



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**“ EFEITO DA ADIÇÃO DE SORBATO DE POTÁSSIO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS
DO *CREAM CHEESE* ”**

ANTONIO SÉRGIO SALLES
Administrador de Empresas

Orientadora: Profa. Dra. **MIRNA LÚCIA GIGANTE**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS – SP
2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Salles, Antonio Sérgio
Sa34e Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as
características físico-químicas e microbiológicas do cream
cheese / Antonio Sérgio Salles. – Campinas, SP: [s.n.],
2004.

Orientador: Mirna Lúcia Gigante
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Queijo cremoso. 2. Viscosidade. I.Gigante, Mirna
Lúcia. II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade
de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

**Profa. Dra. Mirna Lúcia Gigante
(Orientadora)**

**Profa. Dra. Eliana Paula Ribeiro
(Membro)**

**Dra. Leila Maria Spadoti
(Membro)**

**Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
(Membro)**

DEDICO

Aos meus pais Antonio e Maria Helena,
Aos meus irmãos José Carlos e Kátia,
À minha tia Bárbara, pelo incentivo,
força e carinho.

OFEREÇO

À Profa. Dra. Mirna Lúcia Gigante,
não só pelos ensinamentos, apoio,
orientação e realização deste trabalho,
mas por ser verdadeira, presente, dura
e uma super amiga.

Ao meu grande amigo José Raimundo
F. Dornellas por ter sido o primeiro
incentivador dessa vitória, por termos
compartilhado este sonho, ainda lá na
“Candinha”. Por você ser o que é!

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores de toda a vida. Cada pedaço deste trabalho tem uma parte de vocês;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado;

À FAPESP, pelo financiamento do projeto de pesquisa;

À UNICAMP, pela bolsa de Programa de Estágio Docente;

À Danisco do Brasil, pelo fornecimento das culturas lácticas e ingredientes utilizados na elaboração deste estudo e por apoiar incondicionalmente a conclusão deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Abimael Aranha Neto – CAISM - UNICAMP, pelo empréstimo do viscosímetro Cone–Placa;

Ao Dr. Alfredo Vitali – ITAL, pela essencial colaboração e suporte para este trabalho;

Ao Prof. Dr. Carlos Grosso, pela prontidão em ajudar e pela força;

Às técnicas Bete, Ana Maria e Ana Lourdes pelos ensinamentos, pelas dicas, paciência e ajuda. Vocês são demais!;

À minha amiga de orientação Raquel Rossi pela paciência, apoio nos processamentos e pela impagável ajuda nas análises laboratoriais;

À todos os funcionários da FEA, em especial aos do DTA;

À todos os amigos da pós-graduação, em especial ao “Povo do Leite”, pelo convívio, pelos momentos juntos, pelas cervejas, churrascos e amizade;

Aos amigos da Danisco Brasil e Dinamarca pelo apoio, pela grande ajuda e por agüentarem meu mau humor, enquanto escrevia o boneco;

À todos os meus verdadeiros amigos;

À todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

ÍNDICE GERAL

	Página
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xv

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Características e processamento de <i>Cream Cheese</i>	4
3.2. Sinérese	8
3.3 As galactomanas e a goma locusta.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Material e métodos para avaliar a adição de sorbato de potássio sobre as características da fase aquosa do <i>Cream cheese</i>	19
4.1.1. Matérias-primas, ingredientes e equipamentos.....	19
4.1.2. Esquema geral do trabalho.....	20
4.1.3. Preparo da matéria-prima.....	21
4.1.4. Processo de fabricação do <i>Cream cheese</i>	21
4.1.5. Amostragem e análises realizadas.....	24
4.1.6. Determinações analíticas.....	24

4.1.6.1. Análises físico-químicas.....	24
4.1.6.2. Análises microbiológicas.....	25
4.1.7. Obtenção e avaliação da fase aquosa do <i>Cream cheese</i>	26
4.1.8. Delineamento experimental e análise estatística.....	26
4.2. Material e métodos para avaliar o comportamento reológico da solução de goma locusta	27
4.2.1. Ingredientes e equipamentos.....	27
4.2.2. Esquema geral do trabalho.....	27
4.2.3. Preparo da solução de goma locusta.....	28
4.2.4. Amostragem e análises.....	29
4.2.5. Determinações analíticas.....	29
4.2.5.1. Análises físico-químicas.....	29
4.2.5.2. Análises microbiológicas.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1. Característica físico-química dos queijos.....	31
5.2. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características do <i>Cream cheese</i> durante o armazenamento.....	32
5.3. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características reológicas da fase aquosa do <i>Cream cheese</i>	49
5.4. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características da goma locusta durante o armazenamento.....	56
5.5. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características reológicas das soluções de goma locusta.....	60
6. CONCLUSÕES.....	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 4.1. Fluxograma geral para avaliar o efeito da adição de sorbato de potássio e da temperatura de armazenamento sobre as características do <i>Cream cheese</i>	20
Figura 4.2. Fluxograma de fabricação do <i>Cream cheese</i>	23
Figura 4.3. Fluxograma geral para avaliar as características da solução de goma locusta.	28
Figura 5.1. pH do <i>Cream cheese</i> dos quatro tratamentos durante o tempo de armazenamento.....	33
Figura 5.2. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do <i>Cream Cheese</i> fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 4°C. <i>A</i> : quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. <i>B</i> : quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada..	36
Figura 5.3. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do <i>Cream Cheese</i> fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. <i>A</i> : quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. <i>B</i> : quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.....	37
Figura 5.4. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do <i>Cream Cheese</i> fabricado com adição de sorbato de potássio armazenado a 4°C. <i>A</i> : quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. <i>B</i> : quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada..	38

Figura 5.5. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do <i>Cream Cheese</i> fabricado com adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. <i>A</i> : quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. <i>B</i> : quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.....	39
Figura 5.6. Efeito da interação entre os tratamentos e a temperatura de armazenamento sobre a quantidade de fase aquosa liberada.....	40
Figura 5.7. Efeito da interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento sobre a quantidade de fase aquosa liberada por centrifugação..	41
Figura 5.8. Teor de sólidos da fase aquosa obtida após centrifugação do <i>Cream cheese</i> , dos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.....	43
Figura 5.9. Contagem total de microrganismos dos queijos submetidos aos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.....	46
Figura 5.10. Contagem de bolores e leveduras dos queijos submetidos aos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.....	46
Figura 5.11. Efeito do tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos e sobre a contagem de bolores e leveduras.....	47
Figura 5.12. Efeito da interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos e a contagem de bolores e leveduras.....	48
Figura 5.13. Efeito da interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos e a contagem de bolores e leveduras.....	48

Figura 5.14. Índice de comportamento de fluido (n) da fase aquosa <i>do Cream cheese</i> submetidos aos quatro tratamentos.....	51
Figura 5.15. Índice de consistência (k) da fase aquosa <i>do Cream cheese</i> submetidos aos quatro tratamentos.....	51
Figura 5.16. Efeito do tempo de armazenamento no índice de consistência da fase aquosa <i>do Cream cheese</i>	53
Figura 5.17. Efeito da interação entre os tratamentos e a temperatura de armazenamento no índice de consistência da fase aquosa <i>do Cream cheese</i>	53
Figura 5.18. Correlação entre a contagem total de microrganismos, a contagem de bolores e leveduras e a quantidade de fase aquosa liberada e o índice de consistência da fase aquosa.....	55
Figura 5.19. Comportamento do pH das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento.....	57
Figura 5.20. Índice de comportamento de fluido (n) das soluções de goma locusta submetidas aos quatro tratamentos.....	61
Figura 5.21. Índice de consistência (k) das soluções de goma locusta submetidas aos quatro tratamentos.....	62

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 5.1. Composição química média ($n = 3$) e desvio padrão do <i>Cream cheese</i> fabricado com e sem adição de sorbato de potássio.....	32
Tabela 5.2. Comportamento do pH do <i>Cream cheese</i> durante o período de armazenamento.....	33
Tabela 5.3. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre o pH do <i>Cream cheese</i>	34
Tabela 5.4. Quantidade média ($n=3$) de fase aquosa liberada após centrifugação, durante o período de armazenamento.....	35
Tabela 5.5. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a quantidade e o teor de sólidos da fase aquosa obtida após centrifugação do <i>Cream Cheese</i>	40
Tabela 5.6. Teor de sólidos totais da fase aquosa do <i>Cream cheese</i> liberada após centrifugação para os quatro tratamentos.....	42
Tabela 5.7. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras do <i>Cream cheese</i>	47
Tabela 5.8. Comportamento reológico da fase aquosa do <i>Cream cheese</i> liberada após centrifugação, para os quatro tratamentos. Modelo lei da potência.	50

Tabela 5.9. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre os parâmetros reológicos segundo modelo lei da potência.....	52
Tabela 5.10. Comportamento do pH das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento.....	57
Tabela 5.11. Contagem total de microrganismos das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento.....	58
Tabela 5.12. Contagem de bolores e leveduras das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento.....	59
Tabela 5.13. Comportamento reológico das soluções de goma locusta, para os quatro tratamentos. Modelo lei da potência.....	61

RESUMO

O *Cream Cheese* é um queijo obtido por coagulação ácida de alto teor de umidade que apresenta como principal defeito a sinérese, ou exudação do soro durante o período de armazenamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição do sorbato de potássio, sobre a estabilidade do *Cream Cheese* e da solução de goma locusta. Os queijos foram fabricados a partir de leite padronizado, homogeneizado, tratado termicamente e fermentado com cultura tipo “O”, composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. A massa obtida após fermentação foi dividida em duas porções para fabricação de queijos com e sem adição de sorbato de potássio. Os queijos de cada processo foram divididos em dois lotes e armazenados a 4°C ou a 20°C. Amostras de *Cream Cheese* foram randomicamente escolhidas após 4, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52 e 59 dias de armazenamento e analisadas quanto ao pH, quantidade de fase aquosa obtida por centrifugação, contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras. A fase aquosa foi avaliada quanto ao teor de sólidos totais e parâmetros reológicos. O delineamento experimental utilizado foi Split-Split-Plot em blocos com três repetições. O efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre as características estudadas foi avaliado por análise de variância. Para avaliar o efeito da adição de sorbato sobre o comportamento reológico da solução de goma locusta esta foi dissolvida em água destilada a 80°C, adicionada ou não de sorbato de potássio, tendo sido o pH ajustado para $4,60 \pm 0,05$. Soluções com e sem sorbato de potássio foram armazenadas a 4°C ou a 20°C. Amostras foram escolhidas após 4, 11, 18, 25, 32, 39, 46, 53, 60 e 67 dias de armazenamento e

avaliadas quanto ao pH, contagem total de microrganismos, bolores e leveduras e parâmetros reológicos. A adição de sorbato de potássio não afetou a composição dos queijos, exceto o pH que foi mais alto no queijo com sorbato. A capacidade de retenção de água do *Cream Cheese* diminuiu significativamente durante o período de armazenamento e diminuiu mais rapidamente quando o queijo foi armazenado a 20°C. As contagens total e de bolores e leveduras aumentaram linearmente e significativamente durante o período de armazenamento e foram maiores para os queijos fabricados sem adição de sorbato e armazenados a 20°C. À medida que a contagem microbiológica aumentou, ocorreu a redução da viscosidade aparente da fase aquosa e, à medida que a viscosidade diminuiu, observou-se a redução da capacidade de retenção de água do *Cream Cheese*. A avaliação do efeito da adição de sorbato de potássio sobre o comportamento reológico da solução de goma locusta mostrou que durante o período de armazenamento não houve crescimento expressivo de microrganismos e nem alteração da viscosidade das soluções, o que indica que a capacidade de retenção de água da goma não foi alterada. Estes resultados sugerem que a manutenção da viscosidade da fase aquosa do *Cream Cheese* é consequência do retardamento do crescimento microbiano e contribui para minimizar a sinérese melhorando a capacidade de retenção de água e a qualidade do produto final.

SUMMARY

Cream cheese is a product of high moisture content obtained by acid coagulation, the main defect being syneresis or whey exudation during the storage period. The objective of this study was to evaluate the effects of the addition of potassium sorbate on the stability of cream cheese and on a solution of locust bean gum. The cheeses were prepared from standardized homogenized milk, heat treated and fermented with an "O" type culture. The mass obtained after fermentation was divided into two parts to manufacture the cheeses with and without potassium sorbate. The cheeses from each process were divided into two batches and stored at 4 or 20°C. Samples of cream cheese were taken at random after 4, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52 and 59 days of storage and analyzed for pH, amount of aqueous phase obtained by centrifugation, total microbial count and yeast and mold count. The aqueous phase was evaluated for total solids and rheological parameters. A Split-Split-Plot block experimental design was used with three repetitions. The effect of the treatments, the temperature and time of storage on the characteristics under study was evaluated by the analysis of variance. To evaluate the effect of the addition of sorbate on the rheological behavior of a solution of locust bean gum, the latter was dissolved in distilled water at 80°C, with or without the addition of potassium sorbate, the pH having been previously adjusted to 4.60 ± 0.05 . Solutions with and without potassium sorbate were stored at 4 or 20°C. Samples were taken after 4, 11, 18, 25, 32, 39, 46, 53, 60 and 67 days of storage and evaluated for pH, total microbial count, yeast and mold count and the rheological parameters. The addition of potassium sorbate did not affect the composition of the cheeses, with the exception of the pH, which was higher in

the cheese with sorbate. The water holding capacity of the cream cheese decreased significantly during the storage period, decreasing quicker when stored at 20°C. The total and yeast and mold counts increased linearly and significantly during the storage period and were higher in the cheeses manufactured without the addition of potassium sorbate and stored at 20°C. As the microbial count increased so the apparent viscosity of the aqueous phase reduced, and as the viscosity reduced there was a reduction in the water holding capacity of the cream cheese. The evaluation of the effect of the addition of potassium sorbate on the rheological behavior of the locust bean gum solution showed that during the storage period there was no expressive growth of microorganisms nor alterations in the viscosity of the solutions, indicating that the water holding capacity of the gum was unaltered. These results suggest that the maintenance of the viscosity of the aqueous phase of the cream cheese is a consequence of retarding microbial growth and contributes to minimize syneresis, improving the water holding capacity and quality of the final product.

1. INTRODUÇÃO

Produtos fermentados são produzidos em todas as partes do mundo e sua produção alcança valores superiores a 20 milhões de toneladas ao ano. A fabricação de queijos frescos obtidos por coagulação ácida atinge valores em torno de 3 milhões de toneladas por ano (Lucey & Singh, 1998) e os principais são o Quark, Cottage, *Cream cheese* e Ricota (Fox *et al*, 2000).

O *Cream Cheese* é um produto popular na América do Norte, porém, vem sendo paulatinamente introduzido no mercado brasileiro, inicialmente através da importação e atualmente através da produção nacional. O produto comercial típico apresenta 33,5% de gordura, 54% de umidade, 9,8% de proteína, 0,75% de sal e 0,3% de hidrocolóides (Kosikowsk e Mistry, 1997).

Os hidrocolóides ou colóides hidrofílicos, comumente chamados de gomas, são importantes componentes da textura dos alimentos devido às suas propriedades hidrofílicas. São polímeros de elevado peso molecular que se dissolvem ou se dispersam em água para agir como espessantes, gelificantes e estabilizantes (Garcia-Cruz, 2001).

As gomas normalmente usadas para a fabricação do *Cream cheese* são a karaya, guar, xantana, carragena e locusta, sendo esta última a mais popular (Kosikowsk e Mistry, 1997).

Um problema importante, tanto para a qualidade como para a estabilidade do Cream Cheese é o fenômeno de sinérese. A sinérese é o processo mediante o

qual o soro é exudado do queijo, após sua produção, durante toda sua vida útil. O fenômeno afeta tanto a porcentagem de umidade como a qualidade do produto final. Segundo Syrbe *et al.* (1998) os hidrocolóides aumentam a vida útil dos produtos lácteos, melhorando sua textura e limitando as alterações pela sinérese durante o armazenamento.

Estudos anteriores (Gigante *et al.*, 2001) indicaram que o aumento da quantidade e o decréscimo da viscosidade observados na fase aquosa do *Cream Cheese* produzido com goma locusta, durante o período de armazenamento, estão supostamente relacionados com a perda da capacidade do estabilizante de ligar-se a água, a qual é, possivelmente influenciada pelo crescimento microbiano. Microrganismos comumente encontrados em produtos lácteos, tais como *Bacillus sp.*, *Pseudomonas fluorescens* e *Aspergillus niger* podem produzir enzimas capazes de hidrolisar galactomanas, das quais faz parte a goma locusta (Ademark *et al.*, 1998; Hossain *et al.*, 1996; Halstead *et al.*, 2000).

O sorbato de potássio é geralmente reconhecido como um composto seguro (GRAS – Generally Recognized As Safe) e é mundialmente utilizado como agente antimicrobiano em alimentos. Sua ação inibitória é influenciada pelo tipo de alimento, condições de processo e armazenamento e a dosagem aplicada (Campos *et al.*, 2000). As concentrações mínimas para inibição variam de 0,001% a 0,10 %, para bolores, de 0,0025% a 0,20% para leveduras e de 0,05% a 0,30% para bactérias e dependem principalmente das espécies, das cepas e do pH do substrato. (Sofos, 1989).

Considerando que a perda da capacidade de retenção de água e a conseqüente sinérese do *Cream Cheese* pode ser influenciada pela perda da habilidade da goma locusta em reter água, e que esta pode ser influenciada pelo crescimento de microrganismos, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de um antimicrobiano, o sorbato de potássio, sobre a estabilidade do *Cream Cheese* e da solução de goma locusta.

2. OBJETIVOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

1. Avaliar o efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características físico-químicas e microbiológicas do *Cream Cheese*.
2. Avaliar o efeito da adição de sorbato de potássio sobre a capacidade de retenção de água do *Cream Cheese*.
3. Avaliar o efeito da adição de sorbato sobre o comportamento reológico de solução de goma locusta visando correlacionar sua estabilidade à capacidade de retenção de água do *Cream Cheese*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características e processamento do *Cream cheese*

Cream cheese é uma variedade de queijo macio obtido por coagulação ácida e pronto para consumo imediatamente após fabricação. Sua composição típica média é de 33,5% de gordura, 54% de umidade, 9,8% de proteína, 0,75% de sal e 0,3% de gomas (Kosikowsk e Mistry, 1997).

Há basicamente três processos de fabricação de *Cream cheese*. No processo tradicional, o leite é padronizado para aproximadamente 12% de gordura através da adição de creme, sendo submetido à pasteurização, homogeneização e resfriamento para posterior inoculação e fermentação com fermento láctico mesófilo até pH 4,6, quando então a coalhada é aquecida (52°C – 63°C) e centrifugada para separação do soro. No segundo processo há uma mistura de creme e sólidos do leite até a composição final desejada do queijo, não havendo a necessidade de drenagem do soro. O terceiro processo utiliza a concentração do leite pré-acidificado por ultrafiltração até o teor de sólidos desejados e, finalmente, a mistura de um creme fermentado com alto teor de gordura (60-70%) e queijos como Ricota ou *Queso Blanco*. A massa obtida por qualquer um desses procedimentos acima é acrescida de sal e gomas, sendo submetida à pasteurização e homogeneização, podendo ou não ser embalado à quente (Covacevich e Kosikowski, 1977; Kalab e Molder, 1985a; Kosikowsk e Mistry, 1997).

Características como microestrutura, propriedades sensoriais e firmeza do *Cream cheese* podem ser afetadas por diversos fatores, tais como: taxa de resfriamento e temperatura final do produto em trocadores de calor (Sanchez *et al.*, 1996a), tratamento térmico e adição de sais emulsificantes (Buchhein e Thomasow, 1984), pH (Almena-Aliste e Kindstedt, 2000), adição de concentrado protéico de soro (Sanchez *et al.*, 1996b), utilização do processo de ultrafiltração (Covacevich e Kosikowski, 1977), pressão de homogeneização, bem como os conteúdos de gordura e sal (Sanchez *et al.*, 1994; Wendin *et al.*, 2000).

