5,0 – ligeiramente abaixo do pH da maioria dos queijos de massa lavada semicozida – apresenta-se 37% não-dissociado.

A aplicação do sorbato de potássio pode ser feita de várias maneiras. No caso de queijo Minas padrão, pode ser imerso rapidamente em uma solução aquosa contendo 20 a 30% de sorbato de potássio logo após a salmoura (FURTADO, 1991).

Segundo a Portaria 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), o ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio, tem função conservadora e o limite máximo a ser usado é de 1000mg de ácido sórbico por kg de queijo, em queijos de muito alta umidade, alta umidade, média umidade e baixa umidade.

A efetividade dos antifúngicos aumenta quando o tratamento é aliado a outros cuidados de higiene aplicados aos queijos durante a maturação, salienta (FURTADO, 1999).

3.6 Qualidade sensorial

3.6.1 Parâmetros e requisitos nas características organolépticas do queijo

O sabor do queijo é um atributo organoléptico importante e o equilíbrio correto de seus componentes de sabor é fundamental à qualidade do queijo (SOUSA, 2001).

O desenvolvimento desejável dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma ocorrem na maturação do queijo pela ação dos microrganismos, das enzimas que degradam as proteínas, gorduras e açúcares (ROBINSON, 1987).

A hidrólise da caseína é o principal evento ocorrido durante a maturação do queijo, com significativo impacto nas propriedades sensoriais (POLYCHRONIADOU, 1999).

A proteólise, que ocorre na maturação, contribui para o sabor do queijo através da produção de peptídios e aminoácidos livres (SOUSA, 2001). Também leva a substâncias que, ou são importantes para o sabor em si, ou agem como precursores do aroma. Certos aminoácidos livres são extremamente importantes para o desenvolvimento do sabor (TAVARIA, 2003).

Os produtos originados na glicólise, proteólise e lipólise dão às distintas variedades de queijo seu aroma característico (AMIOT, 1991).

Problemas no sabor são muito complexos e geralmente relacionados com causas variadas. Alguns sabores estranhos podem ser detectados, como: sabor ácido, de salmoura, amargo, impuro ou pútrido, oxidado, râncido, saponificado, de fruta, de queimado ou caramelizado, fraco ou queimado insípido, adocicado, de iogurte, de forragem. Os defeitos de coloração devem-se, geralmente, pelo crescimento superficial de fungos (FURTADO, 1991).

A textura descreve a estrutura ou presença de “olhos” no queijo. Uma estrutura fechada indica carência dos ditos “olhos”, enquanto que sua presença se expressa como textura aberta (ROBINSON, 1987).

A proteólise contribui para mudanças na textura do queijo devido à quebra da rede proteica, que facilita a liberação de compostos de sabor durante a mastigação, o que contribui diretamente para o sabor (SOUSA, 2001).

As características organolépticas podem ser modificadas por defeitos na qualidade e nos eventos bioquímicos ocorridos durante o processo de maturação do queijo. O queijo maturado contém um grande número de compostos que contribuem, positiva ou negativamente, ao sabor e aroma característicos. Entre os compostos do aroma encontram-se peptídios e aminoácidos, ácidos graxos livres, metilcetonas e ésteres dos ácidos graxos, compostos sulfurados como metanotiol, sulfato de hidrogênio e dimetil sulfato, acetaldeído, diacetil e álcoois como etanol e metanol (VARNAM, 1995).

Uma das maneiras de avaliar a aceitabilidade ou a preferência de queijos é através do uso da Escala Hedônica, verificando o quanto o avaliador gostou ou desgostou do produto (DUTCOSKY, 1996). Para determinar se existe diferença entre uma ou mais amostras em relação a um controle ou padrão e estimar o tamanho desta diferença, faz-se o uso do teste de comparação múltipla ou de diferença do controle (FERREIRA, 2000; DUTCOSKY, 1996).

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Análise do leite

O leite utilizado para fabricação do queijo foi recebido na Usina Escola de Laticínios (UFSM), passou pelo processo de pasteurização e foram realizadas as seguintes análises físico-químicas conduzidas conforme LANARA (1981): acidez, índice crioscópico (crioscopia), gordura, densidade, fosfatase alcalina e peroxidase.

4.2 Elaboração dos queijos

Os queijos foram produzidos na Usina Escola de Laticínios, UFSM, onde permaneceram para a maturação. No dia de fabricação (dia zero), no 21° e 53° dias de maturação, amostras dos queijos foram coletadas e acondicionadas em caixa de isopor. Estas foram levadas até o Laboratório de Físico-química e o de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, onde foram realizadas as análises.

4.2.1 Etapas básica de fabricação do queijo Minas padrão

As etapas de processamento do queijo Minas padrão estão descritas na Figura 2.

A matéria-prima utilizada foi leite pasteurizado a 72 – 75°C / 15 segundos e resfriado logo em seguida a 4° C.

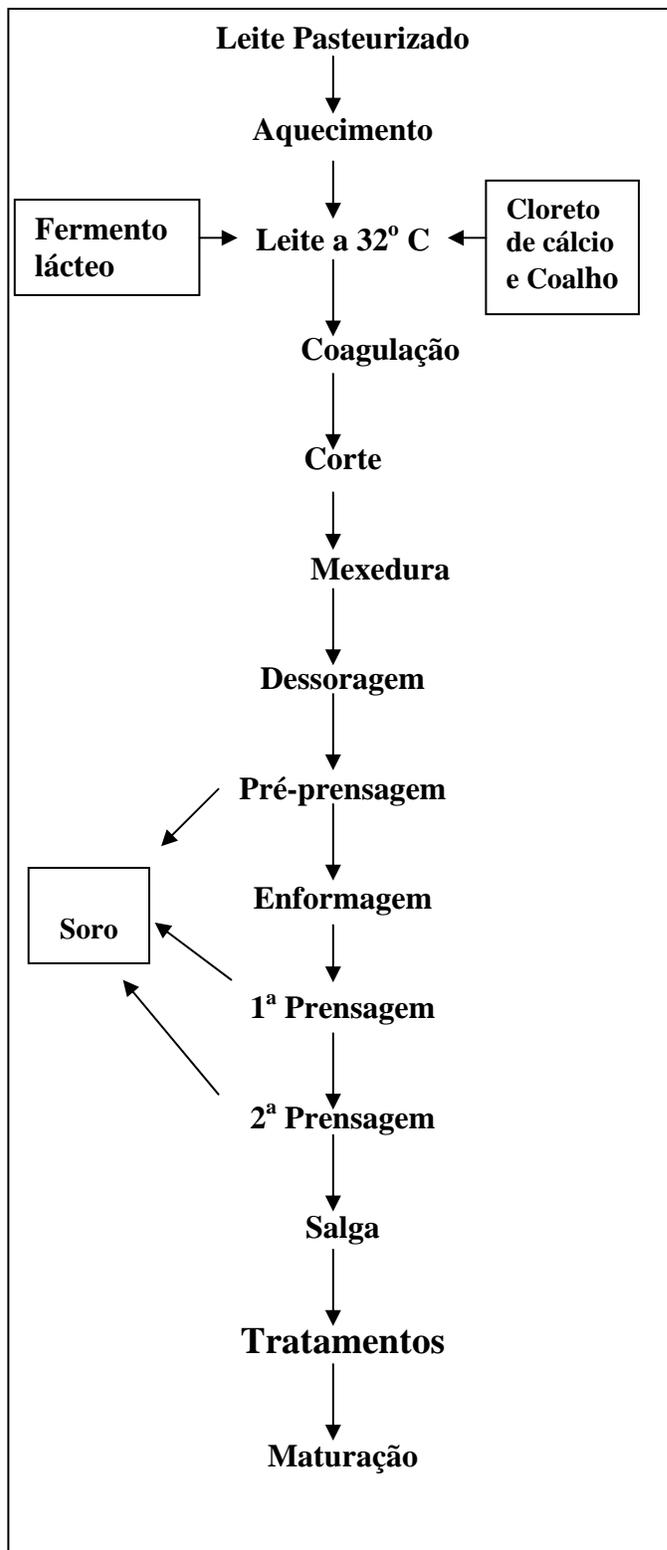


FIGURA 2 – Fluxograma da produção do queijo Minas padrão.

Foram feitas análises físico-químicas e testes de controle do grau de aquecimento do leite para determinar sua qualidade.

O preparo do leite para coagulação, foi realizado com aquecimento de até 32°C, quando o fermento, cloreto de cálcio e coalho foram adicionados.

Como fermento, foi utilizada a cultura mesófila homofermentativa R-704 (CHR HANSEN[®]). Foram pesadas 20g de cloreto de cálcio para cada 100 litros de leite e usou-se 2g de coalho, para cada 100 litros de leite, com poder coagulante de 1: 90.000 (Bela Vista[®]).

A coagulação ocorreu em aproximadamente 40 minutos. Após realizou-se o corte da coalhada, utilizando, em movimentos lentos, liras (horizontal e vertical), obtendo cubos com 1 a 1,5 cm de aresta.

A mexedura se fez com agitação lenta, durante 20 minutos. Após este período de tempo iniciou-se um aquecimento até 40°C.

A pré-prensagem foi realizada por um período de 20 minutos, com a massa ainda no tanque. A enformagem foi realizada retirando-se a massa do tanque e colocando-se em formas cilíndricas, com dessoradores, para posterior prensagem. A quantidade de massa foi de aproximadamente 500g em cada forma.

A 1ª prensagem foi realizada por 2 h, a uma pressão de 3 - 3,5 kgf/cm². Após transcorrido o tempo, virou-se as peças de queijo. A 2ª prensagem utilizou-se um tempo de 18 h, a uma pressão de 3 - 3,5 kgf/cm².

As peças de queijo foram retiradas da 2ª prensagem e mergulhadas em salmoura a 20 %, por 12 horas, a uma temperatura de 10°C. A maturação foi feita em câmara a 10°C, com umidade relativa de 87 %, por 21 dias, sendo as peças de queijo viradas a cada 2 dias.

4.3 Tratamentos dos queijos

Os tratamentos foram realizados após a salga por imersão das peças de queijo em soluções de Sorbato de Potássio e Natamicina, durante 60 segundos.

Os queijos foram divididos nos seguintes tratamentos:

O tratamento C originou o queijo controle, o qual não foi imerso em qualquer solução.

Os tratamentos A e B, sofreram imersão em solução de Sorbato de Potássio à 25 e 30%, respectivamente.

Os tratamentos N e M receberam imersão em solução de Natamicina à 0,05 e 0,1%, respectivamente.

Foram feitos três lotes de quinze queijos, nove queijos para cada tratamento, totalizando 45 peças.

4.4 Análises físico-químicas

As análises foram realizadas no dia de fabricação (dia zero), no 21^o e no 53^o dias de maturação.

Após o período de maturação (21 dias), os queijos passaram por uma toalete, onde, dos queijos controle foi retirada praticamente toda a casca devido a contaminação que apresentavam, já os demais tratamentos foram apenas lavados e raspados, e a partir destes foram feitas as análises. Após a toalete os queijos foram embalados à vácuo.

4.4.1 Preparo das amostras

Os queijos foram cortados em vários pedaços para melhor amostragem, triturados e colocados em frascos devidamente identificados para cada tratamento e congelados a -18°C . As determinações de acidez e pH foram realizadas nas amostras antes do congelamento.

4.4.2 Determinação da umidade

A determinação da umidade fundamenta-se na perda de umidade e substâncias voláteis à 105°C (LANARA, 1981).

4.4.3 Determinação da acidez

Foi realizada a extração da acidez com álcool. Para determinar a acidez, 5g de queijo triturado foram pesadas e colocadas em 50mL de álcool etílico à 95% previamente neutralizado. O homogeneizado foi deixado em repouso por 24h, agitando ocasionalmente. Após, filtrou-se e ao filtrado foram adicionadas 10 gotas de fenolftaleína a 1% e efetuou-se a titulação com hidróxido de sódio a 0,1N até a obtenção da coloração rósea. O resultado foi expresso em porcentagem de acidez total em ácido láctico (LANARA, 1981).

4.4.4 Determinação do pH

Dez gramas de queijo trituradas foram homogeneizadas com 50mL de água destilada. No homogeneizado foi procedida a leitura do pH, a 20°C (LANARA, 1981).