Sanches *et al.* (1996a) avaliaram o efeito de mudanças no processo sobre as características estruturais e reológicas do *Cream Cheese*, partindo-se de uma massa com 55,9% de umidade, 35,1% de gordura, 6,7% de proteína total e pH de 4,75, armazenada a 5°C por 24 horas. Após pré-aquecimento a 70°C, a massa foi adicionada de sal e concentrado protéico de soro e dividida em várias porções. O efeito do tratamento térmico, da homogeneização e do resfriamento da massa (20°C ou 13°C), foram comparados. Os resultados mostraram que tanto o tratamento físico quanto o mecânico modificaram o nível dos parâmetros reológicos (firmeza e elasticidade), bem como a forma das curvas de fluidez dos queijos. A homogeneização mostrou-se uma importante etapa do processo, responsável pela estrutura do queijo, a qual é influenciada pela dispersão dos glóbulos de gordura na massa do queijo. Por outro lado, a consistência e a estabilidade do *Cream Cheese* foram determinadas pela forma como a massa homogeneizada foi trabalhada mecanicamente durante o resfriamento, mostrando que a homogeneização e o resfriamento precisam ser devidamente controlados para a obtenção do produto final com qualidade constante.

Segundo Kalab (1985), a homogeneização sob aquecimento é uma etapa essencial para fabricação do *Cream cheese* uma vez que se desagrega a coalhada, produzindo-se uma microestrutura corpuscular no produto final, que

quando observada por microscopia eletrônica sugere uma boa espalhabilidade justamente por não haver uma matriz rígida e compacta a ser interrompida durante o espalhamento. Além disso, a alta umidade do produto implica em um significativo volume de fase aquosa com partículas de gordura e proteína não tão densamente agregadas como em produtos de baixa umidade, o que facilita a mobilidade dos constituintes corpusculares durante o espalhamento (Kalab e Modler, 1985b).

Sanches *et al.* (1994) avaliaram o efeito da homogeneização sobre a reologia e textura do *Cream cheese*. O queijo foi fabricado de acordo com o processo tradicional e a massa obtida foi submetida à diferentes pressões de homogeneização (0, 5, 10, 20, 30 e 50 MPa), em estágio simples. Os queijos foram armazenados a 5°C por 5 dias e avaliados visualmente, além de medidas reológicas. Os queijos sem homogeneização apresentaram gotas de óleo livre e os produzidos com 5 e 10 MPa apresentaram uma estrutura heterogênea. Com o aumento da pressão de homogeneização obteve-se produtos mais estruturados, firmes, elástico e com melhor brilho. Segundo os autores, estas características estão relacionadas à melhor dispersão dos agregados de glóbulos de gordura, formados durante a homogeneização, que promovem um maior número de interações entre as partículas no queijo.

Wendin *et al.* (2000) estudaram os efeitos da adição de sal (0,4% e 0,7%), do teor de gordura (22%, 28% e 34%) e da pressão de homogeneização (0,8 e 2,5 x 10⁴ kPa) sobre as propriedades sensoriais e a microestrutura do *Cream cheese*. Os resultados mostraram que as propriedades sensoriais e a microestrutura foram afetadas por todas as variáveis e que ambas foram mais intensamente influenciadas pelo teor de gordura. Sabor de manteiga e sal foram mais intensos nas amostras com maior teor de gordura e a textura deste produto apresentou-se mais compacta e cremosa. A amostra com teor de gordura

intermediário, com menor teor de sal e menor pressão de homogeneização apresentou microestrutura e atributos sensoriais similares ao produto com 34% de gordura. Os resultados indicaram que modificações na composição dos queijos e nos parâmetros de processo podem levar à produção de *Cream cheese* com menor teor de gordura e com características similares ao padrão de mercado com teor de gordura maior.

Buchheim e Thomasow (1984) avaliaram o efeito da adição de sais de fosfato (0,8% e 2,0%) e das mudanças induzidas pelo aquecimento (70°C ou 80°C/10 minutos) sobre a microestrutura do *Cream cheese*. Os resultados demonstraram que a adição dos sais, em combinação com aquecimento, promoveu a destruição dos agregados de gordura e caseína levando a uma distribuição homogênea da gordura na matriz de proteína. Os melhores resultados foram obtidos utilizando-se 2% de sais de fosfato e temperatura de 70°C/10 minutos.

Utilizando método de alteração do pH pós-fabricação, Almendra-Aliste e Kindstedt (2000) estudaram o efeito do pH sobre a firmeza do *Cream cheese*. Os resultados demonstraram que a medida em que se aumentou o pH houve uma redução da firmeza do produto.

Sanches *et al.* (1996b) estudaram o efeito da adição de 1% de concentrado protéico de soro (CPS) sobre a firmeza e estabilidade de *Cream Cheese* obtido pelo processo tradicional. A firmeza dos queijos foi avaliada com penetrômetro em várias temperaturas, variando de 40°C a 15°C. Os resultados mostraram que em temperaturas abaixo de 25°C os queijos com adição de CPS apresentaram textura muito macia. Os autores concluíram que as soro proteínas provavelmente aumentam a ruptura dos agregados de glóbulos de gordura, formados através da homogeneização, durante o resfriamento. Os autores inferem

que a forma de rearranjo dessas partículas quebradas, em presença de soro proteínas, poderia ser a causa da instabilidade observada nos queijos com CPS.

A aplicação da ultrafiltração do leite para a fabricação de *Cream cheese* foi estudada por Covacevich e Kosikowsky (1977). O retentado obtido foi inicialmente padronizado com creme de leite, permeado e/ou água para a obtenção de uma mistura com a composição do produto final, a qual foi fermentada após adição de cultura lática. Os queijos obtidos apresentaram a mesma qualidade que o produto comercial obtido pelo processo tradicional, porém um corpo mais resistente e firme. Os autores apontaram para a necessidade de se utilizar culturas láticas capazes de vencer o efeito tamponante do retentado e alcançar o pH final desejado no produto.

Real-del-Sol *et al.* (1995) estudaram os efeitos da ultrafiltração sobre o rendimento e a qualidade do *Cream cheese*. Leite padronizado (10% de gordura), homogeneizado (200 bar) e pasteurizado (72°C/20 seg) foi concentrado 2,5 vezes. O retentado obtido foi fermentado a 22°C até pH 4,60-4,70. Os queijos foram armazenados a 4°C e avaliados quanto aos padrões microbiológicos (total, coliformes totais e bolores e leveduras) e quanto as características sensoriais. Os resultados mostraram que as contagens microbianas mantiveram-se dentro dos padrões esperados. Os queijos tiveram uma boa aceitação e o rendimento foi maior do que o obtido pelo processo tradicional.

3.2 Sinérese

A sinérese é uma etapa essencial da fabricação de queijos obtidos por coagulação ácida ou enzimática e está diretamente ligada à expulsão de água da coalhada, que é necessária para se alcançar o teor de umidade desejado nos queijos. Por outro lado, a separação do soro durante a vida útil do produto é um

defeito, que muito embora seja mais conhecido para o iogurte, afeta também os queijos obtidos por coagulação ácida. Apesar disso, muito pouco é conhecido sobre suas causas (Lucey, 2001).

Segundo Lucey e Singh (1998), durante a homogeneização do leite a membrana dos glóbulos de gordura é amplamente substituída pela caseína e soro proteínas, levando a interações entre a superfície das partículas de gordura com a matriz protéica, melhorando a consistência e contribuindo para a redução da sinérese observada em géis ácidos de leite.

Segundo Walstra *et al.* (1985) a sinérese requer um rearranjo e encurtamento da matriz protéica numa estrutura mais compacta devido ao efeito de rompimento de ligações da malha protéica e a conseqüente formação de outras ligações. A sinérese, ou seja, a perda da capacidade de retenção da fase aquosa, pode ser relacionada à instabilidade da malha protéica e tem sido estudada por vários autores (Guinee *et al.*, 1999; Harwalkar e Kalab, 1980 e 1981; Lucey e Singh, 1998; Lucey *et al.*, 1997; Schkoda *et al.*, 1999; Walstra *et al.*, 1985).

A estabilização, ou a manutenção da capacidade de retenção de água do *Cream cheese*, é focada na imobilização da água, o que é conseguido com a adição de gomas ao produto (Hunt e Maynes, 1997). As gomas normalmente usadas para a fabricação do *Cream cheese* são a karaya, guar, xantana, carragena e locusta, sendo esta última a mais popular (Kosikowsk e Mistry, 1997).

Sanchez *et al.* (2000) estudaram a microestrutura de leite desnatado acidificado com glucono- δ -lactona, sem e com adição de goma locusta nas concentrações de 0,001%, 0,02% e 0,1%. Os autores observaram que os poros da matriz protéica do gel sem adição de goma locusta (controle) apresentaram-se entre 1 a 5 μ m. Nos géis obtidos com goma locusta a 0,001% não observou-se

variação no tamanho dos poros, quando comparados ao gel controle. Nas concentrações de 0,02% e 0,1% observou-se uma alteração da porosidade da matriz protéica, com poros variando de 2 a 10 μm e 0,2 a 0,6 μm , para a menor e maior concentrações, respectivamente. Além disso, na mais alta concentração foram observados vários espaços vazios ao lado da matriz protéica, indicando dois níveis de tamanhos de poros na rede de caseína. Os resultados sugerem que a adição de goma locusta em leite desnatado acidificado causa consideráveis modificações na organização tridimensional da matriz proteica, dependendo da concentração em que o polissacarídeo é adicionado. Na maior concentração foi observado uma compactação da matriz caseica e um aumento na porosidade do gel em um nível supramolecular, além de uma estrutura menos organizada.

Lucey *et al.* (1997) e Fox *et al.* (2000) sugerem que a sinérese de géis ácidos de caseína pode ser governada pela equação de Darcy:

$$V = B p / n x$$

(Equação 1)

Onde:

V = velocidade superficial do fluxo do líquido

B = coeficiente de permeabilidade

n = viscosidade do líquido

p = pressão exercida sobre o líquido

x = distância percorrida pelo líquido

Uma vez que B não é muito diferente entre géis ácidos e géis obtidos pela ação enzimática a 30°C e que n ou x também não variam, a diferença entre os dois tipos de géis estaria em p (pressão exercida sobre o líquido). As partículas de caseína agregam-se para formar uma estrutura ligeiramente enrugada, na qual as

partículas estão arranjadas em cordões lineares, que formam uma rede contínua. Cada partícula forma junções com apenas outras poucas partículas, mesmo sendo toda a superfície das partículas reativas. Se alguns destes cordões, por algum motivo, são quebrados, mais junções podem ser formadas, causando uma contração da rede e, desta forma, a sinérese. Visto que o soro não flui prontamente, já que x (distância percorrida pelo líquido) pode ser muito longa, a contração da rede poderia produzir largos poros nesta região da matriz protéica. Isto implicaria em um aumento de B (coeficiente de permeabilidade) com o tempo, como observado em géis obtidos por ação enzimática (Walstra, 1993), mostrando, desta forma, uma boa correlação entre a taxa de mudança em B e o grau de sinérese (Lucey *et al.*, 1997).

Com o objetivo de estudar o equilíbrio físico-químico entre a fase aquosa e a matriz protéica do queijo Mussarela, Guo e Kindstedt (1995) padronizaram uma metodologia para separar a fase aquosa do queijo por centrifugação. Posteriormente, Guo *et al.* (1999) adaptaram esta metodologia e demonstraram que a quantidade de soro obtida por centrifugação do *Cream cheese* pode ser utilizada como um índice de sua capacidade de retenção de água, ou de seu potencial para sinérese. Eles observaram que a capacidade de retenção de água do *Cream cheese* diminuiu significativamente durante a estocagem a 4°C e 25°C, sendo mais pronunciada na mais alta temperatura.

Comportamento inverso foi observado em queijos de coagulação enzimática, onde se constatou um aumento na capacidade de retenção de água e grandes mudanças na composição da fase soro durante as primeiras semanas de estocagem (Guinee *et al.*, 2000; Guo e Kindstedt, 1995; Ramkumar *et al.*, 1997), tendo sido também acompanhada, no caso da Mussarela, por exemplo, por mudanças na microestrutura dos queijos (Kiely *et al.*, 1993).

Acosta e Kindstedt (2001) estudaram o efeito do tempo e temperatura de estocagem do *Cream cheese* (21 e 111 dias a 25 °C e 4°C, respectivamente) na composição e na viscosidade da fase aquosa do produto fabricado com goma locusta. Os autores observaram que a distribuição de proteínas e minerais entre a matriz protéico-gordurosa e a fase aquosa dos queijos não mudou significativamente durante o período de estocagem e que quando a quantidade de soro aumentou, a viscosidade do soro diminuiu, indicando ser a viscosidade da fase aquosa o fator determinante na capacidade de retenção de água do queijo.

Gigante *et al.* (2001a) avaliaram o efeito do pH sobre a quantidade e a viscosidade do soro obtido do *Cream cheese* fabricado com goma locusta, armazenados a 4°C e 20°C. Os autores observaram que a quantidade de soro aumentou significativamente durante a estocagem e aumentou mais rápido na mais alta temperatura e no maior pH. Por outro lado, a viscosidade do soro diminuiu durante a estocagem e diminuiu mais rápido na temperatura mais alta e foi menor no pH maior.

Avaliando o efeito do tempo e da temperatura de estocagem e do pH sobre a viscosidade de soluções aquosas de goma locusta, Gigante *et al.* (2001b) observaram que a viscosidade das soluções aquosas decresceu significativamente durante o período de estocagem, indicando que a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, o potencial para sinérese, podem estar diretamente ligados à capacidade do estabilizante de ligar-se à água. Além disso, Gigante *et al.* (2002) demonstraram que a diminuição da viscosidade de soluções aquosas de goma locusta pode estar associada ao crescimento microbiano. Soluções de goma locusta foram estáveis quando o crescimento microbiano foi prevenido, entretanto, quando ocorreu crescimento microbiano, as soluções tiveram suas viscosidades rapidamente diminuídas. Estes dados sugerem que a atividade microbiológica pode contribuir para a redução da viscosidade da fase aquosa do *Cream Cheese* durante a estocagem e, desta

forma, contribuir para o desenvolvimento da sinérese do produto, uma vez que a fase aquosa com menor viscosidade seria mais facilmente liberada da matriz protéica.

Considerando que a sinérese do *Cream cheese* pode estar parcialmente associada à perda da capacidade da goma de ligar-se a água e que esta pode estar associada ao desenvolvimento microbiano, a utilização de um agente antimicrobiano, como o sorbato de potássio, pode contribuir para retardar a sinérese do produto.

Os sorbatos são usados em várias partes do mundo como agentes antimicrobianos e sua aplicação comercial como preservativos em alimentos data de 1945. A utilização do sorbato como preservativo em queijos iniciou-se com a sua utilização como agente antimicrobiano e desde então seu uso tem sido amplamente adotado. O “Federal Standards of Identity “ para queijos, dos Estados Unidos da América, permite o uso do sorbato em mais de 40 tipos de queijos naturais e processados e sua dosagem varia de 0,05% a 0,30% (Sofos, 1989).

No Brasil, de acordo com a Portaria Nº 146 de 07 de Março de 1996, é permitido o uso de ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio na dosagem de 1000mg/kg de queijo (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2003).

Estudos conduzidos através do mundo reportam que os sorbatos retardam o crescimento dos microorganismos, incluindo leveduras, bolores e bactérias. A ação inibitória dos sorbatos é geralmente mais pronunciada contra bolores e leveduras quando comparada às bactérias e sua atividade antimicrobiana é profundamente afetada por fatores, tais como tipo de alimento, condições de processo, estocagem e dosagem (Campos *et al*, 2000, Sofos, 1989).

Em geral, a atividade antimicrobiana do sorbato aumenta à medida que o pH diminui, sendo o sorbato mais efetivo em valores de pH menores que 6,00. Paralelamente, não se espera que a adição de sorbato de potássio eleve mais que 0,10 unidades no pH final do alimento (Sofos, 1989).

3.3. As galactomanas e a goma locusta

As galactomanas, das quais faz parte a goma locusta, também conhecida como goma Jataí, goma caroba, goma de alfarroba e LBG (locust bean gum), são polissacarídeos de alto peso molecular, solúveis em água, encontrados no endosperma de sementes de uma variedade de leguminosas (Kok, 1999).

As galactomanas possuem um esqueleto de manose que é ligado ao acaso com (1-6) unidades de α -D-galactose. Dependendo da sua origem e da relação galactose/manose estes hidrocolóides apresentam diferentes propriedades reológicas. A variabilidade na composição da galactose e a sua distribuição ao longo da cadeia de manose é a origem para diferentes características reológicas observadas nas galactomanas (Chandrasekaran, 1998).

A goma locusta é um polissacarídeo não-iônico extraído das sementes da árvore *Ceratonia siliqua*, cujo peso molecular é 310000. Ela possui um esqueleto linear de resíduos de β -(1-4)-D-manose, substituídos com cadeia lateral simples de α -(1-6)-D-galactose irregularmente distribuídos, cuja razão manose/galactose é de 3,5. (Dea e Morrison, 1975)

A goma guar, também uma galactomana, tem estrutura semelhante, porém a relação manose/galactose é de 1,8. Ambas têm sido largamente usadas como hidrocolóides industriais, principalmente por aumentar a viscosidade em relativamente baixas concentrações (Dea e Morrison, 1975).

A maior razão manose/galactose promove uma maior probabilidade de se encontrar longas seções de cadeias que são livres de ramificações. Essas seções lineares poderiam se alinhar e interagir com as proteínas e outros hidrocolóides para dar viscosidade e corpo ao produto (Hunt e Maynes, 1997).

A goma locusta e seus derivados são altamente hidrofílicos e por serem polissacarídeos neutros, o pH tem pouco efeito sobre a viscosidade das soluções na faixa entre 3 a 11, embora o aumento da força iônica diminua a viscosidade. Quando usados em queijos processados, produzem um produto com melhor consistência e mais fácil de ser espalhado (Glicksman, 1986).

A mistura de biopolímeros é muito usada na indústria de alimentos devido ao desejável impacto na textura dos produtos (Bourriet *et al.*, 1999) e estas misturas são muito utilizadas em produtos lácteos, nos quais a caseína é o principal componente protéico, gerando, desta forma, as propriedades particulares específicas de cada produto. Em alimentos as interações entre esses ingredientes, além de suas propriedades funcionais individuais, têm um importante papel na estrutura final que influencia a textura e a estabilidade do produto (Michon *et al.*, 1999)

Em muitos casos, soluções contendo uma mistura de biopolímeros levam a uma separação de fases. Quando as interações em um sistema biopolímero-água-biopolímero são repulsivas, 2 fases são obtidas, cada uma enriquecida em um dos biopolímeros. Este tipo de separação de fases é conhecido como incompatibilidade termodinâmica. Quando as interações são atrativas uma fase é rica em ambos polímeros e a outra é constituída do solvente puro. Este tipo de separação de fase é conhecido como coacervação complexa (Michon *et al.*, 2000).

No caso de mistura entre proteínas e hidrocolóides não aniônicos, como é a goma locusta, espera-se que não haja interação direta entre o polissacarídeo e

as proteínas. A força iônica e o pH influenciam apenas as interações proteína-proteína. As interações entre o próprio hidrocolóide e as interações relativas a proteína-hidrocolóide exercem uma papel menos importante e qualquer tipo de incompatibilidade estaria diretamente correlacionada às interações protéicas (Syrbe *et al.*, 1998).

Ferragut e Chiral (1996), através de análises da microestrutura de emulsões de baixo teor de gordura, contendo proteínas do leite e goma locusta, sugerem que a goma e a caseína se associam de modo a formar um agregado entrelaçado, pois foi observada, além da presença de agregados de caseína na fase contínua da emulsão, o aparecimento de uma rede cujo aspecto diferiu dos agregados caseicos, tendo sido também adsorvida na interface óleo-água como uma multicamada macromolecular. Como a goma locusta é um polissacarídeo neutro, poderia ocorrer sua interação com a cadeia protéica neutralizada da proteína, uma vez que o produto se encontrava na faixa de pH próximo ao ponto isoelétrico da caseína e que forças de Van der Waals e pontes de hidrogênio seriam responsáveis por essas interações, que por sua vez, são afetadas por pH, força iônica e relação proteína/polissacarídeo.

A β -D-mananase (1,4- β -manose manohidrolase) é uma enzima capaz de hidrolisar as ligações 1,4- β -D-manopiranosil das galactomanas. Estes açúcares podem ser futuramente degradados para manose pela ação de β -manosídeses (1,4- β -D-manosídesase) (Hossain *et al.*, 1996).

As α -galactosídeses (α -D-galactosídes galactohidrolase) são enzimas capazes de catalisar a quebra da ligação dos resíduos terminais α -1,6-galactosil de muitos substratos, incluindo os polissacarídeos (Ademark *et al.*, 2001). As β -mananases têm sido freqüentemente isoladas e caracterizadas de muitas fontes, incluindo bactérias, fungos e plantas e muitos microorganismos produzem α -galactosídeses, às vezes, em diferentes formas (Hossain *et al.*, 1996).

Bactérias, tais como *Bacillus sp.* e *Pseudomonas fluorescens* subsp.*cellulosa*, e bolores, tais como *Aspergillus niger* podem produzir enzimas capazes de hidrolisar as galactomanas. Estudando a produção de α -galactosidases a partir de cultivos de *Aspergillus niger* em dois tipos diferentes de galactomanas; goma locusta e goma guar, Hossain *et al*, (1996) mostraram a produção de vários tipos de α -galactosidases, sendo que quatro delas foram encontradas nos filtrados da cultura de *Aspergillus niger* cultivados em goma locusta. A produção de mananases a partir de bactérias, fungos e plantas tem sido amplamente estudada.

Ademark *et al.* (1998) estudaram a produção de β -mananase a partir de cultivos de *Aspergillus niger* contendo goma locusta, para induzir a formação de α -galactosidase, β -mananase e β -manosidase. Inoculando um filtrado de crescimento do microorganismo em uma solução de goma locusta a 0,25% peso/volume em 20 mM de tampão acetato de sódio a um pH de 4,50, os autores observaram que a goma locusta foi totalmente degradada em galactose e manose, mostrando que a completa hidrólise deste polissacarídeo requer a ação das 3 enzimas e que todas são produzidas pelo *Aspergillus niger*.

Halstead, *et al* (2000) inocularam α -galactosidase e β -mananase, obtidas de cultivos de *Pseudomonas fluorescens* subsp.*cellulosa*, em soluções contendo goma locusta a 37°C por tempos diferentes e observaram que tanto a β -mananase quanto a α -galactosidase hidrolisaram a goma locusta. Usando uma composição definida de goma locusta como um substrato modelo, os efeitos da incubação seqüencial foram testados, permitindo um exame de como estas enzimas poderiam atuar juntas na hidrólise do mesmo substrato. A pré incubação da solução de goma locusta com a α -galactosidase removeu as cadeias laterais de galactosil da goma locusta e a aparente atividade da β -mananase contra a goma locusta foi aumentada, inferindo que esta enzima tem maior atividade contra a goma locusta quando não há interferência das cadeias laterais de galactosil.

Os resultados indicaram que as cadeias laterais de galactose atuam como efeito estérico, dificultando a hidrólise do esqueleto polimérico de manose, pela ação da β -mananase.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material e métodos para avaliar a adição de sorbato de potássio sobre as características da fase aquosa do *Cream cheese*

4.1.1. Matérias-primas, ingredientes e equipamentos

As matérias-primas utilizadas foram o leite integral tipo B cru e creme de leite cru, obtidos na Cooperativa dos Produtores de Leite de Campinas (CLC), em Jaguariúna/SP.

Para a elaboração dos queijos foram utilizados os seguintes ingredientes:

- Goma locusta comercial - GRINDSTED® LBG 147 (Locust Bean Gum), fornecida pela empresa Danisco Brasil Ltda;
- Cultura láctica comercial tipo “O”, Wisby-Visbyvac® LC-MIX F0 2 01, composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, fornecida pela empresa Danisco Brasil Ltda;
- Conservante sorbato de potássio;
- NaCl (sal iodado de cozinha).

Os equipamentos utilizados para a fabricação dos queijos foram os seguintes:

- Homogeneizador Armfield modelo FT 9, dotado de um estágio de homogeneização, com pressão máxima de 2.000 Kgf/cm²

- Tanque para fermentação INADAL-TETRA-PAK provido de agitador mecânico e sistemas de aquecimento e refrigeração.
- Centrífuga portátil Mueller para roupas (aproximadamente 3000 rpm).

4.1.2. Esquema geral do trabalho

Foram realizados três experimentos para fabricação dos queijos, conforme fluxograma geral apresentado na Figura 4.1. Utilizou-se leite com teor de matéria gorda padronizado, homogeneizado, pasteurizado e inoculado com cultura lática tipo “O”, para a fermentação e obtenção da massa.

A massa obtida foi dividida em 2 porções, que foram utilizadas para a fabricação do *Cream cheese* com e sem adição de sorbato de potássio. Os queijos obtidos foram randomicamente divididos em 2 lotes e foram armazenados a 4°C e a 20°C.

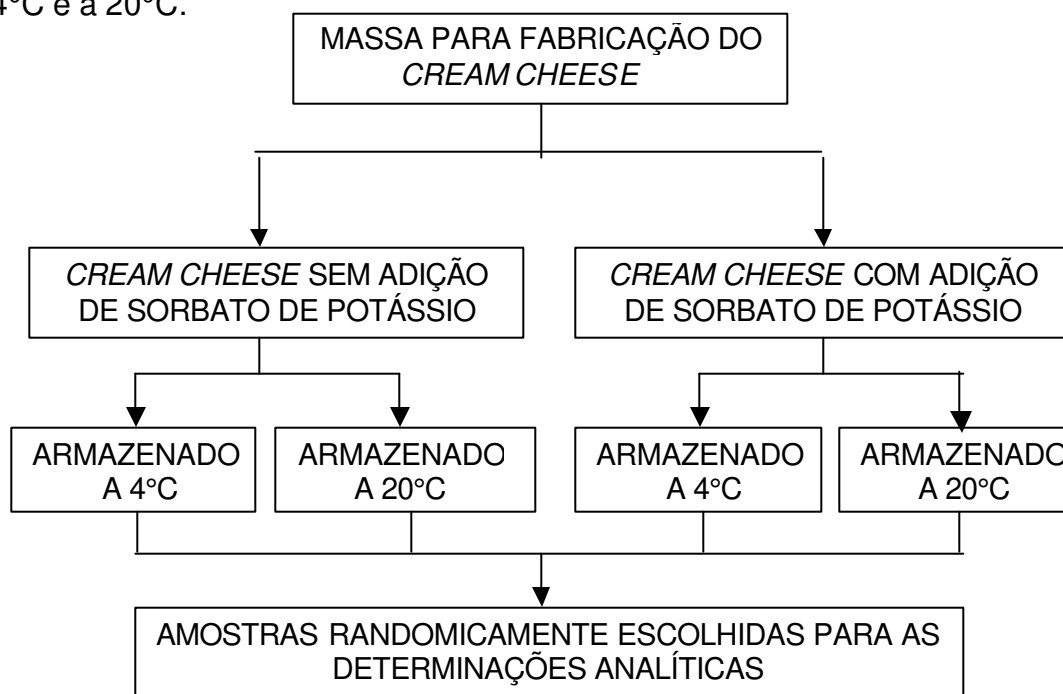


Figura 4.1. Fluxograma geral para avaliar o efeito da adição de sorbato de potássio e da temperatura de armazenamento sobre as características do *Cream cheese*.

4.1.3. Preparo da matéria-prima

O leite foi padronizado com creme de leite (60% de gordura) para aproximadamente 13,5% de gordura de modo que os queijos fabricados apresentassem teor de matéria gorda mínimo de aproximadamente 34,0%. Para cada processamento utilizou-se 100 litros de leite.

A quantidade de creme a ser adicionada ao leite integral foi calculada conforme a fórmula abaixo:

$$(m1 \times mg1) + (m2 \times mg2) = (m1 + m2) \times mg3$$

onde,

m1 = Massa de leite integral a ser padronizada (Kg);

mg1 = Teor de matéria gorda do leite integral (%);

m2 = Massa de creme de leite cru a se adicionar ao leite integral (Kg);

mg2 = Teor de matéria gorda do creme de leite (%);

mg3 = Teor de matéria gorda desejado no leite padronizado (%).

O total de matéria-prima obtido para a fabricação do queijos foi calculado somando-se m1 e m2.

O leite padronizado foi aquecido a 50°C, homogeneizado em estágio simples a 1.200 Kgf/cm², tratado termicamente a 75°C/30 minutos, resfriado a 3°C e mantido nesta temperatura, no tanque de fermentação refrigerado, até o dia seguinte, quando foi então utilizado para a obtenção da massa para a fabricação dos queijos.

4.1.4. Processo de fabricação do *Cream cheese*

O fluxograma de fabricação do *Cream cheese* é apresentado na Figura 4.2. Os queijos foram fabricados segundo Kosikowski e Mistry (1997), com as modificações necessárias para atender a disponibilidade de equipamentos.

O leite padronizado e pasteurizado foi aquecido a 30°C e inoculado com cultura lática na proporção de 10 % de seu peso final. Após a inoculação, agitou-se a mistura para promover a perfeita distribuição da cultura.

Para acompanhamento do pH foram retiradas amostras, inicialmente a cada 30 minutos e ao final do processo a cada 15 minutos. A fermentação foi interrompida quando o pH atingiu $4,80 \pm 0,05$, o que acontecia em aproximadamente 4 horas de fermentação. Após atingir o pH desejado, o coágulo foi agitado lentamente, para promover a sua quebra, e aquecido a 54°C sob agitação moderada, de modo que a temperatura aplicada auxiliasse a separação de soro. A massa foi separada do soro através da filtração em tecidos de algodão e levada à câmara fria regulada para aproximadamente 5°C, para completar a dessoragem. A massa foi mantida na câmara até o dia seguinte.

No dia seguinte a massa foi centrifugada para atingir o teor de sólidos desejado (45%), e dividida em duas partes, que foram utilizadas para fabricação do *Cream cheese* com e sem adição de sorbato de potássio. Para a obtenção do *Cream cheese* sem adição de sorbato de potássio a massa foi aquecida a 50°C e adicionou-se, sob agitação contínua, 0,35% de goma locusta e 1% de NaCl sobre o peso da massa. Em seguida a massa foi tratada termicamente (75°C/30 min) e homogeneizada/texturizada, nesta temperatura, em homogeneizador de simples estágio (500 kgf/cm²). Para fabricação do queijo com adição de sorbato de potássio seguiu-se exatamente o mesmo procedimento, adicionando-se também 0,1% de sorbato de potássio em relação ao peso da massa. Os queijos foram envasados à quente em embalagens de 250 gramas e imediatamente armazenados em câmara frigorífica a 5°C, para resfriamento. No dia seguinte, após completo resfriamento, os lotes de queijos, com e sem adição de sorbato de potássio, foram randomicamente divididos em duas porções que foram armazenadas a 4 °C e a 20°C.

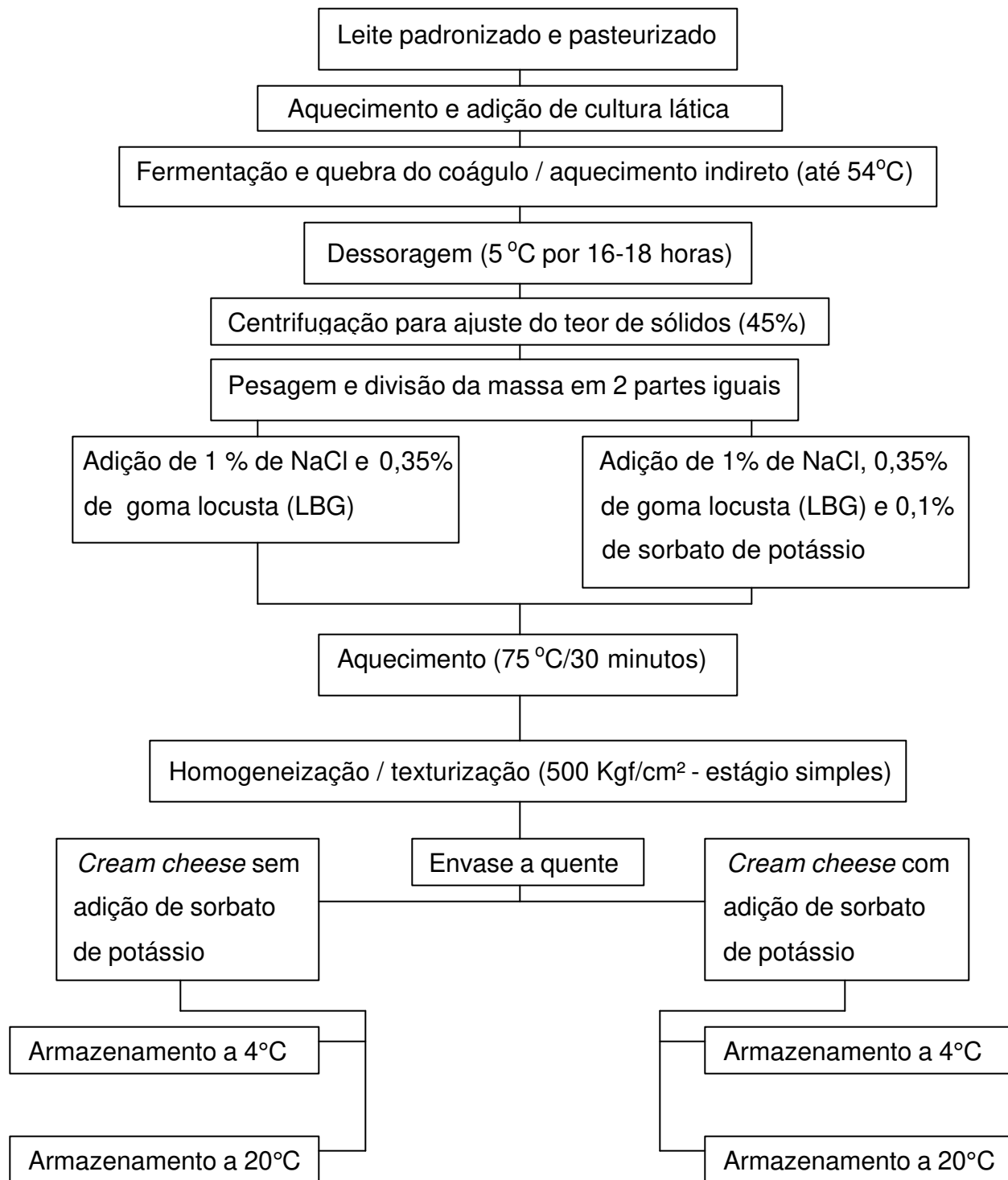


Figura 4.2. Fluxograma de fabricação do *Cream cheese*.

4.1.5. Amostragem e análises realizadas

Para a caracterização da matéria-prima utilizada em cada processamento foram coletadas amostras representativas de leite padronizado, homogeneizado e tratado termicamente que foram avaliados quanto ao pH, acidez titulável, extrato seco total, gordura e proteína total.

Para a caracterização dos queijos, com e sem adição de sorbato de potássio, amostras foram randomicamente escolhidas, após 4 dias de armazenamento a 4°C, e analisadas quanto ao pH, extrato seco total, gordura, proteína total e cinzas.

Para avaliar o efeito da adição de sorbato de potássio e do tempo de armazenamento, amostras dos queijos, com e sem adição de sorbato de potássio, armazenados a 4°C e a 20°C, foram randomicamente escolhidas após 4, 10, 17, 24, 31, 38, 45, 52, 59 dias de armazenamento e avaliadas quanto ao pH, quantidade de fase aquosa obtida por centrifugação, contagem total de microrganismos e contagem de bolores e leveduras. A fase aquosa foi avaliada quanto ao teor de sólidos totais e parâmetros reológicos.

4.1.6. Determinações analíticas

4.1.6.1. Análises físico-químicas

As seguintes análises físico-químicas foram realizadas em triplicata:

- **pH:** foi medido utilizando-se potenciômetro previamente calibrado antes das determinações, introduzindo-se o eletrodo diretamente nas amostras.
- **Acidez titulável:** foi determinada através da titulação da amostra com NaOH N/9, em presença de indicador fenolftaleína SI (AOAC, 1997).

- **Extrato seco total:** foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 1997).
- **Teor de matéria gorda:** foi determinado utilizando método butirométrico de Gerber para leite ou queijo (Instituto Adolfo Lutz, 1985).
- **Nitrogênio total:** foi determinado pelo método micro-Kjeldahl para leite e macro-Kjeldahl para queijo (AOAC, 1997).
- **Proteína total:** foi calculada multiplicando-se a porcentagem de nitrogênio total pelo fator 6,38.
- **Cinzas:** foi determinada pelo método de incineração em forno mufla a 550°C (AOAC, 1997).
- **Gordura no extrato seco (GES):** foi calculado dividindo-se o teor de matéria gorda pelo teor de extrato seco total.

4.1.6.2. Análises microbiológicas

As amostras de queijos foram abertas em câmara de fluxo laminar. Uma porção de 10g de cada amostra foi transferida individualmente para frascos com rosca contendo 90ml de solução salina 0,9%. A partir desta diluição foram preparadas as diluições subsequentes, quando necessárias. A forma de plaqueamento e a contagem das colônias foi feita de acordo com a metodologia descrita pelo APHA, (1985) . Para a contagem total utilizou-se o meio de cultura para contagem padrão em placas – PCA. Para contagem de bolores e leveduras o tipo de plaqueamento utilizado foi o de espalhamento superficial (spread plate). O meio de cultura utilizando foi o Agar de Batata e Glicose – PDA, adicionado previamente de 100mg de antibiótico cloranfenicol por 1.000ml de meio de cultura. A contagem das colônias foi feita de acordo com a metodologia descrita pelo APHA, (1985) .

4.1.7. Obtenção e avaliação da fase aquosa do *Cream cheese*

A fase aquosa do *Cream cheese* foi obtida conforme metodologia descrita por Guo e Kindstedt (1995). Porções de 160g de amostra de *Cream cheese*, com e sem adição de sorbato de potássio, armazenadas a 4°C e 20°C foram colocadas em frascos plásticos apropriados providos de tampas e centrifugadas a 12.500 x g por 75 minutos a 25°C. A fase aquosa obtida para cada amostra foi cuidadosamente retirada com auxílio de seringa e agulha e transferida individualmente para tubos de ensaio com rosca, que foram pesados. O resultado foi expresso em gramas de fase aquosa/100g de queijo e foi utilizado como índice de capacidade de retenção de água do *Cream Cheese*.

Após a pesagem da fase aquosa, os tubos de ensaio foram mantidos em banho-maria a 25°C e o comportamento reológico da fase aquosa foi determinado, utilizando-se Reômetro digital Marca Brookfield - Mod. DVIII-Tipo cone/placa dotado de sistema de circulação de água a 25°C, *spindle* N°40 e copo com volume de amostra para leitura com 0,5ml.

4.1.8. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado para o desenvolvimento desta etapa do trabalho foi o Split-Split-Plot em blocos com três repetições. O bloco foi a batelada de leite processado em três datas diferentes, as parcelas foram os tratamentos aplicados (2 níveis de variação), ou seja, adição ou não de 0,1% de sorbato de potássio sobre o peso da massa durante o processo de fabricação do *Cream Cheese*. A sub-parcela foi a temperatura de armazenamento (2 níveis de variação, 4°C e 20°C) e a sub-sub-parcela foi o tempo de armazenamento (9 níveis de variação).

O efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento, bem como das interações entre esses fatores sobre as características estudadas, foi analisado por análise de variância (ANOVA) de acordo com este delineamento. Os cálculos foram realizados com auxílio do programa estatístico SAS[®] (SAS Institut, Inc. Cary, NC).