4.4.5 Determinação da gordura

A gordura foi determinada pelo método do butirômetro utilizado para leite. O método 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 (LANARA, 1981).

4.4.6 Determinação das cinzas

Foi determinada pela perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado à 500-550°C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização (LANARA, 1981).

4.4.7 Determinação de cloretos

Os cloretos foram determinados a partir das cinzas, utilizando o 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. O valor de cloretos é dado em porcentagem de cloretos em cloreto de sódio (LANARA, 1981).

4.4.8 Determinação de proteínas

O método usado para a determinação de proteínas foi o Kjeldahl, o qual baseia-se na determinação do nitrogênio total. Durante a digestão da amostra, pela ação do ácido sulfúrico, o carbono é liberado como gás carbônico e o hidrogênio como água. O nitrogênio é transformado em NH_3 e fixado sob a forma de sal amoniacal (sulfato de amônia). Na destilação, a solução concentrada de hidróxido, libera a amônia que é destilada e recebida em uma solução de ácido bórico, de título conhecido, com indicador adequado e, posteriormente, titulada com solução ácida. Para saber a porcentagem de proteínas, usou-se o fator de conversão 6,38, o qual multiplicou-se pelo valor de nitrogênio total encontrado (LANARA, 1981).

4.4.9 Determinação de nitrogênio solúvel em água

Dez gramas de queijo triturado foram misturados com 50mL de água desionizada e homogeneizado com Ultra Turrax a 10.000 rpm, por um tempo de 1 minuto. Após deixou-se em repouso por 1 minuto e novamente homogeneizou-se por 1 minuto, e foi deixado em aquecimento (40°C) por 1h. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 30 minutos à 20°C e, após, resfriadas a 4°C. A suspensão final foi filtrada em papel filtro. Para a determinação do conteúdo de nitrogênio solúvel em água foi usando o método micro-kjeldahl (BÜTIKOFER, 1993).

4.5 Análise microbiológica

A análise microbiológica foi realizada antes da toaleta nas peças de queijo no 21º dia de maturação. Já no 53º dia , as análises foram realizadas após a toaleta.

4.5.1 Preparo da amostra

Para as análises, foram retiradas amostras dos queijos de várias partes dos mesmos, para se obter uma amostragem efetiva.

4.5.2 Determinação microbiológica

Foi realizada a determinação de bolores e leveduras em meio ágar batata dextrose acidificado com solução de ácido tartárico a 10% (LANARA, 1999).

4.6 Análise sensorial

Para realização da análise sensorial, utilizou-se de um painel de provadores composto por pessoas não treinadas. O painel avaliou as amostras quanto aos atributos cor, odor, sabor e textura. Os testes foram realizados no queijo Minas maturado, no 21º e 53º dia de fabricação, usando fichas de avaliação, cujos modelos encontram-se no anexo.

Foram realizados dois testes, o de aceitabilidade usando a escala hedônica, visando analisar a preferência do consumidor; (DUTCOSKY, 1996) e o de comparação múltipla ou de diferença do controle (FERREIRA, 2000), que visa comparar as características sensoriais dos queijos controle e dos

queijos tratados, para verificar se os tratamentos usados, o sorbato de potássio e a natamicina, tiveram influência nas características dos queijos Minas.

4.7 Análise estatística

Foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 3 repetições, fazendo uso da análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$), usando o programa Microsoft Excel, 2000[®] (COSTA NETO, 1987).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características do leite para produção dos queijos

O leite apresentou acidez de 17° Dornic, isto é, 1,7 g de ácido láctico por litro, densidade de 1.028,7 g/mL à 15° C, índice crioscópico de -0,524° Horvert ($\pm 0,01^\circ$ C), correspondendo a um teor de água de 2,2% e teor de gordura de 3,17 %. A pesquisa de enzimas indicaram resultado negativo para a fosfatase alcalina e positivo para a peroxidase.

Os resultados obtidos demonstraram-se satisfatórios para a produção de um queijo de boa qualidade.

Segundo a Instrução Normativa nº 51, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002) o leite tipo C, apresenta, acidez entre 0,14 e 0,18 g de ácido láctico por 100 mL de leite (14-18°D), densidade a 15° C entre 1.028 e 1.034 g/mL, índice crioscópico mínimo de -0,530° Horvert ($\pm 0,01^\circ$ C) e teor de gordura mínimo de 3,0% .

O leite para produção de queijo Minas padrão deve ser submetido à pasteurização (BRASIL, 1996).

As enzimas pesquisadas, fosfatase alcalina e peroxidase, indicam que a pasteurização do leite foi efetiva, pois a fosfatase alcalina foi inativada e a peroxidase se manteve ativa após a pasteurização a 72-75° C/15-20 s.

O índice crioscópico apresentou resultado de -0,524° Horvert encontrando-se alterado conforme a legislação, podendo indicar possível fraude por adição de água no leite. A adição de água altera o índice crioscópico fazendo com que o mesmo se aproxime de zero (ponto de congelamento da água), porque se diluem as concentrações dos componentes que estão em solução na água do leite (TRONCO, 1997).

A acidez, de 17° Dornic, demonstrou-se dentro da normal, 14-18° D, assim como a gordura, 3,17%, cuja legislação cita teor de gordura no leite tipo C deve ser no mínimo 3% e a densidade de 1.028,7g/mL, ficou dentro da variação citada na legislação de 1.028 a 1.034 g/mL (BRASIL, 2002).

5.2 Caracterização do produto

Os queijos produzidos para o presente trabalho apresentaram as características mostradas na Tabela 2.

TABELA 2 - Características físico-químicas dos queijos Minas padrão controle, tratados com natamicina e sorbato de potássio, no 21° dia de maturação.

Características físico-químicas	Valores
Umidade	44,8 %
Gordura	20,7 %
Gordura no extrato seco	37,4 %
Proteínas	25,5 %
Sal (Cloretos)	2,5 %
pH	5,2
Ácido lático	0,73 %

As características apresentadas pelo queijo Minas padrão classifica-o como sendo queijo semi gordo (25,0 a 44,9 % de gordura no extrato seco) e média umidade ou queijo de massa semi dura (36,0 a 45,9 % de umidade) (BRASIL, 1996).

De acordo com OLIVEIRA (1986), um queijo Minas típico apresenta cerca de 43 % de umidade, 1,6 % de sal e pH entre 5,1 a 5,3.

Conforme SGHEDONI (1979), a composição do queijo Minas após a maturação é a seguinte: umidade: 43 %; gordura na matéria seca: 47 %; proteínas: 25,4 %; ácido láctico: 1,0 %; gordura: 26,8 %.

5.3 Características físico-químicas

5.3.1 Umidade

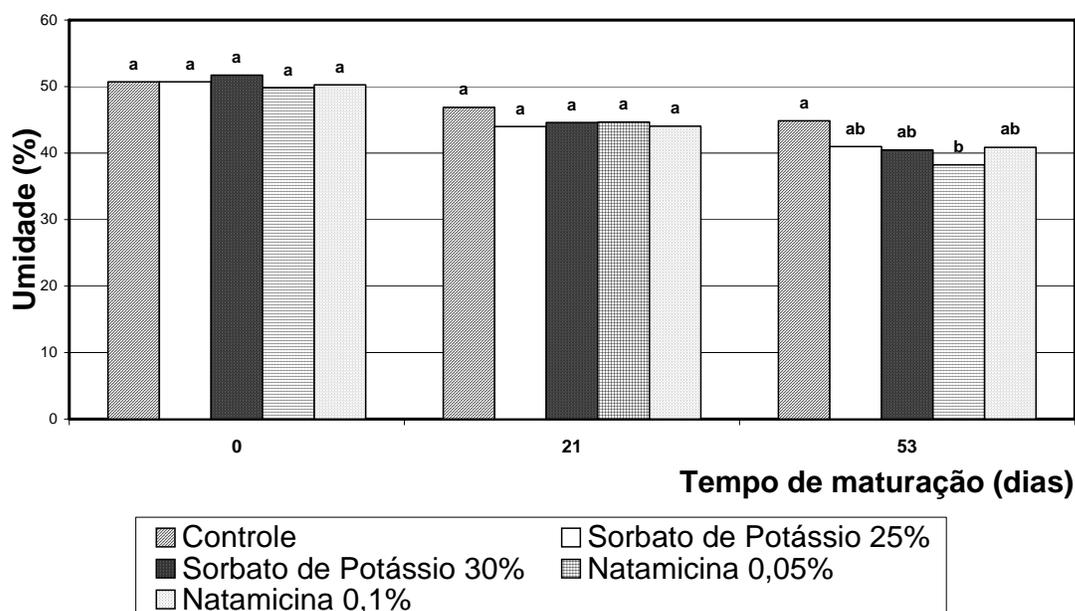
O valor médio de umidade dos queijos produzidos neste trabalho foi de 44,8 % (Tabela 2), o que os classificam como sendo um queijo de média umidade (BRASIL, 1996).

Sabe-se que a umidade é um importante parâmetro usado para caracterizar os diferentes tipos de queijos. Dela depende as características que estão relacionadas com a fase aquosa do queijo, como cinzas, bolores e leveduras, cloretos e proteínas.

A água que fica retida no queijo desempenha um papel muito importante e essencial para o desenvolvimento dos microrganismos, para determinar a velocidade das fermentações e da maturação e o tempo de conservação e a textura do queijo (AMIOT, 1991).

Ao observar a Figura 3, percebe-se que o queijo controle apresentou maior teor de umidade que os tratados com natamicina e sorbato de potássio, principalmente no 21^o e no 53^o dias de maturação. Possivelmente porque nos queijos tratados com os antifúngicos desenvolveram menor quantidade de bolores e leveduras na superfície (Figura 19), fazendo com que a umidade perdida fosse maior, pois ficou maior superfície livre para secagem.

Entretanto, apenas os queijos controle e os tratados com natamicina à 0,05% apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância, no 53º dia de maturação.



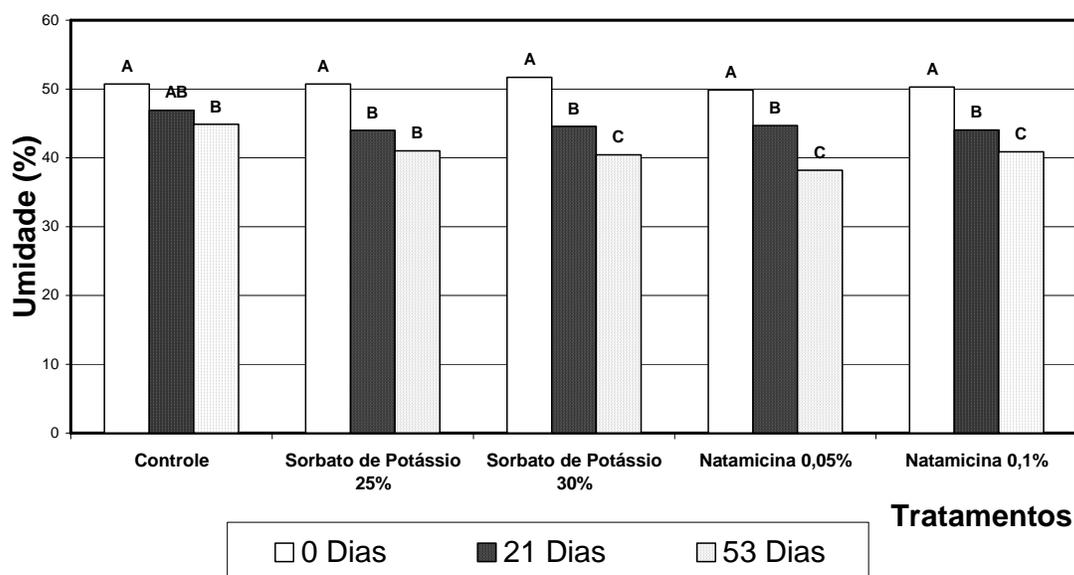
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 3 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de umidade (%).

O crescimento indesejável de mofos são bastante relacionados com a umidade do queijo e com a umidade relativa do ar. Queijos mais úmidos favorecem o desenvolvimento de microrganismos que causam defeitos na superfície (OLIVEIRA, 1986).

Em todos os tratamentos, a umidade foi sendo perdida conforme transcorreu os dias de maturação (Figura 4). Segundo FURTADO (1991), durante a cura, o queijo perde água por evaporação.

A diferença nos percentuais de umidade quanto ao tempo de maturação foi significativamente diferente nos tratamentos com sorbato de potássio 30%, e natamicina 0,05 % e 0,1 % (Figura 4).



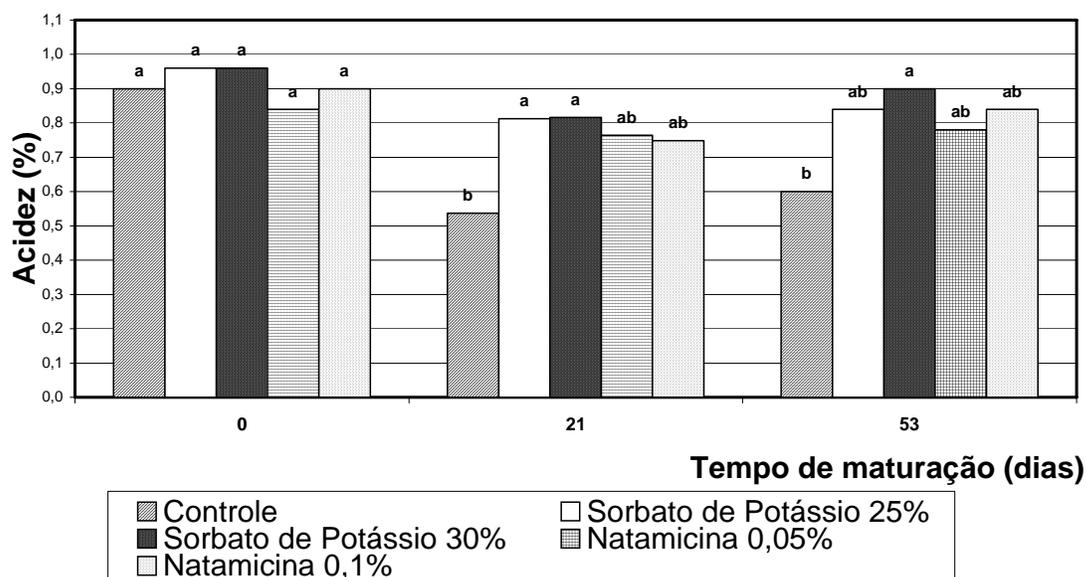
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância
FIGURA 4 – Efeito do tempo de maturação no teor de umidade (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

5.3.2 Acidez e pH

Para os valores de acidez, a legislação (BRASIL, 1996) não determina valores máximos ou mínimos para o queijo Minas.

As bactérias lácticas transformam a lactose em ácido láctico (BOURGEOIS, 1995). Isso ocorre nos primeiros dias da maturação e praticamente aos dez dias, a lactose já foi consumida. Após as leveduras utilizam o ácido láctico como fonte de carbono, diminuindo a acidez do meio (AMIOT, 1991).

O queijo controle (Figura 5) teve o menor valor para acidez, no 21^o e 53^o dias de maturação, diferindo estatisticamente dos tratamentos onde os queijos foram submersos em soluções de sorbato de potássio 25% e 30% aos 21 dias de maturação e do tratamento com sorbato de potássio 30% nos 53 dias de maturação. Provavelmente a diminuição da acidez ocorreu devido a maior quantidade de bolores e leveduras (Figura 19) que se desenvolveram na superfície dos queijos controle.

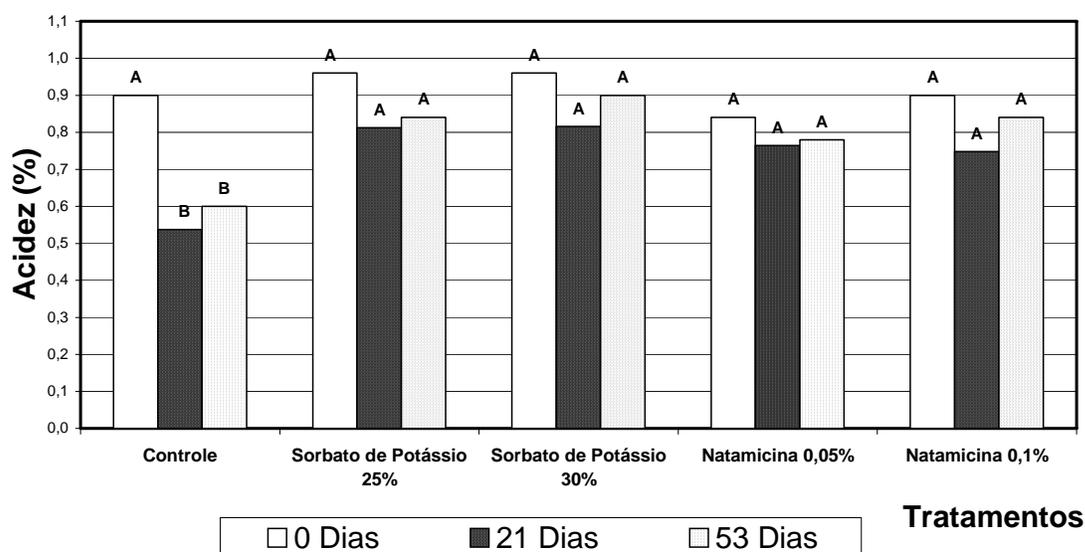


Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 5 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de acidez (%).

Os dados da Figura 6 demonstram que o valor da acidez do dia zero foi superior ao 21^o e 53^o dia de maturação, para todos os tratamentos, mostrando que durante o processo de maturação o ácido láctico sofre transformações.

Normalmente, o ácido láctico se combina com o cálcio para formar lactato. Nos queijos de massa mole, o ácido láctico é consumido pelas leveduras e mofos, o que produz uma diminuição da acidez (AMIOT, 1991). Entretanto, a diferença entre os valores de acidez quanto aos dias de maturação foi significativa no 21^o e 53^o dias de maturação (Figura 6), somente no queijo controle.



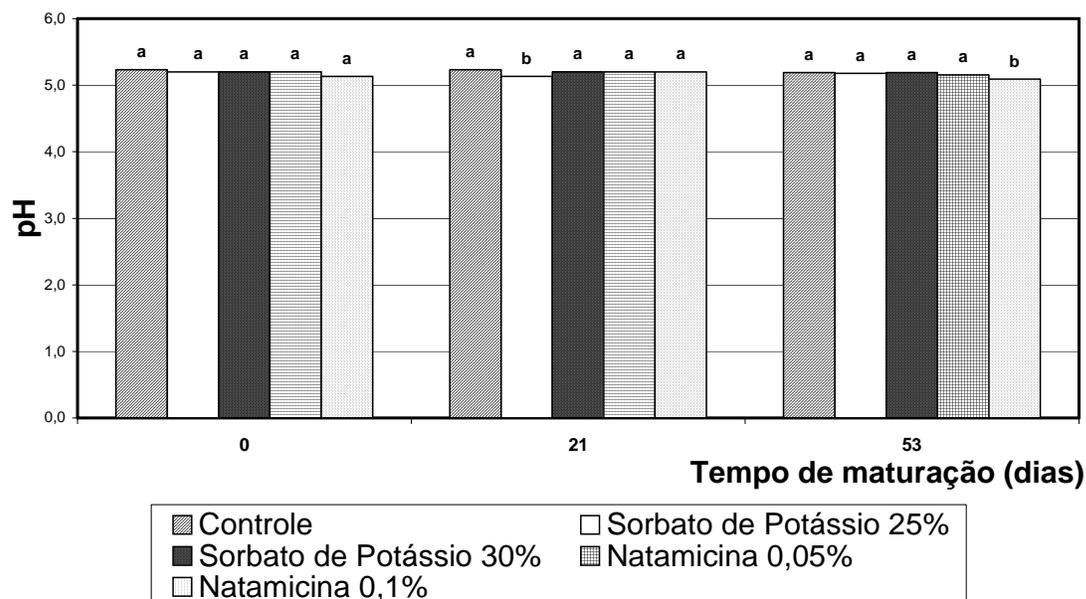
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 6 – Efeito do tempo de maturação no teor de acidez (%) dos queijos Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

Quanto aos valores de pH, a legislação (BRASIL, 1996) também não determina valores máximos ou mínimos para o queijo Minas.

Observa-se na Figura 7 uma pequena variação entre os tratamentos, pH de 5,1 a 5,2. Estes resultados estão de acordo, tecnologicamente, com AGRIDATA (2002), que cita valores de pH para queijo Minas padrão de 5,0 a

5,2. Nos 21^o e 53^o dias de maturação observa-se diferença estatística significativa entre os tratamentos (Figura 7), embora insignificante tecnologicamente.



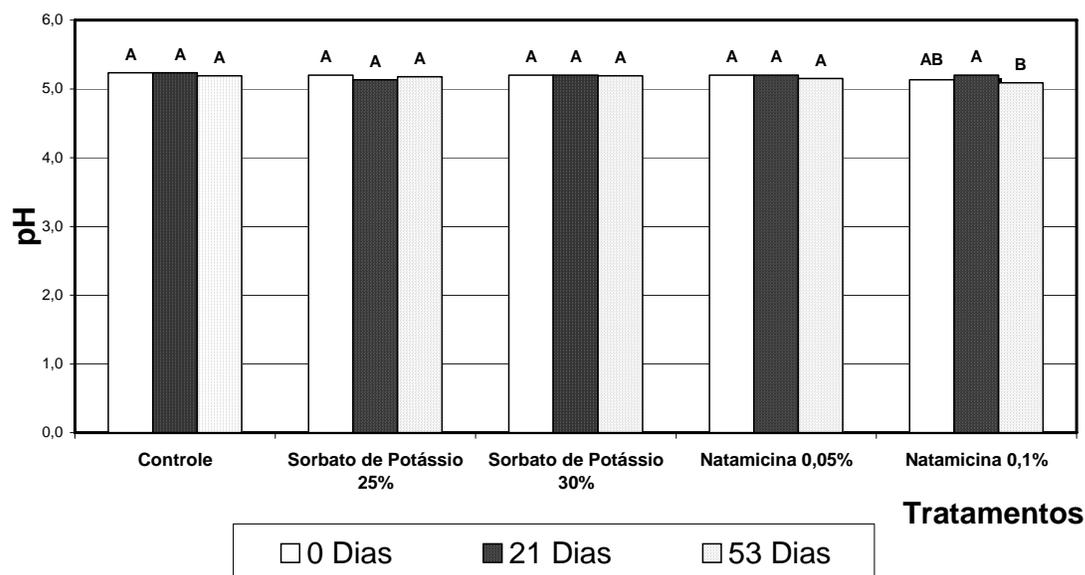
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 7 - Efeito do tratamento dos queijos Minas com sorbato de potássio e natamicina nos valores de pH.

As leveduras e os mofos crescem em ambiente ácido de pH 3,3–4,5; os mofos, geralmente, crescem em uma ampla faixa de pH 3,5–8,0 (HAYES, 1993), fazendo do queijo um meio de cultura favorável para o desenvolvimento destes microrganismos.

Os dados da Figura 8 mostram o comportamento do pH, conforme transcorreu a maturação dos queijos. Observa-se uma pequena variação entre os dias de maturação, que só foi estatisticamente significativa para o tratamento com natamicina a 0,1 %, embora insignificante do ponto de vista tecnológico.

Segundo ROBINSON (1987), o pH mínimo da maioria dos queijos é 5,3 e em muitas variedades alcança o valor de 4,5. A acidez não evita o crescimento de leveduras e mofos, mas sim de bactérias no interior do queijo, particularmente em associação com uma baixa umidade, ausência de oxigênio e alta concentração de sal.