4.2. Material e métodos para avaliar o comportamento reológico da solução de goma locusta

4.2.1. Ingredientes e equipamentos

Para o preparo das soluções de goma locusta foram utilizados os seguintes ingredientes e equipamentos:

- Goma locusta comercial - GRINDSTED[®] LBG 147 (Locust Bean Gum), fornecida pela empresa Danisco Brasil Ltda;
- Conservante sorbato de potássio;
- Solução de ácido láctico a 1% e 10% (v/v);
- Agitador/homogeneizador tipo Turrax com velocidade controlada;
- Placa de aquecimento.

4.2.2. Esquema geral do trabalho

O esquema geral desta etapa do trabalho é apresentado na Figura 4.3. Preparou-se uma solução 0,45% de goma locusta em água destilada. A solução foi dividida em duas porções, sendo que uma delas foi adicionada de 0,1% de sorbato de potássio. Ambas tiveram o pH ajustado para $4,60 \pm 0,05$ e foram subdivididas para armazenamento a 4°C e 20°C.

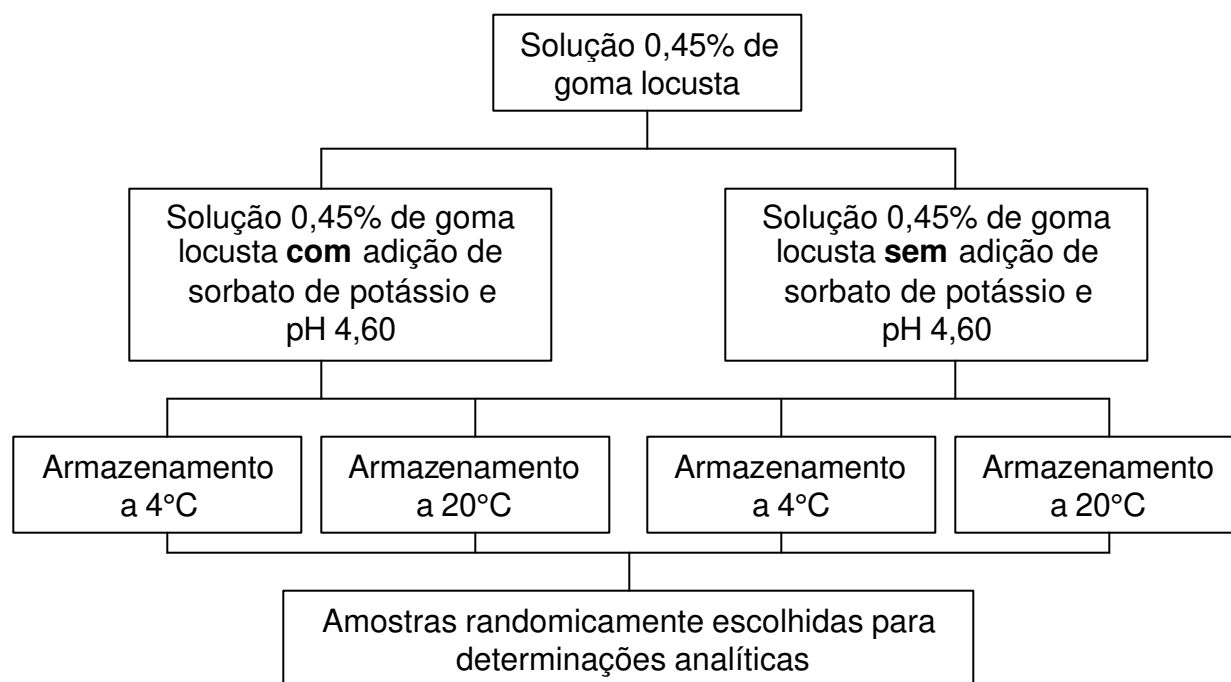


Figura 4.3. Fluxograma geral para avaliar as características da solução de goma locusta.

4.2.3. Preparo da solução de goma locusta

A solução de goma locusta foi preparada dissolvendo-se a goma (GRINDSTED® LBG 147) em água destilada, previamente aquecida a 80°C e com pH ajustado para $5,00 \pm 0,05$, pela adição de ácido láctico a 10%. Para a completa dissolução da goma, a mesma foi adicionada lentamente sobre a água quente, com agitação constante em agitador Turrax, com velocidade regulada para aproximadamente 10.000 rpm, por um minuto. Em seguida, a solução foi rapidamente resfriada para 40°C, o pH foi ajustado para $4,60 \pm 0,05$, com solução de ácido láctico a 10% e 1%, e foi dividida em 2 partes iguais. A primeira parte foi imediatamente repartida em várias porções de aproximadamente 100 ml e acondicionadas em frascos esterilizados com rosca. A outra parte foi adicionada

de 0,1% de sorbato de potássio, o pH foi novamente ajustado para $4,60 \pm 0,05$ e acondicionada do mesmo modo que a primeira parte da solução. Todas as amostras, com e sem adição de sorbato de potássio, foram armazenadas a 4°C. No dia seguinte, após completo resfriamento, as amostras, com e sem adição de sorbato de potássio, foram randomicamente divididas em duas partes que foram armazenadas a 4°C e a 20°C.

4.2.4. Amostragem e análises

Após as soluções terem sido submetidas aos tratamentos e condições de armazenamento anteriormente descritos, amostras foram randomicamente escolhidas após 4, 11, 18, 25, 32, 39, 46, 53, 60 e 67 dias de armazenamento e avaliadas quanto ao pH, características microbiológicas e parâmetros reológicos.

O teor de sólidos das soluções de goma locusta, com e sem adição de sorbato de potássio, foi determinado após 24 horas de armazenamento a 4°C.

4.2.5. Determinações analíticas

4.2.5.1. Análises físico-químicas

- **pH:** foi medido utilizando-se potenciômetro previamente calibrado antes das determinações, introduzindo-se o eletrodo diretamente nas amostras.
- **Extrato seco total:** foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 1997).
- **Propriedades reológicas das soluções:** O comportamento reológico foi determinado a 25°C, utilizando-se Reômetro Digital Marca Brookfield - Mod. DVIII – tipo cone/placa, dotado de sistema de circulação de água, de spindle N°40 e copo com volume de amostra para leitura com 0,5ml.

4.2.5.2. Análises microbiológicas

Para a contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras utilizou-se a mesma metodologia descrita anteriormente para o *Cream cheese* (item 4.1.6.2). No caso das soluções de goma locusta, além do plaqueamento das diluições, foi feito também um plaqueamento direto, com 1 ml de cada solução.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Característica físico-química dos queijos

O leite padronizado utilizado para o processo de fabricação do *Cream Cheese* apresentou a seguinte composição química média: 17,6°D de acidez, pH de 6,72, 20,7% de sólidos totais, 13,2% de gordura e 2,9% de proteína total.

A adição de sorbato de potássio não afetou significativamente a composição média dos queijos, exceção feita ao pH do *Cream Cheese* que foi ligeiramente maior quando o sorbato de potássio foi adicionado (Tabela 5.1). Este resultado é condizente com os dados da literatura que consideram normal um aumento de até 0,10 unidades de pH, quando o sorbato de potássio é adicionado aos alimentos. O sorbato de potássio é um agente antimicrobiano efetivo em alimentos com valores de pH menores que 6,00, e portanto, eficiente nas faixas de pH obtidas para ambos os queijos.

Tabela 5.1. Composição química média ($n = 3$) e desvio padrão do *Cream cheese* fabricado com e sem adição de sorbato de potássio*.

Características	<i>Cream cheese</i> sem adição de sorbato de potássio	<i>Cream cheese</i> com adição de sorbato de potássio
pH	4,73 ^a $\pm$ 0,01	4,82 ^b $\pm$ 0,01
Sólidos totais (%)	46 ^a $\pm$ 2	46 ^a $\pm$ 1
Umidade (%)	54 ^a $\pm$ 2	54 ^a $\pm$ 1
Gordura (%)	35 ^a $\pm$ 1	34 ^a $\pm$ 1
Proteína total (%)	6,9 ^a $\pm$ 0,2	6,8 ^a $\pm$ 0,1
Cinzas (%)	1,7 ^a $\pm$ 0,3	1,63 ^a $\pm$ 0,08
Gordura no extrato seco (%)	75 ^a $\pm$ 2	75 ^a $\pm$ 1

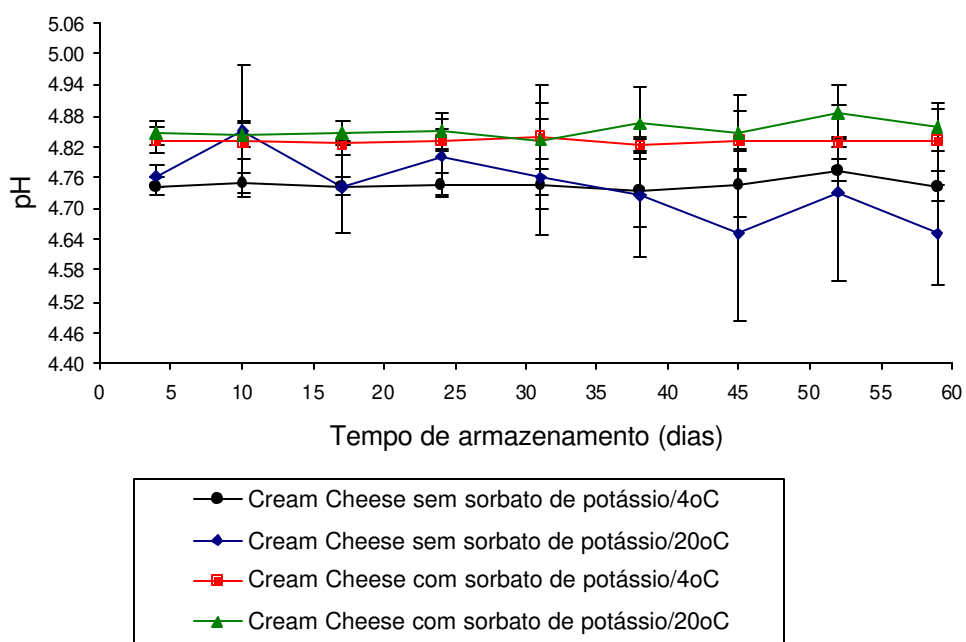
*Valores com mesma letra na linha não diferiram significativamente entre si. ($P \leq 0,05$)

5.2. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características do *Cream cheese* durante o armazenamento

Observa-se na Figura 5.1 que o pH dos queijos obtidos com adição de sorbato de potássio apresentou-se praticamente constante durante todo o período de armazenamento. O mesmo comportamento foi observado para os queijos fabricados sem a adição de sorbato de potássio e armazenados a 4°C. Quando os queijos foram armazenados a 20°C, o pH apresentou uma pequena variabilidade, de 0,2 unidades de pH entre o maior e o menor valor (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. pH do *Cream cheese* durante o período de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	<i>Cream cheese</i> sem adição de sorbato de potássio		<i>Cream cheese</i> com adição de sorbato de potássio	
	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C
4	4,74	4,76	4,83	4,85
10	4,75	4,85	4,83	4,84
17	4,74	4,74	4,83	4,85
24	4,75	4,80	4,83	4,85
31	4,75	4,76	4,84	4,83
38	4,74	4,72	4,82	4,86
45	4,75	4,65	4,83	4,85
52	4,77	4,73	4,83	4,89
59	4,74	4,65	4,83	4,86

**Figura 5.1.** pH do *Cream cheese* dos quatro tratamentos durante o tempo de armazenamento.

Quando avaliou-se o efeito da adição de sorbato de potássio, da temperatura e do tempo de armazenamento, bem como de suas interações sobre o pH do *Cream Cheese*, os resultados demonstraram que somente a adição de sorbato de potássio afetou significativamente o pH (Tabela 5.3), o qual não variou em função da temperatura e do período de armazenamento, bem como de suas interações. Desta forma, embora o pH seja estatisticamente diferente, essa diferença é, em média, de 0,09 unidades de pH e não se alterou durante os experimentos.

Tabela 5.3. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre o pH do *Cream cheese*.

Fatores	GL	Valores de P
		pH do <i>Cream cheese</i>
Tratamentos*	1	0,0023
Temperatura de armazenamento	1	0,6752
Tempo de armazenamento	8	0,5178
Tratamentos x Temperatura de armazenamento	1	0,2587
Temperatura x tempo de armazenamento	8	0,6827
Tratamento x Tempo de armazenamento	8	0,5106
Tratamento x temperatura x tempo de armazenamento	8	0,4696

*Adição ou não de sorbato de potássio (0,1% sobre o peso da massa) durante o processo de fabricação do *Cream cheese*

Independentemente do tratamento, a quantidade de fase aquosa (soro) liberada após centrifugação apresentou grande variação entre os 3 experimentos como pode-se observar na Tabela 5.4 e Figuras 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5.

Tabela 5.4. Quantidade média (n=3) de fase aquosa liberada após centrifugação, durante o período de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	<i>Cream cheese</i> sem adição de sorbato de potássio		<i>Cream cheese</i> com adição de sorbato de potássio	
	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C
Quantidade média de fase aquosa liberada (g/100g de queijo)				
4	8,14	3,71	8,60	3,57
10	8,56	11,75	8,66	3,89
17	7,39	6,59	7,48	5,44
24	8,60	21,62	8,41	4,50
31	8,38	19,84	8,33	5,46
38	8,34	16,95	9,72	8,69
45	8,00	18,67	9,67	8,10
52	10,29	22,31	10,88	6,53
59	11,37	22,48	9,69	13,36

A despeito das variações já apresentadas, a avaliação estatística indicou que a quantidade de fase aquosa liberada do *Cream Cheese*, que foi utilizada como uma medida indireta de sua capacidade de retenção de água, foi significativamente afetada pela adição de sorbato. A quantidade média obtida para os queijos adicionados ou não de sorbato de potássio foi 7,83g e 12,39g de fase aquosa/100g de queijo, respectivamente. Além disso, a quantidade de fase aquosa foi também afetada pela interação entre os tratamentos e a temperatura de armazenamento (Tabela 5.5; Figura 5.6). O *Cream Cheese* fabricado sem adição de sorbato de potássio apresentou, em média, maior quantidade de fase aquosa liberada, e conseqüentemente menor capacidade de retenção de água, quando armazenado a 20°C. Entretanto, quando o produto foi adicionado de sorbato de potássio o comportamento foi exatamente o oposto. O produto armazenado a 20°C apresentou, em média, menor quantidade de fase aquosa liberada e maior capacidade de retenção de água. A quantidade de soro

aumentou significativamente ao longo do tempo e aumentou mais rapidamente para o produto armazenado a 20°C (Tabela 5.5 e Figura 5.7).

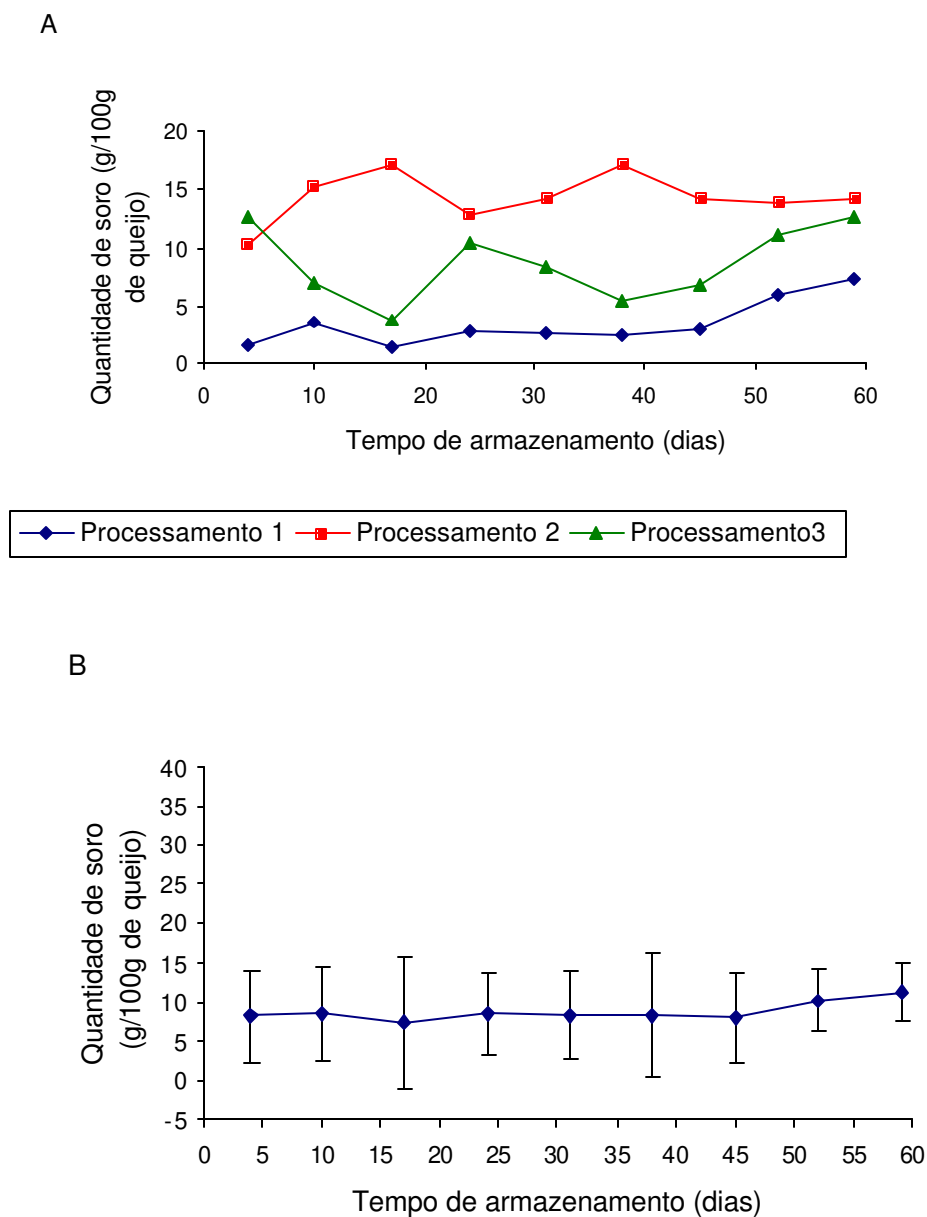


Figura 5.2. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do *Cream Cheese* fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 4°C. **A:** quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. **B:** quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.