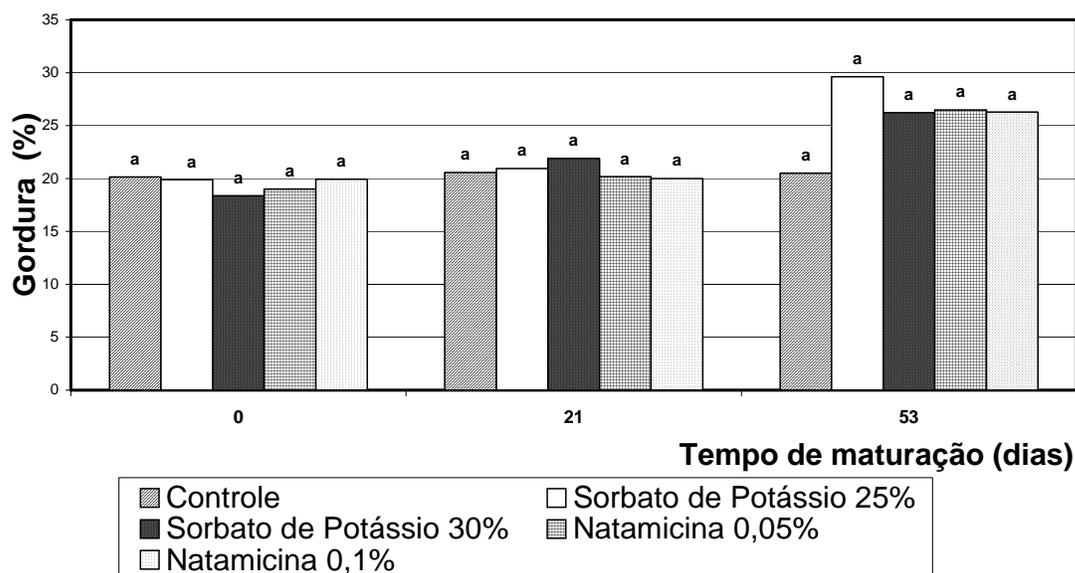
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 8 – Efeito do tempo de maturação nos valores de pH do queijos Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

5.3.3 Gordura

Os queijos produzidos no presente trabalho, apresentaram valores de gordura no extrato seco de 37,4 %, sendo classificado como queijo “semi-gordo” que é quando os valores contêm entre 25,0 e 44,9 % de matéria gorda no extrato seco (BRASIL, 1996).

Observando a Figura 9, percebe-se que os tratamentos não influenciaram no teor de gordura, uma vez que o sorbato de potássio e a natamicina usados no tratamento dos queijos atuam na fase aquosa do queijo. Isto é observado na análise estatística, a qual não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos para os teores gordura.



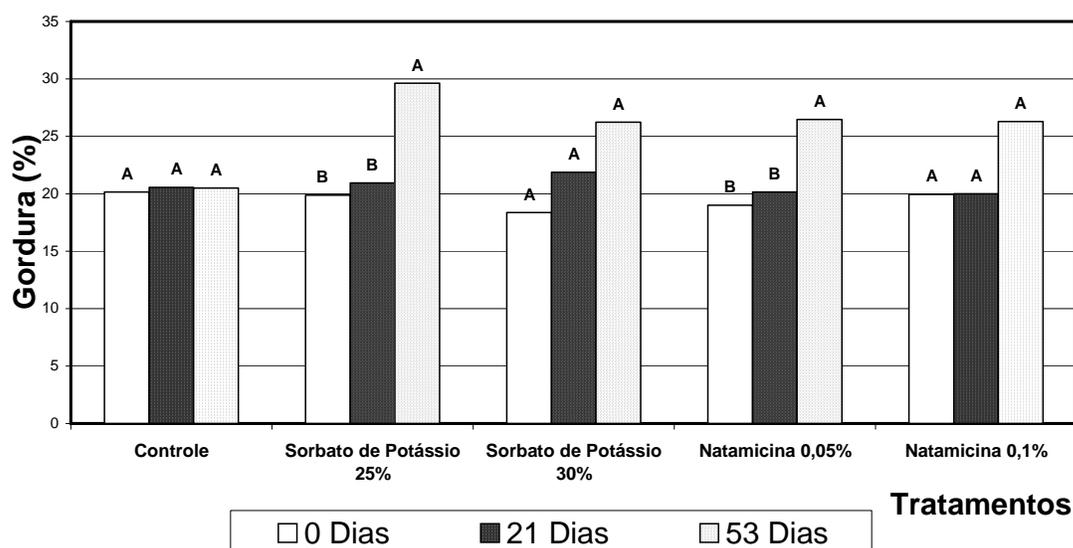
Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 9: Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de gordura (%).

Nota-se na Figura 10 que os teores de gordura foram aumentando conforme transcorreram os dias de maturação, provavelmente pela perda de umidade que as peças de queijo tiveram neste período (Figura 4), fazendo com que a gordura se concentrasse no queijo.

Essa suposição fica melhor explicada quando percebe-se que os teores de gordura (Figura 10) e os teores de umidade (Figura 4) variaram inversamente proporcional, conforme os dias de maturação.

Observando cada tratamento na Figura 10, nota-se que os teores de gordura foram aumentando, já os teores de umidade (Figura 4) foram diminuindo ao longo dos dias da maturação. O queijo controle que apresentou maior teor de umidade (Figura 4) que os demais tratamentos teve, quanto aos teores de gordura, os menores valores (Figura 10).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância

FIGURA 10: Efeito do tempo de maturação no teor de gordura (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

Estatisticamente, apenas os tratamentos com sorbato de potássio a 25% e natamicina a 0,05 % foram significativos quanto aos dias de maturação (Figura 10).

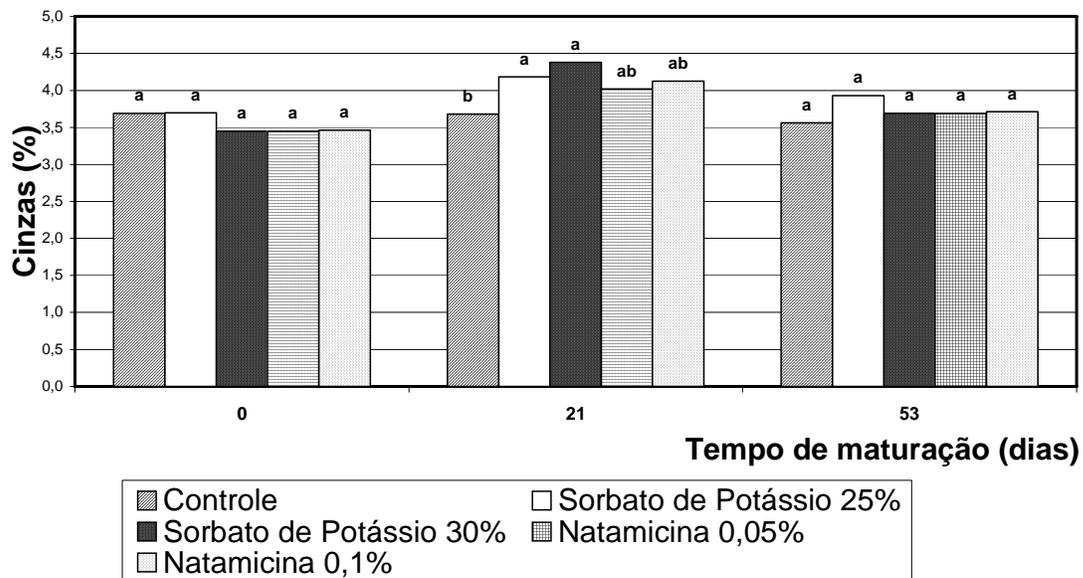
5.3.4 Cinzas

A legislação (BRASIL, 1996) não determina valores mínimos ou máximos para os valores de cinzas ou resíduo mineral fixo para o queijo Minas.

Observando a Figura 11, percebe-se que apenas no 21º dia de maturação houve diferença estatística significativa entre os tratamentos quanto aos valores de cinzas, onde o controle apresentou o menor valor. No 53º dia de maturação, houve uma diminuição nos valores de cinzas, possivelmente pela toaleta realizada nas peças de queijo, quando foi retirada parte da casca superficial dos mesmos. Na casca dos queijos a concentração de minerais ou sal é maior. Também, as peças de queijo não eram uniformes quanto ao tamanho, o que pode ter influenciado na salga ou seja, na quantidade de sal absorvida.

A Figura 12 mostra os valores de cinzas conforme passou o tempo de maturação. Estes valores variam inversamente aos valores de umidade (Figura 4), pois conforme o queijo perde água, o conteúdo de sal e outros minerais ficam mais concentrados.

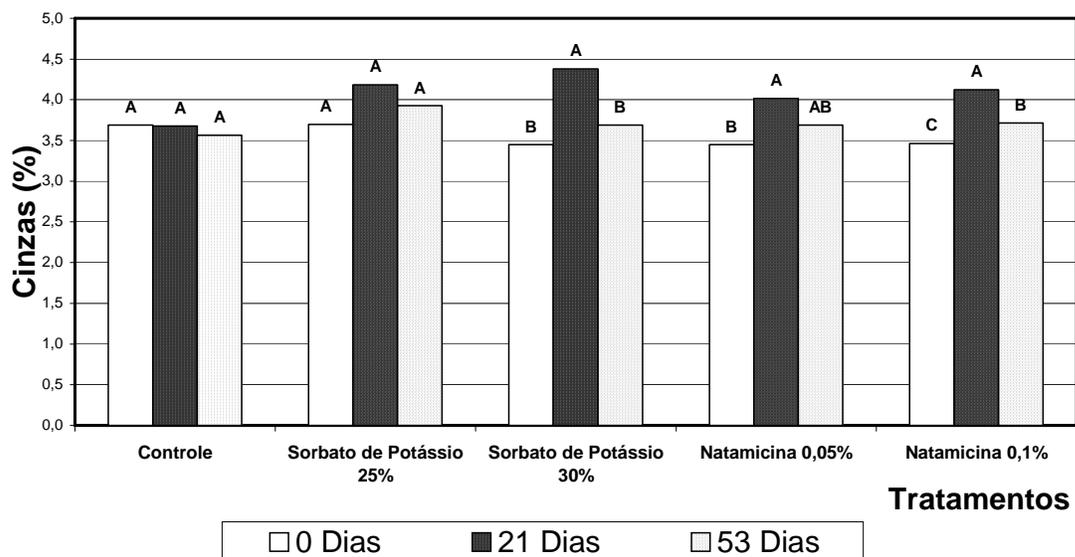
A diferença estatística entre os dias de maturação foi observada nos tratamentos com sorbato de potássio 30 % e natamicina 0,05 e 0,1 %. O tratamento controle teve a menor perda de umidade e a menor percentagem de cinzas (Figura 12).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 11: Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos valores de 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, 1979).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 12 – Efeito do tempo de maturação nos teores de cinzas (%) dos queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

5.3.5 Cloretos

A legislação (BRASIL, 1996) não determina valores máximos ou mínimos para cloretos em queijo Minas.

Os valores de cloretos encontrados nos queijos foram superiores àqueles citados em AGRIDATA (2002), que coloca os teores de sal para o queijo Minas padrão entre 1,4 e 1,6%, e o queijo produzido neste trabalho apresentou uma média 2,5 % de cloretos.

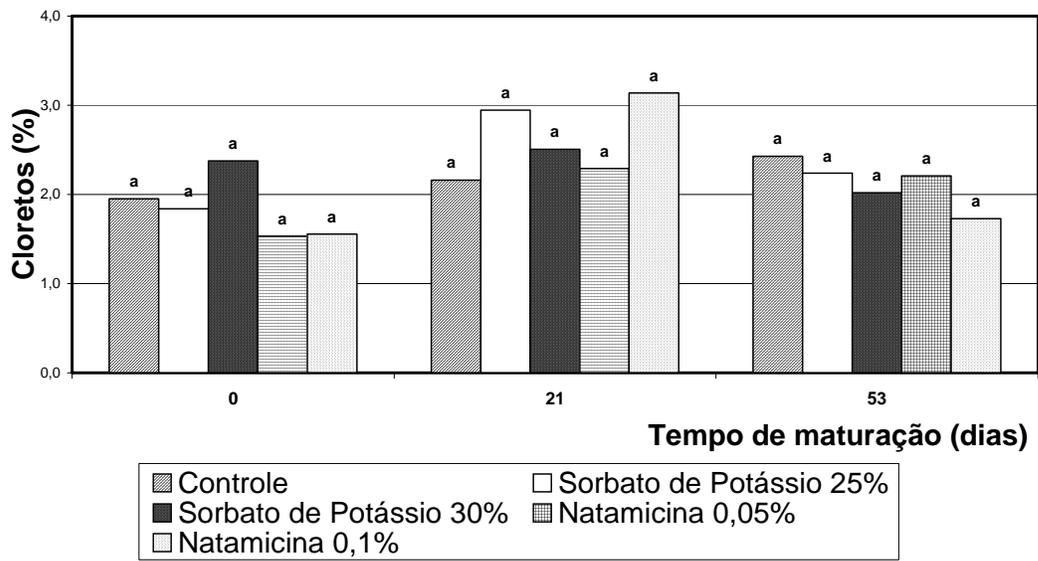
Segundo OLIVEIRA (1986), o sal é usado em percentagens que variam de acordo com o tipo de queijo, geralmente de 1 a 5%, sendo em torno de 2% o mais comum.