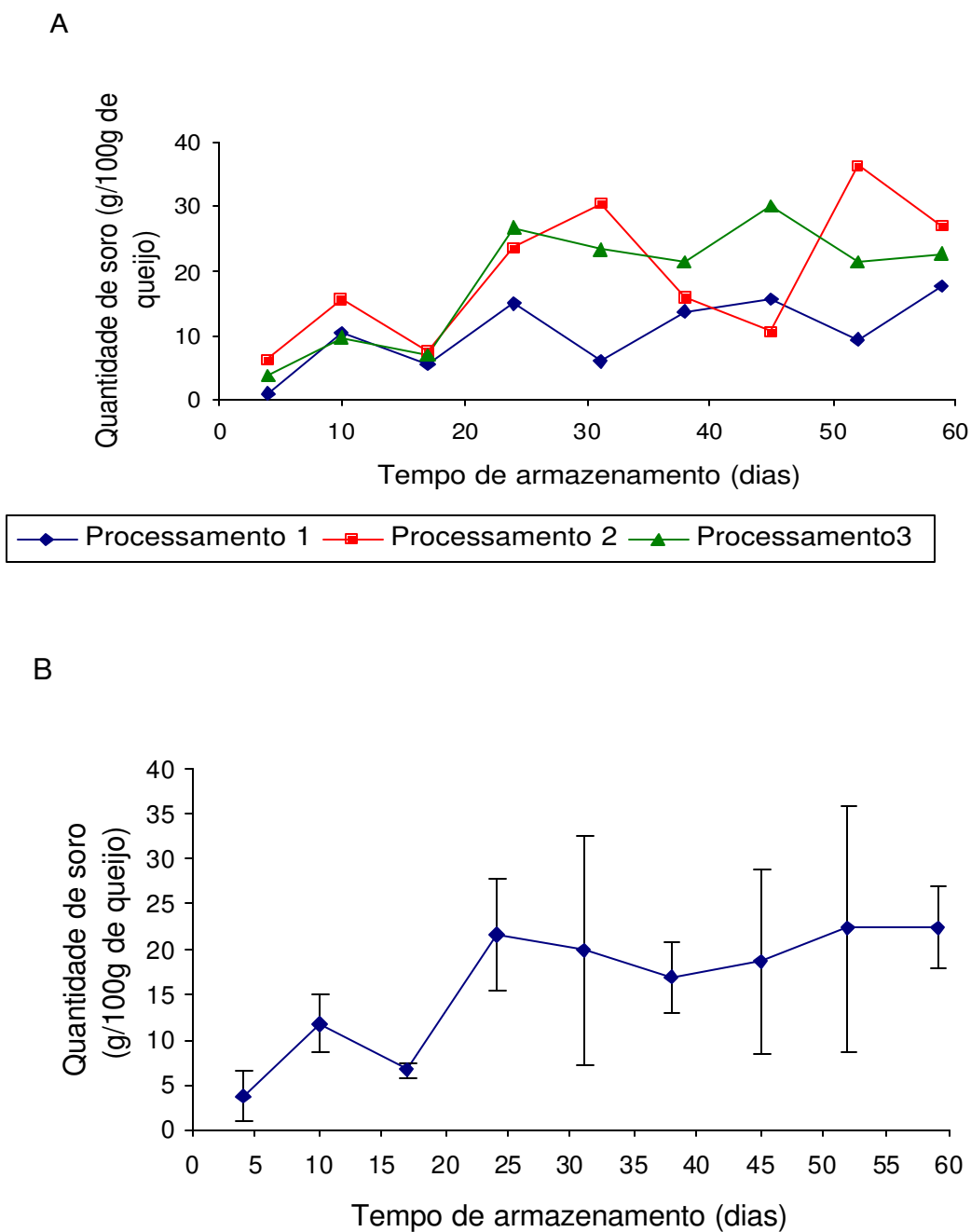


Figura 5.3. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do *Cream Cheese* fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. **A:** quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. **B:** quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.

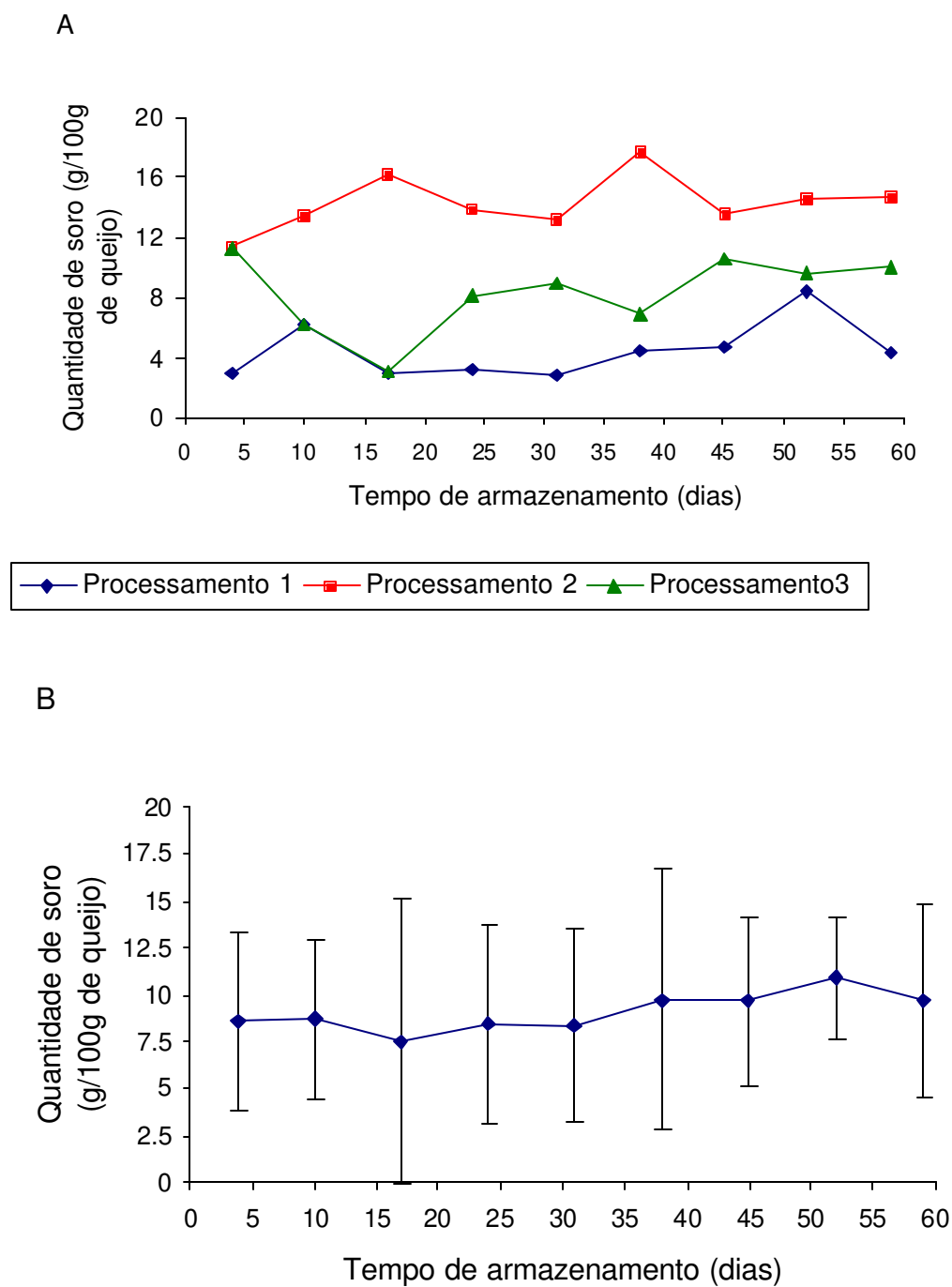


Figura 5.4. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do *Cream Cheese* fabricado com adição de sorbato de potássio armazenado a 4°C. **A:** quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. **B:** quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.

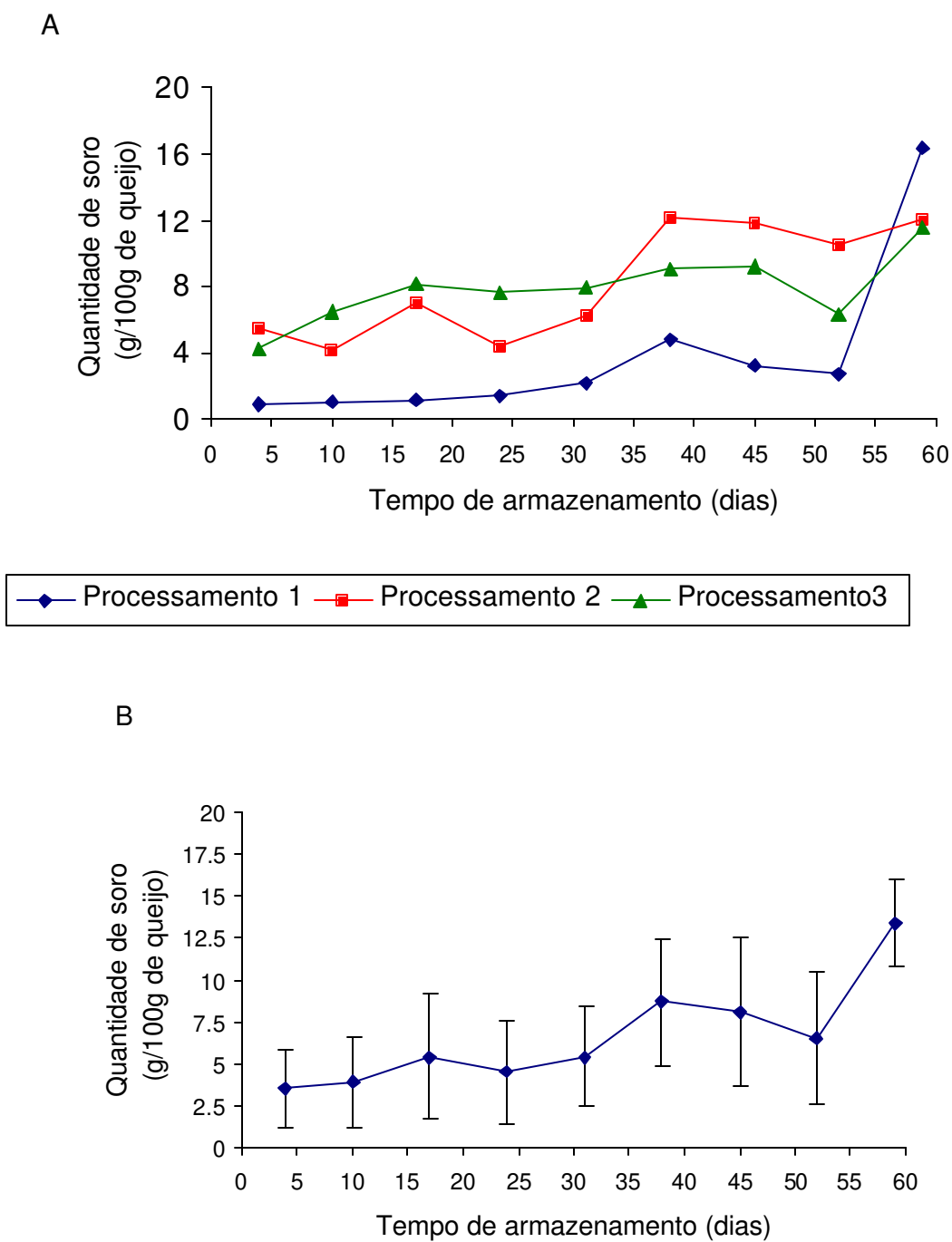


Figura 5.5. Quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação durante o armazenamento do *Cream Cheese* fabricado com adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. **A:** quantidade de fase aquosa liberada para cada processamento. **B:** quantidade média e desvio padrão de fase aquosa liberada.

Tabela 5.5. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a quantidade e o teor de sólidos da fase aquosa obtida após centrifugação do *Cream Cheese*.

Fatores	GL	Valores de P	
		Quantidade de fase aquosa	Sólidos totais da fase aquosa
Tratamentos*	1	0,0376	0.4381
Temperatura de armazenamento	1	0,2662	0.0927
Tempo de armazenamento	8	0,0011	0.6603
Tratamentos x Temperatura de armazenamento	1	< 0,0001	0.4476
Temperatura x tempo de armazenamento	8	0,0070	0.9339
Tratamento x Tempo de armazenamento	8	0,0776	0.4518
Tratamento x temperatura x tempo de armazenamento	8	0,0857	0.7927

* Adição ou não de sorbato de potássio (0,1% sobre o peso da massa) durante o processo de fabricação do *Cream cheese*

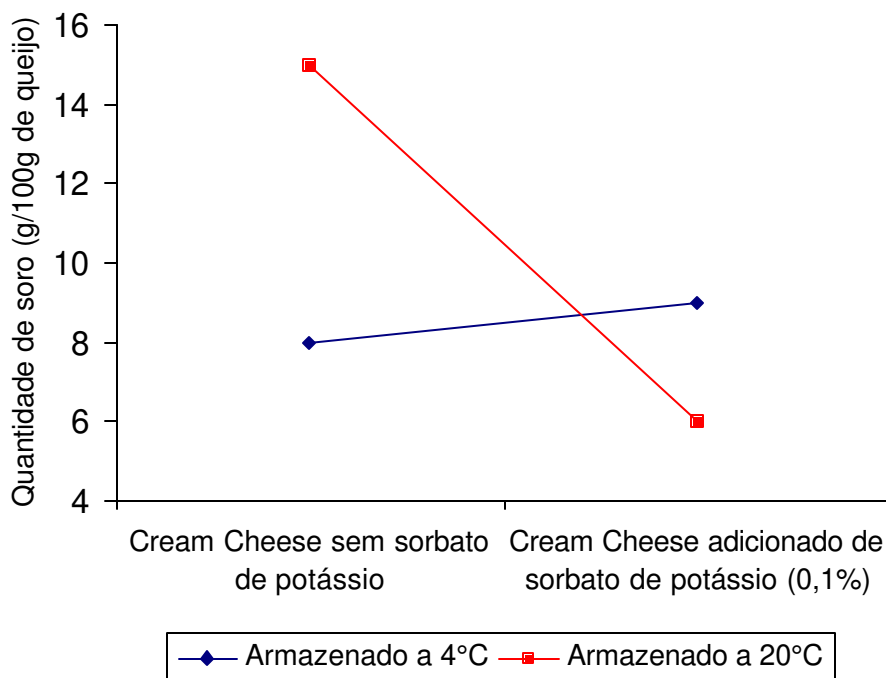


Figura 5.6. Efeito da interação entre os tratamentos e a temperatura de armazenamento sobre a quantidade de fase aquosa liberada.

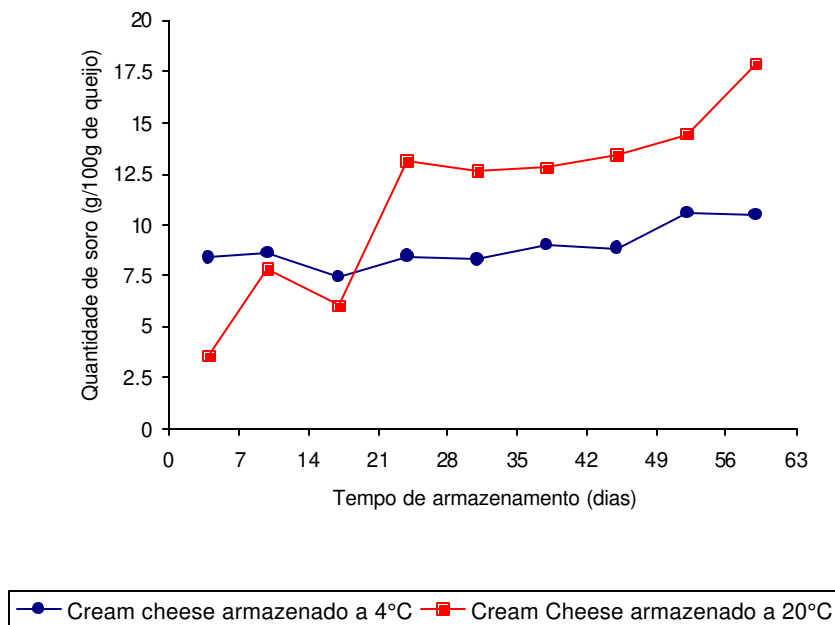


Figura 5.7. Efeito da interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento sobre a quantidade de fase aquosa liberada por centrifugação.

A temperatura de 20°C é obviamente abusiva para armazenamento do *Cream Cheese*, entretanto, considerando que os queijos tiveram comportamento similar, ou seja, aumento da quantidade de fase aquosa ao longo do tempo, é de se esperar que essa tendência se confirme e o produto armazenado em condições adequadas venha a ter sua sinérese aumentada ao longo do tempo.

Independente das condições de fabricação do *Cream cheese*, com ou sem adição de sorbato de potássio, ou das condições de armazenamento do produto, 4°C ou 20°C, o teor de sólidos totais da fase aquosa obtida após a centrifugação praticamente não variou ao longo do tempo (Tabela 5.6, Figura 5.8). A avaliação estatística revelou que o teor de sólidos da fase aquosa não foi significativamente afetado pelos tratamentos, pela temperatura e pelo tempo de armazenamento, nem por suas interações (Tabela 5.5). Estes resultados indicam que não houve

alteração do equilíbrio físico-químico entre a matriz protéica e a fase aquosa do *Cream Cheese*. Desta forma, espera-se que qualquer variação no comportamento reológico da fase aquosa não seja consequência da variação do seu teor de sólidos.

Tabela 5.6. Teor de sólidos totais da fase aquosa do *Cream cheese* liberada após centrifugação para os quatro tratamentos.

Tempo de Armazenamento (dias)	<i>Cream cheese</i> sem adição de sorbato de potássio		<i>Cream cheese</i> com adição de sorbato de potássio	
	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C
Sólidos totais (%)				
4	9,10	9,26	8,66	8,86
10	8,91	9,24	8,63	8,77
17	9,05	9,24	9,12	9,01
24	8,87	9,05	8,88	9,08
31	9,24	9,62	9,11	9,08
38	9,27	9,29	9,01	9,31
45	9,17	9,42	9,15	8,83
52	9,01	9,12	8,69	8,65
59	9,22	9,38	8,75	9,01

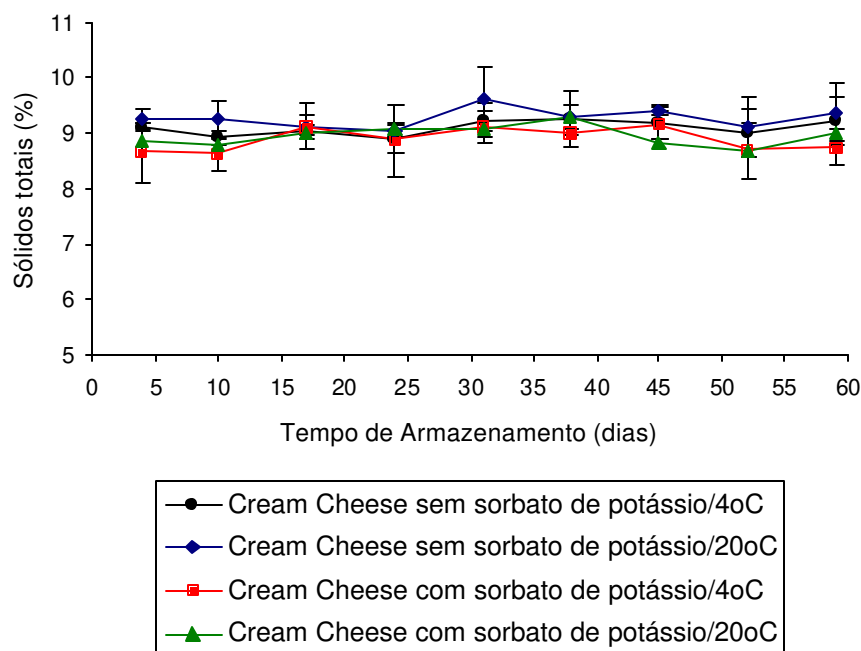


Figura 5.8. Teor de sólidos da fase aquosa obtida após centrifugação do *Cream cheese*, dos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.

Da mesma forma que a quantidade de fase aquosa liberada após centrifugação, as contagens totais de microrganismos e de bolores e leveduras apresentaram uma grande variação entre os 3 processamentos, como pode-se observar pelos valores médios e desvios padrões apresentados nas Figuras 5.9 e 5.10. Observou-se uma baixa contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras no momento em que iniciou-se o controle microbiológico dos produtos, ou seja, após quatro dias de armazenamento a 4°C ou a 20°C. Todos os queijos apresentaram valores médios de contagem total e de bolores e leveduras da ordem de 10^1 unidades formadoras de colônias/g (UFC/g). Exceção feita para o queijo fabricado sem adição de sorbato de potássio, armazenado a 20°C, que apresentou contagem total e de bolores e leveduras da ordem de 10^2 UFC/g, provavelmente por ter sido armazenado por 4 dias à temperatura de 20°C.

Estas contagens iniciais mostram que os queijos estavam em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos como aceitáveis para a categoria de queijos com muita alta umidade, na qual o *Cream cheese* estaria enquadrado (Portaria N° 146 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003).