Os queijos para este trabalho foram produzidos em formas de tamanho menor (0,5 kg) que as normalmente usadas para queijo Minas padrão (1 kg), embora tenha sido respeitada a relação entre o tamanho dos queijos e o tempo de permanência na salmoura pode ter ocorrido uma maior absorção de sal durante a operação de salga. Normalmente, usa-se deixar os queijos de 1 kg pelo período de 24 h na salmoura, para os queijos de 0,5 kg, usou-se um tempo de 12 h, porém a quantidade de cloretos foi maior, portanto pode-se usar 8 – 10 h na salmoura os queijos de 0,5 kg (BRASIL, 1996).

Pela Figura 13, nota-se que os valores para cloretos foram maiores no 21º dia de maturação dos queijos, assim como ocorreu com as cinzas (Figura 11), já que estas foram utilizadas para análise de cloretos.

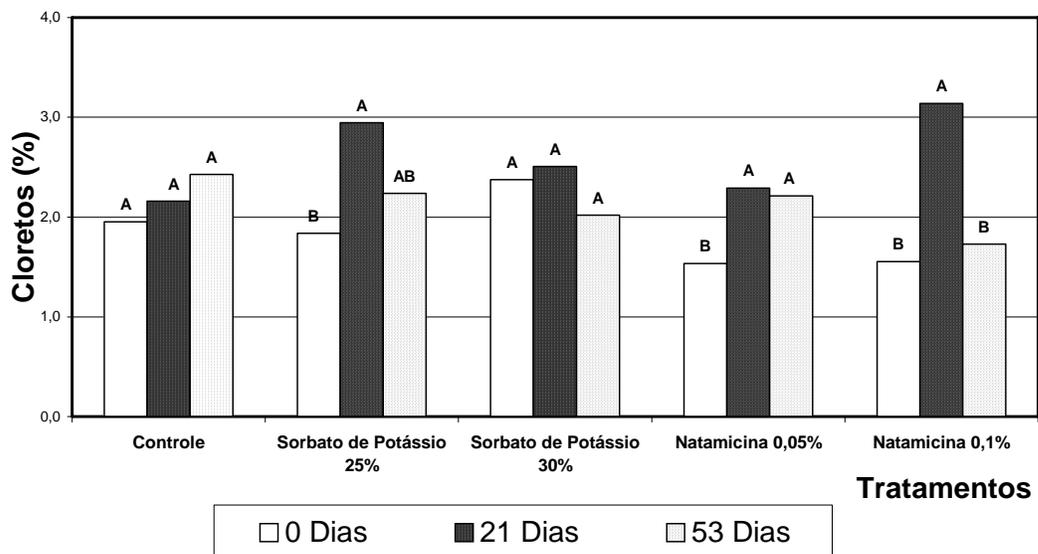
Os tratamentos não influenciaram os teores de cloretos, justificado pela análise estatística que não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos (Figura 13).

Na Figura 14 percebe-se que houve diferença estatística significativa entre os dias de maturação apenas para os tratamentos com sorbato de potássio a 25 % e a natamicina 0,05 e 0,1 %, mostrando a tendência do aumento no teor de cloretos entre o dia zero e o 21º de maturação, pois há concentração de sólidos durante a maturação. Deve-se ressaltar que no 53º dia de maturação os queijos já haviam passado pela toaleta, o que pode ter influenciado também na diminuição da percentagem de cloretos, partes do queijo que continham maior teor de sal podem ter sido retiradas.



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 13 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e com natamicina nos teores de cloretos (%).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 14 – Efeito do tempo de maturação nos teores de cloretos (%) do queijos Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

5.3.6 Proteínas

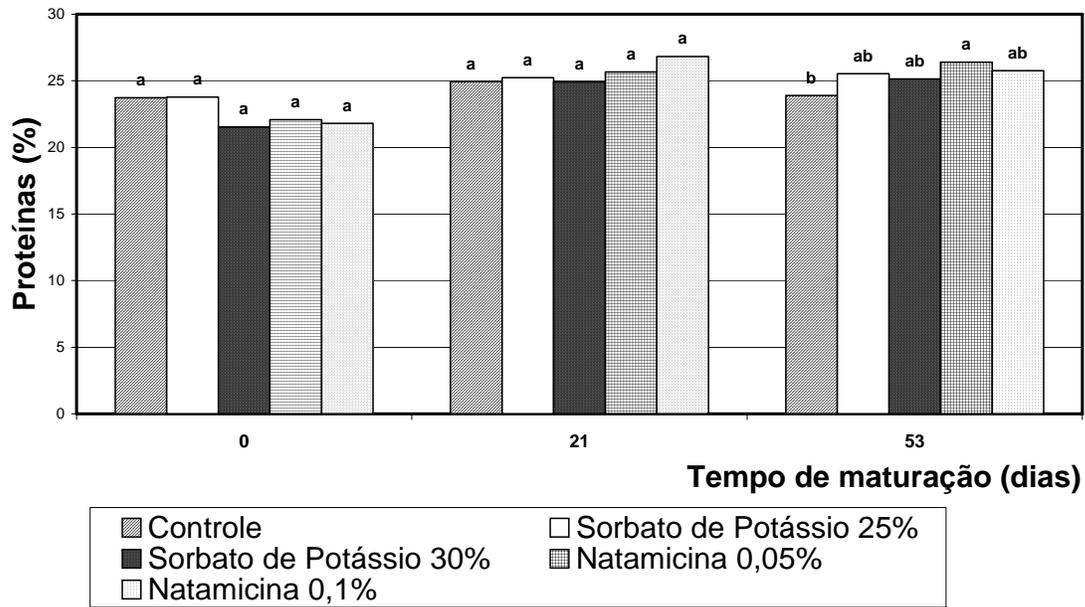
A legislação vigente (BRASIL, 1996) não determina valores mínimos ou máximos de proteínas para queijo Minas.

Os queijos produzidos para o presente trabalho apresentaram um teor médio de proteínas de 25,5 %, concordando tecnologicamente com SGHEDONI (1979), que cita o valor de aproximadamente de 25,4% de proteínas.

Observa-se na Figura 15 que apenas no 53^o dia de maturação os valores de proteínas apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos controle e natamicina à 0,05 %, o que é irrelevante se considerarmos a toaleta feita nas peças de queijo, onde partes da superfície foram retiradas, podendo ter ocasionado esta diferença.

As proteínas são os únicos componentes sólidos do queijo, isto é, seu esqueleto. Ao fazer-se mais solúvel durante a maturação, diminui a consistência e a elasticidade dos queijos duros e muito mais dos queijos moles (AMIOT,1991).

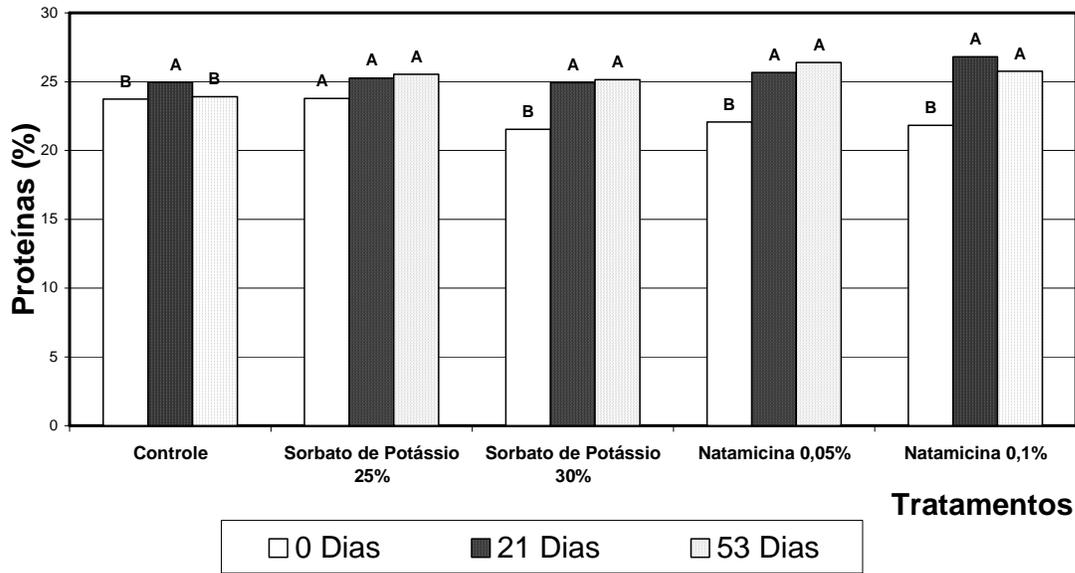
A Figura 16 demonstra que conforme o tempo de maturação foi avançando, os teores de proteínas foram aumentando, possivelmente pela diminuição da umidade nas peças de queijo ocorrida ao longo da maturação. No 53^o dia de maturação possivelmente os valores de proteínas seriam ainda maiores, caso não tivesse sido realizada a toaleta nos queijos.



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 15 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina nos teores de proteínas (%).

Os valores de proteínas aumentaram do dia zero ao 21º dia de maturação e apresentaram diferença estatística significativa, com exceção dos queijos tratados com sorbato de potássio a 25 % (Figura 16).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 16 – Efeito do tempo de maturação nos teores de proteínas (%) do queijos Minas padrão tratados com sorbato de potássio e natamicina.

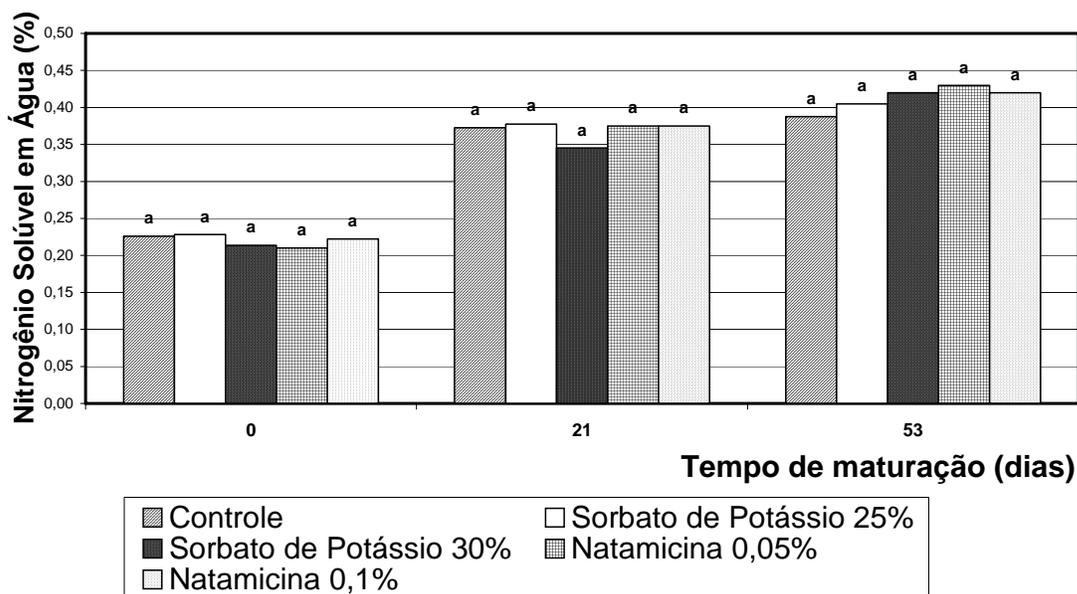
5.3.7 Nitrogênio solúvel em água

A proteólise é um dos principais eventos bioquímicos que ocorrem durante a maturação do queijo. Durante a mesma, proteínas são degradadas a proteínas primárias (polipeptídeos) e, subseqüentemente a produtos secundários, tais como peptídios de tamanhos pequeno e médio e, eventualmente a aminoácidos livres (SOUSA, 2001).

Um dos métodos para conhecer o grau de proteólise e indiretamente o grau de maturação é a determinação da porcentagem de nitrogênio solúvel (AMIOT, 1991).

Na Figura 17 observa-se que os tratamentos usados na superfície dos queijos não interferiram no teor de nitrogênio solúvel dos mesmos, pois, nos

três períodos em que foram analisados, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos.

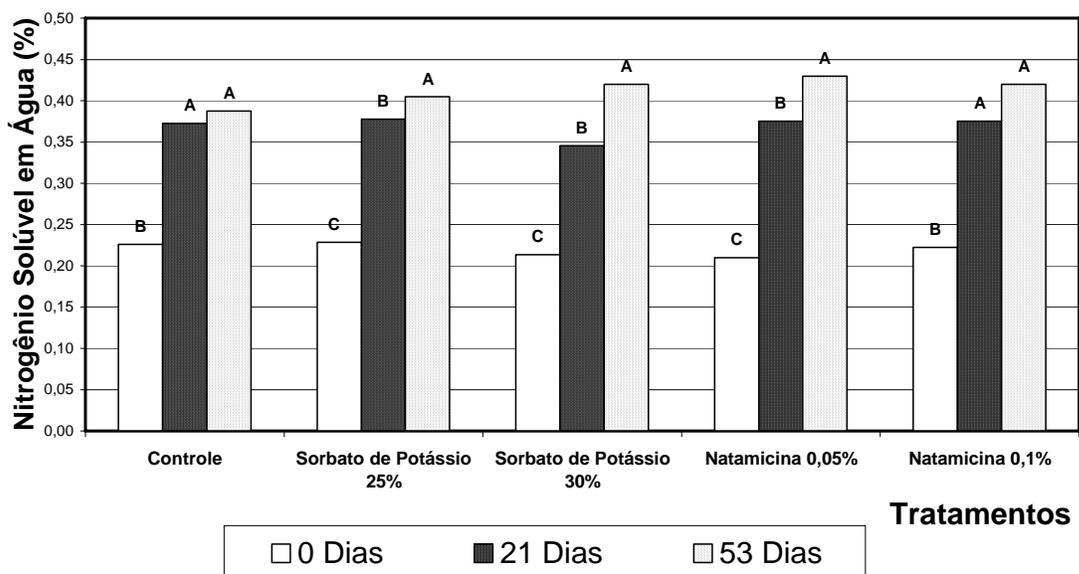


Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 17 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina no teor de nitrogênio solúvel em água (%).

Observa-se na Figura 18, a variação da porcentagem de nitrogênio solúvel em água quanto ao tempo de maturação, onde com o passar do mesmo os valores de nitrogênio solúvel em água foram aumentando e apenas o queijo controle e os tratados com natamicina 0,1 % não apresentaram diferença estatística significativa no 21º e no 53º dia de maturação. TAVARIA (2003), também observou que as porcentagens de nitrogênio solúvel em água foram aumentando conforme transcorreu o tempo de maturação dos queijos.

Durante a maturação do queijo, com a perda de água, ocorre um aumento no teor de nitrogênio solúvel na forma de nitrogênio não proteico (aminoácidos) (FURTADO, 1991).



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.
FIGURA 18 – Efeito do tempo de maturação no teor de nitrogênio solúvel em água (%) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

5.4 Característica Microbiológica

5.4.1 Contagem de bolores e leveduras

A legislação vigente (BRASIL, 1996) não determina valores máximos para contagem de bolores e leveduras em queijo Minas.

Os mofos crescem em um pH mínimo de 1,5 – 2,0 e máximo de 11 e as leveduras a um pH mínimo 2,5 e máximo entre 8,0 – 8,5 (JAY, 1973). Como a maioria dos queijos apresenta um pH em torno de 5,3 (ROBINSON, 1987), os mesmos podem ser considerados um excelente meio para o desenvolvimento de mofos e leveduras na superfície externa, uma vez que os fungos necessitam de oxigênio para se desenvolverem.

Observando a Figura 19 percebe-se que a contagem inicial (dia zero) foi relativamente alta (média de $1 \times 10^{4,3}$ UFC·g⁻¹) possivelmente pelo fato da salmoura ser a mesma usada na produção dos queijos da Usina Escola de Laticínios, o que pode ter levado a essa contaminação inicial.

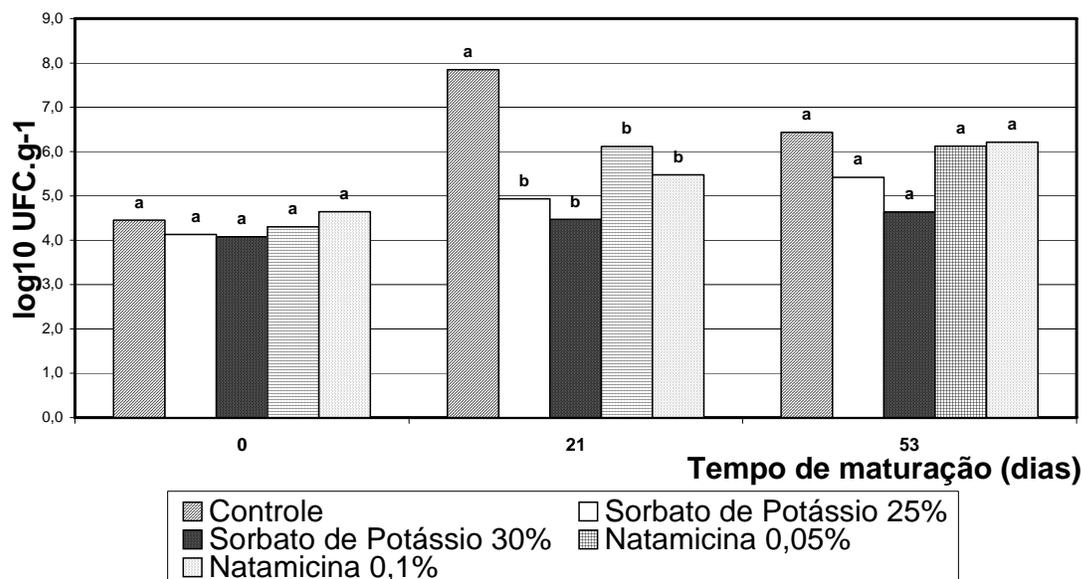
Durante o período que o queijo permanece na salmoura, ocorrem trocas de elementos entre ambos, cujo resultado final é a absorção de sal pelo queijo e o enriquecimento da salmoura com certos compostos orgânicos e minerais, bem como a diluição de seu teor de sal. Estes fatores além da adição de nutrientes na salmoura, permitem o crescimento de diversos microrganismos na mesma, sobretudo bactérias mesófilas, mofos e leveduras (FURTADO, 1991).

No 21º dia de maturação, o queijo controle apresentou contagem de bolores e leveduras de aproximadamente 1×10^8 UFC·g⁻¹, enquanto que os queijos tratados com sorbato de potássio a contagem foi de aproximadamente

$1 \times 10^5 \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e os tratados com natamicina tiveram contagem de aproximadamente $1 \times 10^6 \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ (Figura 19).

Observa-se também que, aos 21 dias de maturação, os queijos tratados apresentaram uma menor contagem de bolores e leveduras (Figura 19) e foram estatisticamente diferentes dos queijos controle. Embora os queijos tratados apresentaram menor contagem de bolores e leveduras, os queijos tratados com sorbato de potássio a 25 e 30% foram os que obtiveram maior efeito antifúngico, mantendo a contagem abaixo de $10^5 \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$.

A tendência dos queijos tratados com sorbato de potássio foi observada também aos 53 dias, onde os queijos já encontravam-se embalados à vácuo e estocados a $2 - 4^\circ \text{C}$.



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

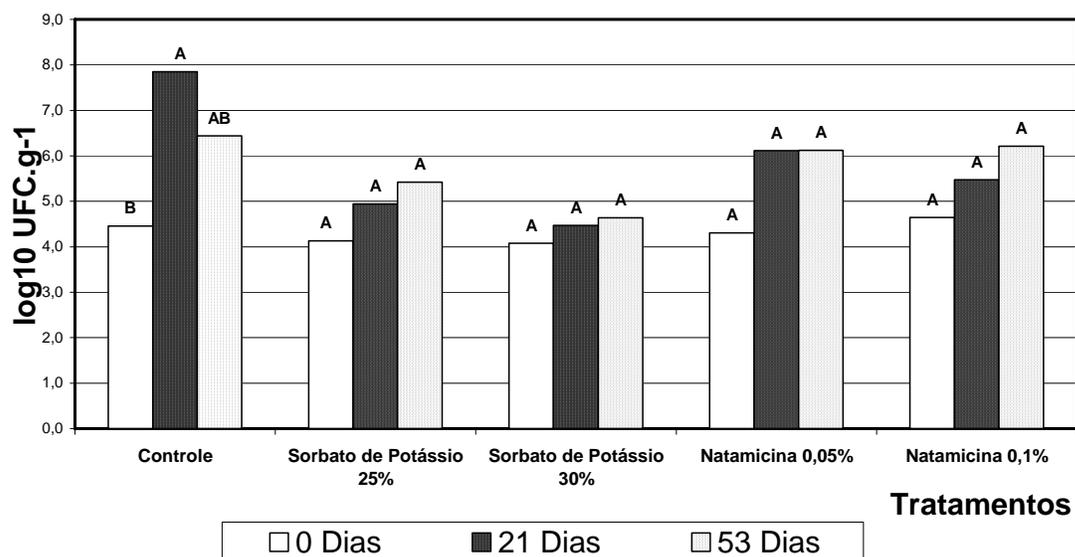
FIGURA 19 – Efeito do tratamento dos queijos Minas padrão com sorbato de potássio e natamicina na contagem de bolores e leveduras ($\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$).

A Figura 20 revela o efeito do tempo de maturação na contagem de bolores e leveduras em cada tratamento distinto.

Logo, no 21º dia de maturação, o queijo controle aumentou a contagem de bolores e leveduras em aproximadamente 4 ciclos logarítmicos (Figura 20), enquanto que os queijos tratados com sorbato de potássio aumentaram aproximadamente 1 ciclo e os tratados com natamicina aproximadamente 2 ciclos logarítmicos. No 53º dia de maturação, a carga microbiana reduziu, principalmente no queijo controle, pois foi realizada toaleta nas peças e foi retirado praticamente toda a casca, uma vez que estava muito contaminada. Os demais tratamentos mantiveram praticamente a mesma contagem, pois foram apenas raspados e lavados na toaleta, não sendo retiradas partes da superfície. Considera-se também que a embalagem à vácuo não permite que os bolores continuem crescendo, dado a falta de oxigênio.

A toaleta elimina o crescimento fúngico ou qualquer limosidade na superfície dos queijos (OLIVEIRA, 1986).

De um modo geral, o tratamento que se demonstrou mais eficiente, como antifúngico, foi o sorbato de potássio a 30 %, pois nos três períodos de análise obteve-se a menor contagem de bolores e leveduras, o que contribui para a vida de prateleira do queijo.



Médias com letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5 % de significância.

FIGURA 20 – Efeito do tempo de maturação na contagem de bolores e leveduras ($\text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$) do queijo Minas padrão tratado com sorbato de potássio e natamicina.

Na Figura 21 pode-se observar a proliferação dos fungos nos queijos Minas padrão, antes da toalete.

A Figura 22 mostra a diferença, quanto ao crescimento superficial de fungos, entre o tratamento controle e o considerado melhor antifúngico (Sorbato de potássio a 30%), nos queijos Minas padrão, antes da toalete.



FIGURA 21 – Aspecto visual dos queijos Minas padrão aos 21 dias de maturação, antes da toaleta.