Após 31 dias de armazenamento os queijos fabricados com adição de sorbato de potássio, armazenados a 4°C ou a 20°C e os queijos não adicionados de sorbato de potássio armazenados a 4°C mantiveram praticamente a mesma característica microbiológica. Acredita-se que a temperatura de armazenamento e a adição de sorbato de potássio, que são fatores limitantes do crescimento de microrganismos, tenham tido, isoladamente ou em conjunto, influência na inibição do crescimento dos microrganismos. Após 31 dias e até 59 dias de armazenamento estes produtos apresentaram pequeno aumento na contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras, as quais foram ligeiramente maiores para o queijo fabricado sem adição de sorbato de potássio, armazenado a 4°C.

Após 59 dias de armazenamento o *Cream Cheese* fabricado com adição de sorbato de potássio e armazenado a 4°C apresentou contagem total de $1,2 \times 10^3$ UFC/g e contagem de bolores e leveduras de $2,5 \times 10^1$ UFC/g. As contagens total e de bolores e leveduras foram $1,7 \times 10^4$ UFC/g e 2×10^3 UFC/g, respectivamente para o queijo fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 4°C. O queijo com adição de sorbato de potássio armazenado a 20°C apresentou contagem total de $1,8 \times 10^3$ UFC/g e contagem de bolores e leveduras de $1,6 \times 10^2$ UFC/g.

O *Cream cheese* fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C apresentou um comportamento completamente diferente. A contagem total e de bolores e leveduras aumentou sensivelmente durante os primeiros 30 dias de armazenamento. A partir daí, manteve-se praticamente

constante até o final dos experimentos alcançando valores da ordem de $3,5 \times 10^7$ UFC/g e $1,3 \times 10^5$ UFC/g, respectivamente. Estes resultados evidenciam não só a importância dos fatores sorbato de potássio e temperatura de armazenamento, como da interação deles, na qualidade microbiológica do produto.

Quando o efeito dos fatores (adição ou não de sorbato de potássio, temperatura e tempo de armazenamento), bem como suas interações, sobre as características microbiológicas foram avaliadas estatisticamente, verificou-se que a contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras aumentou significativamente e linearmente durante o tempo de armazenamento (Tabela 5.7; Figura 5.11). Entretanto, tanto para contagem total como para a de bolores e leveduras, esse aumento foi significativamente maior para o produto sem adição de sorbato de potássio (Tabela 5.7; Figura 5.12) e armazenado a 20°C (Tabela 5.7; Figura 5.13).

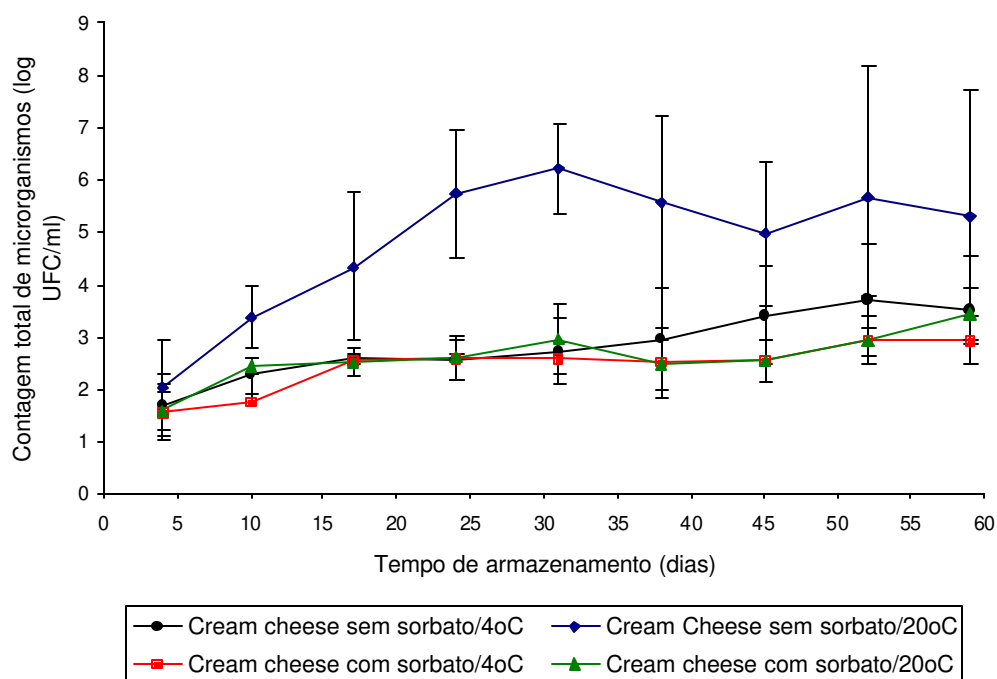


Figura 5.9. Contagem total de microrganismos dos queijos submetidos aos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.

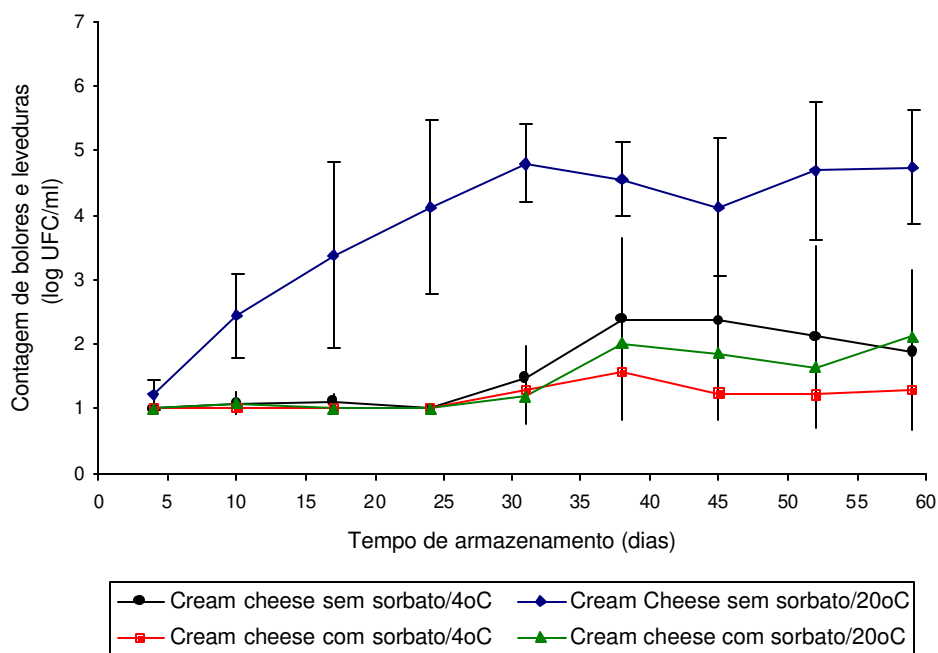


Figura 5.10. Contagem de bolores e leveduras dos queijos submetidos aos quatro tratamentos, durante o tempo de armazenamento.

Tabela 5.7. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos e de bolores e leveduras do *Cream cheese*.

Fatores	GL	Valores de P	
		Contagem total de microrganismos	Contagem de bolores e leveduras
Tratamentos*	1	0,0308	0,0319
Temperatura de armazenamento	1	0,0606	0,0209
Tempo de armazenamento	8	0,0106	0,0003
Tratamentos x Temperatura de armazenamento	1	< 0,0001	< 0,0001
Temperatura x tempo de armazenamento	8	0,0338	0,0198
Tratamento x Tempo de armazenamento	8	0,0179	0,0033
Tratamento x temperatura x tempo de armazenamento	8	0,0217	0,0363

* Adição ou não de sorbato de potássio (0,1% sobre o peso da massa) durante o processo de fabricação do *Cream cheese*

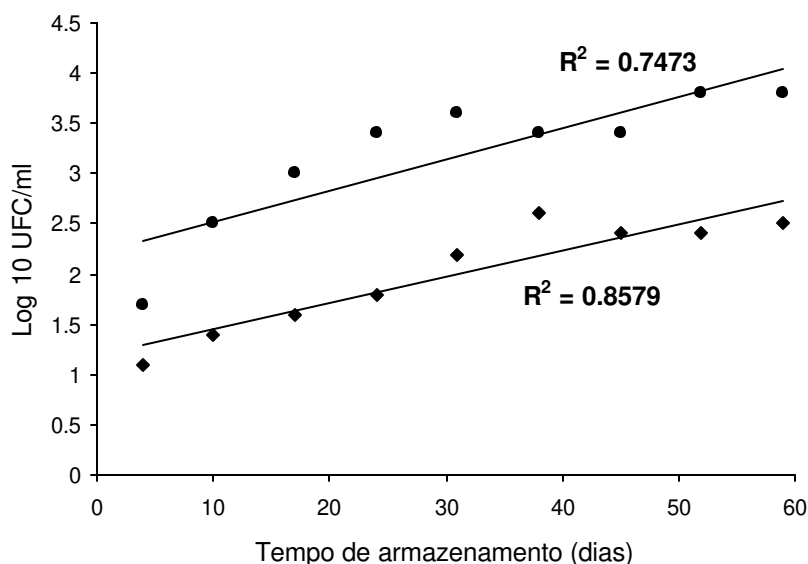


Figura 5.11. Efeito do tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos (•) e sobre a contagem de bolores e leveduras (♦).

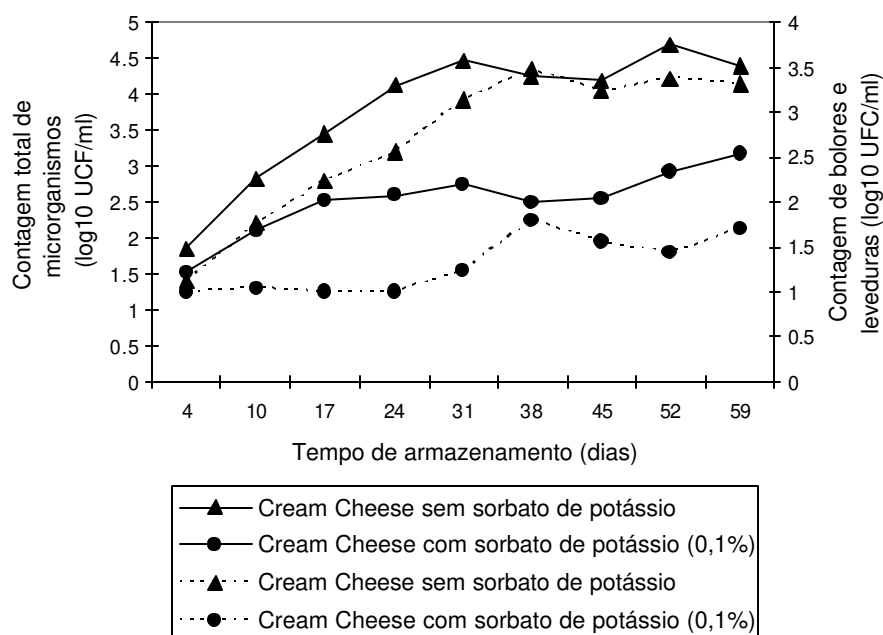


Figura 5.12. Efeito da interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos (—) e a contagem de bolores e leveduras (----).

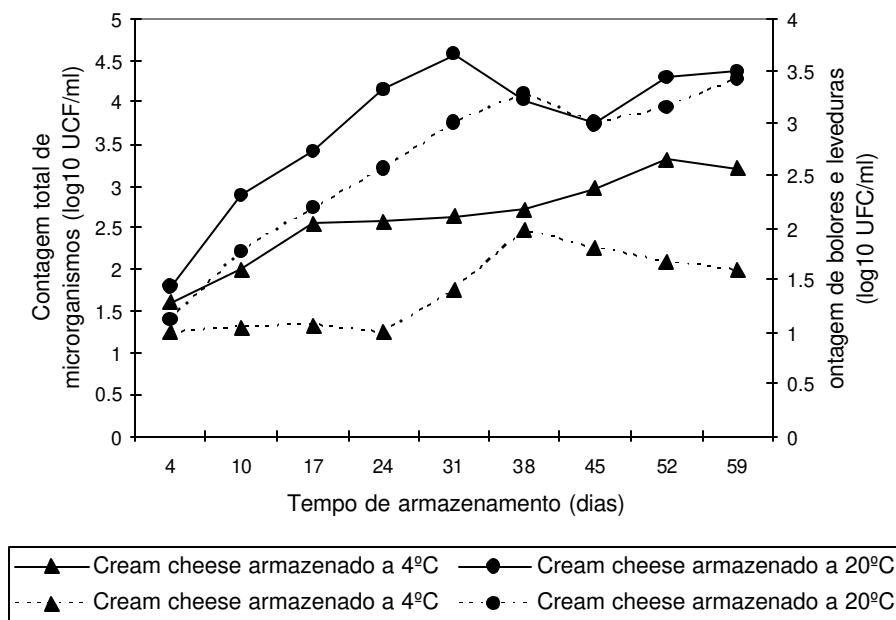


Figura 5.13. Efeito da interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento sobre a contagem total de microrganismos (—) e a contagem de bolores e leveduras (----).

5.3. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características reológicas da fase aquosa do *Cream cheese*

A avaliação dos parâmetros reológicos da fase aquosa do *Cream Cheese* segundo modelo lei da potência ($\sigma = \kappa \dot{\gamma}^n$), demonstrou que o índice de comportamento de fluido (n) permaneceu praticamente constante, variando entre 0,90 e 1, durante o período de armazenamento (Tabela 5.8; Figura 5.14), o que caracterizou a fase aquosa como um fluido de comportamento newtoniano. Por outro lado, o índice de consistência da fase aquosa do *Cream Cheese* (k) diminuiu ao longo do tempo (Tabela 5.8; Figura 5.15). Observou-se que após quatro dias de armazenamento todas as amostras apresentaram índice de consistência muito semelhante, porém ligeiramente menor para o queijo fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. Este queijo foi o que apresentou, no mesmo período de armazenamento, uma maior contagem microbiológica (Figuras 5.9 e 5.10).

Após 59 dias de armazenamento observou-se que a fase aquosa dos queijos fabricados sem adição de sorbato de potássio e armazenados a 4°C e 20°C apresentaram redução de aproximadamente 73% e 96% no índice de consistência, respectivamente. Para os queijos fabricados com adição de sorbato de potássio armazenados a 4°C e 20°C essa redução foi de aproximadamente 70% e 78%, respectivamente (Figura 5.15). Além disso, para os queijos fabricados com ou sem adição de sorbato de potássio armazenados a 4°C, a redução do índice de consistência, e conseqüentemente da viscosidade aparente da fase aquosa, deu-se de forma lenta e gradual durante praticamente todo período de armazenamento dos produtos. Situação similar foi observada para o produto fabricado com adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C. Por outro lado, o *Cream Cheese* fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C apresentou comportamento completamente distinto,

caracterizado pela brusca redução do índice de consistência, e conseqüentemente da viscosidade da fase aquosa, após dez dias de armazenamento. Mesmo com as variações na viscosidade aparente que se observou nos dias subseqüentes de armazenamento (Figura 5.15), esta permaneceu baixa e relativamente constante.

A redução na viscosidade da fase aquosa do *Cream cheese* não foi devida à variação do seu teor de sólidos, o qual não foi significativamente afetado pelos tratamentos, pela temperatura e tempo de estocagem (Tabela 5.5, Figura 5.8), sendo devida, possivelmente, à redução da capacidade de retenção de água da goma locusta utilizada para a fabricação do produto.

Tabela 5.8. Comportamento reológico da fase aquosa do *Cream cheese* liberada após centrifugação, para os quatro tratamentos. Modelo lei da potência*.

Tempo de Armazenamento (dias)	<i>Cream cheese</i> sem adição de sorbato de potássio				<i>Cream cheese</i> com adição de sorbato de potássio			
	Armazenado a 4°C		Armazenado a 20°C		Armazenado a 4°C		Armazenado a 20°C	
	n	k	n	k	n	k	n	k
4	0,9628	2,4631	0,9713	1,8688	0,9926	2,4012	0,9646	2,2444
10	0,9242	1,8080	0,9315	0,3482	0,9662	1,8044	0,9747	1,3202
17	0,9366	1,4087	0,9464	0,7405	0,9595	1,5165	0,9426	1,2219
24	0,9451	1,1795	0,9807	0,0718	0,9507	1,1244	0,9415	0,7919
31	0,9777	0,9233	0,9763	0,1767	0,9463	1,1583	0,9582	0,7528
38	0,9366	0,9299	0,9808	0,1609	0,9450	0,9149	0,9587	0,6656
45	0,9577	0,8388	0,9592	0,3801	0,9460	0,7895	0,9522	0,6695
52	0,9380	0,8501	0,9729	0,1527	0,9398	0,7807	0,9475	0,5945
59	0,9434	0,6679	0,9712	0,0663	0,9402	0,7090	0,9637	0,4811

*($\sigma = \kappa \dot{\gamma}^n$), onde K é índice de consistência e n índice de comportamento de fluido.

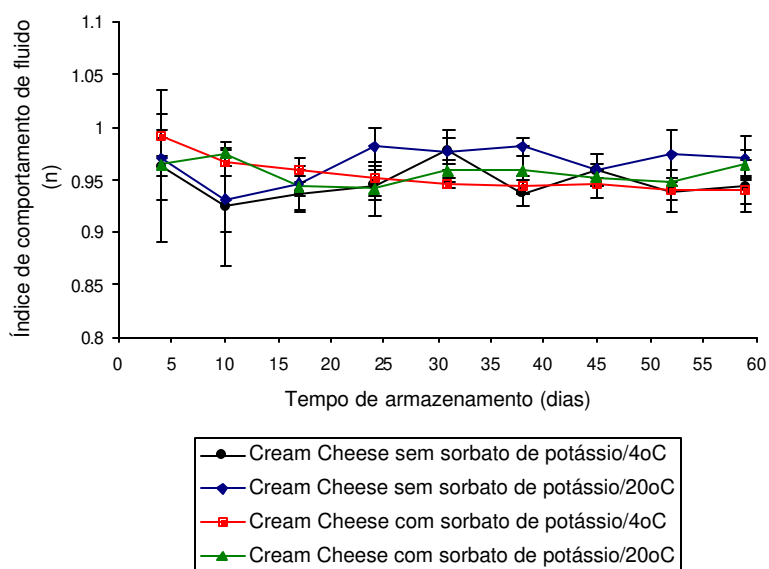


Figura 5.14. Índice de comportamento de fluido (n) da fase aquosa do Cream cheese submetidos aos quatro tratamentos.

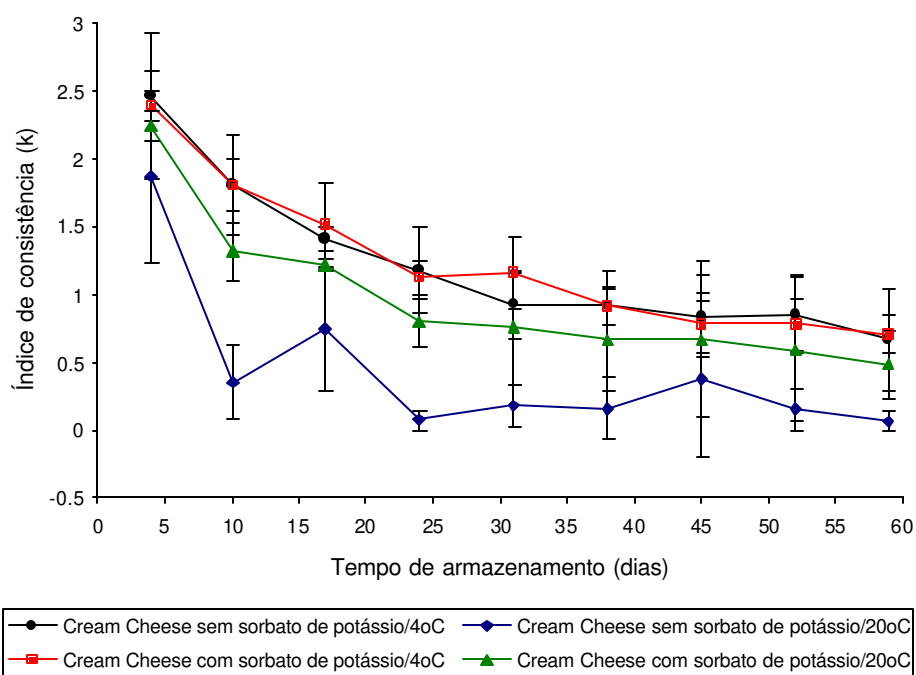


Figura 5.15. Índice de consistência (k) da fase aquosa do Cream cheese submetidos aos quatro tratamentos.