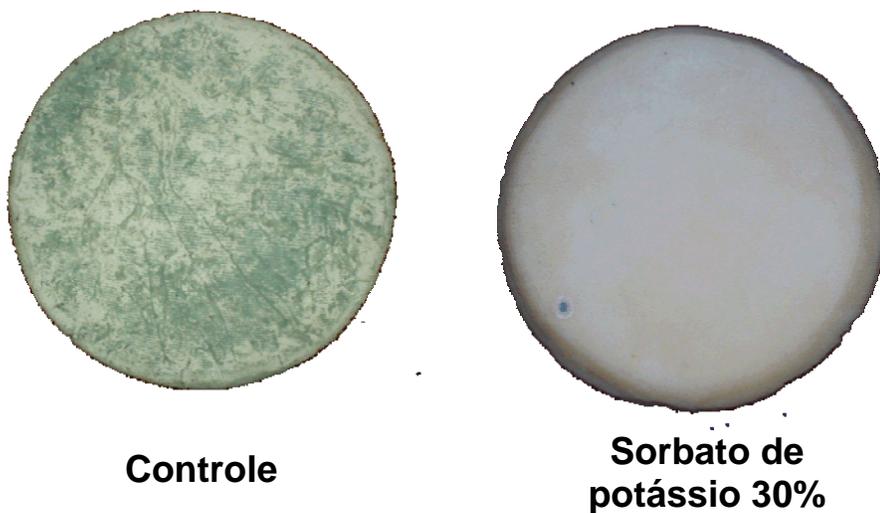


FIGURA 22 – Comparação entre o queijo controle e o considerado melhor tratamento antifúngico para o queijo Minas padrão.

5.5 Análise Sensorial

5.5.1 Teste de aceitabilidade

O teste de aceitabilidade é um método subjetivo ou afetivo que mede o quanto a população gostou ou desgostou de um produto, ou seja, avalia a preferência ou aceitabilidade do consumidor (DUTCOSKY, 1996).

Para realização do teste de aceitabilidade foi utilizada escala hedônica estruturada em sete pontos, onde o valor mínimo de 1 foi atribuído para “desgostei muitíssimo” e o valor máximo de 7 para “gostei muitíssimo” (Anexo A).

A aceitabilidade em relação a cor (Figura 23) e ao odor (Figura 24), mostra que para o 21^o e 53^o dias de maturação, todas as amostras de queijos foram classificadas pelos painelistas, segundo a escala hedônica, como “gostei regularmente”.

A Figura 25 demonstra que os painelistas classificaram como “indiferente” o atributo sabor, conforme a escala hedônica, aos 21 dias de maturação dos queijos. Entretanto, aos 53 dias de maturação, o queijo Minas controle obteve a preferência dos painelistas, sendo avaliado como “gostei regularmente” e os demais tratamentos foram classificados como “indiferente”, conforme a escala.

Em relação ao quesito textura (Figura 26), aos 21 dias de maturação, as amostras foram avaliadas como “indiferente” para a textura. Entretanto, aos 53 dias de maturação o queijo Minas controle obteve a preferência dos painelistas, sendo classificado como “gostei regularmente”, conforme a escala.

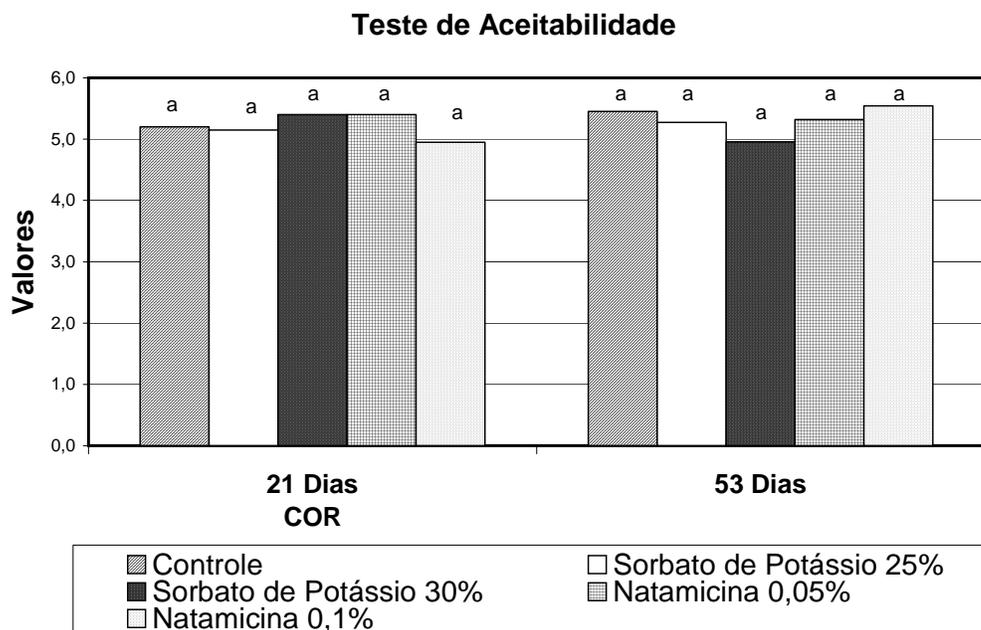
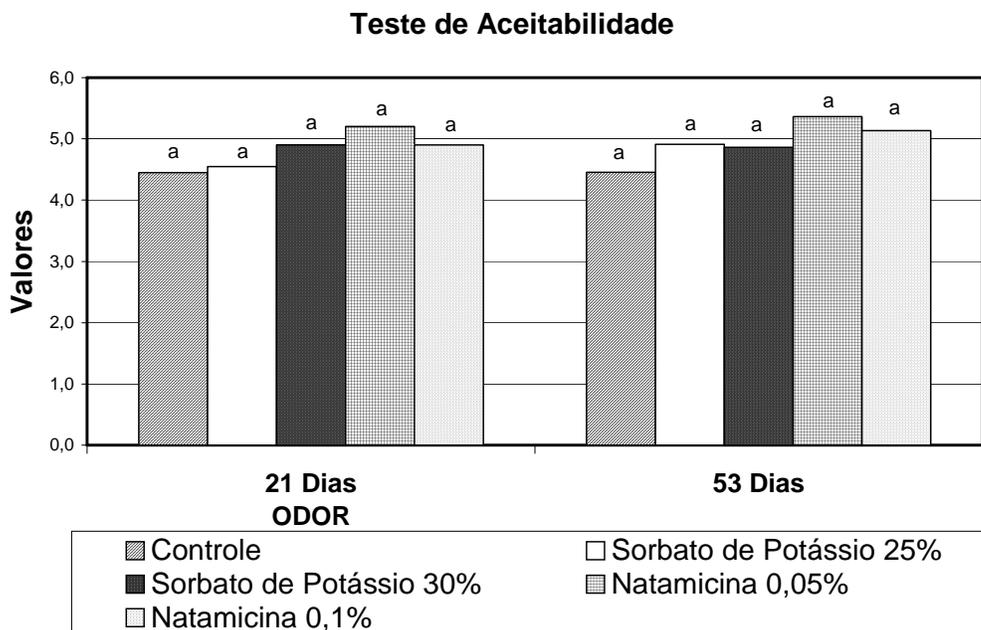


FIGURA 23 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo cor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

FIGURA 24 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de



aceitabilidade, referentes ao atributo odor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

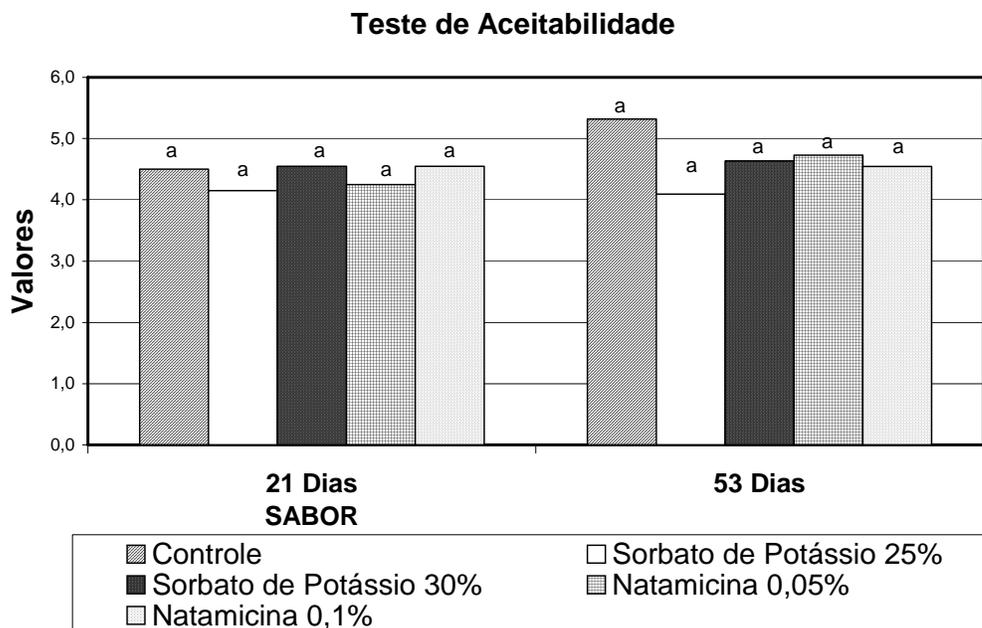


FIGURA 25 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo sabor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

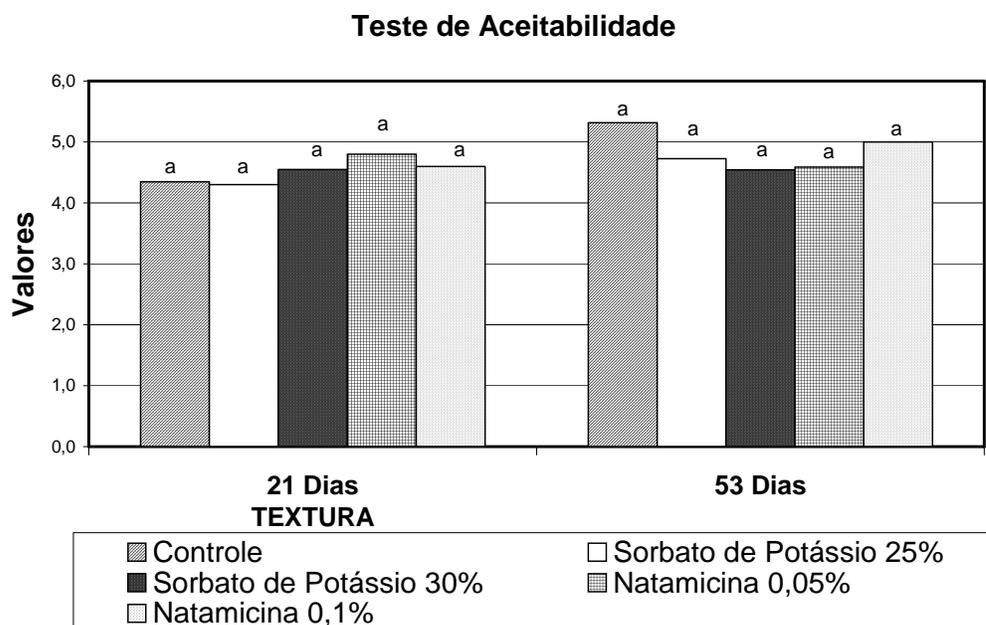


FIGURA 26 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de aceitabilidade, referentes ao atributo textura, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

Analisando os resultados, pode-se avaliar que é viável os tratamentos usados para controlar o desenvolvimento de fungos no queijo Minas padrão, pois a percepção sensorial do seu uso foi sutil, uma vez que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Nenhuma amostra se destacou como a de preferência pelos painelistas, mostrando que sensorialmente nenhum tratamento usado modificou drasticamente os queijos quanto aos atributos pesquisados.

5.5.2 Teste de comparação múltipla ou diferença do controle

O teste de comparação múltipla ou diferença do controle é usado quando se deseja saber em um só tempo se existe diferença significativa entre vários tratamentos (amostras) e uma referência ou tratamento padrão e estimar o grau desta diferença, ou seja, se é uma diferença grande ou pequena (DUTCOSKI, 1996).