A avaliação estatística dos efeitos dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre os parâmetros reológicos segundo modelo lei da potência apresentados na Tabela 5.9, indicaram que o índice de comportamento de fluido (n) foi significativamente afetado pela temperatura de armazenamento. Entretanto, do ponto de vista prático, essa variação é pouco importante, pois conforme apresentado anteriormente, o índice de comportamento de fluido variou entre 0,90 e 1 (Tabela 5.8, Figura 5.14) caracterizando o comportamento newtoniano da fase aquosa.

Por outro lado, o índice de consistência (k) foi significativamente afetado pelos tratamentos e foi, em média, 1,1534 e 0,8347 para os queijos fabricados com e sem sorbato de potássio, respectivamente; pela temperatura de armazenamento, e foi, em média 1,2366 e 0,7516 para os queijos armazenados a 4°C e 20°C, respectivamente e pelo tempo de armazenamento, tendo decrescido exponencialmente ao longo do tempo (Figura 5.16) e pela interação entre os tratamentos e a temperatura (Figura 5.17).

Tabela 5.9. Resumo da análise de variância (ANOVA). Efeito dos tratamentos, da temperatura e do tempo de armazenamento sobre os parâmetros reológicos segundo modelo lei da potência*.

Fatores	GL	Valores de P	
		n	k
Tratamentos**	1	0,4131	0,0086
Temperatura de armazenamento	1	0,0276	0,0060
Tempo de armazenamento	8	0,9410	< 0,0001
Tratamentos x Temperatura de armazenamento	1	0,3234	< 0,0001
Temperatura x tempo de armazenamento	8	0,8034	0,3577
Tratamento x Tempo de armazenamento	8	0,1047	0,0842
Tratamento x temperatura x tempo de armazenamento	8	0,8845	0,0731

* ($\sigma = \kappa \gamma^{\frac{1}{n}}$), onde K é índice de consistência e n índice de comportamento de fluido.

** Adição ou não de sorbato de potássio (0,1% sobre o peso da massa) durante o processo de fabricação do *Cream cheese*

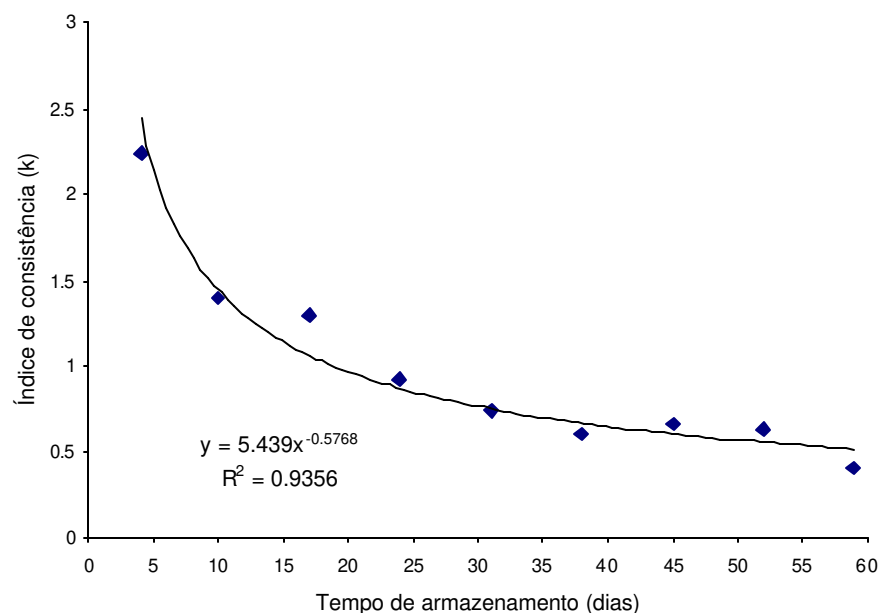


Figura 5.16. Efeito do tempo de armazenamento no índice de consistência da fase aquosa do *Cream cheese*.

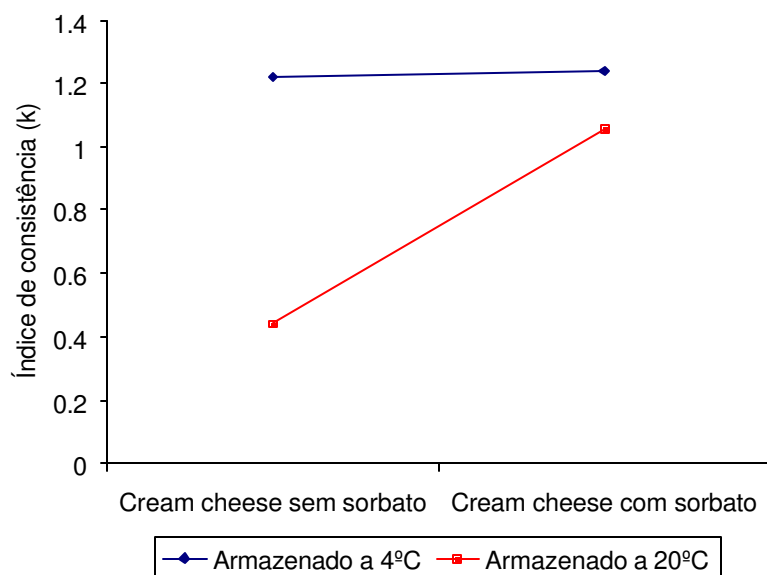


Figura 5.17. Efeito da interação entre os tratamentos e a temperatura de armazenamento no índice de consistência da fase aquosa do *Cream cheese*.

Embora o índice de consistência não tenha sido significativamente afetado, a nível de 5% de significância, pela interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento ($p = 0,0842$), observou-se uma tendência (Figura 5.15) que aponta para maior redução do índice de consistência da fase aquosa do *Cream cheese* quando o produto foi fabricado sem adição de sorbato de potássio e armazenado a 20°C.

Comparando-se o comportamento do índice de consistência da fase aquosa obtida após centrifugação do *Cream cheese* (Figura 5.15) com a contagem total de microrganismos (Figura 5.10) e de bolores e leveduras (Figura 5.11) podemos inferir que quanto maior a contagem de microrganismos, menor a viscosidade aparente da fase aquosa. Paralelamente, também observou-se que a quantidade de soro liberada aumentou significativamente durante o período de armazenamento (Tabela 5.5, Figura 5.7).

Utilizando-se os valores médios para correlacionar a quantidade de microorganismos, o índice de consistência ou viscosidade aparente da fase aquosa e a quantidade de fase aquosa liberada, verificou-se que à medida que aumentou a contagem microbiológica, ocorreu uma redução da viscosidade aparente da fase aquosa e, à medida que a viscosidade diminuiu, ocorreu uma maior liberação de fase aquosa (Figura 5.18).

Supostamente, o crescimento microbiano favorece a degradação da goma locusta, a qual perde a capacidade de ligar-se à água, reduzindo sua viscosidade. O soro com menor viscosidade fluiria mais facilmente da matriz protéica do queijo, quando submetido às mesmas condições de centrifugação.

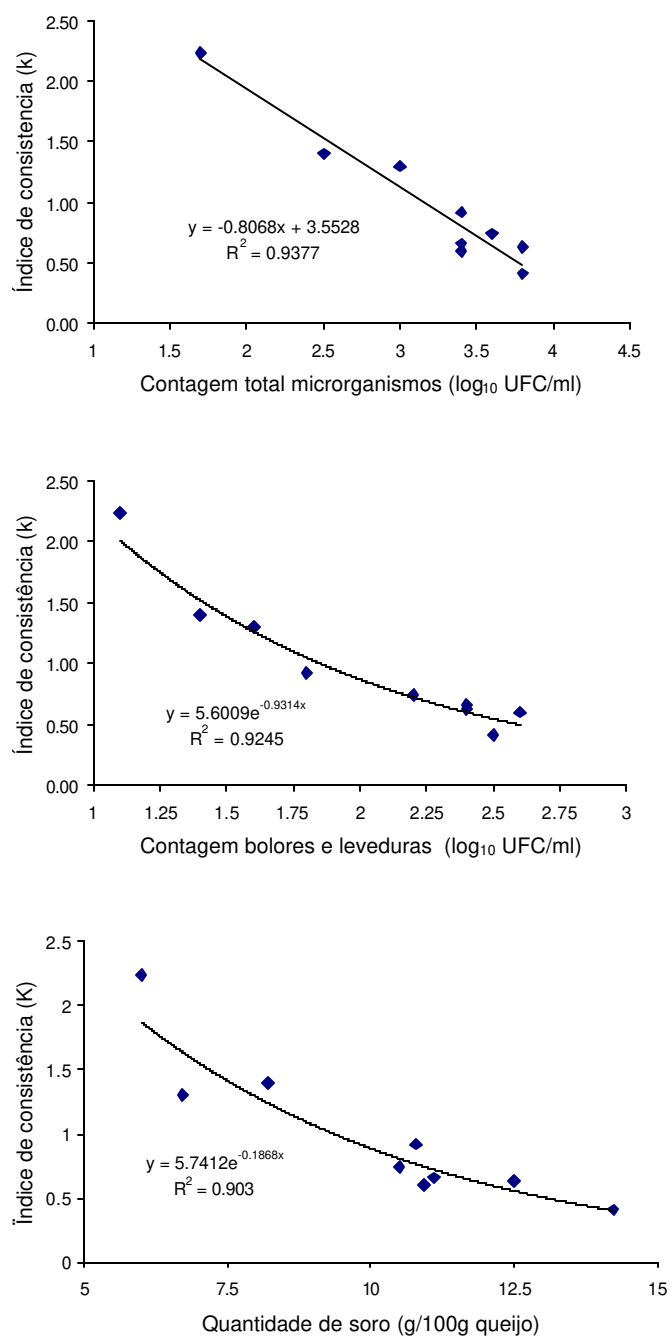


Figura 5.18. Correlação entre a contagem total de microrganismos, a contagem de bolores e leveduras e a quantidade de fase aquosa liberada e o índice de consistência da fase aquosa.

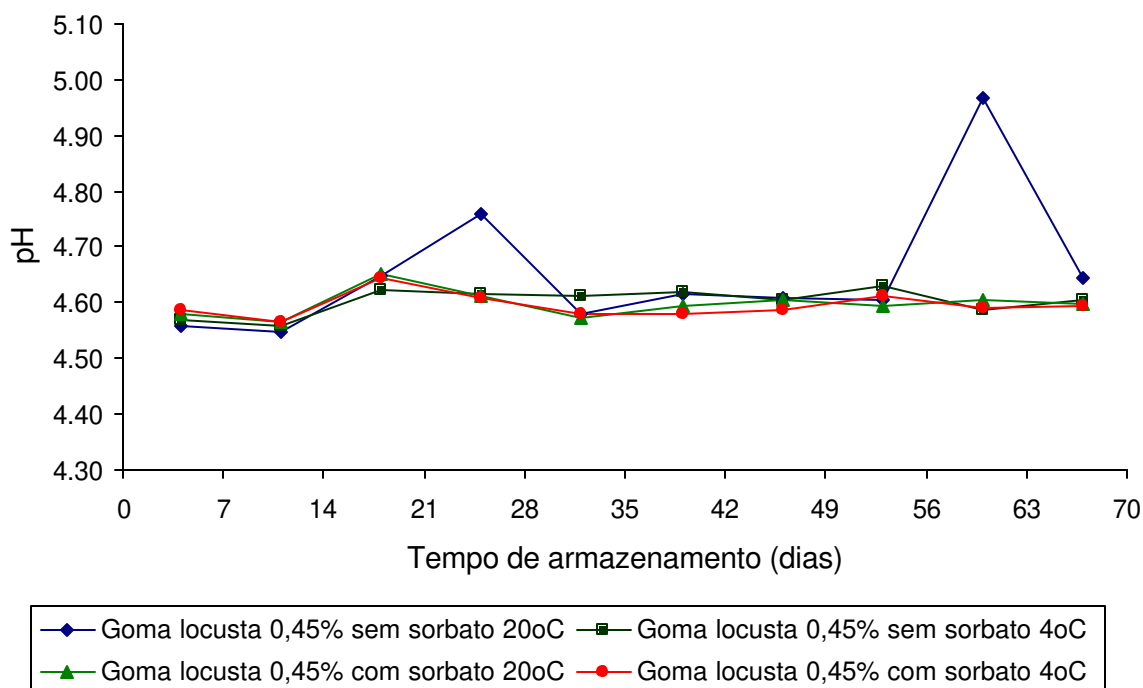
5.4. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características da goma locusta durante o armazenamento

O teor de sólidos das soluções de goma locusta com e sem adição de sorbato de potássio foram, respectivamente, $0,43 \pm 0,01\%$ e $0,42 \pm 0,02\%$. A pequena diferença entre o valor esperado para o teor de sólidos totais (0,45%) e os valores obtidos devem-se à necessidade de padronização do pH das soluções pela adição de solução de ácido láctico a 1% e 10%, o que promoveu a diluição das soluções.

O comportamento do pH das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento é apresentado na Tabela 5.10 e Figura 5.19. Observa-se que o pH das soluções de goma locusta manteve-se constante durante todo o período de armazenamento. Apenas para a solução sem sorbato de potássio o pH apresentou dois pontos de maior variação, após 25 e 60 dias de armazenamento. Acredita-se que esta variação seja devida à uma interferência analítica, já que foi pontual e não se correlacionou com as contagens microbianas dos mesmos pontos. (Tabelas 5.11 e 5.12)

Tabela 5.10. pH das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Solução de goma locusta <u>sem</u> adição de sorbato de potássio		Solução de goma locusta <u>com</u> adição de sorbato de potássio	
	Armazenada a 4°C	Armazenada a 20°C	Armazenada a 4°C	Armazenada a 20°C
4	4,56 ± 0,01	4,57 ± 0,00	4,58 ± 0,01	4,59 ± 0,00
11	4,55 ± 0,01	4,56 ± 0,01	4,57 ± 0,01	4,57 ± 0,01
18	4,65 ± 0,01	4,62 ± 0,02	4,65 ± 0,01	4,64 ± 0,01
25	4,76 ± 0,01	4,62 ± 0,00	4,61 ± 0,00	4,61 ± 0,01
32	4,58 ± 0,01	4,61 ± 0,00	4,57 ± 0,01	4,58 ± 0,01
39	4,62 ± 0,03	4,62 ± 0,03	4,59 ± 0,00	4,58 ± 0,01
46	4,61 ± 0,01	4,60 ± 0,01	4,61 ± 0,01	4,59 ± 0,02
53	4,61 ± 0,00	4,63 ± 0,01	4,59 ± 0,01	4,61 ± 0,01
60	4,97 ± 0,01	4,59 ± 0,01	4,61 ± 0,01	4,59 ± 0,01
67	4,64 ± 0,01	4,61 ± 0,01	4,60 ± 0,01	4,59 ± 0,01

**Figura 5.19.** Comportamento do pH das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento

A contagem total de microrganismos é apresentada na Tabela 5.11. Para as soluções com adição de sorbato de potássio e armazenadas a 4°C e a 20°C, observou-se uma baixa contagem total do início ao final da avaliação, com valores da ordem de 10^1 UFC/ml.

Tabela 5.11. Contagem total de microrganismos das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Solução de goma locusta <u>sem</u> adição de sorbato de potássio		Solução de goma locusta <u>com</u> adição de sorbato de potássio	
	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C
4	6×10^1 ufc/ml	$5,4 \times 10^1$ ufc/ml	$2,7 \times 10^1$ ufc/ml	$2,7 \times 10^1$ ufc/ml
11	$4,6 \times 10^1$ ufc/ml	$4,5 \times 10^1$ ufc/ml	$2,6 \times 10^1$ ufc/ml	$2,8 \times 10^1$ ufc/ml
18	$1,0 \times 10^1$ ufc/ml	$7,7 \times 10^1$ ufc/ml	$4,2 \times 10^1$ ufc/ml	$3,2 \times 10^1$ ufc/ml
25	$1,2 \times 10^2$ ufc/ml	$6,5 \times 10^2$ ufc/ml	$3,8 \times 10^1$ ufc/ml	$4,6 \times 10^1$ ufc/ml
32	$9,7 \times 10^1$ ufc/ml	$2,2 \times 10^2$ ufc/ml	$4,0 \times 10^1$ ufc/ml	$3,0 \times 10^1$ ufc/ml
39	$9,4 \times 10^1$ ufc/ml	$1,8 \times 10^2$ ufc/ml	$3,9 \times 10^1$ ufc/ml	$3,2 \times 10^1$ ufc/ml
46	$1,0 \times 10^2$ ufc/ml	$4,5 \times 10^2$ ufc/ml	$4,4 \times 10^1$ ufc/ml	$3,4 \times 10^1$ ufc/ml
53	$8,7 \times 10^1$ ufc/ml	$3,4 \times 10^2$ ufc/ml	$7,6 \times 10^1$ ufc/ml	$6,8 \times 10^1$ ufc/ml
60	$8,7 \times 10^1$ ufc/ml	$4,8 \times 10^1$ ufc/ml	$4,9 \times 10^1$ ufc/ml	$2,7 \times 10^1$ ufc/ml
67	$1,2 \times 10^2$ ufc/ml	$2,2 \times 10^2$ ufc/ml	$4,7 \times 10^1$ ufc/ml	$3,7 \times 10^1$ ufc/ml

A solução sem adição de sorbato de potássio armazenada a 4°C apresentou comportamento semelhante às anteriores. Estes resultados reforçam a importância dos fatores limitantes, sorbato de potássio e temperatura de armazenamento, bem como da interação deles, no controle do crescimento microbiano das gomas, assim como aconteceu com o *Cream cheese*.

A solução de goma locusta sem adição de sorbato de potássio armazenada a 20°C apresentou um comportamento ligeiramente diferente. A contagem total de microrganismos apresentou uma maior variabilidade, sem tendência definida de crescimento, durante o período de armazenamento. Por exemplo, após 25 dias de

armazenamento a solução apresentou contagem de $6,5 \times 10^2$ UFC/ml, enquanto que após 60 dias a contagem foi de $4,8 \times 10^1$ UFC/ml (Tabela 5.11).

No que diz respeito à contagem de bolores e leveduras observa-se na Tabela 5.12 que praticamente houve ausência de crescimento.