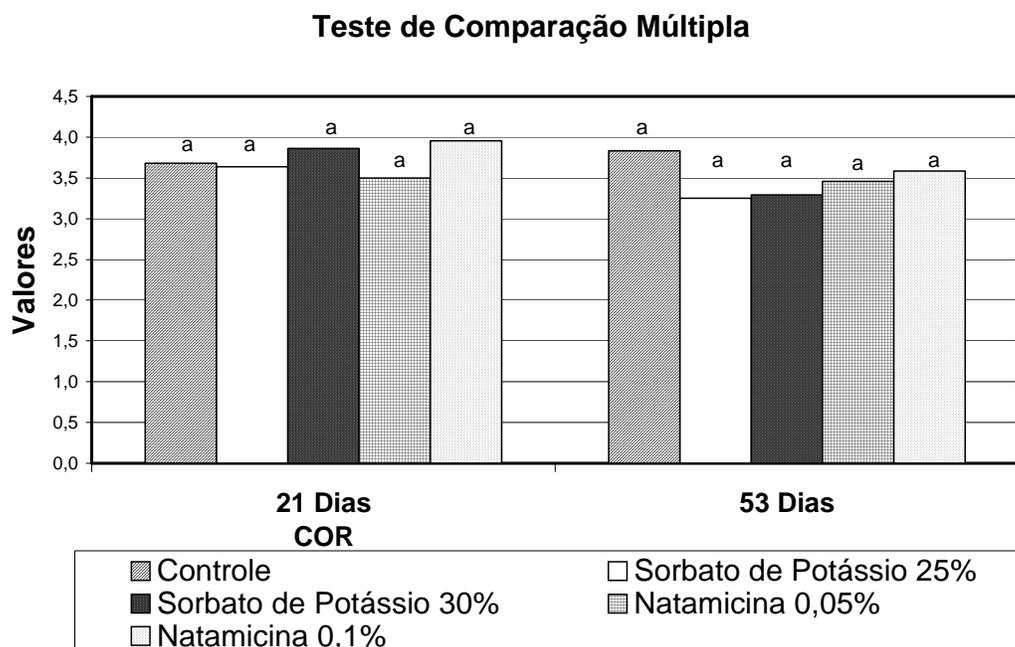
Foi utilizada, para o referido teste, uma escala estruturada em sete pontos, onde ao valor mínimo de 1 foi atribuído “extremamente melhor que o padrão” e ao valor máximo de 7 “extremamente pior que o padrão” (Anexo B).

Para o atributo cor (Figura 27), aos 21 dias de maturação os queijos foram avaliados como “nenhuma diferença do padrão”, segundo a escala. No entanto, aos 53 dias, o queijo controle foi classificado como “nenhuma diferença do padrão” e os demais tratamentos como “regularmente melhor que o padrão”, conforme a escala.

Quanto ao quesito odor (Figura 28), aos 21 dias de maturação, os queijos controle e tratado com sorbato de potássio a 30% foram avaliados, segundo a escala como “nenhuma diferença do padrão” e os demais como “regularmente

melhor que o padrão”. Para os 53 dias de maturação os queijos controle, tratado com sorbato de potássio a 30% e tratado com natamicina a 0,05% foram classificados como “nenhuma diferença do controle” e os demais “regularmente melhor que o padrão”.

FIGURA 27 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de



comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo cor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

Para o quesito sabor (Figura 29), aos 21 dias de maturação o queijo controle foi considerado pelos painelistas “regularmente melhor que o padrão” e as demais amostras como “nenhuma diferença do padrão”. Entretanto aos 53 dias de maturação todas as amostras foram consideradas como “nenhuma diferença do padrão”.

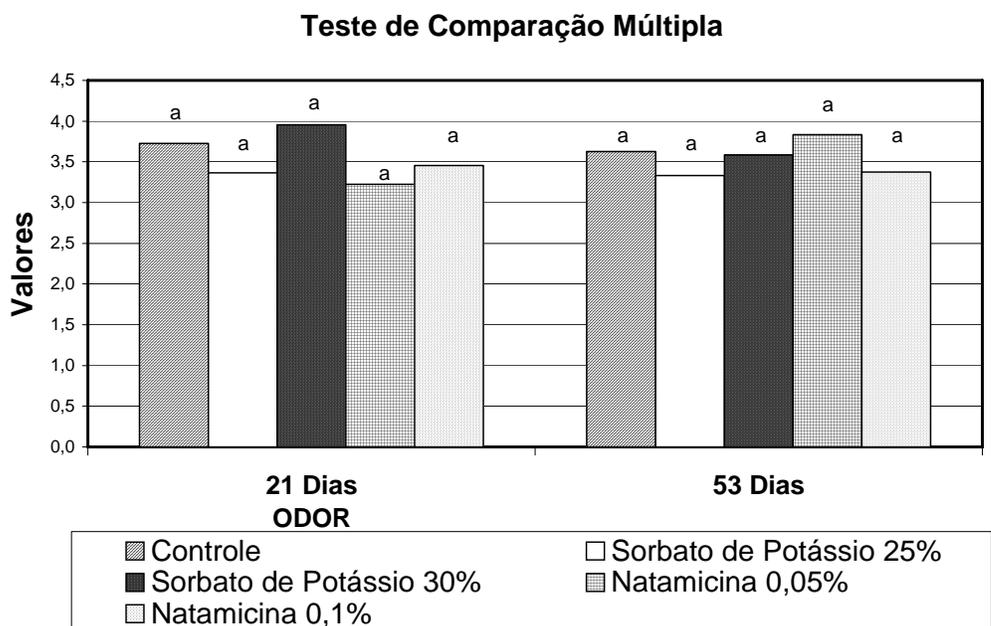


FIGURA 28 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo odor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

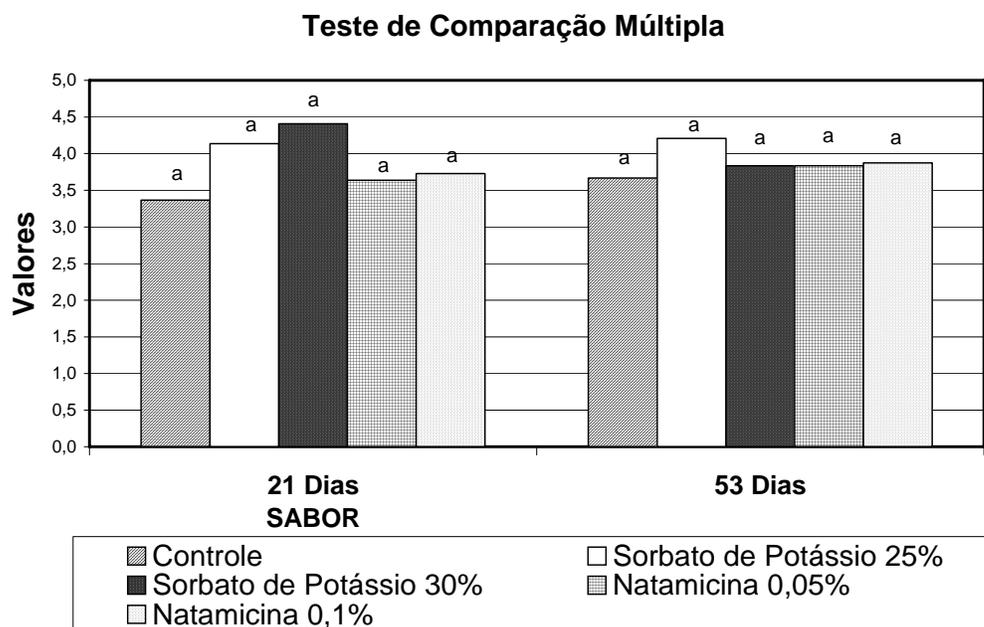


FIGURA 29 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo sabor, no 21^o e no 53^o dias de maturação.

No atributo textura (Figura 30), os queijos controle e tratado com natamicina 0,05% obtiveram avaliação “regularmente melhor que o padrão”, para os 21 dias de maturação, as demais amostras foram avaliadas como “nenhuma diferença do padrão”. No entanto para o 53 dias de maturação, todas as amostras foram classificadas como “nenhuma diferença do padrão”.

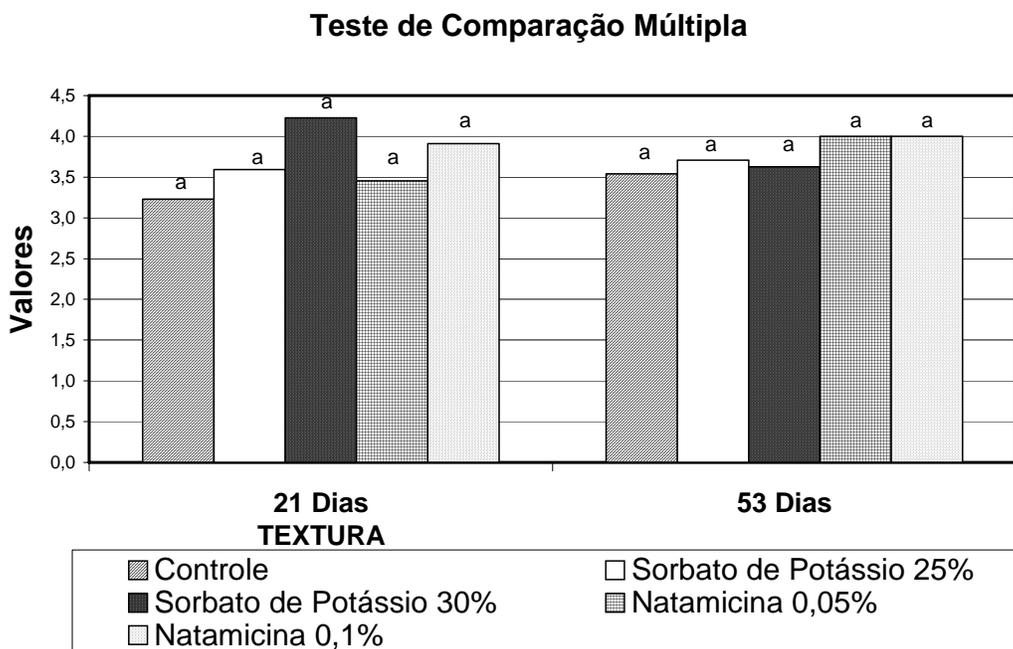


FIGURA 30 – Valores atribuídos para os queijos Minas padrão no teste de comparação múltipla ou diferença do controle, referentes ao atributo textura, no 21º e no 53º dias de maturação.

O teste de comparação múltipla ou diferença do controle não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos quanto aos quesitos cor, odor, sabor e textura.

De um modo geral, as diferenças entre os tratamentos e o padrão foram pequenas, uma vez que não houve diferença estatística significativa entre eles, demonstrando que os tratamentos usados não interferiram sensorialmente no produto.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e dos objetivos que levaram a esse experimento ser realizado, concluiu-se que:

O tratamento considerado como melhor antifúngico foi o sorbato de potássio a 30%.

O tratamento com natamicina foi considerado eficiente, porém com efeito menor do que o encontrado para o sorbato de potássio.

Os tratamentos usados na superfície dos queijos, não influenciaram nas suas características físico-químicas e sensoriais. Entretanto interferiram reduzindo o crescimento dos fungos durante a maturação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Microbiologia 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.

AMIOT, J. **Ciencia y tecnologia 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**. Bahia, n.2, p. 37-42, 2001.

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

_____ **Tecnologia do leite**. São Paulo: Nobel, 1999, 13^a ed. 320p.

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.

BOURGEOIS, C. M.; LARPENT, J. P. **Microbiologia Alimentária – Fermentaciones Alimentárias**. Zaragoza: Acribia, 1995.

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.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de Setembro de 2002. Disponível em: <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: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em 06 de jan. 2004.

BÜTIKOFER, U.; RÜEGG, M.; ARDÖ, Y. Determination of nitrogen fractions in cheese: evaluation of a collaborative study. **Lebensm – Wiss u – Technologi.** V.26, n3n p.271-275, 1993.

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

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística.** São Paulo: Ed. Edgard Alücher, 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, SP: 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.

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

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

JAY, J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1973.

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

OLIVEIRA, J. S.; **Queijo : fundamentos tecnológicos.** São Paulo: Unicamp, 1986, 2^a ed.

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

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

POLYCHRONIADOU, A.; MICHAELIDOU, A.; PASCHALLOUDIS, N. Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese. **International Dairy Journal.** n. 9, p. 559-568, 1999.

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.; ARBÖ, Y; MC SWEENEY, P. L. H. Advanced 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.

TORRES, E. A. F. S. Natamicina. **Revista Higiene Alimentar**, v. 11, n. 51, p. 6, 1997.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: UFSM, 1997. 166p.

UFSM. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses**. 5^a ed. Santa Maria, 2000. 68p.

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

ANEXO

ANEXO A – Ficha usada na análise sensorial (teste de aceitabilidade) dos queijos Minas padrão

ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ACEITABILIDADE

Provador:

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				

ANEXO B – Ficha usada na análise sensorial (teste de comparação múltipla)
dos queijos Minas padrão

**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 N°				
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				