Tabela 5.12. Contagem de bolores e leveduras das soluções de goma locusta durante o período de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Solução de goma locusta <u>sem</u> adição de sorbato de potássio		Solução de goma locusta <u>com</u> adição de sorbato de potássio	
	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C	Armazenado a 4°C	Armazenado a 20°C
4	<10 ufc/ml est.	a.c.	a.c	a.c
11	<10 ufc/ml est.	a.c	a.c	a.c
18	a.c	a.c	<10 ufc/ml est.	a.c
25	<10 ufc/ml est.	$2,5 \times 10^2$ ufc/ml	a.c	a.c
32	<10 ufc/ml est.	<10 ufc/ml est.	a.c	a.c
39	a.c.	<10 ufc/ml est.	a.c	<10 ufc/ml est.
46	a.c	<10 ufc/ml est.	a.c	<10 ufc/ml est.
53	a.c	<10 ufc/ml est.	a.c	<10 ufc/ml est.
60	a.c	<10 ufc/ml est.	a.c	a.c
67	<10 ufc/ml est.	<10 ufc/ml est.	<10 ufc/ml est.	<10 ufc/ml est.

a.c. ausência de crescimento

5.5. Efeito da adição de sorbato de potássio sobre as características reológicas das soluções de goma locusta

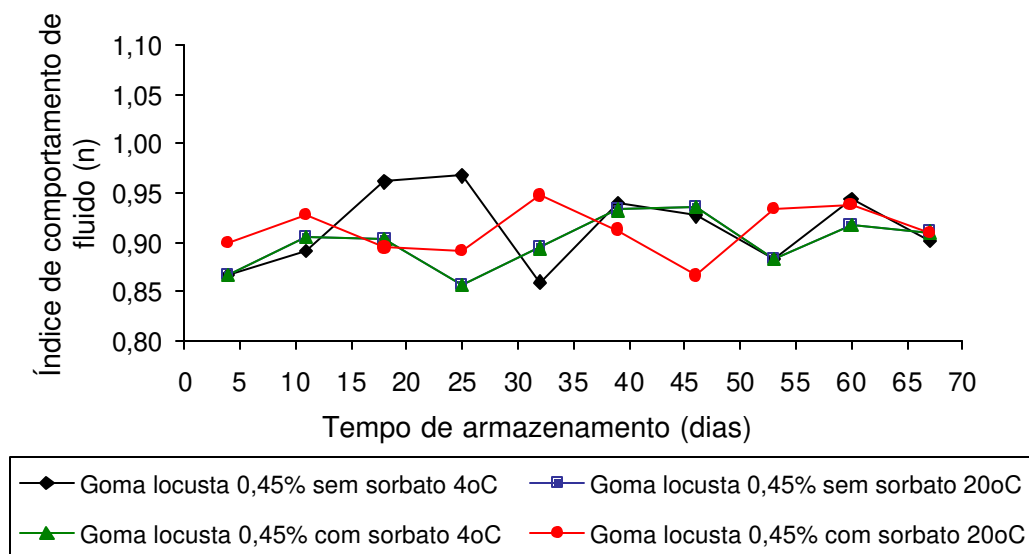
A avaliação dos parâmetros reológicos das soluções de goma locusta, segundo modelo lei da potência ($\sigma = \kappa \dot{\gamma}^n$), demonstrou que o índice de comportamento de fluido (n) permaneceu praticamente constante, variando entre 0,85 a 0,96, durante todo o período de armazenamento (Tabela 5.13; Figura 5.20), o que caracterizou as soluções como fluidos de comportamento newtoniano. Da mesma forma, o índice de consistência das soluções (k) (Tabela 5.13; Figura 5.21), manteve-se praticamente constante durante todo o período de armazenamento.

Estudos anteriores (Gigante *et al*, 2002) correlacionaram o decréscimo da viscosidade de soluções de goma locusta com o aumento da contagem total e de bolores e leveduras. Neste estudo não se observou o aumento da contagem de microrganismos, especialmente de bolores e leveduras, mesmo quando a solução foi submetida às condições abusivas que incluíam a ausência de um agente antimicrobiano e o armazenamento a 20°C por 67 dias.

Paralelamente também não se observou o decréscimo do índice de consistência (k) das soluções, indicando que não houve redução da capacidade de retenção de água da goma locusta.

Tabela 5.13. Comportamento reológico das soluções de goma locusta, para os quatro tratamentos. Modelo lei da potência*.

Tempo de Armazenamento (dias)	Solução de goma locusta <u>sem</u> adição de sorbato de potássio				Solução de goma locusta <u>com</u> adição de sorbato de potássio			
	Armazenado a 4°C		Armazenado a 20°C		Armazenado a 4°C		Armazenado a 20°C	
	n	k	n	k	n	k	n	k
4	0,8670	1,4132	0,8672	1,4263	0,8658	1,3164	0,8997	1,2612
11	0,8907	1,3977	0,9055	1,3957	0,9288	1,2738	0,9276	1,2618
18	0,9617	1,1474	0,9031	1,3317	0,8716	1,3518	0,8951	1,3474
25	0,9677	1,1995	0,8564	1,4375	0,9255	1,2520	0,8913	1,2826
32	0,8597	1,4083	0,8947	1,3440	0,8880	1,3725	0,9475	1,2462
39	0,9396	1,2732	0,9329	1,2025	0,9372	1,1535	0,9123	1,2459
46	0,9273	1,3671	0,9359	1,2569	0,9234	1,2806	0,8665	1,3493
53	0,8838	1,5212	0,8836	1,5150	0,9017	1,3192	0,9346	1,2070
60	0,9438	1,2779	0,9179	1,2903	0,9165	1,2260	0,9380	1,1670
67	0,9019	1,2993	0,9104	1,3813	0,8944	1,2987	0,9089	1,2494

**Figura 5.20.** Índice de comportamento de fluido (n) das soluções de goma locusta submetidas aos quatro tratamentos.

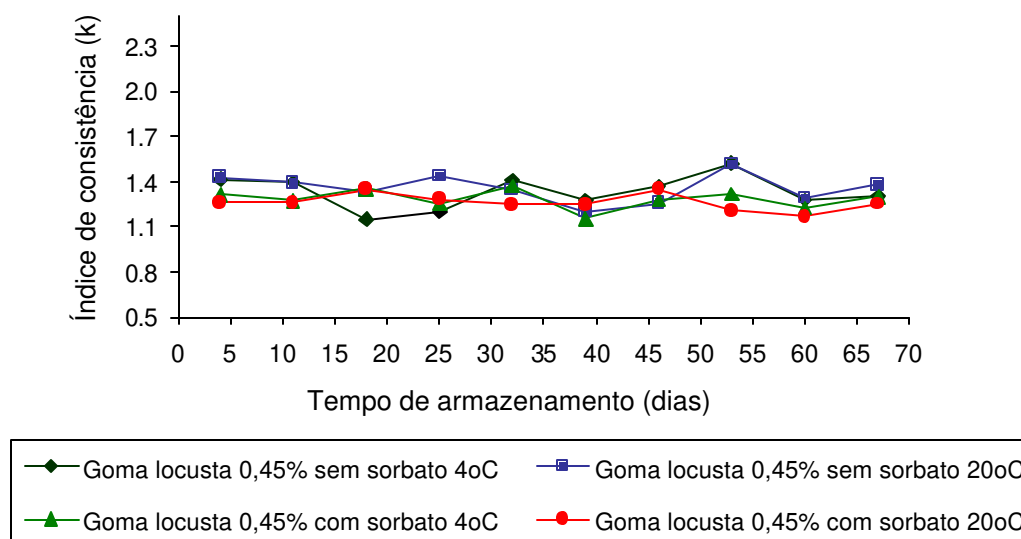


Figura 5.21. Índice de consistência (k) das soluções de goma locusta submetidas aos quatro tratamentos.

Alguns estudos têm demonstrado que bactérias, tais como *Bacillus sp.* e *Pseudomonas fluorescens*, e bolores, tais como *Aspergillus niger*, que são comumente encontrados em produtos lácteos, são capazes de produzir enzimas que hidrolisam galactomanas, tais como a goma locusta (Ademark *et al*, 1988; Hossain *et al*, 1996; Halstead *et al*, 2000). Os resultados deste trabalho indicaram que o crescimento de microrganismos foi acompanhado da redução da viscosidade da fase aquosa e do aumento da quantidade de soro liberado, sugerindo que houve a hidrólise da goma locusta e a conseqüente perda da capacidade de retenção de água, que foi, desta forma, mais facilmente liberada da matriz proteica.

Além disso, a microestrutura do produto pode contribuir para a maior sinérese. Sanches *et al* (2000) demonstraram que géis ácidos de leite (pH 4,60) adicionados de goma locusta apresentaram compactação da matriz caseica com

conseqüente aumento da porosidade do gel, caracterizado pela presença de espaços vazios, formando bolsões de fase aquosa, ao lado da matriz proteica. Considerando que estrutura similar possa ter sido formada no *Cream cheese* é possível que a menor viscosidade da fase aquosa possa ter favorecido a maior sinérese observada nos queijos com maior contagem total e de bolores e leveduras.

6. CONCLUSÕES

- A adição de sorbato de potássio não afetou a composição do *Cream cheese*, exceto o pH que apresentou-se significativamente maior quando o sorbato de potássio foi adicionado.
- A quantidade de fase aquosa do *Cream cheese*, liberada após a centrifugação, foi significativamente afetada pela adição de sorbato de potássio, e foi maior para o queijo no qual o sorbato não foi adicionado.
- A capacidade de retenção de água do *Cream Cheese* diminuiu significativamente durante o período de armazenamento e diminuiu mais rapidamente quando o queijo foi armazenado a 20°C.
- A contagem total e de bolores e leveduras aumentou linearmente e significativamente durante o período de armazenamento. A maior contagem total e de bolores e leveduras foi observada nos queijos fabricados sem adição de sorbato e armazenados a 20°C.
- A viscosidade da fase aquosa diminuiu ao longo do tempo e diminuiu mais rapidamente com o aumento da contagem de microrganismos.
- Observou-se uma correlação inversa entre a viscosidade e a quantidade da fase aquosa.

- Durante o período de armazenamento das soluções de goma locusta, adicionas ou não de sorbato de potássio, armazenadas a 4°C e a 20°C, não se observou crescimento expressivo de microrganismos e nem a alteração da viscosidade das soluções, o que indica a não alteração da capacidade de retenção de água pela goma.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, L.; KINDSTED, P. S. Effect of storage time and temperature on the serum phase of cultured cream cheese. **Journal of Dairy Science**, 84 (Suppl. 1): 434 (abst), 2001.

ADEMARK, P.; VARGA, A.; MEDVE, J.; HARJUNPAA, V.; DRAKENBERG, T.; TJERNELD, F.; STALBRAND, H. Softwood hemicellulose-degrading enzymes from *Aspergillus niger*: purification and properties of a β -mannanase. **Journal of Biotechnology**, v.63, p. 199-210, 1998.

ADEMARK, P.; V.; LARSSON, M.; TJERNELD, F.; STALBRAND, H. Multiple α -galactosidases from *Aspergillus niger*: purification, characterization and substrate specificities. **Enzyme and Microbial Technology**, v.29, p. 441-448, 2001.

ALMENA-ALISTE, M.; GIGANTE, M. L.; KINDSTEDT, P.S. Effect of centrifugation conditions on expressible serum obtained from cultured cream cheese. **Journal of Dairy Science**, 84 (Suppl. 1): 437 (abst), 2001.

ALMENA-ALISTE, M.; KINDSTEDT, P.S. Application of a model system to evaluate the effect of pH on the texture of Cream cheese. **Journal of Dairy Science**, 83 (Suppl. 1): 378 (abst), 2000.

ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. Ed, 3 revision. Maryland: AOAC International, v. 1-2, 1997.

BOURRIET, S.; GARNIER, C.; DOUBLIER, JL. Phase separation, rheology and structure of micellar casein-galactomannan mixtures. **Internationa Dairy Journal**. v.9, p.353-357, 1999.

BUCHHEIM, W.; THOMASOW, J. Structural changes in cream cheese induced by thermal processing and emulsifying salts. **North European Dairy Journal**, n.2, 1984.

CAMPOS, C. A.; ALZAMORA, S. M.; GERSCHENSON, L. N. Inhibitory action of potassium sorbate degradation products against *Staphylococcus aureus* growth in laboratory media. **International Journal of Food microbiology**, v.54, p. 117-122, 2000.

CHANDRASEKARAN, R.; RADHA, A.; OKUYAMA, K. Morfhology of galactomannans: an x-ray structure analysis of guaran. **Carbohydrate Research**, v.306, p.243-255, 1998.

COVACEVICH, H. R.; KOSIKOWSKI, F. V. Cream cheese by ultrafiltration. **Journal of Food Science**, v.42, n.5, p.1362-1364, 1372, 1977.

DEA, I. C. M., MORRISON, A. Chemistry and interactions of seed galactomannans. **Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry**, v. 31, p. 241-312, 1975.

FERRAGUT, V; CHIRALT, A. Microstructure of oil-in-water low-fat emulsions containing skim milk powder and locust bean gum. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 7, p. 648-653, 1996.

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

GARCIA-CRUZ, C. H. Uso de hidrocolóides em alimentos: revisão. **Higiene Alimentar**, v.15, n.87, p. 19-28, 2001.

GIGANTE, M. L.; ALMENA-ALISTE, M.; KINDSTEDT, P. S. Application of a model system to study the effect of pH on the serum phase of cultured cream cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 84 (supl. 1): 436 (abst.), 2001a.

GIGANTE, M. L.; ALMENA-ALISTE, M.; KINDSTEDT, P. S. Effect of storage time, storage temperature e pH on the viscosity of aqueous solutions of locust bean gum. **Journal of Dairy Science**, v. 84 (supl. 1): 435 (abst.), 2001b.

GIGANTE, M. L.; ALMENA-ALISTE, M.; KINDSTEDT, P. S. Effect of potassium sorbate addition on the viscosity of aqueous solutions of locust bean gum during storage at 4 and 20°C. **Journal of Dairy Science**, v. 85 (supl. 1), p120-121, 2002.

GLICKSMAN, M. **Food hydrocolloids**. Boca Raton, Florida: CRS Press, Inc., 1982, chap. 5, p. 161-184.

GUINEE, T. P.; PUDJA, P. D.; FARKYE, N. Y. Fresh acid-curd cheese varieties. In: FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**. 2ª Ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. V.2, chap. 13, p. 363-419.

GUINEE, T; HARRINGTON, D.; CORCORAN, M. O.; MULHOLLAND, E. O.; MULLINS, C. The compositional and functional properties of commercial Mozzarella, Cheddar and analogue pizza cheeses. **International Journal of Dairy Technology**, v. 53, n. 2, p. 51-56, 2000.

GUO, M. R.; ACOSTA, L.; KINDSTEDT, P. S. Evaluation of syneresis defect in cultured Cream cheese and possible causes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 82 (suppl. 1): D13 (abst.), 1999.

GUO, M. R.; KINDSTEDT, P. S. Age-related changes in the water phase of mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 2099-2107, 1995

HARWALKAR, V. R.; KALAB, M. Effect of acidulants and temperature on microstructure, firmness and susceptibility to syneresis of milk gels. **Scanning Electron Microscopy**, v. III, p. 503-513, 1981.

HARWALKAR, V. R.; KALAB, M. Milk gel structure. XI. Electron microscopy of glucono- δ -lactone-induced skim milk gels. **Journal of Texture Studies**, v. 11, p. 35-49, 1980.

HALSTEAD, J. R.; FRANSEN, M. P.; EBERHART, R. Y.; PARK, A. J.; GILBERT, H. J.; HAZLEWOOD, G. P. α -Galactosidase A from *Pseudomonas fluorescens* subsp. *cellulosa*: cloning, high level expression and its role in galactomannan hydrolisys. **FEMS Microbiology Letters**, v.192, p. 197-203, 2000.

HOSSAIN, M. Z.; ABE, J.I.; HIZUKURI, S. Multiple forms of β -mannanase from *Bacillus* sp. KK01. **Enzyme and Microbial Technology**, v.18, p. 95-98, 1996.

HUNT, C. C.; MAYNES, J. R. Current issues in the stabilization of cultured dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 10, p. 2639-2643, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos**. 3 edição. São Paulo, v.1, p. 199-244, 1985.

KALAB, M.; MODLER, H. W. Development of microstructure in a cream cheese based on queso blanco cheese. **Food Microstructure**, v. 4, p. 89-98, 1985a.

KALAB, M.; MODLER, H. W. Milk gel structure. XV. Electron microscopy of whey protein-based cream cheese spread. **Milchwissenschaft**, v. 40, n. 4, p. 193-196, 1985b.

KIELY, L. J.; KINDSTEDT, P. S.; HENDRICKS, G. M.; LEVIS, J. E.; YUN, J. J.; BARBANO, D. M. Age related changes in the microstructure of mozzarella cheese. **Food Structure**, v. 12, p. 13-20, 1993.

KOK, M. S.; HILL, S. E.; MITCHELL, J. R. Viscosity of galactomannans during high temperature processing: influence of degradation and solubilisation. **Food Hydrocolloids**. V.13, p.535-541, 1999.

KOSIKOWSKI, F. V.; MISTRY, V. V. **Cheese and fermented milk foods: Procedures and analysis**. 3 ed. Westport: F. V. Kosikowski, LLC, v.2, chap. 5: Baker's Neufchatel, Cream, Quark and Ymer, p. 42-54, 1997.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v. 30, n. 7, p. 529-542, 1998.

LUCEY, J. A.; VAN VLIET, T.; GROLLE, K.; GEURTS, T.; WALSTRA, P. Properties of acid casein gels made by acidification with glucono- δ -lactone. 2. Syneresis, permeability and microstructural properties. **International Dairy Journal**, v. 7, p. 389-397, 1997.

LUCEY, J. A. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. **Food Hydrocolloids**, v.15, p.603-608, 2001

MICHON, C.; CUVELIER, G.; LAUNAY, B.; PARKER, A. Viscoelastic properties of i-carrageenan/gelatin mixtures. **Carbohydrate Polymers**, v.331, p.161-169, 1996.

MICHON, C.; VIGOUROUX, F.; BOULENGUER, P.; CUVELIER, G.; LAUNAY, B. Gelatin/iota carrageenan interactions in non gelling conditions. **Food Hydrocolloids**, v.14, p.203-208, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Legislações por assunto-leite e derivados**: Portaria Nº 146 de 07 de Março de 1996. Disponível em: <<http://200.252.165.21/sda/dipoa/portaria146.htm>>. Acesso em 17 nov. 2003.

RAMKUMAR, C.; CREAMER, L. K.; JOHSTON, K. A.; BENNETT, R. J. Effect of pH and time on the quantity of readily available water within fresh cheese curd. **Journal of Dairy Research**, v. 64, p. 123-134, 1997.

RICHARDSON, G. H. **Standard methods for the examination of dairy products**. 15 th edition. Washington: American Public Health Association, 1985. 412p.

REAL-DEL-SOL, E.; CARDOSO, F.; CABRERA, M. C.; ORTEGA, O. Use of ultrafiltration in the manufacture of cream cheese. **Alimentaria**, v.260, p.79-91, 1995.

SANCHEZ, C.; BEAUREGARD, J. L.; CHASSAGNE, M. H.; BIMBENET, J J.; HARDY, J. Rheological and textural behaviour of double cream cheese. Part I: effect of curd homogenization. **Journal of Food Engineering**, v. 23, p. 579-594, 1994.

SANCHEZ, C.; BEAUREGARD, J. L.; CHASSAGNE, M. H.; BIMBENET, J J.; HARDY, J. Effects of processing on rheology and structure of double cream cheese. **Food Research International**, v. 28, n.6, p. 547-552, 1996a.

SANCHEZ, C.; BEAUREGARD, J. L.; BIMBENET, J J.; HARDY, J. Flow properties, firmness and stability of double cream cheese containing whey protein concentrate. **Journal of Food Science**, v. 61, n.4, p. 840-846, 1996b.

SANCHEZ, C.; ZUNIGA-LOPEZ, R.; SCHMITT, C.; DESPOND, S.; HARDY, J. Microstructure of acid-induced skim milk-locust bean gum-xanthan gels. **International Dairy Journal**, v. 10, p. 199-212, 2000.

SCHKODA, P.; HECHLER, A.; KESSLER, H. G. Effect of minerals and pH on rheological properties and syneresis of milk-based acid gels. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 269-273, 1999.

SYRBE, A.; BAUER, W. J; KLOSTERMEYER, H. Polymer science concepts in dairy systems – an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. . **International Dairy Journal**, p. 179-193, 1998

SOFOS, J. N. **Sorbate food preservatives**. Boca raton, Florida: CRS Press, Inc., 1989, chap. 4, 5 e 6, p. 33-107.

WALSTRA, P.; VAN DIJK, H. J. M.; GEURTS, T. J. The syneresis of curd. 1. General considerations and literature review. **Netherlands Milk Dairy Journal**, v. 39, p. 209-246, 1985.

WALSTRA, P. The syneresis of curd. In FOX, P.F. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. 1ª ed. London: Chapman & Hall, 1993, p.141-191.

WENDIN, K.; LANGTON, M.; CAOUS, L.; HALL, G. Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of Cream cheese. **Food Chemistry**, v.71, p. 363-378, 2000.

KALAB, M. Microstructure of dairy foods. 2. Milk products based on fat. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p.3234-3241, 1985.